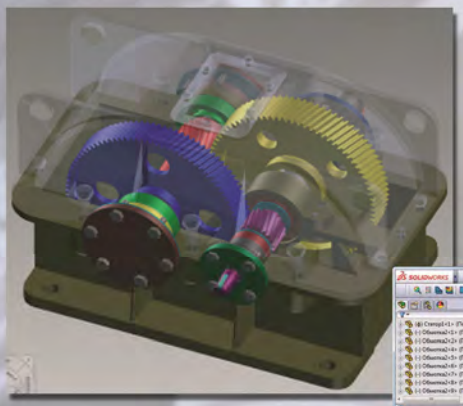
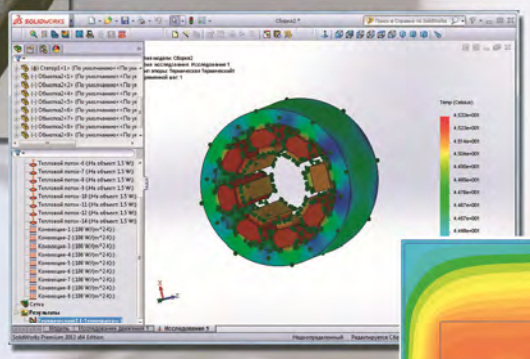
ТРУДЫ

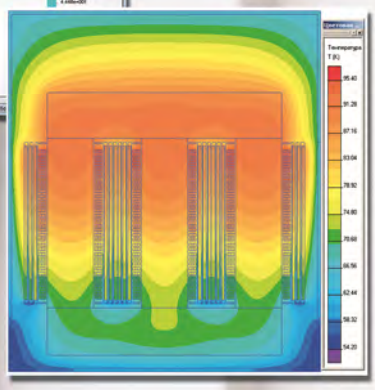
ИнфоРИНО 2014

Международной научно-методической конференции

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ







15 – 16 апреля 2014,
Москва

IBM МЭИ NATIONAL INSTRUMENTS Knovel

PTC Agilent Technologies softline CATI ELSEVIER

Труды

Международной

научно-методической конференции

Информатизация инженерного образования

15—16 апреля 2014 г.

г. Москва

Москва Издательство МЭИ 2014

УДК 338.126
ББК 74.584
Т 782

Т 782 **Труды** Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15—16 апреля 2014 г.). — М.: Издательство МЭИ, 2014. — 604 с.: ил.

ISBN 978-5-7046-1535-4

Представленные в сборнике трудов доклады отражают основные тенденции развития и результаты информатизации инженерного образования на современном этапе по направлениям: информационное и программное обеспечение для инженерного образования, информационные технологии в инженерных расчетах и проектировании, в учебных и исследовательских лабораториях, дистанционные технологии в инженерном образовании, электронные образовательные ресурсы в инженерных дисциплинах.

Тексты докладов представлены участниками конференции в виде файлов. Как правило, сохранена авторская редакция, но в тексты докладов внесены изменения технического характера.

Рецензенты:

С.А. Позднеев, доктор техн. наук, проф.
Э.Е. Сон, член-корр. РАН
И.Б. Фоминых, доктор техн. наук, проф.
Г.Ф. Филаретов, доктор техн. наук, проф.

ISBN 978-5-7046-1535-4

© Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2014

Учредители
Международной научно-методической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2014

Министерство образования и науки РФ

Министерство энергетики РФ

Национальный фонд подготовки кадров

Российская академия образования

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Программный и Организационный комитет
Международной научно-методической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2014

выражает признательность
за поддержку:

Компании ИБМ Восточная Европа/Азия

Корпорации National Instruments, Россия

Компании Elsevier, Нидерланды

Компании Knovel, США

Компании PTC в России

Компании Софтлайн, Россия

ООО «Аджилент Текнолоджиз»

Национальному исследовательскому университету «МЭИ»

Научно-производственной фирме ЗАО ЦАТИ

Уважаемые коллеги!

Инженерная деятельность в современном мире немыслима без широкого применения информационно-коммуникационных технологий, в основе которых находятся аппаратные и программные средства автоматизации получения, преобразования, передачи и применения информации. Столь же необходимы методы и средства информатизации в подготовке современных инженеров.

Сегодня очевидно, что повышение качества и доступности инженерного образования напрямую связано с эффективным применением средств информатизации в следующих основных направлениях:

- обеспечение гибкого выбора содержания, технологий и длительности обучения с учетом индивидуальных способностей и потребностей обучающихся;
- подготовка и применение в образовательном процессе электронных образовательных ресурсов, доступных в интерактивном режиме территориально распределенным учащимся;
- усиление фундаментальной подготовки обучающихся, развитие их способностей в самостоятельном получении и практическом применении новых знаний.

Международная научно-методическая конференция «Информатизация инженерного образования», впервые проводенная на базе Национального исследовательского университета «МЭИ» в апреле 2012 года, вызвала большой интерес научно-педагогического сообщества как в России, так и за ее пределами.

Не меньший интерес к этой конференции был проявлен и в текущем году. Вашему вниманию предлагаются Труды конференции ИНФОРИНО-2014. В сборнике опубликованы 185 докладов преподавателей и специалистов, представляющих учебные заведения и фирмы Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Латвии, России, США, Украины.

С пожеланием успехов участникам конференции

Ректор НИУ МЭИ *Н.Д. Рогалев*

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ
Международной научно-практической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2014

Председатель

Рогалев Николай Дмитриевич	НИУ МЭИ

Члены программного комитета

Алтухов Леонид Геннадьевич	SAP
Аржанова Ирина Вадимовна	Национальный фонд подготовки кадров
Гитзельс Мартин	Департамент корпоративных технологий "Сименс" в России
Герк Саша	Elsevier, Knovel, США
Гуриев Марат Аликович	IBM «Восточная Европа / Азия»
Жураковский Василий Максимилианович	Российская академия образования
Замолодчиков Владимир Николаевич	НИУ МЭИ
Ижванов Юрий Львович	ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика»
Маслов Сергей Ильич	НИУ МЭИ
Овчарова Живка	Университет Карлсруэ, Германия
Прянишников Николай Николаевич	Компания Майкрософт Рус
Сепоян Погос Рубенович	Российский филиал компании National Instruments
Соболева Елена Николаевна	Российская корпорация нанотехнологий
Тихонов Александр Николаевич	МИЭМ ВШЭ
Фенглер Вольфганг	Технический университет Ильменау, Германия

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ
Международной научно-практической конференции
«Информатизация инженерного образования»
ИНФОРИНО-2014

Председатель

Маслов Сергей Ильич

Члены оргкомитета

Богомолова Елена Петровна

Евсеев Анатолий Ильич

Еремеев Александр Павлович

Касаткина Елена Петровна

Крепков Игорь Михайлович

Кузнецов Сергей Федорович

Липай Борис Романович

Очков Валерий Федорович

Попов Станислав Константинович

Прудникова Юлия Ивановна

Свиридов Евгений Валентинович

Тарасов Александр Евгеньевич

Тихонов Антон Иванович

Топорков Виктор Васильевич

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ
ИНФОРИНО-2014

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сопредседатели:
профессор **Еремеев А.П.**, НИУ МЭИ
доцент **Крепков И.М.**, НИУ МЭИ

Секция 2. ИТ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

Сопредседатели:
профессор **Очков В.Ф.**, НИУ МЭИ
профессор **Топорков В.В.**, НИУ МЭИ

Секция 3. ИТ В УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Сопредседатели:
профессор **Зимин А.М.**, МГТУ им. Н.Э. Баумана
доцент **Липай Б.Р.**, НИУ МЭИ

Секция 4. ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Сопредседатели:
доцент **Евсеев А.И.**, НИУ МЭИ
профессор **Тихонов А.И.**, НИУ МЭИ

Секция 5. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Сопредседатели:
доцент **Богомолова Е.П.**, НИУ МЭИ
доцент **Гречихин В.А.**, НИУ МЭИ

Секция 1

ИНФОРМАЦИОННОЕ

И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

I.V. Sinitsyna
SinitsynaIrV@mpei.ru
Humanitarian-Applied Institute, NRU «MPEI», Moscow

EXPLORING ENGINEERING TRENDS AND TECHNOLOGY WITH PYTHON

ABSTRACT

Python is an object-oriented language with excellent functionality for Natural Language Processing (NLP), which is important for scientific reasons. The report gives a brief description of an open source library called the Natural Language Toolkit (NLTK), which allows extracting information from texts, and the author's pilot project allowing exploring engineering trends that were published in International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), a scholarly open access online journal for academic person as well as student community.

INTRODUCTION

Python is used in industry, scientific research, and education around the world. It has good string-handling functionality and can be downloaded for free. Installers are available for all platforms.

Originally created in 2001 NLTK [1] has been developed and expanded and has now been adopted in courses in dozens of universities, and serves as the basis of many research projects.

It is accompanied by the book by Bird Steven, Edward Loper and Ewan Klein (2009), **Natural Language Processing with Python.** O'Reilly Media Inc. The book explains the underlying concepts behind the language processing and tasks supported by the toolkit.

IJETT [2] is a leading international journal for sharing innovative ideas, research results, and current trends in engineering science. It regularly releases its article bibliographies to university library databases since 2012.

The author's pilot project, which is GUI app written in wxPython [3], allows entering some keyword in Russian, translates it into English, and gives a list of articles whose titles contain it, together with their web addresses and title translations. A student can choose an article to see its abstract translation, as well as to open it in a new browser window.

1. WHY PYTHON?

Python [4] is a powerful dynamic programming language. Its standard library covers everything from asynchronous processing to zip files. It allows building flexible data-driven codes. Python lets you write codes quickly. Since its byte compiler is highly optimized, Python codes run more than fast enough for most applications.

wxPython is the best and most mature cross-platform GUI toolkit.

2. EXTRACTING INFORMATION WITH NLTK

NLTK is a leading platform for building Python programs to work with natural language data. It involves extensive software, data, and documentation and is freely downloadable from http://www.nltk.org/.

NLTK describes an infrastructure that can be used to build NLP programs in Python. It provides basic classes for representing data relevant to NLP; standard interfaces for performing tasks such as part-of-speech tagging, syntactic parsing, and text classification; and standard implementations for each task that can be combined to solve complex problems.

The website [1] provides API documentation that covers every module, class, and function in the toolkit, specifying parameters and giving examples of usage. The website also provides many HOWTOs with extensive examples and test cases, intended for users, developers, and instructors.

From reading the first chapter of the book by Bird Steven, Edward Loper and Ewan Klein (2009), **Natural Language Processing with Python**. O'Reilly Media Inc., we learn what we can achieve by combining simple programming techniques with large quantities of text; how we can automatically extract key words and phrases that sum up the style and content of a text; and what tools and techniques the Python programming language provides for such work.

From the third chapter of the book, we learn how we can write programs to access text from local files and from the Web, in order to get hold of an unlimited range of language material.

From the seventh chapter, we learn how we can build a system that extracts structured data from unstructured text.

The 11th chapter describes how we design a new language resource and ensure its coverage, balance and documentation.

3. PILOT PROJECT TO EXPLORE ENGINEERING TRENDS AND TECHNOLOGY WITH PYTHON

The author of the report presents her pilot project to explore current engineering trends that were published in IJETT. It is GUI app written in wxPython as shown in Fig. 1.

A student enters some keyword in Russian in a text box. The app translates it into English and gives a list of articles (out of over a thousand available) from

IJETT, whose titles contain it, together with their web addresses and title translations, as shown in Fig. 2.

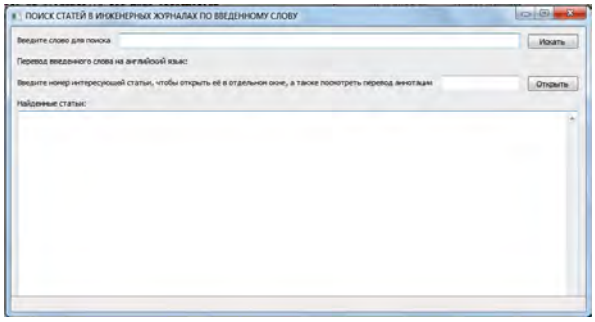


Fig. 1. Getting started

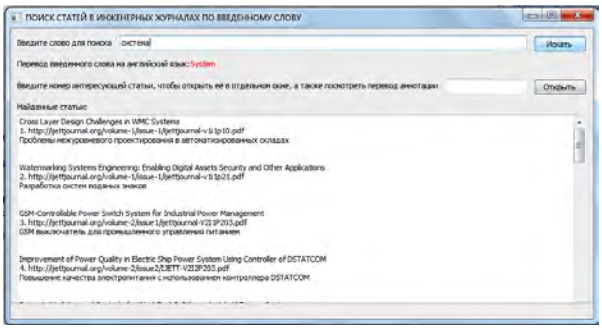


Fig. 2. A list of articles whose titles contain a translated keyword

If a student gets interested in some article he enters its number in the other text box to view it in a new browser window and to see its abstract translation as shown in Fig. 3.

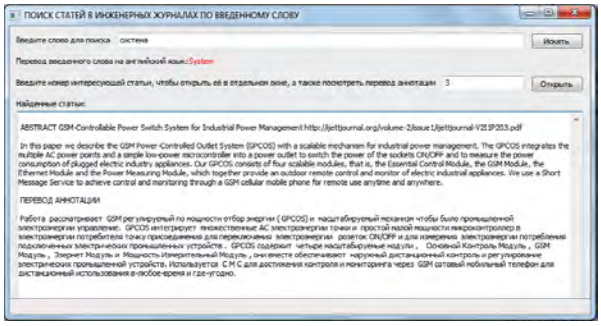


Fig. 3 Translation of the article's abstract

The app uses the author's Russian-English-Russian dictionary in Python for translating, and pyPdf for extracting abstracts from PDF files.

CONCLUSION

Globalization is a reality. To compete in world markets in the so-called knowledge age, we can only thrive on brainpower and innovation.

To succeed, we must discover new scientific knowledge and technological potential through research.

We must make new discoveries and innovate continually.

We must also bring new products and services to market faster.

We should develop a new field of systems engineering, which should be central to engineering education in the decades ahead.

In 1998, MIT established an Engineering Systems Division, which reflected a growing awareness of the social and intellectual importance of complex engineered systems.

As we observe developments in industry, we are asking what in the world we should teach students.

The Internet, World Wide Web, and computers can do a lot for engineering schools. First, they can send information outword. By sending information out, we can provide teaching materials to teachers and learners all over the world.

Information technology can also create learning communities across time and distance.

The goal of MIT's OpenCourseWare initiative is to make the basic teaching materials for 2,000 MIT courses available on the Web to teachers and learners everywhere, at any time, free of charge.

Coming back to the topic of Python, with Python and NLTK an engineering student can easily find relevant information online to stay updated about current trends and technology in engineering science.

REFERENCES

1. **http://nltk.org/**.

2. **http://www.ijettjournal.org/**.

3. **http://www.wxpython.org/**.

4. **http://python.org/**.

5. **http://shop.oreilly.com/product/9780596516499.do**.

Т.С. Аббасова
abbasova_univer@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено информационное и программное обеспечение для реализации лабораторных занятий и исследований в области солнечной энергетики на базе высших учебных заведений; предложено использование исследований не только в учебном процессе для подготовки специалистов по энергосбережению, но и для энергосбережения учебных заведений.

ВВЕДЕНИЕ

Осведомленность о существовании и возможностях солнечной энергетики (СЭ) находится на низком уровне, отсутствуют законодательные нормы, поддерживающие производство и использование солнечных энергоустановок (гелиоустановок). На базе кафедр профильных учебных заведений необходимо организовывать обучение и научные исследования, посвященные повышению энергоэффективности и энергосбережению на производстве и в жилых домах.

1. ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Результаты исследований по энергосбережению должны быть использованы в учебном процессе на кафедре, в дипломном проектировании и диссертационных работах. Практические рекомендации по внедрению энергосберегающих технологий должны распространяться также на здания, в которых располагаются учебные заведения.

Сегодня программы по внедрению в учебный процесс исследований в области СЭ уже реализуются в отдельных учебных заведениях Москвы, а также учебных заведениях Украины, Красноярского и Краснодарского края. Введение соответствующих дисциплин в учебный процесс и собственное производство, на которое потом могут быть распределены выпускники учебного заведения, усиливают общую осведомленность населения о наличии солнечных технологий и их популярность [1]. Оборудование для исследования солнечных энергоустановок (гелиоустановок) используется не только в учебном процессе для подготовки специалистов по энергосбережению, но и для освещения или отопления учебных аудиторий [2, 3].

Информационное сопровождение изучения дисциплин по СЭ и внедрения энергосберегающих технологий и оценки их эффективности в вузах включает разработку планов мероприятий энергосбережения, рабочих программ учебных дисциплин и методического обеспечения в соответствии с требованиями ФГОС, технический контроль в сфере энергоснабжения, консультационные услуги по вопросам реализации мероприятий по энергосбережению. Разработка информационно-аналитических моделей для оценки гелиоустановок как альтернативы расходу ископаемых видов топлива в учебных лабораториях может осуществляться с помощью достаточно распространенных в лабораториях учебных заведений пакетов программ MatLab&Simulink, VisSim, Multisim, MS Excel. Для научных исследований необходимо специальное программное обеспечение для моделирования сложных систем преобразования энергии, а также климатические базы среднемесячных данных, созданные в ИВТ РАН на основе обобщения результатов многолетних метеорологических наблюдений на отечественных метеостанциях и спутниковых данных NASA.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ И ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Пример моделирования следящего электропривода гелиоустановки с помощью среды, наиболее распространенной в российских учебных заведениях — MatLab&Simulink — приведен на рис. 1. Для моделирования компонентов гелиоустановок возможно использование бесплатного программного обеспечения VisSim, пример моделирования показан на рис. 2.

В Московском энергетическом институте на кафедре электроснабжения промышленных предприятий создана лаборатория для исследования характеристик и режимов эксплуатации гелиоустановок с помощью программной среды LucasNülle и внешних устройств для физического моделирования. На рис. 3 приведена фотография лабораторного комплекса с макетом солнечного модуля, искусственным источником освещения, имитирующим солнечное излучение.

На рис. 4 представлена схема эксперимента для исследования поведения солнечного модуля при его затенении, характерных для условий эксплуатации солнечных энергоустановок в России (выпадение снега, листопад, дождь). Солнечный модуль включён последовательно с двумя другими солнечными модулями. Можно собрать схему параллельного и по-

следовательно-параллельного включения солнечных модулей и оценить энергетическую эффективность различных способов подключения [4, 5, 6].

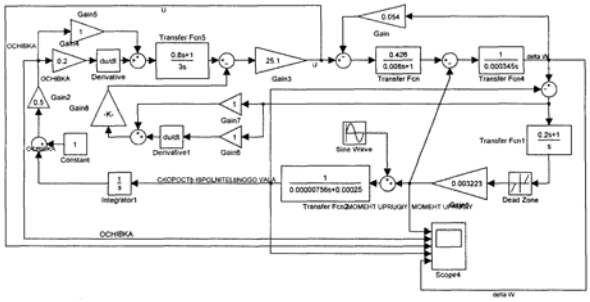


Рис. 1. Компьютерная модель следящего электропривода гелиоустановки в MatLab&Simulink

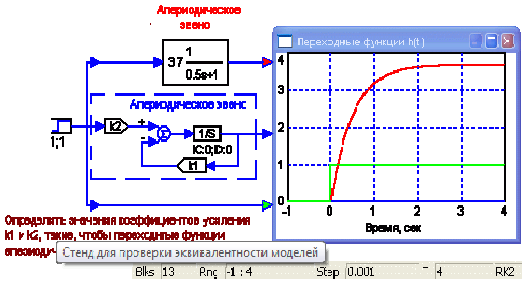


Рис. 2. Компьютерная модель двигателя постоянного тока (представленного апериодическим звеном первого порядка) следящего электропривода гелиоустановки в VisSim

Рис. 3. Лабораторный комплекс с макетом солнечного модуля

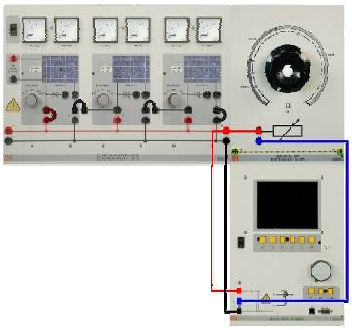


Рис. 4. Схема эксперимента для исследования поведения солнечного модуля при его затенении

Результаты компьютерного моделирования в среде MatLab с использованием пакетов прикладных программ для финансовых расчетов Financial Toolbox позволяют сравнить стоимость электроэнергии, полученной от гелиоустановок, со стоимостью электроэнергии, полученной от традиционных источников. Показателем перспективности гелиоустановок, а соответственно и экономической целесообразности их применения, является достижение паритета (равенства) вышеуказанных стоимостей [7, 8].

Для изучения методов достижения паритета необходима четкая разработка в учебных дисциплинах механизмов регулирования цен на нетрадиционные энергоносители.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, необходимо направить усилия высших учебных заведений стран СНГ на исследование и внедрение новых энергосберегающих технологий, проведение модернизации зданий учебных корпусов и общежитий с целью перевода их на использование возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива, совершенствование системы энергоаудита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аббасова Т.С.** Оценка влияния КПД гелиоустановки на экологические и экономические показатели // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2011. № 2. Т. 7. С. 3 — 9.

2. **Аббасова Т.С.**, **Артюшенко В.М.** Энергосберегающие технологии в сложных технических системах: монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко. — М.: ФГБОУ ВПО ФТА, 2012. — 180 с.

3. **Артюшенко В.М.**, **Аббасова Т.С.** Сервис информационных систем в электротехнических комплексах. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. — М.: ФГОУВПО РГУТиС, 2010. — 98 с.

4. **Аббасова Т.С.** Гелиоустановки для автономных объектов // Мир транспорта. 2012. № 1. С. 42—51.

5. **Аббасова Т.С.** Оценка эффективности средств управления отбором энергии от гелиоэлемента и согласования его с нагрузкой // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2013. № 1. С. 32—36.

6. **Овсянников Е.М., Аббасов Э.М., Аббасова Т.С.** Технико-экономический анализ использования систем преобразования солнечной энергии в другие виды энергии // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2013. № 3. С. 2—6.

7. **Аббасова Т.С.** Система наведения концентратора на солнце // Мир транспорта. 2012. № 3. С. 44—53.

8. **Аббасова Т.С.**, **Никифоров А.Г.** Аварийное планирование при обработке данных в электротехнических системах // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2007. № 2. Т. 3. С. 23—27.

Е.Л. Альшакова
alshakova_el@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», Курск

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются возможности применения 3D технологий проектирования в учебном процессе, а также предложена методика проведения занятий по учебной дисциплине «Инженерная графика», внедренная в учебный процесс в Юго-Западном государственном университете. Методика позволяет готовить конкурентоспособных специалистов, эффективно применяющих современные технологии проектирования для решения инженерных задач и автоматизации организации конструкторско-технологической подготовки производства.

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство обладает рядом особенностей, связанных с развитием и внедрением информационных технологий: автоматизация производственных процессов с использованием аппаратных и программных средств, конструкторских и технологических работ на основе 3D моделей изделия (CAD/CAM/CAE системы), организация коллективной работы, управление жизненным циклом изделия и данными (PLM/PDM системы).

Инженерное образование должно соответствовать требованиям современного производства. Необходимо обучить специалистов, владеющих автоматизированными системами и 3D технологиями проектирования, готовых работать с применением PLM/PDM систем.

1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В настоящее время CAD/CAM/CAE системы внедряют в учебный процесс различных дисциплин инженерного образования, такая необходимость существует и в случае дисциплины «Инженерная графика».

Учебная дисциплина «Инженерная графика» входит в базовую часть профессионального цикла ФГОС ВПО по различным направлениям подготовки (специальностям), изучается студентами на первом году обучения. Количество часов аудиторной нагрузки согласно рабочим учебным планам направлений подготовки (специальностей) за учебный год составляет 72 часа, из них количество практических (или лабораторных) занятий составляет 18 часов в первом и 18 часов (или 36 часов при отсутствии лекционных занятий) во втором семестре.

Учебная дисциплина «Инженерная графика» состоит из разделов: начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика. В результате изучения данной дисциплины, в соответствии с ФГОС ВПО, должны быть сформированы определенные профессиональные компетенции. Помимо традиционных знаний, умений и навыков, таких, как владение элементами начертательной геометрии, знание теоретических основ построения чертежа, умение разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять проектно-конструкторские работы, применять стандарты на техническую документацию и другие нормативные документы, профессиональные компетенции содержат способности применять интерактивные графические системы для выполнения изображений и чертежей, владеть современными программными средствами геометрического моделирования и подготовки конструкторской документации, решать профессиональные задачи с помощью средств автоматизации проектирования и разработки проектно-конструкторской документации [1].

Возникает необходимость разработать и внедрить в учебный процесс дисциплины «Инженерная графика» методику обучения с применением CAD системы и современных 3D технологий проектирования [2]:

- содержание дисциплины;
- содержание графических работ;
- методическое обеспечение.

Традиционно курс начертательной геометрии читается в течение первого семестра, предусматривает выполнение нескольких графических работ, которые имеет смысл выполнять «вручную» с помощью чертежных инструментов на листе бумаги. Начертательная геометрия изучает методы отображения пространственных объектов, например, на плоскость, и способы решения пространственных задач на чертеже. В настоящее время в полном объеме начертательная геометрия не требуется, для решения пространственных задач используются 3D цифровое моделирование и инструменты автоматизации инженерной деятельности, в том числе и выполнения чертежей, имеется возможность решать задачи не в проекциях, а в виртуальном 3D пространстве. Сформировалось нерациональное распределение учебного времени на изучение дисциплины «Инженерная графика».

Кроме того, в процессе обучения выполнению конструкторской документации студенту сложно представить деталь по чертежу, понять алгоритм решения задачи курса начертательной геометрии

на чертеже без пространственного визуального образа заданных геометрических объектов. Эти проблемы связаны с уровнем развития пространственного мышления студента. Подготовленная для использования в учебном процессе графическая база данных, содержащая 3D модели деталей, сборочных единиц, пространственных объектов, и CAD система обеспечивают визуализацию предлагаемой информации.

Чертежи деталей, соединений, сборочных единиц рассматриваются одновременно с визуализацией соответствующих 3D моделей и анализом 3D моделей на экране. Это дает возможность студентам научиться устанавливать ассоциативные связи между визуальными образными данными и их проекциями, понять их смысл и назначение.

Модернизация методики обучения дает возможность осуществлять 3D цифровое проектирование, информационное взаимодействие, коллективную работу студентов, автоматизацию выполнения конструкторской документации, а также успешно готовить специалистов в условиях сокращения количества часов аудиторной нагрузки дисциплины, проводить занятия в интерактивных формах.

2. СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

В большинстве случаев графические работы выполняются на бумаге «вручную», с помощью чертежных инструментов. При оформлении расчетно-графических, курсовых работ по учебным дисциплинам «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Детали машин», «Теоретическая механика», «Архитектура» и др. могут использоваться 2D технологии построения чертежа.

Графические работы по курсу начертательной геометрии сокращаются. Выполняются задачи:

– построение проекций пространственных объектов на плоскости;

– типовые позиционные и метрические задачи;

– преобразование проекций;

– пересечение поверхностей.

Изучается работа в CAD системе, реализующей 3D технологии проектирования. Удобны для использования в учебном процессе инженерных дисциплин системы SolidWorks, Siemens (NX), Autodesk Inventor, КОМПАС-3D.

Графические работы выполняются в CAD системе, служат для обучения чтению чертежей и выполнению конструкторской документации в соответствии с ГОСТами системы ЕСКД.

Разработка изделия ведется от построения параметрических эскизов, создания на их основе параметрической твердотельной модели детали, сборки, расчетов элементов конструкций, визуализации. Далее оформляется рабочая документация в рамках единого процесса проектирования.

Графическая работа «Построение изображений».

По двум заданным проекциям модели детали создается 3D модель. Выполняется чертеж детали, содержащий три вида, простые разрезы, размеры, изометрическую проекцию модели детали с вырезом 1/4 части. Графическая работа направлена на изучение ГОСТов ЕСКД на выполнение конструкторской документации.

По двум проекциям создается 3D модель. Выполняется чертеж детали, содержащий сложный разрез, наносятся размеры.

Создается 3D модель машиностроительной детали по двум заданным проекциям. Выполняется чертеж детали, содержащий необходимые изображения, которые студент выбирает самостоятельно, наносятся размеры. Рассматриваются возможности параметризации.

Графическая работа «Соединения разъемные».

Изучается работа с библиотекой стандартных компонентов. Применяются инструменты сборки и зависимостей, инженерные инструменты: генераторы болтового соединения, шпоночного, шлицевого соединений.

Выполняются чертежи болтового соединения, соединения деталей шпилькой, трубных соединений, шпоночного и шлицевого соединений. Изучаются виды соединений и стандарты на изображения соединений на чертеже.

Следует обратить внимание на соответствие полученных чертежей соединений требованиям ГОСТ на условные изображения и упрощения.

Графическая работа «Сборочный чертеж».

Выполняется расчет основных параметров зубчатой цилиндрической передачи по заданным значениям модуля, числа зубьев и диаметров валов шестерни и колеса. Выполняется чертеж зубчатой цилиндрической передачи. Заполняется спецификация.

Детали валов создаются с помощью генератора вала и зубчатых колес при применении инструментов твердотельного моделирования. Создается сборка, затем 3D модель зубчатой цилиндрической передачи с помощью генераторов зубчатых зацеплений и шпоночного соединения. Рассчитываются параметры зубчатой цилиндрической передачи. Чертеж должен соответствовать ГОСТ 2.402-68 на условные изображения зубчатых передач и зубчатых колес.

Графическая работа «Деталирование чертежа общего вида».

Деталирование чертежа общего вида — это выполнение рабочих чертежей деталей, сборочного чертежа, спецификации по чертежу общего вида.

По чертежу общего вида в CAD системе выполняются 3D модели деталей, входящих в состав сборочной единицы. Создается сборка изделия (рис. 1). Выполняется анимация работы изделия. На основе 3D моделей выполняются рабочие чертежи деталей.

Рис. 1. Сборочная единица «Клапан пусковой»

Внедряется параллельное проектирование, командная работа, работа в едином информационном пространстве с эффективным управлением данными изделия.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Сокращение количества часов аудиторных занятий должно компенсироваться с помощью определенным образом подготовленных методических материалов. Содержание методических указаний определяется различными методами обучения, к которым относятся:

- объяснительно-иллюстративный метод;
- репродуктивный метод;
- метод проблемного изложения;
- исследовательский метод.

В методических указаниях, основанных на объяснительно-иллюстративном методе, дается необходимая информация в виде текста лекции, а студенты воспринимают, осознают и запоминают эту информацию. Достоинством метода является то, что он позволяет в сжатые сроки преподнести студентам большой объем учебной информации.

Объяснительно-иллюстративный метод не формирует умений и навыков использования приобретенных знаний. С этой целью используется репродуктивный метод. Он обеспечивает выработку у студентов умений и навыков применения знаний по образцу или в сходной ситуации, очень экономичен по времени. В методических указаниях приводится хорошо разобранный пример решения задачи, студент выполняет его, воспроизводя профессиональный стиль и методы решения. В дальнейшем студент имеет возможность решать сходные задачи.

В предложенном примере решение задачи показано по шагам (стадиям, этапам) выполнения задачи, для того чтобы студенты различного уровня подготовки могли понять и самостоятельно выполнить все этапы решения данной задачи.

После каждого шага приводится эталон получаемого результата, для того чтобы студент мог сравнить собственный результат выполнения какого-либо шага с эталоном решения и сделать выводы о правильности своих действий. С целью экономии времени студента пример составлен так, чтобы не пришлось обращаться за дополнительной информацией в справочную литературу или к преподавателю.

Сущность репродуктивного метода состоит в том, что в методических указаниях конструируется задание на воспроизведение знаний и действий уже известных и осознанных благодаря объяснительно-иллюстративному методу. При выполнении этого задания студенты формируют соответствующие умения и навыки.

Эти методы — объяснительно-иллюстративный и репродуктивный — готовят определенный уровень знаний, умений и навыков для дальнейшей творческой деятельности.

Метод проблемного изложения заключается в том, что в методических указаниях выдвигается проблема, и она же решается: показываются возможные пути ее решения (гипотезы), с помощью фактов и логических рассуждений проверяется их достоверность, определяется правильное предположение, делаются выводы. Студент имеет возможность следить за логикой решения проблемы и усвоить способ решения и сделанные выводы.

Исследовательский метод направлен на формирование способности решения проблемы самостоятельно. Сущность исследовательского метода — организация поисковой, творческой деятельности студентов по решению новых для них проблем. Здесь проблема решается самим студентом, а методические указания выступают как организатор поисковой деятельности (задание на самостоятельную работу, ссылки на литературу).

Данный метод обеспечивает творческое применение знаний, умений и навыков, а также формирование опыта творческой деятельности.

В методических указаниях приводятся дополнительные задачи. В соответствии с методом студент должен сам найти способ решения такой задачи. В качестве поощрения студенты получают премиальные баллы при использовании балльно-рейтинговой системы оценки качества обучения.

Для решения дополнительных задач требуется материал, выходящий за рамки методических ука-

заний. Студент должен самостоятельно найти решение задачи, читая соответствующую литературу, пользуясь справочной информацией, полученными знаниями и навыками профессиональной работы. Метод длительный по времени, не может занимать значительное место в учебном процессе.

Для каждой графической работы подготовлены методические материалы в формате PDF. При выполнении графических работ используются разобранные примеры и индивидуальные задания.

4. ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ) «СТРОИТЕЛЬСТВО»

Студенты строительных специальностей изучают раздел «Строительное черчение» — чертежи планов, фасадов и разрезов зданий, правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей, ГОСТ 21.501-93 — и выполняют графическую работу, заключающуюся в выполнении чертежей плана, фасада и разреза жилого или общественного здания. Эта графическая работа до настоящего времени выполнялась «вручную» на бумаге с помощью чертежных инструментов или при помощи 2D технологий в системе автоматизации проектирования AutoCAD.

Осуществляется переход на технологию информационного моделирования зданий (BIM) для проектирования и подготовки документации. В учебный процесс внедряется программный продукт Autodesk Revit, основанный на данной технологии, что позволяет виртуально выполнить полный цикл строительства здания и сооружения. Создание рабочих чертежей, отображение изменений модели здания на чертежах и в технической документации осуществляется автоматически, обеспечивая при этом более точное и быстрое выполнение проектов. На всех этапах проектирования проводится работа с единой моделью здания.

Решается задача подготовки студентов к изучению последующих, специальных дисциплин рабочего учебного плана, даются инструменты для проектирования, визуализации и разработки конструкторской документации [3].

5. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Студенты, пройдя обучение согласно предложенной методике, имеют возможность участвовать в научных конференциях, олимпиадах и конкурсах по 3D моделированию, инженерной и компьютерной графике, занимая, в том числе, призовые места:

– Международная молодежная научная конференция «Гагаринские чтения» МАТИ-РГТУ им. К.Э.Циолковского, г. Москва;

– открытая Всероссийская студенческая олимпиада по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике МИТХТ им. М.В. Ломоносова, г. Москва;

– Всероссийская студенческая олимпиада по технологиям Autodesk НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород;

– региональный молодежный конкурс «Трехмерное моделирование» ЮЗГУ, г. Курск;

– региональная олимпиада по трехмерному моделированию в машиностроении ЮЗГУ, г. Курск.

Студенты приобретают навыки работы с программными продуктами и используют их при выполнении курсовых и дипломной работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Традиционные методики обучения в инженерном образовании заменяются основанными на использовании CAD/CAM/CAE систем.

Дальнейшее развитие применения автоматизированных систем в инженерном образовании — это реализация в учебном процессе основных принципов ИПИ технологий, направленных на автоматизацию организации конструкторско-технологической подготовки производства, обучение студентов выполнению автоматизированных работ на всех этапах жизненного цикла изделия, обучение оптимальным способам построения 3D моделей [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альшакова Е.Л. Применение информационных технологий в учебном процессе на кафедре начертательной геометрии и инженерной графики // Геометрия и графика. — М.: ИНФРА-М. V. 1. I. 1. — 2013. — С. 42—45.

2. Альшакова Е.Л. Инновационные методики обучения конструкторско-технологической подготовке производства // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 3-й Международной науч.-практ. конф. / Под ред. М.М. Радкевича и А.Н. Евграфова. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. — 2013. – С. 23 – 32.

3. Альшакова Е.Л. Содержание дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» // Геометрия и графика. — М.: ИНФРА-М. V. 1. I. 2. — 2013. — С. 24—26.

4. Юрин В.Н. Компьютерный инжиниринг в инженерном образовании: этапы развития // Новые материалы и технологии — НМТ-2012: материалы Всерос. науч.-техн. конференции. — М.: МАТИ, 2012. — С. 378 — 380.

Т.В. Антропова, А.П. Антропова
graphic@sstu.ru
«Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.» (СГТУ), Саратов

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ПРЕПОДАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

АННОТАЦИЯ

Доклад содержит краткий обзор опыта внедрения современных информационных технологий в процесс обучения студентов высшей школы на примере СГТУ. В нем приведены примеры использования презентаций в преподавании курса дисциплины «Инженерная графика», анализируются положительные и негативные аспекты мультимедийного обучения, а также возможные варианты развития дальнейшей информатизации системы инженерного образования.

ВВЕДЕНИЕ

Сложившийся к настоящему времени уровень глобальной компьютеризации всех сфер человеческой деятельности, в том числе и современное производство, стремящееся к максимальной автоматизации и глубоко компьютеризированное, требует от современной высшей школы неуклонного повышения уровня владения информационными технологиями не только от студентов — потенциальных работников производственной сферы, но и от преподавателей — предполагаемых новаторов и носителей знаний. Такая тенденция будет сохраняться и в дальнейшем. Естественно, что в процессе обучения студентов преподавателю необходимо не только владеть информационными технологиями, но и активно внедрять их в сферу образовательных программ, применять актуальные методики преподавания в учебной деятельности. Обоснованию необходимости, методам и приемам внедрения элементов современных информационных технологий в процесс обучения студентов инженерно-технических специальностей в высшей школе посвящен данный доклад.

1. ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ЦИКЛА ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Начиная с 2010 г. на кафедре ИГД («Инженерная геометрия и промышленный дизайн») Саратовского государственного технического университета было начато постепенное внедрение мультимедийного обеспечения ряда читаемых кафедрой курсов (например, «Инженерная графика», «Начертательная геометрия») в учебный процесс. Все аудитории, в которых проводятся практические занятия и читаются лекционные курсы, оборудованы проекторами, компьютерами и постоянным доступом в Интернет. Предварительные итоги такой работы позволяют сделать некоторые комплексные, хотя и несколько неоднозначные выводы. Опыт преподавания и практика изучения начертательной геометрии и инженерной графики показывают, что процесс обучения этим дисциплинам требует определенных базовых знаний и, главное, практических навыков геометрического пространственного моделирования. К сожалению, в современных программах среднего образования не заложены основы для развития пространственного мышления и нет курсов, дающих базовые знания графического моделирования. В связи с этим студенты и преподаватели сталкиваются с определенными сложностями в процессе освоения графических дисциплин на начальных этапах обучения в вузе.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ — ОТКАЗ ОТ ПРЕДЫДУЩЕЙ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИЛИ ЕЕ МОДЕРНИЗАЦИЯ?

Визуализация курсов дисциплин графического цикла путем применения современных программных продуктов в некоторой мере позволяет решать поставленные задачи. Ранее методика преподавания начертательной геометрии и инженерной графики предполагала использование плакатов, пособий, моделей и учебных фильмов, что повышало наглядность и пространственное понимание разделов курса. В настоящее время такое материальное обеспечение постепенно заменяется на презентации и другие элементы мультимедийных технологий, что не снижает качества обучения и позволяет в достаточной мере решать задачи визуализации изучаемого материала. Необходимо учитывать, что компьютерные технологии являются хотя и более современным и, возможно, более наглядным, но лишь инструментом в учебном процессе. Методика преподавания, безусловно, должна совершенствоваться, но обязательно базироваться на опыте учебной деятельности, накопленном высшей школой ранее. Некорректно безоговорочно считать современные средства визуализации единственно возможными.

Представляется оптимальным частичный отказ от традиционных методов преподавания инженерной графики и переход к более современным, с использованием компьютерной техники, средств информационных технологий, графических пакетов. Однако для таких преобразований необходима обязательная первичная подготовка студентов: навыки эскизирования, знание правил выполнения черте-

жей и основных требований, предъявляемых к конструкторской документации, умение пространственно мыслить, обладать приемами пространственно-графического моделирования.

3. ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Безусловно, можно рассматривать использование на практических занятиях презентаций по изучаемой теме курса как некий ускоряющий процесс обучения момент.

Грамотно построенная и насыщенная фотографиями, рисунками, чертежами, наглядными изображениями, 3D моделями, основными терминами и определениями презентация является современной и прогрессивной альтернативой ранее используемым учебным материалам (плакаты, пространственные макеты и модели, видеоматериалы и кинофильмы), позволяющей с большим КПД изучать тематику курса.

Однако практика показывает и некоторые негативные аспекты мультимедиа-формата:

- необходимость дополнительных указаний со стороны преподавателя, какие именно термины, определения, фрагменты текста должны быть законспектированы;

- нежелание (или отсутствие необходимых навыков у студента) использовать дополнительные источники информации (учебники, учебные пособия, методические указания, справочники, сборники государственных стандартов);

- отсутствие инициативы к самостоятельной работе, которая должна быть одним из обязательных элементов процесса обучения;

- практические сложности воспроизведения студентами в тетрадь «картинки» с экрана.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ В MICROSOFT POWER POINT С ИСХОДНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ФРАГМЕНТОВ И ЧЕРТЕЖЕЙ КОМПАС-ГРАФИК В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ТЕМЕ «ВЫПОЛНЕНИЕ СЛОЖНЫХ РАЗРЕЗОВ»

На кафедре ИГД СГТУ уже введена практика активного применения мультимедийного обеспечения учебного процесса. Так, при изучении темы «Выполнение сложных разрезов», фрагменты и чертежи (рис. 1, 2), выполненные в системе КОМПАС 3D, с успехом заменяют ранее используемые макеты и плакаты.

Также вместо показа реальных пространственных моделей может быть использована демонстрация 3D модели, выполненной в системе КОМПАС. Как правило, проведение практических занятий сопровождается показом презентации, выполненной в Microsoft Power Point.

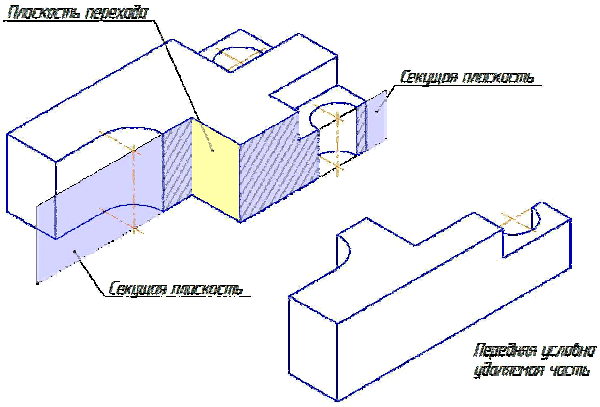


Рис. 1. «Разнесенная» аксонометрия, поясняющая методику выполнения ступенчатого разреза

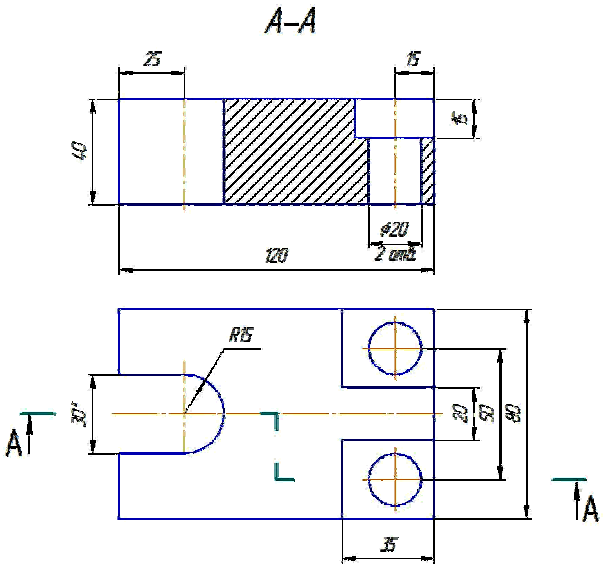


Рис. 2. Пример выполнения задания по теме «Ступенчатые разрезы»

Повышению качества образования несомненно будет способствовать активное привлечение студентов к сотрудничеству в процессе разработки и использования во время аудиторных занятий и самостоятельной работы презентаций как одной из составляющих современных информационно-коммуникативных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с вышесказанным, необходимо сбалансированное сочетание новых и традиционных методов преподавания, что позволит, в конечном итоге, повысить уровень качества знаний студентов и подготовить грамотного высокопрофессионального специалиста, обладающего навыками самостоятельного повышения своего образовательного уровня и владеющего современными средствами программного обеспечения процессов проектирования промышленных изделий.

А.В. Аржаков, С.В. Попов
s-v-popov@yandex.ru
ГБОУ СПО Колледж автоматизации и информационных технологий №20, Москва

О НЕПРЕРЫВНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Приводится описание системы непрерывного образования, разработанной для эффективной подготовки и переподготовки специалистов в связи с необходимостью повышения квалификации.

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент времени технический прогресс ни на секунду не замирает, а только набирает и набирает обороты. И сегодняшний день сложно представить без определенных технологических новинок или определенной информации и способов ее обработки.

Но, увы, все не так просто! Начиная с некоторого момента, когда ускорение цивилизации зашкаливает, в человеке просыпается консерватор, который активно сопротивляется всем новациям, освоение которых требует дополнительного ресурса. С одной стороны, обыватель с удовольствием пользуется благами цивилизации, которые не требуют от него дополнительных ресурсов для освоения: летает на современных самолетах, ездит на скоростных поездах, пользуется сотовой связью и т.п. Но когда ему приходится прилагать усилия для освоения новых девайсов, или программного обеспечения, то в первый момент возникает отторжение, т.к. это требует дополнительных ресурсов. Достаточно мотивированный или под давлением обстоятельств (лучшим из которых является начальник) работник преодолевает свой консерватизм, и с той или иной долей успешности осваивает новое. Но обязательным при этом является использование собственных ресурсов, например, в виде интеллектуальных усилий.

Таким образом, налицо проблема, которая формулируется так: ускорение цивилизации — как основная тенденция, вступает в противоречие с возможностями человека по освоению нового.

Оборачиваясь назад, отметим, что подобные прецеденты уже встречались в истории: например, бунты «машиноборцев» (луддитов) в Англии в 1811—1816 гг.; массовые забастовки, вызванные внедрением машин на фабриках; скепсис по отношению к роботам на производстве, переходящий в прямое вредительство, в совсем недавнем прошлом; трудности признания новых принципов программирования и операционных систем. И эти примеры касались профессионалов, напрямую заинтересованных в результатах своего труда. Что уж тут говорить об остальных, которые условиями своего существования поставлены в жесткие условия.

Как можно разрешить эту проблему? Особенно при нынешнем изобилии вариантов трудоустройства, предлагающих рабочие места со слабым умственным напряжением.

Из проблемы вытекает постановка задачи: необходимо сделать так, чтобы освоение нового было максимально просто и не вызывало чрезмерного напряжения, что бывает, когда человек принуждает себя засесть за учебники. С другой стороны, даже мотивированный работник теряется, если для освоения нового ему приходится изучать тома документации, абсолютно не предназначенной для скорейшего освоения предмета.

Как представляется авторам, они могут предложить рациональное решение этой проблемы, взяв на вооружение возможности, которые предоставляют информационные технологии.

1. ДВИЖЕНИЕ ВПЕРЕД

Вначале ускорение цивилизации было почти незаметным, поколения учились (если учились!) по одним правилам, которые передавались из поколения в поколение и назывались мудростью предков. Потом мудрость зафиксировали в книгах, но вновь для целых поколений. Неожиданно пришли гении, которые расширяли эту мудрость, вызывая не только удивление, восхищение, но и неприязнь и даже ненависть. И цивилизация развилась до того уровня, который мы наблюдаем сейчас.

Но вернемся к интеллектуальным забавам цивилизации. Какая польза от них, и есть ли она, если судить с точки зрения вечности, сейчас сказать невозможно — это мода. А все что модно — принимается или нет, но не анализируется на предмет пользы. Если уже прозвучало, что надо носить длинное и узкое, то либо ты длинный и узкий, как карандаш, либо широкий (тогда ты ретроград и все указывают на тебя пальцем).

Нас привлекают интеллектуальные забавы. Вернее, не то, что это забавы и что они интеллектуальные, а сам процесс ускоренного их появления и внедрения в обиход. Современный обыватель уже не представляет своего существования без них. Ему нравится быть на связи в режиме 24/7/365, выбирать и заказывать товар, не выпуская из рук чашечки чая или кофе. Чем именно он занят в этот момент не так важно, главное — он делает это между делом. И это позволяют те самые новации, без которых невозможно представить нынешнюю цивилизацию.

Но если бы новации появились и зафиксировались в таком состоянии, то их можно было пережить. К ним можно было бы приспособиться, адап-

тироваться и все пошло бы дальше под управлением мудрости предков. Но ген познания не позволяет уже отвергнуть то, что с каждым днем кажется все более необходимым. Вывод очевиден — мы обречены на ускоренное развитие.

От примеров, иллюстрирующих идею авторов в общих чертах, повернемся к серьезным, например, управлению предприятием. Что такое предприятие — представляют все, но как им компетентно управлять — знают лишь немногие. Это вполне понятно, т.к. само понятие управления подразумевает управление с использованием современных средств. Раньше управление предприятием подразумевало наличие мудрого директора, который с той или иной степенью успеха сочинял приказы и раздавал пряники и наказания.

Но сейчас управление немыслимо без информатизации. На каждом более или менее солидном предприятии имеется, по меньшей мере, несколько автоматизированных систем, которые позволяют повысить рентабельность и прибыльность предприятия. Автоматизирован процесс материально-технического снабжения, хорошо автоматизирована бухгалтерия, конструктор не мыслит своей деятельности без автоматизированных конструкторских систем, как и технолог прибегает к помощи технологических систем, чтобы оптимизировать технологию производства.

Использование подобных систем не есть прихоть начальства. Осваивать такие системы заставляет конкуренция, девиз которой — выживает сильнейший — в первую очередь применим к сфере производства. Чтобы добиться высокой эффективности, необходимо снизить издержки и повысить рентабельность. Это в современных условиях можно сделать только с использованием автоматизированных систем, представляющих собой программно-аппаратный комплекс, над созданием которого трудятся специалисты своего дела. А специалисты не дремлют, выдавая все более изощренные решения. И, освоив их, предприятие остается в верхней части списка конкурентоспособных. Сосед же, который пожалел денег на новую версию ИС, разорился, потому что вовремя не смог заметить возникшие тенденции рынка. Старая версия ИС не имела необходимой опции.

Аналогично, если посмотрим на любую сферу деятельности, то увидим, что в области информатизации ускорение технологии осуществляется стремительно, и, получив базовое (даже очень приличное) образование, уже невозможно долго оставаться на передовых позициях. Скорее раньше, чем позже возникнет дилемма: либо учиться постоянно и тем самым осваивать новые возможности информатики, либо зафиксировать существующий уровень и гордо превращаться в памятник прошлым достижениям.

Вывод: в любой области, связанной с решением информационных задач, невозможно остановится на достигнутом уровне. Его надо постоянно повышать, т.к. требования цивилизации уже не ограничиваются тем, чтобы иметь чистые руки и уши, уметь пользоваться ножом, вилкой и носовым платком. Каждый день цивилизация ставит новые задачи, решить которые может только тот работник, который постоянно повышает свой профессиональный уровень.

В связи с таким запросом современного рынка труда авторы представляют свой проект информационной поддержки процесса перманентного обучения. Этот проект имеет два главных компонента: компонент преподавателя и компонент обучающегося.

Компонент *преподавателя* имеет следующий функционал.

1. Имеется возможность создавать электронные образовательные ресурсы (ЭОР) в виде так называемых «Живых книг» (ЖК). С этой целью разработан «Конфигуратор ЖК», позволяющий легко создавать ЖК по имеющимся наработкам преподавателей. Учебник в форме ЖК обладает существенными достоинствами перед обычным ЭОР, и главное состоит в том, что практическая часть, т.е. работа в среде разработки конечного продукта, и часть, обеспечивающая мониторинг знаний и навыков, занимают не менее 85 % от всего объема книги.

2. ЖК представлены на сервисе, который называется «Депозитарий Живых книг». Там же располагается и конфигуратор. Поэтому представленные ресурсы могут быть востребованы обучающимися и сторонними преподавателями. После создания собственной ЖК, автор может выложить ее в Депозитарии, сделав доступ к ней либо бесплатным, либо на условиях аренды. Таким образом, наиболее удачные учебники становятся достоянием общественности.

3. На том же сайте автор (преподаватель) может создать систему мониторинга для проверки знаний обучающихся, наполнив её самыми разнообразными тестами, в том числе тестами из собственных ЖК.

4. Депозитарий также предоставляет сервисы отображения сводной статистики обучающихся.

Компонент *обучающегося* обладает следующим функционалом.

1. Каждому обучающемуся предоставлена возможность пользоваться имеющимися ЖК, доступ к которым открывается по усмотрению преподавателя.

2. Обучающийся имеет возможность пройти тестирования по выбранной или указанной преподавателем тематике. В результате он может продемонстрировать свои знания или незнание каких-либо разделов. В последнем случае ему рекомендуется пройти соответствующие разделы повторно.

3. Он может просмотреть собственную статистику прохождения ЖК и тестирований.

И главное! Данный проект реализован не только для студентов собственно ГБОУ КАИТ № 20, но и для использования его на предприятиях, которые заинтересованы в поддержании на достойном уровне знаний и навыков работников.

2. ЖИВЫЕ КНИГИ

Главным отличием наших учебных пособий типа ЖК является обеспечение целостного информационного пространства для обучающегося. В него входят как средства обучения, так и средства мониторинга, результаты которого обрабатываются системой предоставления статистики, содержащей всю необходимую информацию для всех субъектов образовательного процесса. Система мониторинга включает интеллектуальные подсистемы, помогающие как автору, так и пользователю ЭОР.

К ним относятся:

– автоматическая система создания тестов и упражнений на основе семантического анализа текста;

– система выявления незнаний разного уровня;

– система ранжирования тестов и упражнений;

– система автоматической настройки учебных материалов в соответствии с психологической конституцией обучающегося и др.

Разнообразие технических и информационных средств позволяет создавать для обучаемого индивидуальное информационное пространство, которое позволяет решать конкретные задачи образовательного процесса, типичные именно для конкретного обучаемого.

Электронные учебники в нашей системе — это не простые учебники, а ЖК. ЖК — это электронный комплекс, который включает:

– теоретический материал;

– практические задания (в том числе и в среде проектирования);

– примеры (в том числе и выполненные в среде проектирования);

– упражнения (выделены отдельно в упомянутую уже систему мониторинга);

– тесты (выделены в систему мониторинга);

– глоссарий;

– модули (подсистема, позволяющая обучающемуся сохранить функции, куски кода или другой учебный материал, которые могут пригодиться впоследствии в работе. Изначально задумывались для языков программирования, но нашли применение и в других учебниках как место хранения примеров и правил);

– паспорт ученика (отвечает за статистику продвижений учащегося/группы/курса по предмету/компетенции. Доступен и для просмотра ученикам, но только личных данных. Выделен в систему отображения статистики и результатов);

– проверка программ (тестирование ученической программы производиться на основе входно-выходных данных. Сейчас этот компонент составляет часть системы мониторинга).

ЖК имеет следующую особенность: пока не будет пройден тестово-контрольный материал какого-либо раздела с положительной оценкой, устанавливаемой автором курса, доступ к последующим разделам остается закрытым.

Описанная архитектура ЖК существенно увеличивает усвояемость материала, помогая, не отрываясь от теории, совершенствовать практические навыки.

Система выявления незнания обеспечивает кроме обнаружения того, что обучаемый не знает, еще и предложение курсов для предоставления обучаемому всего необходимого материала.

Данная система изначально рассчитывалась на уточнение материала, который необходимо пройти обучаемому, чтобы освоить курс на достаточном уровне. Но она может использоваться не только для освоения конкретного курса. Поясним это следующим примером: если какой-то материал является для обучаемого базовым, то, скорее всего, есть курс, который уточняет его, формируя профессиональную ориентацию. Например, базовый курс — «Базы данных», для него профилирующим является курс «Язык SQL». Соответственно, для адекватной профориентации обучающемуся должна быть предоставлена возможность пройти и этот профилирующий курс.

С другой стороны, пройденный базовый курс в свою очередь имеет курс, для которого он является профилирующим. Например, «Программирование на языке C++» в качестве базового курса имеет «Информатику». Поэтому если у ученика, который совершенствуется в C++, возникают проблемы с информатикой, то ему необходимо предоставить возможность их разрешить. Для этого система устранения незнания должна содержать соответствующие ссылки на необходимые учебники или справочный материал.

Итак, система постоянного образования должна быть не просто кучей учебников, а структурированной кучей, в которой из каждого учебника имеются ссылки на предыдущие и последующие учебники, обеспечивающие базовые и профилирующие знания.

Следует заметить, что система настройки учебной среды в зависимости от психологических конституций позволяет адаптировать изучаемый материал так, чтобы эффективность обучения возросла в связи с лучшим усвоением материала, так как материал адаптируется под тот тип предостав-

ления информации, который наиболее подходит для обучаемого.

3. РАЗРАБОТКА УЧЕБНИКОВ

К данному разделу относятся разнообразные концепции и программные продукты.

Для разработки учебных материалов в виде ЖК создан специальный удобный инструмент, позволяющий, имея самые минимальные знания в сфере информационных технологий, создавать хорошие учебные курсы на основе своих методических наработок. Процесс пользования системой сопровождается подробной инструкцией пользователя, а также имеет внутрисистемную справку по работе с программой.

Для организации обучения по курсам присутствует веб-сервис, отвечающий за создание, редактирование и администрирование учебных курсов и групп, а также администрирование ЖК и курсов мониторинга. Излишне говорить, что все это сопровождается подробной документацией и справочным материалом.

В проекте присутствуют подсистемы, тем или иным образом упрощающие работу создателя курса. Так система автоматического создания тестов и упражнений по семантическому анализу текста позволяет существенно разнообразить банк тестов, а также сэкономить время создания курса для разработчика. Система ранжирования позволяет более гибко создавать системы мониторинга и разбивать их на уровни, например «базовый», «продвинутый» и другие. А имеющийся в системе «Конфигуратор для создания ЖК» экономит ресурсы разработчика, обеспечивая вполне приемлемое качество учебников.

Есть еще одно достоинство у Депозитария, неочевидное на первый взгляд. Сейчас практически невозможно издать собственный учебник за приемлемые средства. В одних издательствах не принимают, в других принимают, но требуют очень приличные деньги. Депозитарий предоставляет возможность практически каждому автору издать электронную версию своего учебника с весьма приличным качеством и выставить его на прилавок. Если учебник действительно хорош, то автор регулярно будет получать отчисления от его продажи. Соответственно, Депозитарий — это одновременно и издательство, и книжный прилавок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена система информационной поддержки профессионального обучения практически по любому направлению. Часть представленных компонентов реализованы в полном объеме, а часть проработаны на концептуальном уровне и, в той или иной степени, прошли апробацию. Таким образом, все компоненты вполне реализуемы под конкретные задачи. В целом система должна обеспечить обучаемого всем тем, что ему понадобится для успешного изучения материала, а преподавателю будут обеспечены удобные инструменты создания и администрирования учебных курсов, включая подробные инструкции и справочные материалы. Следовательно, весь подготовленный материал для повышения квалификации будет обладать актуальностью, достоверностью и полнотой.

Отметим еще одну возможность, которую предоставляет наша система — организацию дистанционного обучения. Хотя дистанционное обучение достаточно сильно отличается от очного, тем не менее, функционал системы с легкостью покрывает запросы и данного направления.

В развитие представленного проекта в ГБОУ СПО КАИТ № 20 реализуется новый проект «Мобильная библиотека КАИТ 20», в которой учебники переносятся на мобильные устройства. Таким образом, первоначальная идея получила дальнейшее развитие в связи с широким распространением мобильных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майоров Э.М., Попов С.В. О проекте «Живая книга» // Специалист. 2009. № 6. С. 19—24.

В.С. Батасова, М.А. Назарова
BatasovaVS@mpei.ru, NazarovaMarA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

О ПРОСТОЙ СИСТЕМЕ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Описывается система проверки знаний студентов по файлам тестов формата системы дистанционного обучения «Прометей».

Предлагаемая система предназначена для использования в тех случаях, когда «Прометей» недоступен, например, при отставании студентов от графика учебного процесса.

Система легко устанавливается на сервер и занимает малый объем памяти.

ВВЕДЕНИЕ

Важной частью современного образования является контроль знаний с помощью тестирования.

В Московском энергетическом институте много лет используется система дистанционного образования (СДО) «Прометей», в которой существует удобная интерактивная система подготовки тестов и хорошие возможности для проведения тестирования. В системе «Прометей» также есть возможность подготовить тест в виде текстового файла определенного формата.

В некоторых ситуациях тестирование в СДО «Прометей» невозможно. К таким ситуациям относятся: отсутствие надежного и быстрого подключения к сети Интернет, отсутствие регистрации студента в системе «Прометей», отставание студента от графика учебного процесса.

В докладе описывается простая система для проведения тестирования по файлам тестов формата СДО «Прометей». Она предназначена для использования в тех случаях, когда «Прометей» недоступен.

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ

Ниже перечислены основные возможности предлагаемой системы тестирования:

– Тесты готовятся в виде текстовых файлов, размеченных по правилам «схема по умолчанию». Это самая простая схема разметки файлов с тестами, используемая в СДО «Прометей».

– Предлагаемая система является системой многостраничного тестирования, то есть выводит каждый вопрос в отдельное окно; пока студент не ответит на текущий вопрос, он не может перейти к следующему; вернуться к вопросам, пройденным ранее, студент также не может.

– Тест может состоять из нескольких тематических разделов, вопросы из разных разделов перемешиваются.

– Система обеспечивает случайный порядок вывода вопросов на экран.

– Система обеспечивает случайный порядок вывода ответов на один вопрос на экран.

– Тесты могут включать в себя вопросы трех типов: «один из многих», «многие из многих» и «поле ввода»; именно такие типы вопросов допустимы для разметки «схема по умолчанию» СДО «Прометей».

– Предусмотрен выбор одного из нескольких тестов (по разным темам); существующая версия системы допускает выбор одного из двух тестов.

– Система обеспечивает ввод и сохранение идентификационных данных пользователя.

– Результаты тестирования сохраняются в файле *.csv для последующего анализа с помощью табличного процессора Microsoft Excel.

– Система позволяет студенту после прохождения теста просмотреть протокол тестирования (пройденные вопросы и ответы на них с указанием правильности ответов).

– Система предназначена для работы в многопользовательском режиме и пригодна для дистанционного обучения.

2. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ

Система разработана на основе ASP-технологии, встроенной в Windows IIS-сервер, и отлажена в операционной среде Windows XP Professional. Она представляет собой многостраничный динамический сайт.

Использованием ASP-технологии, в частности, объясняется малый объем памяти, занимаемый системой (приблизительно 15 килобайт без файлов с тестами) и простота установки системы на сервер.

Данные пользователя, обрабатываемые различными модулями системы на протяжении сеанса тестирования, запоминаются в памяти сеанса (сессии). К таким данным относятся фамилия, имя, отчество студента, группа, содержание теста, номер текущего вопроса теста, результаты тестирования.

Объектные переменные, с помощью которых программируется сохранение результатов тестиро-

вания в файл, хранятся в памяти приложения для того, чтобы заблокировать ситуацию, когда несколько пользователей одновременно пытаются изменить этот файл.

3. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Функциональная схема предлагаемой системы тестирования представлена на рис. 1.

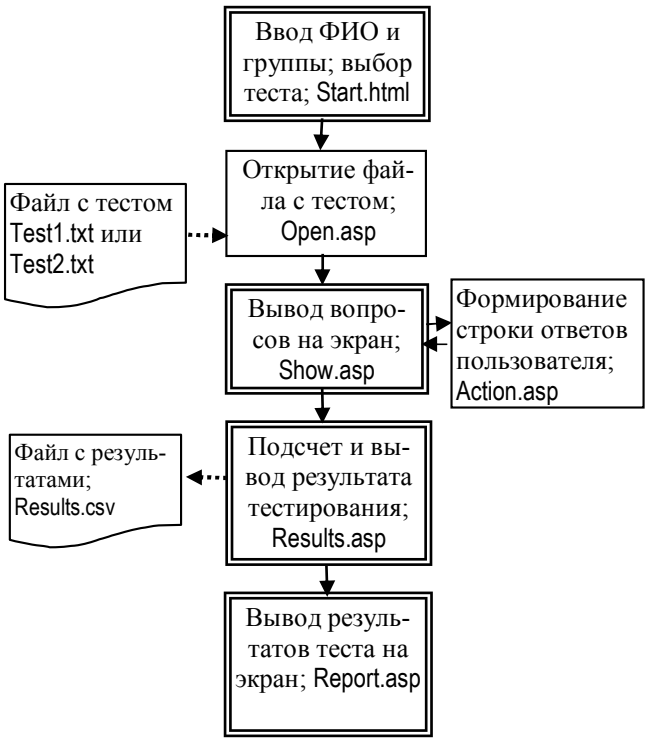


Рис. 1. Функциональная схема системы

Система реализована как многостраничный динамический сайт. Прямоугольными блоками на рис. 1 показаны страницы сайта; причем прямоугольники с двойными рамками — это интерактивные страницы, через которые пользователь, проходящий тестирование, общается с системой. Блоки в виде криволинейных трапеций изображают файлы, с которыми работает система: входные файлы, содержащие тесты, и выходной файл, хранящий результаты тестирования.

Работа с системой начинается со страницы start.html, на которой вводятся сведения о студенте, проходящем тестирование, и выбирается тема тестирования. Эти данные передаются в модуль open.asp, информация о студенте запоминается в памяти сеанса, а тема используется при открытии соответствующего файла с тестами.

В модуле open.asp также осуществляется переписывание теста из файла в массив оперативной памяти и генерация массива случайных чисел для обеспечения случайного порядка следования вопросов теста; оба массива запоминаются в памяти сеанса для дальнейшего использования во всех модулях системы.

Страница show.asp выводит вопросы теста в окно браузера. При переходе пользователя к следующему вопросу происходит обновление этой страницы. Таким образом, вопросы по одному выводятся в окно браузера, и система обеспечивает многостраничное тестирование. Номер текущего вопроса хранится в памяти сеанса. В этом модуле также определяется тип вопроса («многие из многих», «один из многих», «поле ввода»), и в соответствии с типом обеспечивается корректная обработка вопроса и ответов пользователя.

В модуле action.asp формируется строка ответов пользователя, которая хранится в памяти сеанса. Также в этом модуле происходит контроль количества пройденных вопросов: либо тест завершается и выводится результат, либо тест продолжается и выводится следующий вопрос.

Модуль results.asp обеспечивает подсчет количества правильных ответов, расчет оценки за тест и вывод результата тестирования в окно браузера. Этот модуль также формирует массив ответов пользователя и сохраняет его в памяти сеанса для последующего создания протокола тестирования. Кроме того, в этом модуле пройденные вопросы и ответы на них сохраняются в файле *.csv для дальнейшего анализа с помощью табличного процессора Excel. Возможно повторное прохождение теста, которое можно запустить с помощью активизации ссылки «Пройти тест заново» на странице results.asp; при этом очищается память сеанса и происходит перенаправление на стартовую страницу start.html.

Страница report.asp создает и выводит в окно браузера протокол прохождения теста. В протоколе вопросы следуют в том порядке, в котором они задавались пользователю; приводятся ответы, которые выбрал пользователь, и для каждого ответа написано, правильный он или нет. Также для каждого вопроса указано, учтен ли он при подсчете результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе описывается система дистанционной проверки знаний студентов. Вопросы и варианты ответов тестов содержатся в файлах, подготовленных по формату «схема по умолчанию» СДО «Прометей». Система может использоваться для тестирования студентов в тех случаях, когда использование системы «Прометей» затруднительно.

К достоинствам системы следует отнести простоту ее установки и малые требуемые вычислительные ресурсы.

Система разработана на кафедре Прикладной и бизнес-информатики Института менеджмента и экономики в энергетике и промышленности (ИМЭЭП) национального исследовательского университета МЭИ. Она была опробована на студентах ИМЭЭП, опоздавших с получением зачета в срок.

Е.А. Бахтенко, И.А. Измайлов
evgars@gmail.com, ilya_party@mail.ru
Вологодский государственный технический университет, Вологда

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

АННОТАЦИЯ

Современный рынок промышленных товаров и услуг за последние десятилетия претерпел существенные изменения, которые продолжают развиваться. Усложнение продукции, повышение требований к ее качеству, обострение конкуренции — вот лишь некоторые причины, по которым производители вынуждены кардинально пересматривать формы и способы ведения своей деятельности. Частичные улучшения производственных процессов обычно не дают желаемых результатов и не позволяют получить конкурентное преимущество. Необходимо использовать новые подходы, которые позволят в полной мере реализовать возможности новых технологий и человеческих ресурсов. Таким подходом сегодня является использование методов, технологий и средств информационной поддержки жизненного цикла изделия (ИПИ), которые основаны на концепции CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support — непрерывный сбор информации и поддержка жизненного цикла изделия).

Применение новых технологий в сфере телекоммуникаций для информационной поддержки позволит повысить качество информированности персонала предприятия и, как следствие, качество продукции. Доступность информации обеспечит своевременное получение именно нужной информации на всех этапах производства, а сами системы развертываются в составе обновленного информационного пространства изделия, ядром которого является информационная модель изделия.

Концепция: предприятие видит свою цель в удовлетворении информационных потребностей определенной группы агентов; предприятие отдает себе отчет в том, что удовлетворение этих потребностей требует проведения комплекса исследований для их выявления; деятельность по предоставлению информации внутри предприятия постоянно контролируется и анализируется; производится типизация агентов, проводятся мероприятия по модификации среды для эффективной деятельности типов агентов, а не наоборот; дополняются возможности среды (техническое обеспечение, дополненная реальность), не затрагивая человека-агента (не встраиваются чипы, работа не происходит в виртуальной реальности); предприятие уверено, что результаты его работы по удовлетворению информационного спроса в определенном виде и по определенным каналам приведет к повышению эффективности работы агентов и обеспечит общее повышение эффективности работы предприятия.

ВВЕДЕНИЕ

Обучение персонала промышленных предприятий — особо сложная, многофакторная и динамичная предметная область. Справиться с решением задач, связанных с повышением качества обучения и автоматизацией процесса оперативного получения информации, могут мобильные информационные технологии [1]. Несмотря на разработку в последнее время большого количества обучающих систем, инструментальных средств, методик и учебных курсов, нельзя сказать, что достигнута максимальная эффективность процесса обучения. При этом не следует забывать и о стоимости обучения: практические занятия для каждой учебной группы могут обходиться довольно дорого из-за потребности в функционирующих учебных станках, которые можно повредить, и т.п. Также не всегда есть возможность доступа к тому или иному объекту, а эффективность полевого обучения и практики сильно зависит от погодных условий.

В данной статье рассматривается методика, которая позволит максимально оперативно получать нужную информацию, перевести довольно большой ряд задач в виртуальную среду и установить необходимую связь между физическим миром и единым информационным пространством предприятия.

1. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И QR-КОДОВ

QR (Quick Response переводится как «быстрый ответ») — коды представляют собой миниатюрные носители данных, которые хранят текстовую информацию объемом примерно в половину страницы формата А4. Эти данные кодируются с помощью специальных программ или сервисов в виде белых и черных квадратов (могут быть выполнены и в других цветах). QR-код содержит в себе также дополнительные данные, которые требуются для правильного распознавания (декодирования) информации специальными программами мобильных телефонов или иных устройств.

Разработала QR-код в 1994 году японская фирма Denso Wave. Задача QR-кодов заключалась в хранении большого объема данных при небольшой площади их размещения. Процессу сканирования не должны препятствовать ни повреждение, ни частичное загрязнение кода, что особенно важно при применении в агрессивных промышленных средах.

Также хочется отметить наличие готовой, доступной и недорогой аппаратной базы: любой смартфон или достаточно современный телефон

легко сможет распознать и расшифровать данную информацию. Для этого нужно только поднести камеру планшетного компьютера или смартфона (телефона) с установленной программой для распознавания QR-кода. Программа расшифрует код, а затем предложит выполнить определенное действие, предусмотренное в содержимом кода. Стоить отметить, что существуют пользовательские (рядового уровня) аппараты, обладающие устойчивостью к влаге, ударам и прочим воздействиям среды. Таким образом, внедрение данного метода не будет осложнено вопросами, связанными с аппаратной базой.

Теперь рассмотрим возможности работы с QR-кодами, как конкретно они могут применяться в процессе теоретического и практического обучения, а также преимущества использования данного метода.

Гиперссылки. QR-коды могут содержать ссылки на информационные ресурсы. Прочтение кода направит обучаемого на нужную страницу документации, откроет актуальную страницу на сайте изготовителя станка, предоставит доступ к внутреннему образовательному порталу — тем самым избавляя от необходимости тщательно вводить множество знаков в адресной строке браузера, позволяя более комфортно и оперативно получать нужную информацию. Также это позволит меньше зависеть от бумажных носителей, информация на которых не всегда актуальна, тем более при агрессивных погодных условиях.

Медиа файлы. Можно использовать QR коды со ссылками, ведущими на мультимедийные источники и ресурсы, помогающими решить ту или иную задачу. Распечатав коды, их можно наклеивать непосредственно на станки и их части, а также в помещениях — это позволит получать видеоинструкции и наглядно демонстрировать решения различных задач, таких, например, как замена детали и т.п. На QR-кодах также можно записывать ссылки на аудио-курсы, что может помогать вести голосовые заметки, предоставляя доступ к ним для других специалистов.

Телефонные номера и контактные данные. При сканировании QR-кода с внедренным телефонным номером можно сразу же сделать звонок, прочитать и сохранить контактную информацию. Это позволит оперативно связываться с сотрудниками, ответственными за определенный станок или целый цех, как при получении рекомендаций, так и в случае чрезвычайных ситуаций. Ведь стенды с номерами телефонов и перечнем ответственных лиц могут не всегда находиться в зоне доступа, тем более, что только начавший обучение сотрудник не помнит их местоположение.

Географические данные. В QR-коде могут быть зашифрованы геоданные. Это позволяет посмотреть расположение того или иного объекта, например, в «Картах Google», а также проложить кратчайший маршрут к нужному объекту по территории промышленного комплекса.

Говоря в общем, каждый специалист теперь участвует в организации информационного пространства вокруг себя так, как ему необходимо и удобно. Эта концепция предлагает способ изменения акцентов привычного информационного пространства производственного объекта, будь то завод или целый промышленный комплекс. А правильное построение клиент-серверной архитектуры внутри предприятия и создание архивов на мобильных устройствах позволит получать всю информацию независимо от наличия Интернета или специального компьютерного оборудования, что важно при работе в зонах с нестабильным соединением.

Выше указанные возможности можно дополнить и другими способами применения, полезными как для обучения, так и для работы. Ведь в той или иной форме, как учащиеся, так и сотрудники предприятия ежедневно работают с информацией. Они осуществляют поиск, обработку, накопление данных, переводят их из одной формы в другую и т.д., что подразумевает использование сервисов для различных видов обработки информации в зависимости от вида деятельности.

Текстовые заметки. Этот формат пригоден для различных целей от сообщения до информационной справки. Например, пришедший на смену специалист может сразу же получить нужные примечания к текущему объекту от предыдущего рабочего.

Наглядный виртуальный пример. QR-коды можно размещать на информационных стендах с информацией как видео или мультимедиа комментарий (в виде ссылок) к должностной инструкции, документации или иному материалу. Это позволит значительно обогатить информационное насыщение стандартных информационных объектов — не только стендов, но и рабочей зоны.

Интеграция с задачами в CRM. Можно значительно обогатить информационную среду рабочего цеха или комплекса размещением кода для считывания и сохранения в памяти мобильного устройства текущих задач для данного сотрудника. Рабочим будет удобно сохранять и всегда иметь доступ к информации по их задачам, а также получать дополнительные теоретические материалы, когда это необходимо.

Чертежи и схемы. Рабочие всегда могут получить чертежи и схемы с соответствующей документацией, при этом не нуждаясь в бумажных носителях. Также стоит отметить, что это позволит централизованно обновлять схему устройства при внесении в его конструкцию изменений в связи с эксплуатацией.

В заключение обратим внимание на вопрос целесообразности применения этой технологии не только для обучения персонала, но и для информационной поддержки уже обученного штата, ведь

полученная вовремя информация о механизме станка с примечаниями других рабочих может помочь не только оперативно устранить поломку, но и спасти чью-то жизнь.

2. ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО СРЕДСТВАМ ЭКСПЛАТУЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Одной из основных задач при формировании эксплуатационной документации (далее ЭД) на сложное наукоёмкое изделие, является ее изготовление с максимальным качеством при ограниченных затратах. Спецификой ЭД на сложное изделие является то, что она состоит из документации на составные части [2]. Её формирование нельзя проводить без учета состава и структуры, а так же сведений об особенностях эксплуатации — показателей надежности деталей и узлов. Учитывая изложенное выше, можно утверждать, что качество ЭД на изделие, зависит от качества ЭД па его составные части (детали и узлы), при этом важно отметить следующее:

- с уменьшением надёжности компонента повышается объём его технического обслуживания (ТО),
- увеличение объема ТО компонента требует выпуска более качественного ЭД для него (растёт объем документации, её полнота и т.п.).

В результате задачу формирования ЭД с максимальным качеством при ограничениях на бюджет ее разработки можно рассматривать как оптимизационную задачу, в которой показатель качества ЭД на изделие зависит от качества ЭД на составляющие компоненты. Причем наиболее качественно должна быть выполнена ЭД на компоненты, у которых больший объём ТО. Рассмотрим математическую постановку этой задачи.

Будем называть изделием конечный набор деталей, объединённых одним конструкторским замыслом, являющимся законченным (т.е. не требующим для работы других деталей) продуктом.

Будем называть деталью неделимый конструктивный элемент, входящий в состав изделия, не предполагающий в конкретный момент разбиения на детали. Введем определение состава изделия. Состав — это множество различных деталей, в котором для каждой детали определено количество в изделии (коэффициент входимости).

$$P_{(product)} = \{d_1 ... d_n\},$$

где i = 1...n — число типов деталей в изделии, d_i — коэффициент входимости i-ой детали.

Для описания изделия, в контексте обслуживания в эксплуатации, такое определение не учитывает, что разные экземпляры детали могут иметь различные формы обслуживания в зависимости от места использования в изделии. Для этого необходимо ввести определение структуры изделия.

Существует стандарт ISO на представление конструкторских данных и соответствующий ему ГОСТ [2]. Этот стандарт задаёт формат представления данных об изделии.

Опорным понятием в этом стандарте является изделие (product). Под изделием понимается вещество или объект, полученный естественным или искусственным путем. Каждое изделие должно иметь одну или несколько версий — PRODUCT_DEFINITION_FORMATION (PDF). Соответствующие версии изделия могут одновременно описываться с различных точек зрения - контекстов. Такое контекстное описание будем называть определением изделия — PRODUCT_DEFINITION. В соответствии с ГОСТ Р 10303 требуется наличие хотя бы одного определения для каждого изделия. Как правило, это определение, задающее представление об изделии с точки зрения (контекста) конструктора. Ниже приводится графическое отображение фрагмента информационной модели, описывающей идентификацию изделия в виде EXPRESS-G диаграммы (рис. 1).

Другим опорным понятием в рассматриваемой области является понятие ОТНОШЕНИЯ. Отношение задаёт пару определений изделий. Таким образом, отношения рассматриваются в определённом контексте, исходя из того, что они устанавливаются между объектами PRODUCT_DEFINITION. Базовым объектом всех таких отношений является объект PRODUCT_DEFINITION_RELATIONSHIP (PDR), который имеет следующие атрибуты (табл. 1).

В различных системах управления данными об изделии существует множество типов отношений между определениями изделий. Такие отношения являются наследниками объекта RODUCT_DEFINITION_RELATIONSHIP.

Типичным примером таких отношений является объект NEXT_ASSEMBLY_USAGE_OCCURENCE (NAUO) — «состоит из». Отношение NAUO задаёт входимость изделия «B» в изделие «A» как сборочной единицы. Количество изделий «B» в сборке «A» определяется количеством экземпляров объекта NAUO. Такое отношение является одним из базовых объектов в PDM-системе и его описание и атрибуты (табл. 2) определены в стандарте [2]. Этот тип отношений позволяет задать набор экземпляров NAUO, описывающий (в зависимости от контекста) определённую структуру и состав сложного изделия, состоящего из тех или иных более простых изделий.

Таким образом, формирование простейших сведений о сложном изделии можно свести к определению совокупности экземпляров объектов PRODUCT_DEFINITION и соответствующих отношений NAUO.

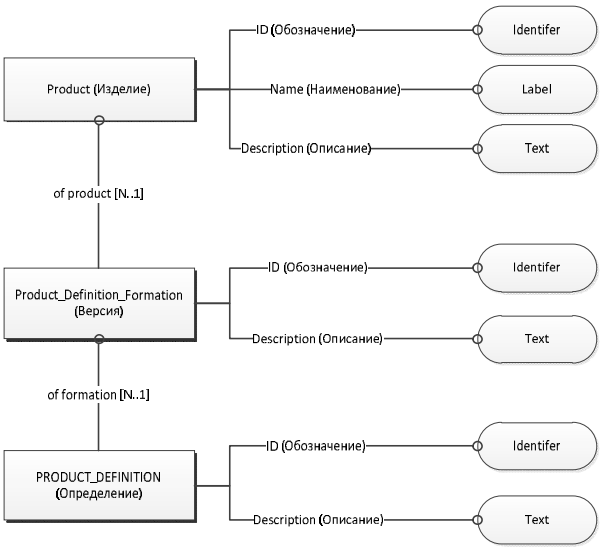


Рис. 1. Схема объектов, задающих определение изделия

Таблица 1. Описание атрибутов объекта PRODUCT_DEFINITION_RELATIONSHIP

Наименование	**Описание**
Id	Обозначение связи
Name	Наименование связи
Description	Описание связи
relating_product _definition	Ссылка на определение связывающего изделия
related_product _definition	Ссылка на определение связанного изделия

Таблица 2. Описание атрибутов объекта NEXT_ASSEMBLY_USAGE_OCCURENCE

Наименование атрибута	**Описание атрибута**
PDR.Id	Позиция
PDR.Name	Наименование связи
PDR.description	Описание связи
PDR.relating_product _definition	Ссылка на определение базового изделия (сборочной единицы)
PDR.related_product _definition	Ссылка на определение входящего изделия (детали)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аграновский А.В.**, **Арутюнян Р.Э.**, **Хади Р.А**. Современные аспекты проблемы поиска в текстовых базах данных // Телекоммуникации. 2003. №3. С. 25—23.

2. **ГОСТ Р ИСО 10303-1-99** Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы. — М.: Стандартинформ, 2001.

С.А. Богатенков
Ser-bogatenkov@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет «ЧГПУ», Челябинск

МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей информационной поддержки принятия решений в системе информационной подготовки кадров. Анализируются основные направления повышения качества информационной подготовки кадров, являющиеся неотъемлемой частью подготовки инженерно-технических работников. Приводятся примеры решения задач информатизации профессиональной деятельности в условиях внедрения информационно-измерительных систем на энергоемких предприятиях.

ВВЕДЕНИЕ

Применение информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в профессиональной деятельности приводит к усилению угрозы безопасности при решении задач и, следовательно, к возрастанию роли качественной информационной подготовки кадров. Проводимая в стране государственная информационная политика требует совершенствования методов управления информационной подготовкой кадров инженерного образования.

Для принятия обоснованных решений по задачам совершенствования информационной подготовки кадров в условиях усиления угроз безопасности образовательные организации нуждаются в информационной поддержке принятия управленческих решений, основанной на минимизации угроз безопасности.

Введение в действие образовательных стандартов, основанных на компетентностном подходе, повышает возможности разработки и реализации новых моделей компетентностно-ориентированного управления информационной подготовкой кадров.

В настоящее время на рынке труда востребованы практико-ориентированные кадры, т.е. прикладные бакалавры и технологические магистры. Основное их отличие от академических бакалавров и магистров состоит в их дополнительном среднепрофессиональном образовании. Главной движущей силой повышения качества информационной подготовки инженерных кадров являются прикладные педагоги профессионального обучения, т.к. они обладают бинарной квалификацией, т.е., с одной стороны, это инженеры в определенной отрасли, с другой стороны, — педагоги по подготовке подобных инженеров. Поэтому представляется целесообразным решать проблему повышения качества информационной подготовки кадров на примере профессионально-педагогического образования (ППО).

В результате исследований автора [1—4] разработана методология проектирования информационной подготовки прикладных педагогов профессионального обучения, которая дает возможность реализовать технологии, обеспечивающие безопасность, и включает: методику оценки качества, классификацию ИКТ-компетенций и ИКТ-модулей. Методология реализована для профиля «энергетика» [5—9].

Рассмотрению основных аспектов информационной поддержки принятия решений в системе информационной подготовки кадров применительно к инженерному образованию посвящен данный доклад.

1. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО КРИТЕРИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

Показатели качества результатов проектирования информационной подготовки будут высокими, если будут соблюдаться следующие принципы безопасности:

ПД — *принцип дидактической безопасности* — определяет способ проектирования, основанный на требованиях образовательных стандартов, работодателей и образовательной организации (показатели ПДС, ПДР, ПДО).

ПЭ — *принцип экономической безопасности* — предполагает использование при проектировании эффективных методов и средств, уменьшающих отношение цены к качеству, в том числе шаблонов рабочих программ, учебно-методических комплексов, пособий, учебников, т.к. в этом случае уменьшается трудоемкость и, следовательно, цена (показатель ПЭМ).

ПИ — *принцип информационной безопасности* — определяет способ проектирования, обеспечивающий защиту, актуальность информации в результате применения систем реального времени, в том числе интернет-технологий, и завершающийся получением авторского свидетельства на соответствие требованиям новизны и приоритетности в результате регистрации электронного ресурса, например, в объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» (показатели ПИЗ, ПИА, ПИН).

ПП — *принцип психологической безопасности* — предполагает при проектировании использование

мультимедийных технологий, эйдотехнических и мнемонических методов представления учебной информации и контрольно-измерительных материалов. В этом случае возрастает качество усвоения и контроля учебной информации (показатели ППМ, ППЭ).

ПС — *принцип социальной (здоровьесберегающей) безопасности* предполагает при проектировании использование технологий формирования мотивации персонала для применения ИКТ (показатель ПСМ).

Методика оценки качества при проектировании информационной подготовки предполагает наличие методов измерения следующих показателей:

ПДС — соответствие требованиям образовательных стандартов;

ПДР — соответствие требованиям работодателей;

ПДО — соответствие требованиям образовательной организации;

ПЭМ — использование эффективных методов и средств;

ПИЗ — степень защиты информации;

ПИА — степень актуальности информации;

ПИН — степень новизны и приоритетности;

ППМ — применение мультимедийных технологий;

ППЭ — применение эйдотехнических и мнемонических методов;

ПСМ — применение методов мотивации персонала.

ИКТ-компетентность представляет собой множество ИКТ-компетенций, каждая из которых классифицируется по следующим признакам:

- цели (общеобразовательные, развивающие и профессиональные);

- характер компетентности профессиональных целей (общий и специальный);

- область деятельности (учебно-профессиональная, научно-исследовательская, образовательно-проектировочная, и т.п.);

- уровень образования (средне-профессиональное, бакалавр и магистр);

- профиль подготовки;

- профилизация.

ИКТ-компетенцию будем обозначать *Куцп*, где

у — уровень ППО (1 — мастер производственного обучения, 2 — бакалавр, 3 — магистр);

ц — цели или область деятельности (1 — общеобразовательная, 2 — развивающая 3 — учебно-профессиональная, 4 — научно-исследовательская, 5 — образовательно-проектировочная, 6 — организационно-технологическая, 7 — обучение рабочей профессии);

п — профиль подготовки (0 — для *ц* = 1—5; 1 — энергетика, 2 — экономика и управление, 3 — машиностроение и материалообработка, 4 — информатика и вычислительная техника и т.д. для *ц* = 6 и 7).

ИКТ — компетенция представляет собой проекцию вектора компетенции на ИКТ — плоскость, являющуюся моделью ИКТ-компетентности. При этом любой луч ИКТ-плоскости может являться моделью ИКТ-компетентности определенного профиля отрасли.

Таким образом, ИКТ-компетентность выпускника ППО определяется соответствующими ИКТ-компетенциями целей и областей деятельности.

Например, ИКТ-компетентность магистра профессионального обучения профиля «энергетика» определится по формуле:

$$KM01 = K110 + K120 + K130 + K140 + K150 + K141 + K151 + K210 + K220 + K230 + K240 + K250 + K241 + K251 + K310 + K320 + K330 + K340 + K350 + K341 + K351$$

Проекция вектора компетенции на ИКТ- плоскость на содержательном уровне эквивалентна добавлению слов «с помощью ИКТ» к названию компетентности. Проекция вектора ИКТ-компетентности на луч профиля отрасли «энергетика» на содержательном уровне эквивалентна добавлению слов «в области энергетики» к названию ИКТ-компетентности.

Приведем содержание ИКТ-компетентностей, реализующих цели организационно-технологической деятельности и обучения профессии для выпускников организаций ППО различных уровней.

Мастер производственного обучения должен быть способным:

- участвовать в планировании деятельности первичного структурного подразделения с помощью ИКТ;

- разрабатывать и оформлять техническую и технологическую документацию с помощью ИКТ.

Бакалавр профессионального обучения должен быть готовым:

- к организации процессов подготовки рабочих (специалистов) с помощью ИКТ;

- к повышению производительности труда и качества продукции, экономии ресурсов и организации безопасности с помощью ИКТ.

Магистр профессионального обучения должен быть способным и готовым:

- управлять процессами подготовки рабочих (специалистов) с помощью ИКТ;

- контролировать качество результатов труда обучающихся с помощью ИКТ.

2. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПО ПРОФИЛЮ «ЭНЕРГЕТИКА»

Рассмотрим особенности информационной подготовки кадров по профилю «Энергетика» на примере внедрения автоматизированного средства «информационно-измерительные системы» (ИИС).

Проблемы применения ИИС на энергоемких предприятиях связаны с большим различием их функциональных, технических и стоимостных характеристик. Существуют определенные трудности экономически обоснованного выбора их структуры и состава в связи с увеличением номенклатуры и спектра указанных характеристик. Возникает ряд вопросов. Чем определяется эффективность ИИС? Как учитывать важность измеряемых величин при выборе системы учета? Например, учет расхода коммерческих теплоносителей на Челябинской ТЭЦ-2 выполняется двумя автоматизированными системами, а учет расхода некоммерческих теплоносителей — одной. Правильно ли сделан выбор? В каком направлении, и каким образом целесообразно дальше развивать ИИС или следует остановиться на достигнутом? Как рационально использовать оперативный и ремонтный персонал подразделений АСУ и экономически обосновать его численность с учетом текущих и перспективных работ? Где искать резервы для сокращения численности эксплуатационного и управленческого персонала в результате автоматизации вычислительных и информационных работ?

Дело в том, что необоснованный выбор варианта ИИС связан со снижением ее эффективности или с лишними расходами на приобретение.

Необоснованная кадровая политика может привести к снижению надежности обслуживаемых систем или к перерасходу денежных ресурсов на зарплату персоналу. В связи с переходом к рыночной экономике эти вопросы стали крайне актуальными, поэтому их решение представляет большой интерес для руководителей предприятий и подразделений.

Несмотря на появление в последние годы множества разнообразных ИИС, некоторые методические вопросы их выбора и внедрения остаются нерешенными, что затрудняет проектирование и снижает эффективность эксплуатации.

На основе анализа тенденций развития экономической ситуации и технико-коммерческих оценок нами обоснованы принципы выбора и предложена методология внедрения ИИС на ТЭС и других предприятиях. Приведенный анализ опирается на опыте внедрения ИИС на Челябинской ТЭЦ-2. Но это не исключает возможности более широкой трактовки полученных результатов применительно к другим предприятиям.

Экономическая эффективность от внедрения ИИС определяется ее надежностью, стоимостью, объемом автоматизируемых работ, погрешностями измерений, числом измерительных каналов, а также уровнем квалификации и количеством оперативного и ремонтного персонала. Методология внедрения ИИС включает методики их выбора, развития и эксплуатации.

Функционирование ИИС, начиная от небольших программных продуктов и заканчивая крупными промышленными комплексами, включает этапы ввода, обработки, передачи измеряемых параметров в ЭВМ и выполнение расчетов. Комплексные ИИС предусматривают их интеграцию с целью эффективного решения ряда прикладных задач.

Методики выбора и развития ИИС учитывают их классификацию по объему автоматизируемых работ, возможности заинтересованных лиц в финансировании работ по автоматизации и их желание повысить эффективность работы предприятия в результате внедрения энергосберегающей технологии (благодаря повышению точности измерительной системы), сокращения численности персонала и повышения безопасности работы оборудования и персонала.

3. КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ ИИС

Эффективность внедрения ИИС во многом определяется уровнем квалификации, численностью и организационной структурой руководящего, оперативного и ремонтного персонала подразделений АСУ. Например, на предприятиях «Челябэнерго» в 1992 г. было решено внедрять КТС «Энергия», и согласно соответствующему приказу на каждом предприятии приняли несколько человек для решения задач по внедрению, причем на одних предприятиях они вошли в отдел ПТО, на других — в цех ТАИ. На Челябинской ТЭЦ-2 в составе цеха ТАИ был образован участок АСУ. Его организаторами стали люди с большим производственным и научным опытом, кандидаты наук: бывший начальник цеха ТАИ, специалист по расходомерным устройствам и инженер-математик. На участке АСУ, кроме задач по автоматизированному учету энергии, решались задачи бухгалтерии, планового отдела, отдела кадров, поэтому его выделили в самостоятельное подразделение — отдел АСУ. Для работы с КТС «Энергия» были дополнительно приняты и обучены руководством отдела пять дежурных инженеров, образовавших участок по круглосуточной эксплуатации системы. Со временем круг задач отдела АСУ заметно расширился, поскольку проводились работы по внедрению системы технической диагностики турбинного оборудования, контроля параметров предтопка котла № 5, регистратора аварийных событий. После внедрения этих систем в производство их эксплуатацию осуществлял оперативный персонал отдела АСУ.

Эффективность эксплуатации ИИС снижается в результате нехватки ремонтного персонала и оборудования. В частности, для надежной эксплуатации КТС «Энергия» на Челябинской ТЭЦ-2 необ-

ходим ремонтный участок. На этом участке целесообразно осуществлять ремонт, программирование и периодическую поверку устройств сбора данных. Поскольку КТС «Энергия» внедрялась и на других предприятиях Челябэнерго, такой участок эффективнее создавать на уровне Челябэнерго. По этой же причине необходимы соответствующие структурные изменения отдела АСУ Челябэнерго. Определенные успехи в этом отношении достигнуты в Свердловэнерго, на предприятиях которого цеха ТАИ преобразованы в цеха АСУ. В структуре отдела АСУ АО «Свердловэнерго» предусмотрена должность заместителя начальника по работе с предприятиями, которому подчиняются следующие бюро:

– задач руководства АО, предприятий и проблем менеджмента;

– информационного обслуживания АО и предприятий;

– задач сбыта и учета электрической и тепловой энергии;

– задач управления и развития ЛВС на электростанциях и ПЭС;

– задач оптимизации электрических и тепловых режимов АО и предприятий.

4. ПРИНЦИПЫ ВНЕДРЕНИЯ ИИС

Предварительную сравнительную оценку ИИС на стадии технико-экономического обоснования применительно к реальным условиям можно провести, используя приведенные ниже принципы и условия экономичности:

1. Принцип необходимости полной автоматизации основан на возможности и целесообразности освобождения труда персонала с учетом платежеспособности и желания заинтересованных лиц. С одной стороны, полная автоматизация не приводит к возможности сокращения персонала предприятий, имеющих сравнительно небольшое количество измерительных каналов (т.е. когда с работой справляется один человек), а с другой — ее не следует проводить, если руководство не преследует цели сокращении численности персонала или не может финансировать внедрение.

2. Принцип выбора класса автоматизации по важности каналов. Полная автоматизация проводится по важным каналам, а неполная — по остальным. Например, на Челябинской ТЭЦ-2 для вибродиагностики подшипников турбин используется автоматическая система, а для контроля вибраций насосов и котельного оборудования — автоматизированная.

3. Для сокращения сроков и повышения эффективности внедрения ИИС рекомендуется в кадровой политике соблюдать принцип всестороннего привлечения высококвалифицированных кадров, способных в короткий срок получить эффективные результаты по внедрению ИИС и провести квалифицированную подготовку оперативного и ремонтного персонала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие инженерного образования на современном этапе немыслимо без повышения качества информационной подготовки кадров. Основными направлениями повышения качества информационной подготовки кадров является компетентностно-ориентированное управление по критерию безопасности. Особенность информационной подготовки кадров по профилю «энергетика» в условиях внедрения ИИС состоит в необходимости соблюдения принципов экономически обоснованного выбора ИИС, способов ее эксплуатации и кадровой политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Богатенков С.А.** Проектирование безопасной информационной подготовки: моногр. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. — 276 с.

2. **Богатенков С.А.**, **Гнатышина Е.А.** Проектирование информационной подготовки прикладных бакалавров: моногр. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. — 203 с.

3. **Богатенков С.А.** Формирование информационной компетентности в уровневом профессионально-педагогическом образовании: моногр. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2012. — 185 с.

4. **Богатенков С.А.** Информационные технологии в профессиональной деятельности: опыт внедрения в Челябинске: моногр. — Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2012. — 112 с.

5. **Богатенков С.А.** Организация структуры подразделений АСУ ТЭС / Промышленная энергетика. 1999. № 3. С. 14—18.

6. **Богатенков С.А.** Принципы и методология внедрения информационно-измерительных систем на ТЭС и других предприятиях / Промышленная энергетика. 1998. № 1. С. 30—33.

7. **Богатенков С.А.** Повышение эффективности АСУ ТЭС / Промышленная энергетика. 1998. № 6. С. 13—16.

8. **Богатенков С.А.** Опыт наладки комплексной информационно-измерительной системы на ТЭЦ-2 Челябинска / Промышленная энергетика. 1997. № 3. С. 5—7.

9. **Богатенков С.А.** Повышение эффективности мероприятий по энергосбережению с помощью автоматизированных средств учета энергии / Промышленная энергетика. 1997. № 12. С. 2—5.

К.А. Вольхин
wolchin@yandex.ru
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

АННОТАЦИЯ

В статье описывается опыт экспериментального обучения начертательной геометрии студентов первого курса с использованием информационно-коммуникационных технологий. Проанализированы достоинства и недостатки применения преподавателем электронных коммуникаций для сопровождения учебной деятельности студента. Приводится оценка временных затрат преподавателя на организацию консультаций по индивидуальным графическим заданиям и проверку правильности их выполнения с помощью электронной почты.

ВВЕДЕНИЕ

Современное общество находится под влиянием стремительной информатизации всех сфер жизнедеятельности человека. В образовании информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) активно внедряются в организацию учебной деятельности студентов всех форм обучения.

1. ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ ИКТ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Переход системы образования на подготовку бакалавров со сроком обучения четыре года существенно снизил предметное содержание учебных дисциплин. Современные тенденции оптимизации высшего профессионального образования направлены на уменьшение доли традиционных форм учебной деятельности, таких как лекции, практические и лабораторные занятия. Влияние демографического состояния общества, послужившего причиной закрытия пустующих детских садов, дошло до высшего образования. Все это привело к резкому снижению учебной нагрузки и, как следствие, к сокращению количества преподавателей в вузах.

В государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» на 2013—2020 годы отмечается: «К 2020 году все студенты будут учиться по индивидуальным учебным планам, включающим значительную долю самостоятельной работы с использованием информационных технологий» [1]. Таким образом, тенденции к уменьшению времени фронтального взаимодействия преподавателя и студента в образовательном процессе продолжаются. В сложившихся условиях роль преподавателя смещается в область контроля и создания условий для самообразования студента в среде ИКТ.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИКТ

Для оценки нагрузки преподавателя при сопровождении учебного процесса с использованием электронной почты, мы провели экспериментальное обучение начертательной геометрии группы студентов, обучающихся на первом курсе Сибирского государственного университета путей сообщения. В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины нагрузка преподавателя при организации обучения студента дисциплине складывается из аудиторной работы в виде традиционных форм (практические занятия), часов, отведенных на проверку домашних заданий, и итоговой аттестации в виде зачета. В рамках экспериментального обучения мы изменили условия представления домашних заданий на проверку, традиционно это происходило во время практических занятий и консультаций. Учитывая, что экспериментальное обучение проводилось в первом учебном семестре, когда происходит адаптация студентов к особенностям учебной деятельности в университете, наряду с традиционными методами, студентам было предложено использовать современные коммуникационные технологии. Так, для разрешения проблем, возникающих при работе над индивидуальными графическими заданиями, и представления их на проверку предлагалось применять электронную почту, а при необходимости получения срочной очной консультации через интернет — «Skype» .

В течение первого месяца обучения внеаудиторная самостоятельная работа по выполнению домашних заданий студентами не велась, об этом можно судить по тому, что ни один из предложенных видов сопровождения и оценки итогов учебной деятельности в этот период не был востребован.

За весь период экспериментального обучения только два студента посетили аудиторную консультацию, при этом они неверно понимали содержание данного вида учебной деятельности, предполагая, что это возможность работы над домашним заданием под руководством преподавателя, а видеоконсультаций через интернет не было ни одной.

Об активности использования электронной почты для сопровождения учебной работы можно судить по тому, что за семестр было обработано 385 писем от 29 студентов, только 4 студента не пользовались этим видом коммуникации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

В течение экспериментального обучения интенсивность переписки имела неустойчивый характер. На рис. 1 представлены еженедельные данные о количестве студентов, использующих электронную почту, и количестве полученных от них писем (6 и 12 недели — контрольные).

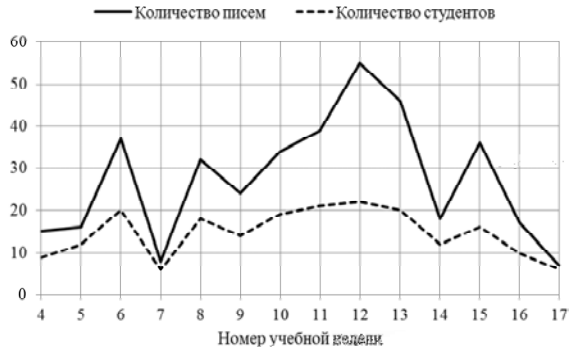


Рис. 1. Интенсивность переписки в течение семестра

Для оценки трудоемкости деятельности преподавателя был проведен хронометраж времени, потраченного на индивидуальные консультации по ходу выполнения домашних заданий и оценку результатов их выполнения с использованием электронной почты. Таким образом, среднее время на оформление одного ответа составило 7 минут (от 1 до 28 мин.). На организацию этого вида деятельности фактически был потрачен 61 академический час. При таком количестве студентов по нормативам время, отводимое на прием домашних заданий, составляет 39 часов. Фактические затраты времени преподавателя на консультирование с помощью электронной почты превышают плановые на 60 %. Понятно, что эти результаты индивидуальны для каждого преподавателя, но увеличение внеаудиторной нагрузки происходит бесспорно.

Несомненным преимуществом применения ИКТ для приема домашних заданий перед аудиторными консультациями является то, что не требуется аудиторного фонда и согласования времени проведения с расписанием студента и преподавателя. При этом исключаются временные потери субъектов образовательного процесса, связанные с необходимостью прибытия в университет, а для студентов — еще и с ожиданием своей очереди на получение индивидуальной консультации в аудитории у преподавателя.

Дистанционные формы позволяют студенту обратиться за помощью к преподавателю для разрешения проблемы, возникшей в процессе самостоятельной работы, в момент ее образования. На рис. 2 представлен график, отражающий интенсивность электронных отправлений студента в течении суток, по которому видно, что пик активности домашней внеаудиторной работы приходится на промежуток времени с 21 до 24 часов.

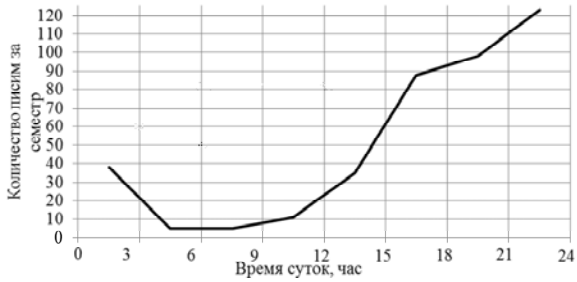


Рис. 2. Интенсивность переписки в течение суток

В отличие от проверки работы в присутствии студента, когда можно показать, в каких местах его графической работы имеются недочеты и ошибки, проверка домашнего задания по электронной почте требует письменного ответа. В связи с этим, значительную проблему представляет письменное оформление замечаний по работе, которые не всегда правильно понимаются студентами, что приводит к уточняющим обращениям. Не смотря на это, можно отметить существенное преимущество письменного ответа в том, что студент не забудет замечаний, отойдя от преподавателя. Повторный прием работы также ускоряется за счет того, что остается проверить правильность исправления замечаний, сохраненных в архиве переписки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментального обучения показали, что применение информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе очной формы обучения способствует формированию доступной и комфортной образовательной среды для студента. Дистанционные формы позволяют ему получать своевременную и более частую помощь преподавателя, можно отметить случаи, когда в течение одной недели от студента поступало до 6-7 обращений по электронной почте. В то же время, происходит значительное возрастание нагрузки преподавателя за счет перераспределения занятости по проверке домашних заданий от еженедельной аудиторной консультации к ежедневным дистанционным консультациям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Государственная программа РФ** «Развитие образования» на 2013—2020 годы. URL: http://минобрнауки.рф/документы/2882/файл/1406/12.11.22-Госпрограмма-Развитие_образования_2013-2020.pdf (дата обращения: 17.11.2013).

М.В. Воронов
mivoronov@yandex.ru
Московский городской психолого-педагогический университет, Москва

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются проблемы построения современной системы мониторинга деятельности вуза. Проводится системный анализ процессов функционирования вуза. Предлагаются подходы к построению моделей оценки состояния вуза и тенденций его изменения.

ВВЕДЕНИЕ

В Постановлении правительства РФ от 5 августа 2013 г. № 662 «Об осуществлении мониторинга системы образования» сказано, что мониторинг включает в себя сбор информации о системе образования, обработку, систематизацию и хранение полученной информации, а также непрерывный системный анализ состояния и перспектив развития образования, выполненный на основе собранной информации. Отметим, что в этом постановлении в качестве основных признаются сведения о содержании образовательной деятельности и организации образовательного процесса по образовательным программам высшего образования и его кадрового обеспечения.

Современные информационные технологии позволяют организовать перманентный сбор и обработку огромных объемов данных, что снимает проблемы практического решения многих вопросов технического и технологического характера. Основные нерешенные задачи, встающие на пути создания систем мониторинга, сосредоточены сегодня в теоретико-прикладной плоскости, что обусловлено субъектным характером деятельности основных участников образовательного процесса и слабой структурированностью последнего.

Таким образом, органы управления вузом вынуждены оперировать абстрактными понятиями (педагогическое мастерство, уровень знаний своего предмета, уровень мотивации исполнения своих обязанностей должным образом и т.п.), непосредственное измерение значений которых весьма проблематично. Требуется сооружение «инструментальных мостиков» для практического перехода от описательных схем оценки состояния вуза к эффективным технологиям его измерения. Роль такого рода мостиков могут исполнять математические модели оценки вуза, отражающие разрешение проблем формулирования иерархической совокупности разноуровневых по степени общности понятий и разработки технологий измерения, осуществляя тем самым переход от теории к реальности [1].

Как это не покажется на первый взгляд странным, наибольшие успехи в рассматриваемой проблематике достигнуты в части измерения качества подготовки обучающихся. Следовательно, имеется возможность оценивать результаты деятельности вуза и сравнить их с итогами работы за предыдущий период, выявить тенденции в деятельности учебного заведения и сформулировать соответствующие оценки. Несомненно, это крайне важная информация, как для учредителя, так и для руководства вуза. Для последнего же эта информация требует ответить на целый ряд новых вопросов. Среди них и такие: что и в какой мере является причиной выявленных изменений (тенденций), что и как целесообразно изменить в деятельности вуза, за счет каких факторов (условий, обстоятельств) это можно реализовать и др.

В современный мониторинг вуза помимо традиционной системы сбора, первичной обработки и хранения всеобъемлющей информации входит подсистема поддержки процессов адекватной оценки его актуального состояния и установления причинно-следственных связей, обусловливающих выявленные тенденции во всем спектре деятельности вуза.

Объектами рассмотрения выступают процессы формирования используемых в управлении вузом оценок разного уровня и, в первую очередь, имеющих качественный характер, которые, как правило, в силу их высокого уровня интегрированности и особенностей объекта оценивания трудно измеримы. Ставится задача проведения операционализации обобщенных показателей для того, чтобы построить модели их формирования из измеримых частных показателей [2].

1. ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА

Результаты деятельности такой организационной системы как вуз формируются исключительно в процессе ее функционирования. Успех этого функционирования обусловлен двумя основными компонентами: организационно-плановыми мероприятиями (тем, что заблаговременно обдумано и создано) и тем, как собственно осуществляется целедостигающий процесс. Первый из них можно отнести к потенциальным факторам, а второй — к актуальным (осуществляемым в действительности).

Для конкретности рассмотрим процесс обучения. Что входит в состав потенциальных факторов, его определяющих? В первую очередь, это качество студентов, преподавателей и условий проведения учебного процесса (так называемый образовательный потенциал вуза). Предполагается, что организация и протекание этого процесса должны соответствовать вполне определенным учебно-методическим разработкам, организационно-управленческим усилиям и

возможностям обеспечивающих подразделений. Несомненно, крайне важными являются условия протекания деятельности вуза, причем как внешние, так и внутренние. На рис. 1. для примера представлена схема включения профессорско-преподавательского состава (ППС) в образовательный процесс.

Несомненно, анализ единого по своей сути образовательного процесса приводит к выделению основных участников образовательного процесса (студенты, ППС, соответствующие подразделения и службы). Если мы сможем измерить эффективность деятельности каждого из них, а также интегральные показатели, описывающие качество протекания собственно учебного процесса, то появится возможность оценки системного эффекта (силы влияния вариации значений показателей на интегральные показатели).

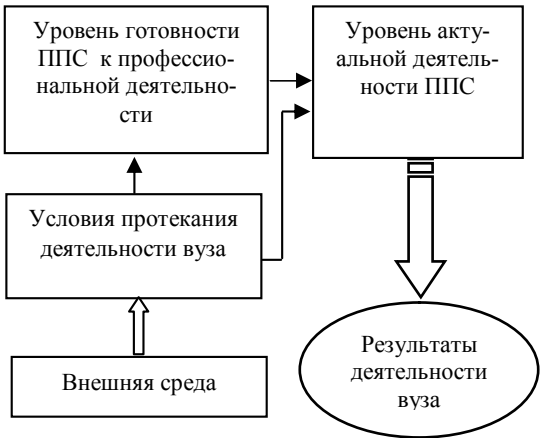


Рис. 1. Схема включения ППС в процесс достижения целей образовательного процесса

Рассмотрим, например, деятельность ППС. В соответствии с отраслевым положением в каждом вузе на базе федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) должны быть разработаны, утверждены и приняты к использованию учебно-методические комплексы (УМК) для каждой учебной дисциплины соответствующего учебного плана. Предполагается, что в УМК в достаточно полной мере представлены взгляды руководства вуза на то, как реализовывать изучение данной учебной дисциплины. Тем самым УМК исполняют роль своего рода внутривузовского стандарта, а уровень полноты реализации всех требований и рекомендаций УМК может рассматриваться в качестве одного из компонентов уровня академической дисциплинированности преподавателя.

Отметим, что из этого следует одна из центральных идей нашего подхода: измерению в процессе реализации учебного процесса подлежит степень соответствия параметров наблюдаемых процессов запланированным (установленным, рекомендованным).

Уровень академической дисциплинированности преподавателя обусловливают следующие конструкты: полнота, последовательность прохождения, уровень строгости и доступность изложения учебного материала, степень реализации рекомендуемых методик проведения контрольных мероприятий, уровень внимания к студентам и другие (заметим, что многие из них непосредственно измеримы, для других требуется продолжить процесс декомпозиции).

Аналогичная характеристика может быть введена и в отношении студентов — уровень их академической дисциплинированности. Очевидно, здесь следует подчеркнуть следующее обстоятельство. Исполнение требований УМК со стороны преподавателя еще не свидетельствует о полном исполнении им своих обязанностей. Несомненно, задача преподавателя — добиться достаточно высокого уровня академической активности студентов, ибо от того, в какой мере студенты фактически участвуют в образовательном процессе, зависит уровень фактической профессиональной деятельности преподавателя, да и уровень актуальной деятельности вуза в целом.

Этот концепт, характеризующий уровень академической дисциплинированности студента, можно сконструировать из следующих непосредственно измеримых компонентов: уровня посещаемости (среднее число посещающих занятия студентов); уровня активности в выполнении домашних заданий (доля студентов, регулярно выполняющих задания преподавателя); уровня активности участия в научно-исследовательской работе студентов (доля студентов, реально участвующих в НИР) и уровня активности на занятиях (доля студентов, проявляющих инициативу при проведении семинаров и практических занятий). Данный перечень может быть продолжен.

Подобным образом можно подойти к измерению уровня актуальной деятельности всех остальных участников образовательного процесса.

Деятельность каждого базируется на его возможности выполнять свои обязанности. Соответственно, целесообразно ввести характеристики потенциальных возможностей, которые будем называть «уровнями готовности». Значение этого концепта формируют два основных компонента: личностный (профессионально-личностный) потенциал и уровень мотивации (как реализовывать свою деятельность должным образом).

Каковы, например, конструкты, составляющие профессионально-личностный потенциал преподавателя вуза? Несомненно, что профессиональная подготовка и опыт — основные предпосылки для формирования квалификационного потенциала преподавателя высшей школы. В этой связи к факторам, обусловливающим уровень квалификации ППС, относят: базовое образование, ученую степень и научное звание, стаж преподавательской деятельности, количество, объем и качество учебно-методических и научных трудов и др. Важно отметить, что эти факторы, в основном, носят объективный характер, и их значения, как правило, можно непосредственно измерить. Кстати, именно поэтому существующая оценка качества ППС вуза и ограничивается такого рода показателями.

Несомненно, формальные характеристики уровня квалификации преподавателя несут существенные, но далеко не исчерпывающие сведения о потенциальных возможностях личности как преподавателя. Традиционно предъявляются повышенные требования к таким личностным качествам преподавателя, как доброта, внимательное отношение к студентам, повышенный уровень культуры поведения и т.п. Представляется целесообразным учитывать также и способность познавать собственные индивидуально-психологические особенности, умение оценивать свое психическое состояние, осуществлять разностороннее восприятие действительности, адекватно понимать обучающихся — все то, что принято называть рефлексивно-перцептивной компетенцией.

Уровень личных потенциалов всех субъектов деятельности вуза как показателей их способности исполнения своих функций должным образом, несомненно, нужно рассматривать как существенную характеристику данного вуза. Вместе с тем, это всего лишь потенциал, который обеспечивает только возможность достижения поставленной цели с определенным эффектом. Поэтому знание уровня личного потенциала недостаточно для оценки готовности субъектов к исполнению своих функций, поскольку практически «за кадром» остается то, в какой мере они фактически реализуют свой потенциал.

Но «умение без хотения», так же как и «хотение без умения» в отдельности не позволяют достигать поставленных целей. Мотив как специфический психофизиологический управляющий человеком процесс обычно рассматривают в качестве результата органического объединения внутреннего «я» индивидуума с воздействующими на него стимулами. При этом, несмотря на то, что внутреннее «я» глубоко индивидуально, оно в значительной мере есть результат практики (жизненного опыта) конкретного человека. Если к этому прибавить условия, в которых осуществляется актуальная деятельность человека, то можно утверждать, что главной составляющей его мотивации являются стимулирующие (и дестимулирующие) факторы пребывания в вузе, причем, при прочих равных внешних условиях — именно в конкретно данном вузе.

Представляется, что для разработки методики оценки мотивационной силы, побуждающей реализовывать свой профессионально-личностный потенциал, должна быть проведена достаточно глубокая декомпозиция такого концепта как «уровень мотивации реализовывать свою деятельность должным образом». Первичная декомпозиция этого концепта, например, преподавателя, приводит, по меньшей мере, к следующим четырем компонентам.

Первый из них — уровень материального обеспечения — обусловлен оценкой совокупности материальных средств, получаемых преподавателем за свою работу (заработком). Определение достоверных значений этой оценки не представляет особых трудностей. Правда, каждым индивидуумом совокупность получаемых им средств оценивается, вообще говоря, по-разному. Однако в настоящий момент у основной массы ППС заработная плата в целом столь низка, что возможность дополнительного материального поощрения, адекватного прилагаемым профессиональным усилиям, несомненно, является важным мотивом повышения эффективности его деятельности.

Второй — уровень престижности преподавательского труда, характеризующий силу стремления людей реализовать свою социальную роль на данном поприще. Этот весьма обобщенный абстрактный концепт требует дальнейшей декомпозиции. Помимо силы общественного признания преподавателей высшей школы (несмотря ни на что, престижность деятельности в качестве преподавателя вуза остается в нашем обществе достаточно заметной), его формируют и характеристики мотивов, обусловливаемые организационными преимуществами данного вида работы. К последним можно отнести: длительный отпуск, не нормированный, вообще говоря, рабочий день, удобный график работы и др.

Третий компонент обусловлен мотивами, связанными с возможностью самореализации преподавателей высшей школы как творческих личностей. Действительно, для определенного типа людей специфика умственного труда в целом, причем реализуемого в окружении творческих личностей, и возможность заниматься научной деятельностью — важные, если не важнейшие, мотивы при выборе профессии преподавателя.

Люди интеллектуального труда особенно чувствительны к уровню психологического комфорта своего существования в коллективе. Поэтому существенен и четвертый компонент — уровень психологического комфорта, который в своем конкретном коллективе испытывает работник. В этот компонент следует включить не только уровень морального стимулирования эффективной преподавательской деятельности. Преподаватель вуза должен быть уверен в справедливости оценки своего труда, как со стороны коллег, так и со стороны руководства. Немаловажное значение имеет и уровень удобства собственно пребывания преподавателя в вузе, значение которого определяют: уровень комфортности его рабочего места, богатство библиотеки, наличие спортивных секций, качество столовой, медицинского обслуживания и т.п.

Уровень мотивации преподавательской деятельности в основном обусловливают силы отдельных мотивов, отражающих компоненты интеллектуальной, волевой и эмоциональной сфер сознания преподавателя. В этой связи, казалось бы, силу мотивации (желания) личности эффективно работать в вузе в качестве преподавателя можно представить в виде взвешенной суммы значений отдельных показателей. Однако здесь не все так просто.

Факторы, обусловливающие условия функционирования преподавателей, могут с разной силой влиять на реализацию потенциала ППС. Более того, само направление этого влияния может меняться в

зависимости от значения соответствующего фактора. Так, например, система грамотно построенного учебно-методического обеспечения образовательного процесса способствует повышению эффективности деятельности ППС, однако зарегулированность, излишняя бюрократизация отчетности по исполнению преподавателем своих многочисленных функций обычно дает противоположный эффект.

Задача измерения степени влияния каждого мотивационного фактора деятельности различных субъектов в вузе весьма сложна и, в целом, еще ждет своего решения. Здесь мы предложим лишь один из возможных подходов к построению соответствующей методики. Пусть для каждого учитываемого в данном вузе фактора сформированы его нормативные значения (задан некий уровень). Тогда, если фактическое значение конкретного фактора не ниже нормативного (для простоты изложения примем, что превышение нормативных значений всех факторов имеет позитивные последствия), то он открывает возможности максимального (с позиций данного мотива) проявления имеющегося у субъекта потенциала. В противном случае влияние этого фактора в рассматриваемом смысле негативное, т.е. оно частично (в некоторой мере) как бы блокирует возможность проявления потенциала человека в полной мере.

В этой связи, формула для вычисления уровня готовности реализовывать свои функции должным образом должна представлять собой произведение оценки уровня готовности и оценки силы желания эти возможности реализовывать, ибо мотивация может лишь способствовать (или препятствовать) реализации имеющегося личного потенциала.

$$G = e^{-\mu(1-UM)} \cdot \sum_{i=1}^{n} c_i p_i ,$$

где p_i — нормированное значение измеренного *i*-го компонента личностного потенциала субъекта; $UM = \sum_{k=1}^{m} h_k \frac{Q_k}{Q_{Hk}}$ — уровень мотивации студентов реализовывать свою деятельность должным образом, причем Q_{Hk} — нормативное значение k-ого компонента, Q_k — фактическое значение этого компонента, причем только при условии $Q_{Hk} > Q_k$, в противном случае полагают $\frac{Q_k}{Q_{Hk}} = 1$; c_i μ, с — весовые нормированные коэффициенты.

Оценку значений качественных характеристик через полученные в результате их операционализации измеримые показатели целесообразно дополнять традиционными социометрическими измерениями. Использование последних может обеспечить большую достоверность оценок, полученных на основе предложенного подхода, а также использовать их, что называется, «для сверки часов». Примером тому могут являться результаты исследования, проведенного среди студентов и преподавателей Приднестровского Государственного Университета им. Т.Г. Шевченко на предмет выявления причин конфликтов, возникающих в процессе их взаимодействия. Так было, в частности, установлено, что, по мнению преподавателей, причины конфликтов общения кроются в сфере «производственных» отношений между представителями «обеих сторон»: плохая подготовка студентов к занятиям (22,6 %); низкая посещаемость занятий (22,2 %), неуважительное отношение студента к преподавателю (21,7 %). Мнение студентов по этому вопросу практически совпало (по крайней мере, в структурном плане) с мнением преподавателей: плохая подготовка студентов к занятиям — 33,3 %, неуважительное отношение преподавателя к студенту — 17,2 % и плохая посещаемость занятий — 17,2 %.

На рис. 2. представлена концептуальная модель оценки деятельности вуза. В качестве комментария к ней следует отметить, что на поведение субъектов деятельности вуза существенное влияние оказывают внешние факторы. Следовательно, в системе мониторинга должна найти место и подсистема оценки состояния внешней, по отношению к вузу, среды.

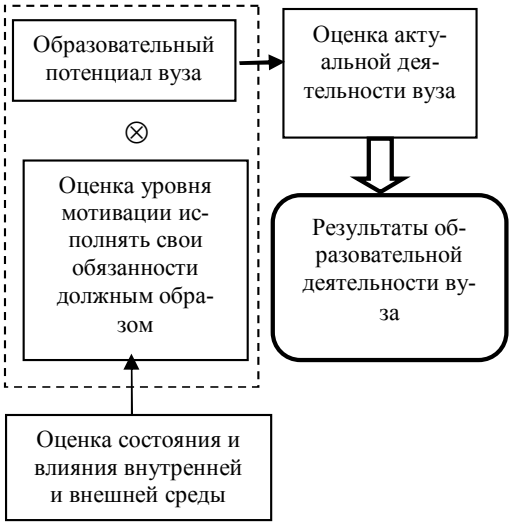


Рис. 2. Концептуальная модель оценки деятельности вуза

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системный анализ построения и функционирования системы мониторинга вуза позволяет разработать методологические подходы структуризации его деятельности и на этой основе построить модели оценки состояния и выявления тенденций его изменения, отработать методики выработки обоснованных предложений для принятия управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Берил С.И.**, **Воронов М.В.**, **Леонова Н.Г.** Система мониторинга состояния вуза // Вестник Приднестровского университета. 2012. № 3 (42). С. 75—83.

2. **Воронов М.В.** Проблемы оценивания состояния вуза. — М.: Изд-во СГУ, 2013. — 205 с.

Г.С. Гайворонская, П.П. Яцук
gsgayvoronska@gmail.com, yatsuk@ikt-osar.od.ua
Одесская национальная академия пищевых технологий,
Научно-учебный институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. Мартыновского В.С., Одесса

ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются тенденции развития информационно-коммуникационных технологий на примере мобильного доступа для 230 стран в период с 2000 года, а также влияние основных экономических и гендерных показателей на развитие этих технологий. Определены зависимости между рассмотренными показателями.

Результаты исследования основаны на большом объеме статистических данных, полученных от международных и национальных официальных источников.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и информационно-коммуникационных услуг (ИКУ) происходит сверхвысокими темпами. Процесс развития услуг порождает развитие технологий и наоборот.

В создавшейся ситуации у операторов мобильной связи, предоставляющих широкий спектр ИКУ, возникает ряд задач, заключающихся в: необходимости оценки развития современных ИКТ; своевременном применении наиболее востребованных ИКТ и начале предоставления новых ИКУ; выводе из эксплуатации наиболее устаревших и нерентабельных технологий. От быстрого решения этих задач зависит успешное функционирование операторов мобильной связи.

СБОР И ОБРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Одним из способов выявления перспектив развития конкретной телекоммуникационной технологии является исследование статистических данных о ее применении. Для выявления тенденций роста или спада развития конкретные технологии были объединены в группы:

- фиксированная телефонная сеть;
- сотовая мобильная связь:
- мобильная широкополосная связь;
- фиксированная широкополосная связь;
- технологии, предоставляющие доступ к сети Интернет.

Во время статистического анализа учтены социальные факторы, влияющие на развитие конкретной страны в целом и, соответственно, на развитие инфокоммуникационных технологий в частности. К этим факторам относятся:

- экономические показатели (макроэкономическая статистика, внешние экономические отношения, индексы цен, показатели заработной платы, показатели наличия рабочей силы);

- гендерные показатели (население, занятость, образование, здравоохранение и смертность, развитие науки и ИКТ).

Статистические данные предоставлены Международным Союзом Электросвязи (International Telecommunication Union) [1] и ЕЭК ООН (UNECE - United Nations Economic Commission for Europe) [2]. Статистические базы данных сформированы на основе национальных и международных (ОЭСР, Евростат, СНГ) официальных источников.

В работе использованы показатели для 230 стран за период с 2000 по 2012 год. При обработке статистических данных был принят ряд допущений и ограничений:

- при отсутствии данных за определенный год, использовалось значение «0»;

- не анализировались те страны, по которым статистические данные были неполными или отсутствовали.

Вследствие наложенных ограничений при анализе были использованы показатели 201 страны.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА

Для сформированной группы — сотовая мобильная связь — определены основные статистические характеристики.

Выборочное среднее рассчитано по формуле:

$$\overline{X}_B = \frac{x_1 + x_2 + x_n}{N}.$$

Выборочное среднее показывает среднее количество абонентов мобильной связи за период с 2000 по 2012 года. Наибольшее количество абонентов мобильной связи наблюдается в Китае, Индии, США. Украина занимает 22 место по этому показателю среди 201 проанализированной страны. При расчете на 100 жителей этот показатель был максимальным в Гонконге, Макао, Италии. Украина занимает 69 место в этом списке.

Выявлено, что нормальное распределение рассматриваемых параметров имеет место для всех выбранных стран, что позволяет формировать доверительные интервалы для определения количества

абонентов мобильной связи, используя выборочное среднее и среднеквадратичное отклонение. По этому показателю лидируют Индия, Китай, Россия, а Украина занимает 15 место. Если рассматривать показатель плотности населения, то максимальные значения выявлены в Макао (Китай), Панаме, Саудовской Аравии.

По размаху выборки:

$$R = X_{(n)} - X_{(1)}$$

наибольшие изменения присутствуют в Китае, Индии, Индонезии, что свидетельствует о бурном развитии мобильных технологий в этих странах в последние годы. Украина по этому показателю занимает 18 место, что свидетельствует о плавном развитии технологий. При рассмотрении плотности населения, наибольший размах присутствует в Макао (Китай), Саудовской Аравии и России.

В работе проведён хронологический анализ количества абонентов мобильной связи (рис. 1). Определено, что рост количества абонентов мобильной связи наблюдается у стран с изначально низким количеством абонентов фиксированной телефонной связи (на 100 жителей).

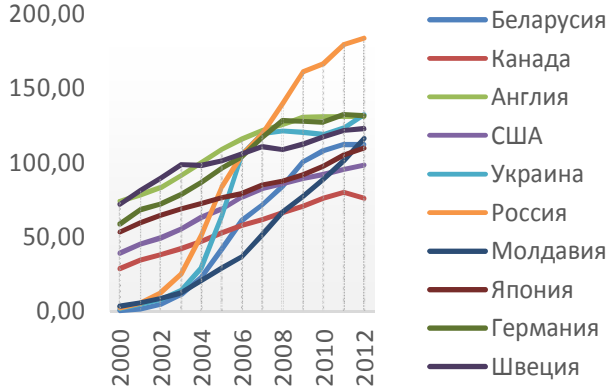


Рис. 1. Диаграмма количества абонентов мобильной связи на 100 жителей

Результаты статистического анализа показали наличие корреляционной зависимости между численностью населения страны и количеством абонентов мобильной связи. Эта связь подтверждается ростом коэффициентов линейной и ранговой корреляции.

Также показано, что в странах с большим количеством абонентов мобильной связи наблюдается процесс уменьшения их количества. Этот процесс наблюдается с 2010 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение методов статистического анализа для оценки развития телекоммуникационных технологий является актуальной и важной задачей в наше время. Полученные оценки позволяют операторам мобильной связи понять реальное состояние развития применяемых технологий и сделать краткосрочный прогноз их развития. Полученные результаты тенденций развития технологий жизненно необходимы операторам в процессе функционирования их сегментов телекоммуникационного рынка.

В процессе дальнейших исследований предполагается проанализировать процессы жизненного цикла и других телекоммуникационных технологий. На основании такого анализа планируется разработать метод прогнозирования тенденций развития той или иной технологии. Такой метод, учитывающий конкретные условия развития отдельных технологий в каждой конкретной стране, позволит сетевым операторам, проектировщикам и администраторам оценить целесообразность вложения инвестиций в развитие той или иной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ITU** [Электронный ресурс]. URL: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/ default.aspx.

2. **UNECE** [Электронный ресурс]/ URL: http://w3.unece.org/pxweb/.

3. **Гайворонская Г.С.**, **Домаскин О.М.** Один из подходов к созданию математической модели развития телекоммуникационной сети // Збірник материалов VI МНТК «Проблеми телекомунікацій». — Київ: НТУУ «КПІ». 2013. С.354—357

4. **Gayvoronska G.S.** Formalization of telecommunication networks' evolution's model // Applicable Information Models. — Sofia: ITHEA, 2011. № 22. P. 155—169.

5. **Гайворонская Г.С.** Исследование задачи эволюции телекоммуникационных сетей в пространственно-временной системе // Інформатика та математичні методи в моделюванні. — Одесса: ОНПУ, 2011. Т.1. №1. С.17—24

6. **Gayvoronska G.**, Domaskin O. Analysis of mathematical models describing the requirements for network development // Natural Information Technologies. — Madrid: ITHEA, 2012. P. 52—58.

А.А. Горкина, Л.В. Чуркина
agorkina@mail.ru, churkinalv@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ДОСТУПА К КЛАССИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ НА СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРАХ НА ПРИМЕРЕ TURBO PASCAL

АННОТАЦИЯ

В современном мире быстрыми темпами развиваются новые информационные системы, но база этих систем в основном остается неизменной. Для изучения указанной базы довольно часто необходимо использование устаревших программных средств, установку которых современные операционные системы не позволяют реализовывать. В данной статье будет рассмотрен способ обхода этого ограничения.

ВВЕДЕНИЕ

Довольно часто говорят, что, не освоив арифметику, нельзя выучить высшую математику. В то же время мы забываем об этом принципе, когда изучаем современные информационные технологии. В настоящий момент, например, широко используются языки объектно-ориентированного программирования. Но достаточно сложно освоить их без знания основ программирования. В данном докладе будет представлен способ использования Turbo Pascal на современных 64-разрядных операционных системах.

1. БАЗОВЫЕ ЗНАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Программирование — это способ решения задачи с использованием компьютера. Программирование без задачи бессмысленно. Решить задачу — это найти такие средства, с помощью которых достигается цель, поставленная в задаче. Использование компьютера должно помочь более эффективному достижению этой цели. Поэтому в базовом курсе при обучении программированию *задача* является ключевым словом, наряду с *компьютером.* Знакомство с ними и углубление этих понятий идут параллельно с первых занятий базового курса.

Задачи решаются типовые для разных классов: вычислительные, геометрические, информационно-поисковые, игровые, экономические, моделирования и т.д. Накапливается библиотека алгоритмов, методов и приемов решения задач для достаточно сложных проблем.

Языком программирования в базовом курсе является Pascal, являющийся эталоном процедурно-ориентированных языков.

Этому способствовали следующие причины:

- основным понятием языка Pascal (как и всех процедурно-ориентированных языков) является *действие*, которое составляет основу работы компьютера. Такая преемственность способствует развитию у программиста *алгоритмического мышления*;
- *концептуальная строгость языка*, что обеспечивает компактность компилятора и возможность реализовать язык Pascal на персональных компьютерах с ограниченными ресурсами;
- в языке заложена *главная метафора* процедурно-ориентированных языков, поэтому язык Pascal является наилучшим языком для обучения программированию;
- средства языка Pascal направлены на создание структурированных, эффективных и надежных программ.

Важным при обучении программированию является методика, основанная на технологии решения задач.

Теоретическим фундаментом для разработки программ является структурное программирование: *текстуальная упорядоченность программы должна соответствовать порядку вычислений.* Другими словами, читая программу, мы должны легко представлять порядок выполняемых ею действий.

Для того чтобы обеспечить выполнение этого принципа, алгоритм должен быть сконструирован не беспорядочно, а с использованием четко определенных структурных правил *композиции*, которые составляют базис для разработки программ. Построенные структурированные программы обладают такими важными качествами, как понимаемость программы, простота отладки, возможность доказательства их корректности. Другими словами, в тексте программы отражается динамика решения задачи.

Но структурное программирование может стать дополнительным бременем при программировании, если не использовать *нисходящий* способ проектирования алгоритмов, основанный на *декомпозиции* задачи на подзадачи. Нисходящее проектирование использует индуктивный способ мышления «от общего к частному»: вначале определяется цель задачи, потом задача разбивается на более простые подзадачи (например, ввод данных, обработка данных, вывод данных), те, в свою очередь, на еще более простые задачи и т.д. Процесс продолжается до тех пор, пока все операции не будут описаны в кодах языка программирования.

Еще на заре программирования эта стратегия использовалась интуитивно суперпрограммистами, являясь залогом их успешной работы. В стратегии заключена идея постепенного раскрытия деталей проектируемой

программы по мере движения от общей цели, сформулированной на самом высоком уровне в условии задачи, к уровню объектов, выраженных в терминах «понятных машине».

Итак, сочетание нисходящего метода проектирования и разработки программ с идеологией структурного программирования при решении задачи (то, что мы называем технологией программирования) — это путь не только к освоению профессионального программирования, но и единственный способ обучения программированию.

Технологический процесс разработки программы состоит из следующих основных действий (этапов):

- анализ задачи и составление ее спецификации;
- проектирование алгоритма и структур данных;
- кодирование алгоритма на языке программирования;
- отладка программы и предупреждение ошибок;
- документирование.

Действия 4 и 5 выполняются также и на всех трех первых этапах.

Pascal был разработан Н. Виртом в учебных целях и обладает всеми свойствами, необходимыми для поддержания этого процесса:

- имеет средства структурирования алгоритма и данных;
- четко определен интерфейс программы и процедур;
- модульность;
- использование комментариев для неформального описания действий.

Итак, описан базовый курс технологии программирования, что неотделимо от проблемы решения задач с использованием компьютера. Он рассчитан на студентов первого курса, имеющих разный уровень школьной подготовки по информатике. Освоение технологии программирования и изучение языка программирования начинается с первых занятий и требует сразу же использования компьютера. Поэтому для студентов возникает проблема доступности среды *обучения в компьютере. Другими словами, обеспечение простого входа в среду Turbo Pascal.*

3. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СПОСОБ УСТАНОВКИ TURBO PASCAL НА СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Недавно появились 64 разрядные операционные системы. Что значит это для нас? Во-первых, обработка информации происходит быстрее за счет большего сегментирования памяти. Во-вторых, возникает проблема совместимости программ и сред, рассчитанных на 32 разрядные системы. Некоторые из них не поддерживаются на 64 разрядных операционных системах и возникает вопрос «Что делать?».

Один из путей — исключить из изучения неподдерживаемые среды, такие как Turbo Pascal. Но это ведет, фактически, к исключению изучения базовых основ программирования. Вторым путем является эмуляция 32 разрядной среды на 64 разрядной операционной системой. В нашем курсе мы пошли этим путем. Для создания среды эмуляции используется VM Ware, а эмулируемой средой является Windows XP, на котором Turbo Pascal поддерживается.

В нашем случае данная машина эмулирует старый вид пользовательских машин (до установки Windows 7). Для пользователя доступны множество программ, но они расположены по достаточно удаленным путям. У студентов, только начинающих изучение программирования и знакомство с компьютером, данная система вызывает много трудностей.

По опыту преподавания стало ясно, что виртуальную машину необходимо создавать под каждый курс отдельно, а также закладывать в нее только отдельный модуль (к примеру, только Turbo Pascal). При создании таких модульных курсов у студентов не будет возникать сложностей при работе с программами и исчезнет проблема «длинных» путей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С появлением огромного разнообразия современных языков программирования и новых принципов программирования еще острее встает проблема получения компьютерной грамотности и базовых основ программирования. Во многом этими основами являются принципы структурного программирования. Проблема построения современного курса по основам программирования состоит в том, что классические среды программирования рассчитаны на более старые версии компьютеров (к примеру, для установки Turbo Pascal необходима 32 разрядная операционная система). Современные компьютерные программы позволяют найти выход из этой ситуации. С использованием виртуальных машин возможна эмуляция среды, в которой будут созданы все необходимые системные требования для установки оболочек тестирования для изучения основ программирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Чуркина Л.В., Перевезенцева Е.С., Котарова И.Н.** Технология разработки структурированных алгоритмов. — М.: МЭИ, 1988.

2. **Чуркина Л.В.** Нисходящая разработка многомодульных программ на языке Паскаль. — М.: МЭИ, 1998.

А.Ю. Горшенин
gorshen@bk.ru
ФГБОУ ВПО «Псковский государственный университет», Псков

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА БАЗЕ СТАНДАРТОВ IDEF

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей системы планирования исследований в инженерном образовании на основе методологии структурного анализа и проектирования (SADT) и стандартов семейства IDEF. Анализируется процесс построения концептуальной модели научных исследований, являющихся неотъемлемой частью подготовки инженерно-технических работников.

ВВЕДЕНИЕ

Для решения задач моделирования сложных систем существуют хорошо обкатанные методологии и стандарты. К таким стандартам относятся стандарты семейства IDEF методологии структурного анализа и проектирования (SADT) [1]. С их помощью можно эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными. Моделирование по типовым рекомендациям работы над НИР весьма общо и не дает возможности показать особенности работы над конкретным проектом и подходы к решению научной задачи. Использование методологии SADT позволяет унифицировать построение концептуальной модели и формализовать этапы, цели и функционирование проекта для исследований разных специальностей инженерного образования.

1. ПРОЦЕДУРЫ СТАНДАРТА IDEF0

Стандарт IDEF0 содержит набор процедур, позволяющих разрабатывать и согласовывать модель большой группой людей, принадлежащих к разным областям деятельности моделируемой системы. Обычно процесс разработки является итеративным и состоит из следующих условных этапов [2]:

1. Создание модели группой специалистов, относящихся к различным сферам деятельности предприятия. Эта группа в терминах IDEF0 называется авторами (Authors). Построение первоначальной модели является динамическим процессом, в течение которого авторы опрашивают компетентных лиц о структуре различных процессов. На основе имеющихся положений, документов и результатов опросов создается черновик (Model Draft) модели.

2. Распространение черновика для рассмотрения, согласований и комментариев. На этой стадии происходит обсуждение черновика модели с широким спектром компетентных лиц (в терминах IDEF0 — читателей) на предприятии. При этом каждая из диаграмм черновой модели письменно критикуется и комментируется, а затем передается автору. Автор, в свою очередь, также письменно соглашается с критикой или отвергает её с изложением логики принятия решения и вновь возвращает откорректированный черновик для дальнейшего рассмотрения. Этот цикл продолжается до тех пор, пока авторы и читатели не придут к единому мнению.

3. Официальное утверждение модели. Утверждение согласованной модели происходит руководителем рабочей группы в том случае, если у авторов модели и читателей отсутствуют разногласия по поводу ее адекватности. Окончательная модель представляет собой согласованное представление о системе с заданной точки зрения и для заданной цели.

Наглядность графического языка IDEF0 делает модель вполне читаемой и для лиц, которые не принимали участия в проекте ее создания, а также эффективной для проведения показов и презентаций.

2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТА И ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ. МОДЕЛИ AS-IS

На стадии разработки технического задания на НИР используются следующие виды информации:

– объект исследования;

– описание требований к объекту исследования;

– перечень функций объекта исследования общетехнического характера;

– технические решения (в прогнозных исследованиях);

– сведения о научно-техническом потенциале исполнителя НИР;

– сведения о производственных ресурсах (применительно к объекту исследований);

– сведения о материальных ресурсах;

– маркетинговые сведения;

– данные об ожидаемом экономическом эффекте.

На последующих этапах НИР в качестве базы в основном используется перечисленная выше информация. Дополнительно используются:

– сведения о новых принципах действия, новых гипотезах, теориях, результатах НИР;

– данные экономической оценки, моделирования основных процессов, оптимизации многокритериальных задач, макетирования, типовых расчетов, ограничений;

– требования к информации, вводимой в информационные системы, и т.д.

Принцип декомпозиции по стандарту IDEF0 применяется при разбиении сложного процесса на составляющие его функции. При этом уровень детализации процесса определяется непосредственно разработчиком модели.

Декомпозиция позволяет постепенно и структурированно представлять модель системы в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, что делает ее менее перегруженной и легко усваиваемой.

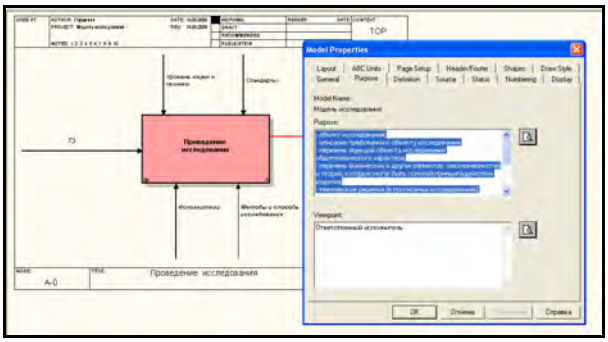


Рис. 1. Контекстная модель проведения исследования

Определение и формализация цели разработки IDEF0 — модели является крайне важным моментом. Фактически цель определяет соответствующие области в исследуемой системе, на которых необходимо фокусироваться в первую очередь. Точка зрения определяет основное направление развития модели и уровень необходимой детализации. В процессе декомпозиции функциональный блок, который в контекстной диаграмме отображает систему как единое целое, подвергается детализации на другой диаграмме. Наглядно принцип декомпозиции для нашего случая представлен на рис. 2.

Проведенное моделирование по типовым рекомендациям работы над НИР весьма общо и не дает возможности показать особенности работы над конкретным проектом и подходы к решению научной задачи.

Применяя системный подход к проблеме стратегического планирования исследования можно выделить следующие этапы:

1) построение структурной модели;

2) построение функциональной модели.

При этом структурная модель выбирается исходя из того, что должно быть сделано, а функциональная — из того, что может быть сделано.

3.ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ. МОДЕЛИ ТО-ВЕ

Более рациональным видится предлагаемый нами подход, в котором строятся три модели (рис. 3):

– модель анализа объекта исследования, в которой производится детальная декомпозиция предмета исследования для заданного уровня детализации (модель As-Is);

– модель результата исследования, детализация которой происходит по мере выполнения исследования (модель To-Be);

– модель предлагаемой методики перехода от первой ко второй модели (модель To-Be).

Дальнейшее моделирование целесообразно проводить из модели последовательности действий по стандарту IDEF3, используя передаточный формат в системе имитационного моделирования Arena5, а из моделей потоков данных IDEF1 в СУБД Oracle.

Предлагаемый подход был апробирован при проведении курса «Основы математического моделирования» с адъюнктами второго года обучения разных инженерных специальностей: механиками, робототехниками, электриками и радиотехниками, причем общим пожеланием обучаемых было: читать данный курс с первого года, что подход к решению научных задач стал бы «более системным».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Основы математического моделирования» [3] (диплом 1-й степени с вручением золотой медали в номинации «Лучший инновационный проект 2008 г в области обучения» на XII международной выставке-конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (Hi-Tech 2008), прошедшей 22 — 25 сентября 2008 г. в Санкт-Петербурге), подготовка инновационных разработок для участия в конкурсах, инновационных программах типа «Старт», «Темп», «Пуск», «УМНИК» [4] и работа экспертов и комиссий по отбору идей в венчурных проектах в настоящее время не стандартизированы и не имеют единой методологии формализации, анализа и моделирования. Таким образом, предлагаемая система при соответствующей проработке заинтересованными организациями и сообществами может послужить основой для разработки стандарта России, тем более что CASE-средства, соответствующие данному стандарту в РФ уже разработаны, например, Business Studio [5]. В качестве методологии модернизации и инноваций выбрана методология SADT и стандарт IDEF0, апробация разработок на основе которого прошла на XII международной выставке-конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (Hi-Tech 2007) в Санкт-Петербурге. Разработка «Консалтинговая система модернизации образовательных сред на основе методологии SADT» удостоена диплома 1-й степени (с вручением

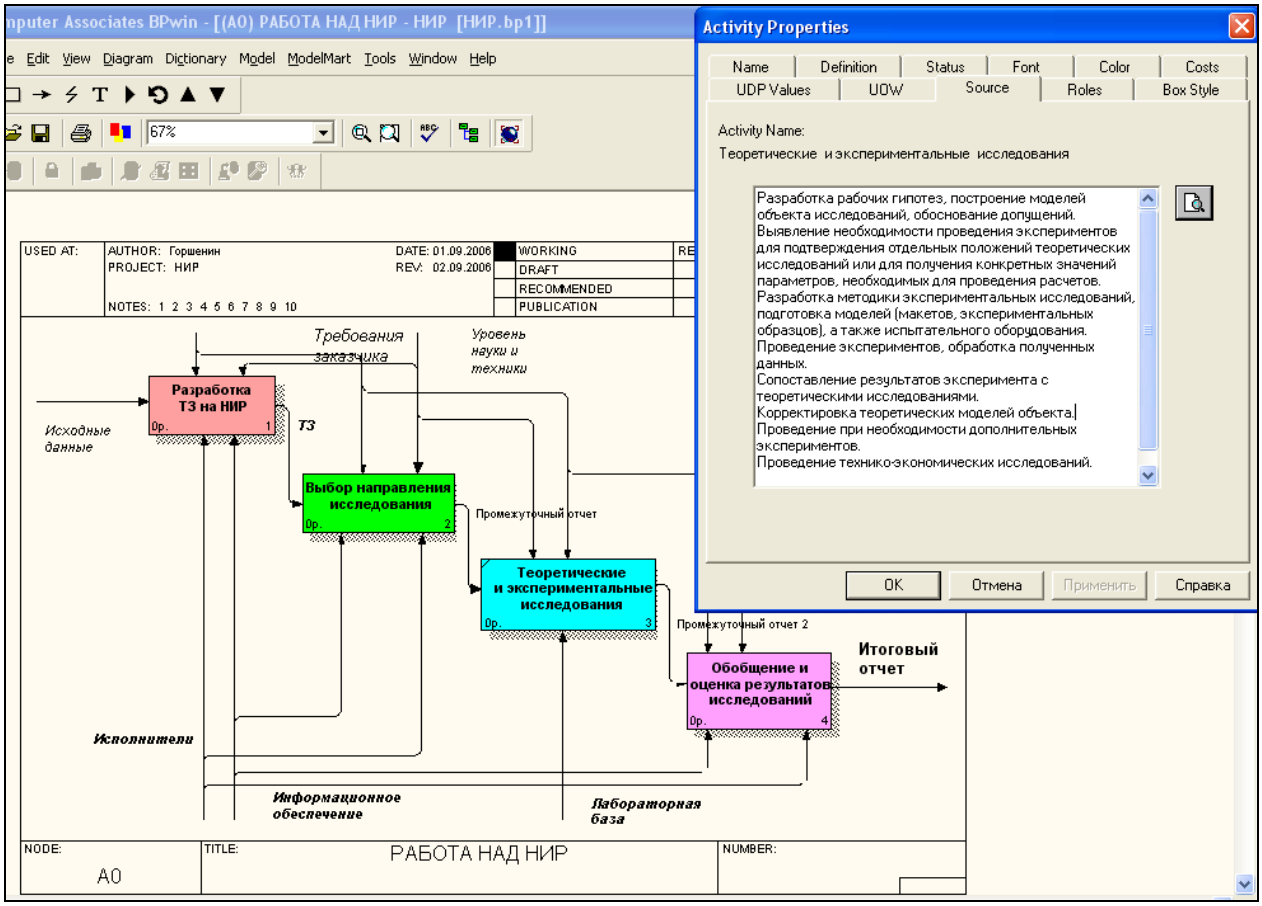


Рис. 2. Декомпозиция на этапы работы над НИР

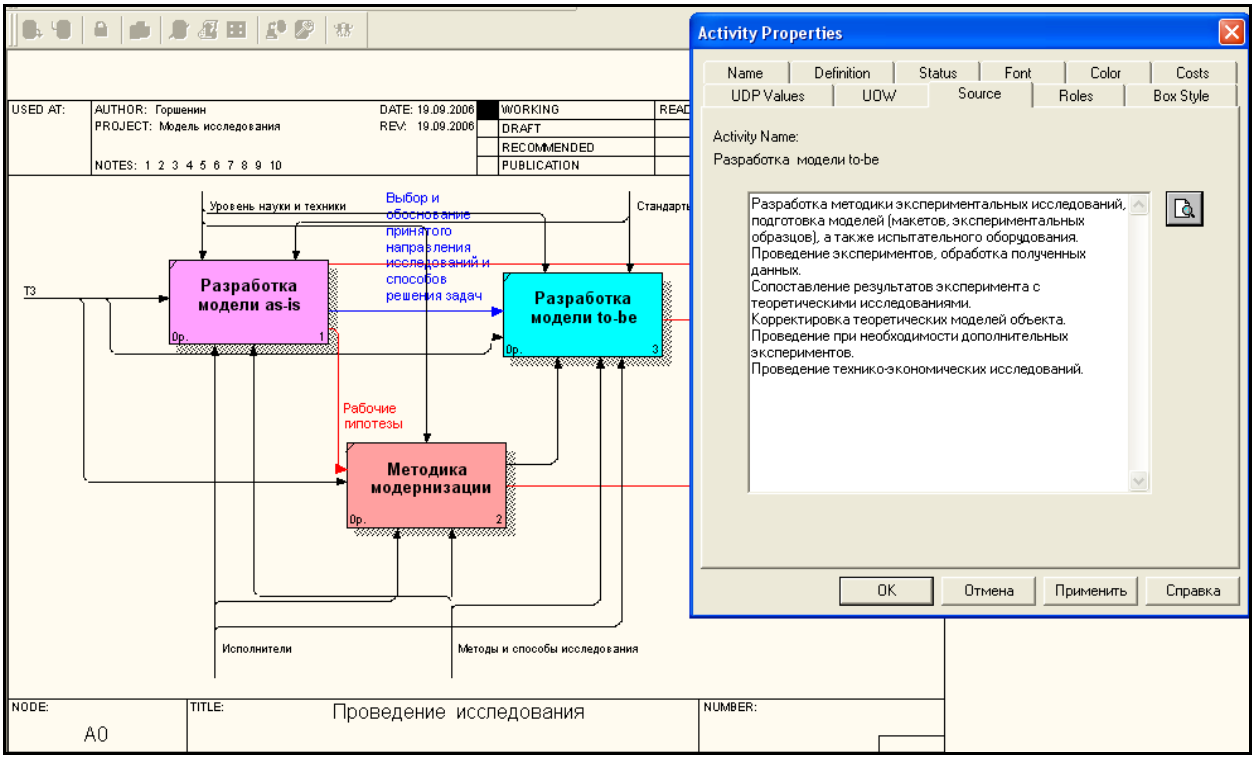


Рис. 3. Предлагаемая модель

золотой медали) в номинации «Лучший инновационный проект 2007 г в области обучения»), разработка «Консалтинговая система модернизации образовательных сред на основе стандартов IDEF» номинирована на ГРАН-ПРИ и награждена диплом 1-й степени (с вручением золотой медали) на VIII Московского международного салона инноваций и инвестиций, что доказывает универсальность данной методологии и применимость даже в гуманитарных направлениях [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Калянов Г.Н.** CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процессов. — М.: Горячая линия-Телеком, 2002. 320 с.

2. **Горшенин А.Ю., Ефанов В.В.** Формализация планирования научных исследований на базе стандартов IDEF // Совет ректоров. 2008. № 5. С.95—100.

3. **Гаврилов Н.В., Горшенин А.Ю., Ефанов В.В., Кихтенко А.В.** Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Основы математического моделирования». Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 10528 от 29.04.2008г., зарегистрировано в «Национальном информационном фонде 06.05.2008 г. № государственной регистрации 50200800974.

4. **Горшенин А.Ю.** Аспекты инновационной деятельности магистратуры // Право и образование. 2013. № 4. С. 89—95.

5. **Business Studio** — система бизнес-моделирования. URL: http://www.businessstudio.ru/description/ (Дата обращения 22.09.2013).

6. **Горшенин А.Ю.** Инновационно-ориентированная образовательная среда: моделирование, структурный анализ и проектирование: Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co.KG. 2011. 222 с.

Е.Н. Давыдова
Davidova_EN@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный университет», Вологда

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей программного обеспечения в процессе обучения инженеров в области вычислительных сетей. Анализируются основные направления применения программного обеспечения для эффективной организации проведения экспериментально-исследовательских, лабораторных и практических работ. Приводятся примеры решения задач применения современного программного обеспечения в инженерном образовании в Вологодском государственном университете.

ВВЕДЕНИЕ

Ряд дисциплин инженерного образования в области информационных технологий связаны с изучением области вычислительных сетей. Согласно [1] ни один проект крупной сети со сложной топологией в настоящее время не обходится без исчерпывающего моделирования будущей сети. Целью моделирования является определение оптимальной топологии, адекватный выбор сетевого оборудования, определение рабочих характеристик сети и возможных этапов будущего развития. На модели можно опробовать влияние всплесков широковещательных запросов или реализовать режим коллапса.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ.

Моделирование является основным методом исследований в области знаний и научно обоснованных методов проектирования вычислительных сетей.

На разных этапах создания и использования вычислительных сетей, для всего многообразия входящих в них подсистем, применение методов моделирования преследует конкретные цели, а эффективность метода зависит от того, насколько грамотно используются возможности моделирования.

В процессе моделирования вычислительных сетей решаются следующие задачи:

- установление предельной пропускной способности различных фрагментов сети и зависимости потерь пакетов от загрузки отдельных станций и внешних каналов;

- определение времени отклика основных серверов в самых разных режимах, в том числе таких, которые в реальной сети крайне нежелательны;

- выяснение влияния установки новых серверов на перераспределение информационных потоков (Proxy, Firewall и т.д.);

- решение оптимизации топологии при возникновении узких мест в сети;

- выбор того или иного типа сетевого оборудования (например, 10BaseTX или 100BaseFX) или режима его работы;

- выбор внутреннего протокола маршрутизации и его параметров;

- определение предельно допустимого числа пользователей того или иного сервера;

- оценка необходимой полосы пропускания внешнего канала для обеспечения требуемого уровня QOS;

- оценка влияния мультимедийного трафика на работу локальной сети, например, при подготовке видеоконференций.

Перечисленные задачи предъявляют различные требования к программам. В одних случаях достаточно провести моделирование на физическом (MAC) уровне, в других нужен уже уровень транспортных протоколов (например, UDP и TCP), а для наиболее сложных задач нужно воспроизвести поведение прикладных программ. Все это должно учитываться при выборе или разработке моделирующей программы. Ведь нужно учесть, что машина должна в той или иной мере воспроизвести действия всех машин в моделируемой сети.

2. ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

На сегодняшний день на рынке IT существует несколько программных средств, которые позволяют смоделировать и симулировать работу компьютерной сети. Наиболее распространенными в плане использования в процессе обучения являются Cisco Packet Tracer Dynamips, Boson NetSim и NetCracker Professional.

1. Программное решение Cisco Packet Tracer позволяет имитировать работу различных сетевых устройств: маршрутизаторов, коммутаторов, точек беспроводного доступа, персональных компьютеров, сетевых принтеров, IP-телефонов и т.д. Настройки зависят от характера устройств: одни можно настроить с помощью команд операционной

системы Cisco IOS, другие — за счет графического веб-интерфейса, третьи — через командную строку операционной системы или графические меню.

Это удобное и функциональное приложение. Функциональные возможности программы позволяют применять самые разнообразные маршрутизаторы, точки доступа, сетевые экраны, серверы DHCP, FTP, TFTP, рабочие станции и обычные компьютеры. Кроме того, можно создавать сети, как с помощью разнообразных кабелей, так и по каналам беспроводной связи.

Симуляция, визуализация, возможность проектирования делают Cisco Packet Tracer уникальным инструментом для обучения сетевым технологиям. Если к реальному оборудованию сложно получить доступ в лабораторных целях, а работа подразумевает проведение эксперимента и использование большого числа сетевых устройств, виртуальные возможности Cisco Packet Tracer легко решают эти задачи.

В пакете Packet Tracer существует два режима работы: режим реального времени и режим симуляции. В режиме реального времени мы наблюдаем за работой сетевого оборудования как в жизни, можем смотреть, через какое время будет канальная связь между маршрутизаторами после включения порта на последнем. В режиме симуляции можно послать пакет от одного устройства к другому и посмотреть, как идет пакет. Например: в случае, когда отказоустойчивой системе был поврежден или отключен основной путь, по которому идет пакет, он шел через резервный канал.

2. Dynamips — это программный эмулятор аппаратной части маршрутизаторов cisco. Dynamips хорош в случаях, когда необходимо:

- быстро проверить конфигурацию маршрутизатора для непосредственного её применения впоследствии на реальной железке;

- получить лабораторный стенд достаточно мощный для обучения или демонстрации;

- опробовать преимущества и возможности операционной системы Cisco IOS без необходимости покупки самого маршрутизатора.

Помимо аппаратного обеспечения маршрутизаторов cisco существует возможность эмулировать сетевые устройства, такие как: мост; Ethernet-коммутатор; ATM-коммутатор; ATM-мост; коммутатор Frame-Relay.

Dynamips может работать в режиме гипервизора. То есть одновременно есть возможность запускать не один эмулятор, а целую сеть со всеми возможностями dynamips: коммутаторами, маршрутизаторами, мостами. Таким образом, появляется возможность выполнять лабораторные работы без реального оборудования, практически любой сложности. Следует заметить, что запущенный по умолчанию эмулятор сильно загружает компьютер. Чтобы снизить нагрузку, создана опция «Idle PC». С её помощью можно снизить нагрузку на процессор и, таким образом, запустить второй, третий и более эмуляторов cisco одновременно без существенной нагрузки процессора.

3. Boson NetSim сети Simulator — это приложение, которое имитирует работу сетевого оборудования Cisco Systems и программного обеспечения, и предназначен для того, чтобы помочь пользователю изучить команды Cisco. Boson NetSim обеспечивает больше гибкости и поддержки, чем любое другое программное обеспечение моделирования сетей на рынке. Программное обеспечение также включает в себя лабораторию, которая содержит уроки и лабораторные работы по изучению протоколов маршрутизации, Cisco устройств, коммутации, топологии и многое другое.

Boson NetSim является универсальным инструментом, как в классе, так и для корпоративного использования, а также может использоваться и для самостоятельного изучения. Boson NetSim позволяет спроектировать и настроить сеть с 42 различными моделями маршрутизаторов. Дополнительные функции Boson NetSim:

- имитирует сетевой трафик с помощью технологии виртуальных пакетов;

- обеспечивает два разных стиля просмотра: режим Telnet или консольный режим;

- поддерживает до 200 устройств на одной топологии сети;

- включает в себя лаборатории, которые поддерживают моделирование SDM;

- включает в себя не-Cisco устройства, такие как TFTP сервер, генератор пакетов.

4. Программа NetCracker предназначена для проектирования и моделирования компьютерных сетей. Для проектирования структуры сети программа предоставляет возможность выбора необходимого оборудования из встроенной базы данных, а также добавления в базу данных и конфигурирования нового оборудования различных типов. Пользователь размещает выбранные компоненты на наборном поле, задает структуру и тип связей между ними, определяет тип программного обеспечения и характер трафика между узлами сети. В дальнейшем имеется возможность указать перечень анализируемых характеристик и вид отображения статистической информации и выполнить имитационное моделирование спроектированной сети. Для реализации функций имитационного моделирования в составе NetCracker предусмотрены средства задания характеристик трафиков различных протоколов; средства визуального контроля заданных параметров; средства накопления статистической информации и формирования отчетной документации о проведенных экспериментах.

Программные средства NetCracker позволяют выполнить сбор соответствующих данных о существующей сети без остановки ее работы, создать проект этой сети и выполнить необходимые эксперименты для определения предельных характеристик, возможности расширения, изменения топологии и модификации сетевого оборудования с целью дальнейшего ее совершенствования и развития.

Рассмотрев самые популярные программные продукты, используемые для моделирования сетей, приведем их сравнительную характеристику в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Сравнительная характеристика программных продуктов для моделирования сетей

Критерии сравнения	Cisco Packet Tracer	Dynamips	Boson Netsim	NetCracker Professional
1. Наличие графического интерфейса	+	-	+	+
2. Понятный интерфейс	+	-	+	+
3. Возможность бесплатного использования лицензионного программного обеспечения	+	+	-	+
4. Наличие режима визуализации	+	-	+	-
5. Наличие опыта работы с программой	+	+	-	-
6. Имитация работы сетевого оборудования Cisco	+	+	+	+

Программные продукты Cisco Packet Tracer, Boson Netsim, NetCracker Professional обладают схожими функциональными возможностями, но при выборе программного продукта для моделирования защитных механизмов сети необходимо руководствоваться и такими критериями сравнения, как возможность бесплатного использования лицензионного программного обеспечения и наличие опыта работы с программой. Этим критериям удовлетворяет программный продукт компании Cisco.

3. ОБЗОР КОМПЛЕКСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА БАЗЕ ПАКЕТА CISCO PACKET TRACER

В настоящее время на кафедре автоматики и вычислительной техники имеются методические разработки для выполнения лабораторных и научно-исследовательских работ в Cisco Packet Tracer:

1. Введение в межсетевую операционную систему IOS компании Cisco

2. Знакомство со средой

3. Статическая маршрутизация

4. Динамическая маршрутизация

В ходе выполнения этих работ студенты изучают базовые сетевые соединения и настройки оборудования, проходит знакомство с интерфейсом программы.

Но, как было отмечено выше, пакет Cisco Packet Tracer позволяет выполнять научно-исследовательские работы и в области защиты информации в вычислительных сетях.

Каждая лабораторная работа состоит из трех частей:

- теоретической;

- практической;

- самостоятельной.

В теоретической описаны необходимые команды для реализации механизма защиты информации. Практическая часть составлена из последовательности действий, которые необходимо выполнить, чтобы реализовать данный механизм защиты. Третья часть представлена заданием для самостоятельной работы студентов.

Практическую часть студенты выполняют на готовой модели сети. Ее не нужно собирать и настраивать — это экономит время лабораторных работ. В третьей части студентам необходимо сначала собрать и настроить модель сети, затем переходить к настройке механизмов защиты. Выполняя третью часть, студенты смогут закрепить полученные навыки настройки, самостоятельно выполняя предложенные задания.

Для каждой лабораторной работы подготовлены свои исходные файлы с готовой моделью сети для практических работ, а также спроектированы структурные схемы для самостоятельных заданий. Самостоятельные задания основываются на изученной теоретической и проделанной практической частях. Сформулированы требования к содержанию отчетов к каждой лабораторной работе. Описан порядок выполнения и сдачи лабораторной работы.

Первая лабораторная работа основана на таком механизме защиты информации, как идентификация и аутентификация пользователей. Реализована с помощью настройки паролей, режимов и привилегий для пользователей. Включает в себя создание нескольких пользователей с различными привилегиями и паролями, создание собственных привилегий и сеансов по протоколам telnet и ssh.

Вторая лабораторная работа посвящена настройке списков контроля доступа. Основана на механизме разграничения доступа и включает настройку стандартных и расширенных списков.

Третья лабораторная работа показывает механизм деления сети на логические сегменты и посвящена созданию и настройке vlan и маршрутизации между vlan. Состоит из двух практических частей и одной самостоятельной части, задания которой включают как настройку vlan, так и настройку маршрутизации между vlan.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ

При разработке заданий для лабораторных и научно-исследовательских работ выбраны такие механизмы защиты, как идентификация и аутентификация пользователей, деление сети на логические сегменты, разграничение доступа, так как эти механизмы являются основными в любой комплексной системе защиты информации.

В программе Cisco Packet Tracer выбранные механизмы защиты можно реализовать следующим образом:

1. Настройка режимов, паролей и привилегий. Маршрутизаторы и коммутаторы Cisco можно конфигурировать с помощью интерфейса пользователя, исполняемого на консоли маршрутизатора или на терминале, а также через удаленный доступ. Перед тем как будет возможным ввод команд привилегированного режима, необходимо осуществить вход в маршрутизатор. В целях безопасности необходимо настраивать пароли и привилегии для пользователей, разграничивать доступ к режимам интерфейса пользователя, чтобы предотвратить несанкционированный доступ и не дать изменить настройки сетевого оборудования.

2. Настройка списков контроля доступа. ACL (Access Control List) — это набор текстовых выражений, которые что-то разрешают либо что-то запрещают.

Стандартные списки управления доступом используются при необходимости заблокировать или, наоборот, разрешить весь поток данных от какой-либо сети или хоста, а также отказать в доступе набору протоколов.

Для определения списка с номером используется стандартная команда установки конфигурации access-list. Она используется в командном режиме задания глобальной конфигурации. Полная форма команды имеет вид:

Router(config)# access-list номер-списка {permit | deny} source[шаблон-источника] [log]

Для одного списка можно определить несколько директив. Каждая из них должна ссылаться на имя или на номер для того, чтобы все они были связаны с одним и тем же списком. Количество директив может быть произвольным и ограничено лишь объемом имеющейся памяти. Конечно, чем больше в списке директив, тем труднее понять работу списка и контролировать ее. Номера расширенных списков находятся в диапазоне от 100 до 199.

3. Деление сети на логические сегменты. Настройка VLAN.

По умолчанию на каждом порту коммутатора в устройствах Cisco имеется сеть VLAN1 или VLAN управления. Сеть управления не может быть удалена, однако могут быть созданы дополнительные сети VLAN, и этим альтернативным VLAN могут быть дополнительно назначены порты.

Native VLAN — это параметр каждого порта, который определяет номер VLAN, который получают все непомеченные (untagged) пакеты.

Соответствие номера подынтерфейса и номера VLAN не является обязательным условием. Однако обычно номера подынтерфейсов задаются именно таким образом, чтобы упростить администрирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обучения инженеров в области проектирования вычислительных сетей существует целый комплекс программного обеспечения. Одной из таких программ является пакет Cisco Packet Tracer, позволяющий проводить лабораторные и научно-исследовательские работы в области вычислительных сетей и защиты компьютерной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Моделирование** компьютерных сетей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://monetcom.eu/joomla/webcontent/courses/TPU/NS/Chapter3_NS_RU.pdf.

2. **Cisco Packet Tracer**. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2010/110110b.html.

3. **Суконщиков А.А.**, **Давыдова Е.Н.** Методы и средства защиты компьютерной информации: учебное пособие. — Вологда: ВоГТУ, 2008. — 132 с.

А.А. Емельянов, *Н.З. Емельянова*
aa.emelianov@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНО-НЕПРЕРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

АННОТАЦИЯ

Типовыми задачами, в которых необходимо использовать точную топографическую информацию, являются: *прокладка маршрутов движения техники в новых меняющихся условиях* (*в том числе в оперативной обстановке при возникновении чрезвычайных ситуаций*), *определение путей прокладки линий электропередачи и монтажа новых подстанций*, *решения по топологии кабельных информационных сетей*, *прокладка маршрутов нефте- и газотрубопроводов*, *монтаж новых сетей водоснабжения, размежевание территории*, *анализ обеспечения населения энергией, товарами и услугами. В докладе представлены технологические свойства геоинформационных программных средств системы имитационного моделирования Actor Pilgrim.*

ВВЕДЕНИЕ

Существуют родственные с математической точки зрения задачи маршрутизации и размежевания территории, которые традиционно считаются задачами статической оптимизации. Они решаются различными средствами, самым мощным из которых является динамическое программирование.

При полном отсутствии ограничений (например, используется вертолёт, причём пункт старта и пункт финиша — это один пункт, и неважно, какой), как правило, задача имеет единственное решение определения кратчайшего маршрута. Однако при появлении ограничений на пункты, маршруты, допустимые ландшафтные условия, стоимость путей и пропускные способности, количество вариантов становится практически неограниченным сверху, и применение методов статической оптимизации становится проблематичным.

В таком случае можно предложить мощное решение: от методов статической оптимизации перейти к динамической модели адаптивной поисковой системы, обладающей особой памятью, контурами положительной и отрицательной обратных связей по управлению [1]. Однако поиск такая система должна вести в определённых условиях.

1. ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ РАСЧЁТОВ

В настоящее время существуют следующие *источники* крупномасштабной топографической информации, пригодной для измерений:

– карты ГШ МО РФ (самые подробные);
– карты ФГУП «Госгисцентр» (ГГЦ-карты);
– карты и космические фотоснимки Google;
– иногда используют системы GPS и ГЛОНАСС.

ГГЦ-карты могут закачиваться, например, в автомобильные GPS-навигаторы или использоваться в устройствах ГЛОНАСС, внедряемых на автомобильном транспорте в связи с решениями руководящих органов. Их применение возможно и в экономических проектах. Но проведение с помощью ГГЦ-карт компьютерных измерений и вычислений невозможно без специальных компьютерных методов и программ, поскольку привязка навигационных систем GPS и ГЛОНАСС к координатам Земли по умолчанию осуществляется по показаниям навигационных спутников Земли. Относительная погрешность такой привязки мала, но абсолютная точность страдает из-за наличия временнóго «дрейфа» точки пересечения поверхности условного эллипсоида Земли «вертикалью» спутника — условной линии, соединяющей спутник с центром эллипсоида; причём у каждого спутника свой дрейф.

Первые два источника используют международные стандарты разграфки и номенклатуры, что обеспечивает очень точную привязку к поверхности Земли каждого электронного (бумажного) листа. Для использования карт ГШ МО РФ требуется разрешение Роскартографии и других ведомств.

Разграфка — это формализованные стандартные правила «раскроя» поверхности Земли на листы масштаба 1:1 000 000 (в 1 см 10 км) и меньших масштабов, например 1:25 000 (в 1 см 250 м): по параллелям с привязкой к экватору и полюсам Земли и по меридианам — с привязкой к Гринвичскому «нулевому» меридиану.

Номенклатура — это стандартный алгоритм идентификации (именования) листов, полученных в результате стандартного раскроя поверхности Земли. По координатам точки однозначно вычисляется идентификатор листа конкретного масштаба, на котором эта точка находится.

2. МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ

Система должна обладать следующими свойствами. *Память системы* предназначена для запоминания информации о последних маршрутах. При выполнении очередной итерации эта память содержит информацию об уже посещённых пунктах. *Положительная обратная связь* предназначена для «консервирования» удачных маршрутов. *Отрицательная обратная связь* работает иначе. Если последнее удачное решение, улучшившее маршрут, имеет номер i , а на следующей итерации более удачное решение не получено, то приоритет решения i уменьшается и используется «законсервиро-

ванный» маршрут, но коэффициент усиления по отрицательной обратной связи увеличивается, и начинаются случайные попытки поиска новых отрезков пути и их продолжений при достижении каждого пункта. Через конечное число итераций приоритет последнего решения станет нулевым, а поиск уже будет постоянным, и так до тех пор, пока либо не будет найдено более удачное решение, либо процесс поиска не будет принудительно остановлен.

В системе есть три регулятора, управляемых ЛПР: коэффициенты усиления в контурах положительной и отрицательной обратных связей и срок хранения в положительном состоянии приоритета последнего удачного решения. Типичным природным аналогом рассмотренной гипотетической системы (но не более чем!) является муравьиная колония [2]. Этот аналог впервые использовал Марко Дориго, Бельгия (более 200 работ за 20 лет по муравьиным и генетическим алгоритмам). Муравей — насекомое, не имеющее развитой центральной нервной системы. Но муравьиная колония коллективно «вполне разумна» с позиций искусственного интеллекта. Память муравьёв основана на феромонах — летучих нано-веществах. Обнаружено более 20 видов феромонов, с помощью которых муравьи ещё и «общаются». В своих алгоритмах М. Дориго использовал свойства *феромона пищи*.

3. «МУРАВЬИНЫЙ» АЛГОРИТМ ПОИСКА И РАЗМЕЖЕВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ (ФЕРОМОН ОПАСНОСТИ)

Этот авторский алгоритм [1] основан на следующих предпосылках. Допустим, что в пунктах $A_{\text{старт}}$ и $A_{\text{финиш}}$ находятся две муравьиные колонии (условно обозначим эти колонии и муравьёв из колоний как Ant_1 и Ant_2), которые должны решить следующую задачу: всю территорию нужно поделить на две зоны ответственности, чтобы:

– между зонами можно было демаркировать условную границу;

– в процессе размежевания муравьи из разных колоний держатся дальше друг от друга под воздействием феромона опасности;

– внутри каждой зоны во время итерации строится субоптимальный маршрут;

– прокладка маршрута проходит в виртуальном абсолютном времени;

– только в конце каждой итерации представители разных колоний оказываются ближе всего друг к другу (до этого они стараются держаться подальше друг от друга);

– для простоты полагаем, что гнёзда метят феромоном опасности — как бы «запирают» для последующего освоения колонией, из которой вышел муравей-«землемер»;

– муравей, находящийся в движении к очередному пункту, чтобы включить его в состав своей зоны, не может планировать наперёд посещение другого пункта, так как другой муравей тоже находится в движении и может раньше и спланировать, и занять его, а конфликты запрещены феромоном опасности.

При этом задача коммивояжера может быть сведена к минимаксной игровой задаче двух партнеров, оптимизация решения которой достигается за счет выбора ближайшего пункта с максимальной вероятностью принадлежности к своей зоне ответственности. Если определить множество Ω, уменьшающееся после каждой итерации на один элемент, как набор нераспределённых пунктов, не принадлежащих ни к одной зоне, то условие выбора можно записать так:

$$\max_{\substack{k \in \Omega \\ \{i,j\} \notin \Omega}} \left\{ p_{ik} = 1 - \frac{d_{ik}}{d_{ik} + d_{kj}} \right\},$$

где k, i, j — пункты; p_{ik} — «мгновенный» вес пункта; d_{ik} и d_{kj} — трудоёмкости попадания муравьёв в k.

4. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ

Функциональная схема модели в системе графических обозначений Actor Pilgrim [3] представлена на рис. 1.

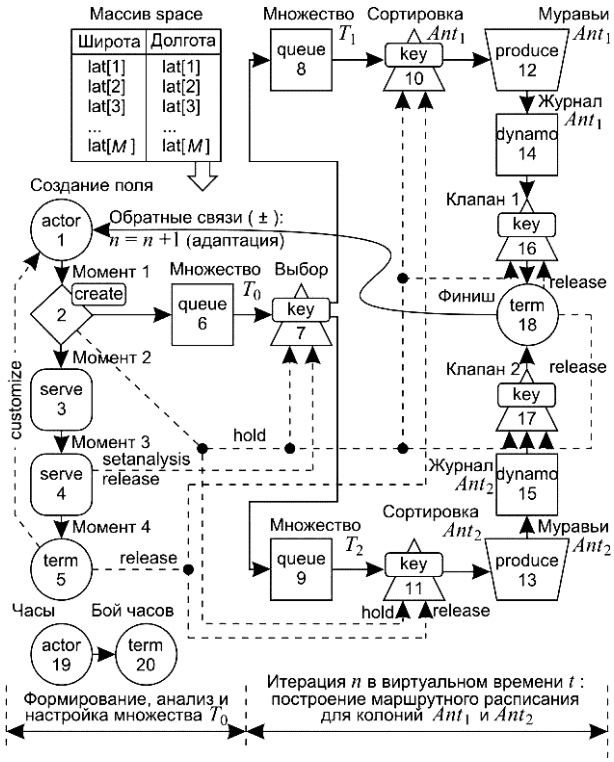


Рис. 1. Имитационная модель работы адаптивной системы «Муравьиная колония»

Особенностью модели [1] является наличие памяти, состоящей из:

1) «массива space» — массива пунктов (фактически, это маршрутное расписание с заданным порядком, но неизвестными временами);

2) «журналов Ant_1 и Ant_2» — узлов типа dynamo, динамических очередей, выполняющих функции маршрутного журнала муравьёв-«землемеров» Ant_1 и Ant_2 . При подготовке очередной итерации функция *setanalysis* разыгрывает минимаксную игровую задачу двух партнеров. Адаптация осуществляется после завершения итерации переформированием «массива space», используя «журналы Ant_1 и Ant_2».

Если отрицательная обратная связь не работает, то поиска не будет.

На рис. 2 представлен вариант решения конкретной задачи, полученный после третьей итерации. При наличии такой модели остаётся только спланировать эксперимент [4], выбрать и ввести в оболочку Actor Pilgrim необходимые карты.

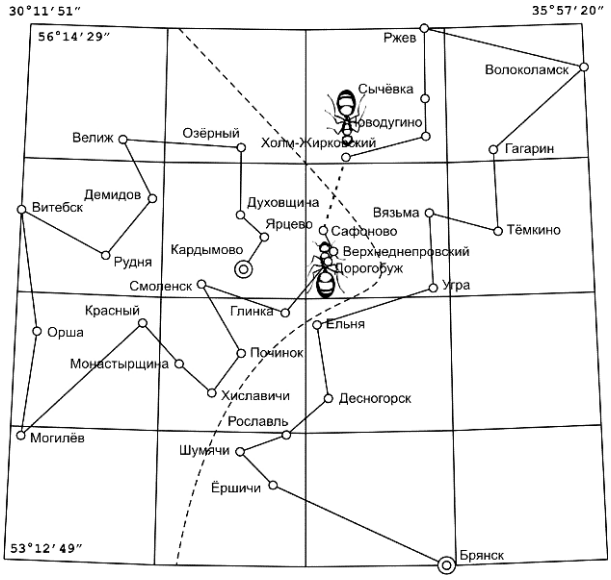


Рис. 2. Решение задачи размежевания: 1) найден оптимальный путь; 2) территория поделена на зоны

5. ПРОГРАММНАЯ ПРИВЯЗКА РАСТРОВОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ К ГЕОГРАФИЧЕСКИМ КООРДИНАТАМ ЗЕМЛИ В ACTOR PILGRIM

Авторы имели многолетний опыт работы с платформами Environmental Systems Research Institute — ESRI, США (начинали с ArcView, затем ArcInfo и ArcGIS). Имелся и опыт работы с платформой MapInfo Professional. Принципиальных трудностей стыковки оболочки моделей Actor Pilgrim нет: она программно-предусмотрена. Однако есть две технологические трудности [1].

Первая. В 100 % случаев задания на разработку новых Pilgrim-моделей были связаны с территориями, для которых исторически не было крупномасштабной топографической информации ни в одной базе. Возникала необходимость, во-первых, получения её (что организационно непросто) и, во-вторых, поддержки технологической линии ввода этой информации послойно в соответствующую базу. В лучшем случае новая информация — электронный растр, в худшем — крупномасштабные топографические бумажные карты или старые, но точные кальки из специальных хранилищ. Технология, реализованная для ввода ГЕО-информации в оболочку Actor Pilgrim, сократила время подключения моделей для доступа к отсутствующей информации с недели до десятков минут (в пределах часа). Ввод новой информации в базы одной их вышеуказанных платформ проводился, но по факту — уже после проведения модельных экспериментов и принятия на их основе решений.

Вторая. Использование вышеуказанных платформ для индикации в конкретных моделях во время их выполнения потребовало бы, кроме создания самих программных моделей, программировать соответствующие приложения средствами этих платформ (практически для каждой модели — своё приложение).

6. МЕТОДИКА ПРИВЯЗКИ НОВОЙ КАРТЫ ПО ЭТАЛОННЫМ ТОЧКАМ

Рассмотрим растровую карту (электронный лист) — точную карту, соответствующую международным правилам нанесения информации, выполненную в нормальной конической проекции, на которой есть как минимум две точки A_1 и A_2, координаты которых известны с очень высокой точностью: например, это могут быть точки пересечения основных параллелей и меридианов (рис. 3).

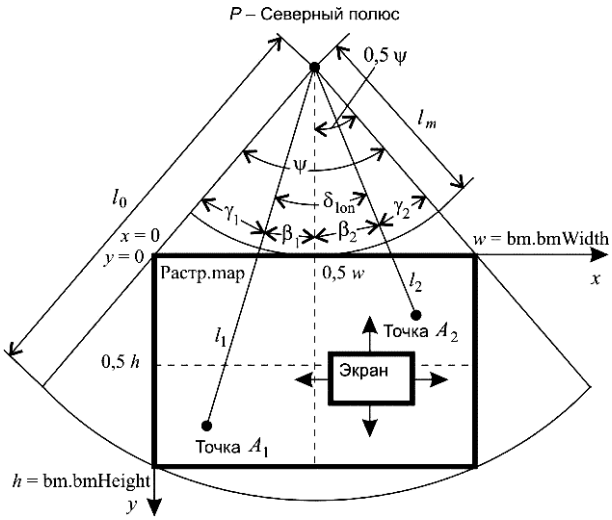


Рис. 3. Схема привязки электронной растровой карты

На рис. 3 используются обозначения:

а) углы нормальной конической развёртки электронного листа (в радианах): ψ — угол между меридианами, окаймляющими электронный лист; δ_{lon} — угол между меридианами, проходящими через эталонные точки A_1 и A_2; γ_1 — угол между западным окаймляющим меридианом и меридианом A_1; β_1 — угол между меридианом A_1 и серединным (вертикальным) меридианом листа; γ_2 — угол между восточным окаймляющим меридианом и меридианом A_2; β_2 — угол между меридианом A_2 и серединным (вертикальным) меридианом листа;

б) расстояния (внутри компьютера пересчитываются в рабочие единицы-пиксели): h и w — высота и ширина электронного листа; l_0 и l_m — соответственно расстояния от Северного полюса до нижней и верхней параллелей, окаймляющих электронный лист; l_1 и l_2 — соответственно расстояния от Северного полюса до точек A_1 и A_2; x и y — рабочие координаты (в расчётах используется развёртка bitmap).

Авторская методика (математическое и программное обеспечение [5]) использует особый математический аппарат — сферическую тригонометрию Феодосия Николаевича Красовского [6]. Основные этапы этой методики перечислены ниже (*см. обозначения* на рис. 3):

1. *Определение угла* ψ между крайними меридианами, используя референц-эллипсоид с радиусами: 6 378 245,000 м — экваториальный; 6 356 863,019 м — полярный.

2. *Привязка карты по долготе.*

3. *Привязка карты по широте.*

4. *Определение географических координат точек на карте*, необходимых для последующих измерений и формирования растровых образов.

*Замечание***.** Математический аппарат, используемый в данной методике, обеспечивает точность расчётов расстояний по поверхности эллипсоида и высот (впадин) от поверхности эллипсоида в пределах 0,001 м, что существенно превышает точность используемых в России крупномасштабных топографических карт (до 1:25000), карт Google, а также разрешающие возможности экрана компьютера и мыши. Основной источник погрешностей — используемые основы топографической информации.

На рис. 4 показан интерактивный процесс измерений на территории г. Смоленска при использовании крупномасштабной топографической основы в учебном имитационном эксперименте.

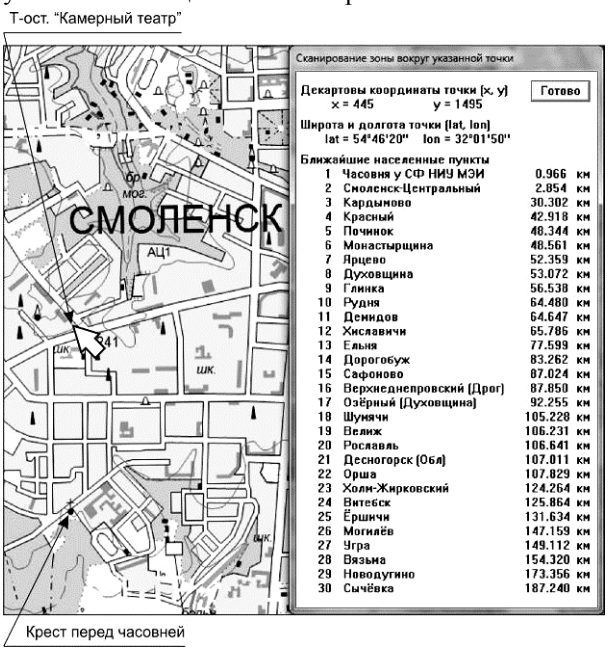


Рис. 4. Измерения расстояний в центре Смоленска (электронный источник: ГГЦ-карта 1:25000)

Рассмотренные методы использовались при решении конкретных экономических задач, в которых потребовались совместные исследования временной, пространственной и финансовой динамики в Московском регионе. В таких задачах предпочтение отдается специализированному пакету имитационного моделирования Actor Pilgrim [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Без точного представления пространства в компьютерной модели в рамках точности топографических карт невозможно обеспечить точность результатов имитационного моделирования экономических и иных процессов в регионе, хотя бы в пределах относительных погрешностей используемых карт. Компьютерное представление региона строится на математической основе, элементами которой на карте являются координатные сетки, масштаб и геометрическая проекция развёртки.

2. Динамический муравьиный алгоритм «размежевания территории» для минимизации маршрутов при наличии существенных ограничений обладает более быстрой сходимостью по сравнению с ранее известными муравьиными алгоритмами. Однако он имеет общий для подобных эвристических алгоритмов недостаток: при достижении конечного варианта маршрута нет возможности доказать, построен ли кратчайший путь.

3. Растровые карты очень нужны, но только для съёма информации на этапе планирования эксперимента, когда на основе топографической информации с помощью программных средств оболочки Actor Pilgrim в модели создаются векторные образы пространства (точки, линии, геометрические фигуры), элементы которых участвуют в модельных расчётах после съёма всей необходимой информации с крупномасштабных растровых карт. Во время выполнения модели растровые карты используются только для индикации (либо не используются).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов А.А., Емельянова Н.З. Технология работ с топографической информацией в имитационных моделях Actor Pilgrim // Прикладная информатика. 2013. № 4 (46). С. 65—91.

2. Dorigo M., Birattari M., Stützle T. Ant Colony Optimization: Artificial Ants as a Computational Intelligence Technique // IEEE Computational Intelligence Magazine. 2006. № 1 (4). P. 28—39.

3. Емельянов А.А. Концепция и возможности акторно-ориентированной системы имитационного моделирования Actor Pilgrim: Часть I // Прикладная информатика. 2012. № 6 (42). С. 49—66; Часть II // Прикладная информатика. 2013. № 1 (43). С. 41—53.

4. Емельянов А.А. Планирование экстремальных экспериментов с имитационными моделями // Прикладная информатика. 2013. № 3 (45). С. 76—90.

5. Компьютерная имитация экономических процессов / Под ред. А.А. Емельянова. — М.: Маркет ДС, 2010. — 464 с.

6. Красовский Ф.Н. Избранные сочинения. Том 1. — М.: Геодезиздат, 1953. — 374 с.

7. Национальное общество имитационного моделирования России — начало пути: Интервью Р.М. Юсупова, члена-корреспондента РАН, директора СПИИ РАН // CAD/CAM/CAE Observer (Latvija, Rīga). 2012. № 2 (70). С. 10—18.

А.П. Еремеев, П.А. Бутырин, П.Р. Варшавский, Р.В. Алехин
eremeev@appmat.ru, ButyrinPA@mpei.ru, VarshavskyPR@mpei.ru, r.alekhin@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ WIKI НА ПРИМЕРЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена вопросам, связанным с разработкой компьютерных средств обучения и, в частности, электронных библиотек и баз знаний по различным предметным областям и научным дисциплинам. Основное внимание в работе уделено разработке базы знаний по электротехнике с использованием активно развивающейся и популярной сегодня Internet-технологии wiki.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование компьютерных средств обучения (КСО) тесно связано с активным развитием Internet и Web технологий, технологий дистанционного обучения [1] и разработкой современных электронных библиотек, корпоративных и частных баз знаний (БЗ).

Использование КСО играет важную роль в процессе обучения и положительно влияет на его показатели (качество, время изучения, наглядность и др.).

Одной из актуальных задач, связанных с созданием и использованием КСО, является разработка компьютерных (электронных) БЗ по различным областям знаний [2]. Данной проблематикой активно занимаются крупные компании и консорциумы, разрабатывая корпоративные БЗ, а также научно-исследовательские организации и учебные учреждения (университеты, институты и др.), создавая БЗ по различным предметным областям, а также базы и хранилища общих знаний.

В данной работе рассматриваются различные аспекты, связанные с разработкой электронных библиотек и БЗ на примере реализации БЗ по теоретическим основам электротехники (ТОЭ) для использования в учебно-научном процессе кафедры ТОЭ НИУ «МЭИ».

Для реализации электронной БЗ была выбрана перспективная Internet технология wiki [3].

1. ЗАДАЧА СОЗДАНИЯ БЗ ПО ТОЭ

Дисциплина ТОЭ дает базу профессионального языка, фундаментальные знания, общую методологию решения исследовательских задач для студентов всех специальностей, обучающихся по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника». Эта дисциплина формирует также подвижную диспозицию социокультурных, исторических, культурологических, философских, социологических сведений, связанных с этим направлением. Таким образом, ТОЭ — базовая и одновременно самая сложная, объемная и многоплановая дисциплина в данном направлении подготовки. В этой связи задача обеспечения хорошего гештальта (целостного видения, восприятия) знаний по ТОЭ с возможностью эффективного их самостоятельного освоения и непрерывного пополнения чрезвычайно важна. Задача создания БЗ по ТОЭ как эффективного, современного образовательного ресурса впервые была заявлена на открытом международном конгрессе UIE [4]. В основу решения этой задачи может быть положено создание БЗ по ТОЭ, обеспечивающей реализацию перечисленных положений. КСО, Internet и Web-технологии дают технологическую основу создания подобной БЗ. А новый габитус (стиль жизни), порожденный гаджетно-планшетной революцией, определяет и ментально-поведенческую предрасположенность студентов, а вместе с ними инженеров и научных работников к восприятию этой БЗ в качестве основного хранилища знаний по ТОЭ и эффективного образовательного инструмента их освоения и пополнения.

2. ТЕХНОЛОГИЯ WIKI

Термин wiki («вики») впервые был использован в 1995 году Уордом Каннингемом, разработчиком первой wiki-системы WikiWikiWeb «Портлендского хранилища образцов» программного кода. Каннингем заимствовал слово гавайского языка, означающее «быстрый», а позже этому слову был придуман английский бэкроним «What I Know Is…» («то, что я знаю, это…»).

Wiki — открытая технология Internet, основополагающий принцип которой заключается в том, что любой посетитель wiki-ресурса может самостоятельно изменять его структуру и содержимое с помощью инструментов, предоставляемых таким ресурсом.

Технология wiki лежит в основе многих проектов Фонда Викимедиа (Wikimedia Foundation, Inc.), например, интернет-энциклопедия Wikipedia, Wikiversity, web-сайт для коллективного написания учебной литературы Wikibooks и др. [5], научных ресурсов (MachineLearning.ru, Scholarpedia и др.), а также в основе корпоративных и частных БЗ.

Технология wiki характеризуется следующими основными признаками:

- совместная работа и контроль версий;
- язык wiki-разметки;
- использование гипертекста.

Технология wiki позволяет любому участнику сообщества вносить изменения в содержимое ресурса (сайта), однако необходимо заметить, что над одним документом в конкретный момент времени может работать только один редактор. Также важной составляющей совместной работы над содержимым является контроль версий. Wiki-системы позволяют сравнивать разные версии документа, отслеживать вносимые правки, обсуждать изменения, предлагать или отклонять новые материалы, восстанавливать предыдущие версии документа.

Wiki обладает сравнительно простым языком разметки для форматирования текста документов. Например, чтобы объединить несколько строк в маркированный список необходимо поставить символ * в начале каждой строки.

Важной особенностью wiki-систем являются правила построения связей между гипертекстовыми документами. В отличие от традиционного гипертекста, для обращения к документу на wiki- ресурсе достаточно указать его название, которое совпадает с заголовком документа. Это облегчает как создание ссылок между существующими документами, так и создание новых документов. Если пользователь запрашивает несуществующий документ, тогда система предлагает создать документ с таким именем.

3. СЕМАНТИЧЕСКИЙ WIKI

Несмотря на все преимущества, традиционные wiki-системы имеют ряд недостатков, которые проявляются при увеличении БЗ. Среди проблем классических wiki-систем можно выделить неупорядоченность информации и невозможность структурирования, что может привести к сложности поиска и извлечения знаний и необходимости идентификации дублируемых данных, а также выявления противоречий. Семантический wiki может помочь в решении указанных проблем.

Семантический wiki — web-приложение, использующее машинообрабатываемые данные со строго определенной семантикой для того, чтобы расширить функциональность wiki-системы. Семантический wiki позволяет указывать тип ссылок между статьями, тип данных внутри статей, а также информацию о страницах. Принято выделять следующие отличительные особенности семантических wiki-систем:

– семантические аннотации (например, для указания типа связей ссылок между статьями);

– контекстное представление данных (например, отображение схожих по тематике статей, контекстно-зависимые ссылки);

– поддержка стандартов Semantic Web, поддержка форматов RDF, OWL, языка запросов SPARQL;

– семантический поиск на основе запросов;

– поддержка логического вывода.

Реализации семантических wiki-систем можно разделить по способу хранения метаданных на два типа. Первый тип (Semantic MediaWiki и др.) подразумевает включение семантических аннотаций прямо в текст страницы с помощью расширенной wiki-разметки, в системах второго типа (OntoWiki и др.) структурированные данные хранятся отдельно и вносятся с помощью специального интерфейса ввода.

4. РЕАЛИЗАЦИЯ WIKI-СИСТЕМ

Существует целый ряд свободно распространяемых реализаций wiki-систем. Различаются они синтаксисом редактирования, набором плагинов, поддержкой языков и технологиями, на основе которых созданы.

Наиболее распространенными являются MediaWiki, DokuWiki, OpenWiki и др. Для данной работы был выбран wiki-движок MediaWiki, так как MediaWiki позволяет работать с русским языком, активно поддерживается Фондом Викимедиа и имеет большой потенциал расширения базовой функциональности за счет обширной библиотеки плагинов.

MediaWiki — программный механизм для web-сайтов, работающих по технологии wiki [6]. Этот мощный wiki-движок был написан специально для Wikipedia. MediaWiki является свободно распространяемой программой и предоставляется на условиях общественной лицензии GNU. MediaWiki написан на PHP и для хранения данных использует реляционную базу данных (по умолчанию использует MySql).

MediaWiki реализует отображение wiki-документов, предоставляет интерфейс работы с базой страниц, гибкое разграничение прав доступа и ролей пользователей посредством ACL (Access Control List — список контроля доступа), возможность обработки текста как в собственном формате wiki-разметки, так и в форматах HTML и TeX, возможность загрузки и работы с медиафайлами, средства полнотекстового поиска и поиска по ключевым словам, средства для обмена сообщениями, поддержку множества языков и др. Гибкая система расширений позволяет пользователям добавлять собственные новые возможности и программные интерфейсы.

Semantic MediaWiki — расширение для MediaWiki, позволяющее пользователям добавлять семантические аннотации к wiki-страницам, превращая MediaWiki в семантический wiki [7].

В основе Semantic MediaWiki расширенная новыми элементами wiki-разметка, которая позволяет воспользоваться преимуществами семантических wiki-систем.

Семантические аннотации в Semantic MediaWiki реализуются с помощью так называемых семантических свойств. Семантическое свойство имеет

название, тип и значение, а также специальную страницу с информацией об этом свойстве. Поддерживается экспорт в формат RDF и OWL. Для запросов используется язык SMW-QL, который позволяет фильтровать результаты поиска по заданным критериям.

Wiki-движок MediaWiki по умолчанию поддерживает целый ряд форматов графических файлов: .jpg, .png и .gif, который, в частности, поддерживает анимацию. Синтаксис для отображения изображений упрощен по сравнению со стандартными возможностями HTML. Для добавления картинки достаточно указать имя файла в двойных квадратных скобках — [[File:имя файла.расширение]]. Кроме того, есть возможность управлять отображением, используя необязательные параметры, такие как размер, формат, выравнивание и др. Другие популярные форматы графических файлов, такие как .svg и .tiff требуют установки дополнительных модулей и настроек. Для каждого файла предусмотрена отдельная страница (пример приведен на рис. 1), на которой представлены основные свойства файла, история изменения, а также информация об использовании файла на страницах wiki-системы.

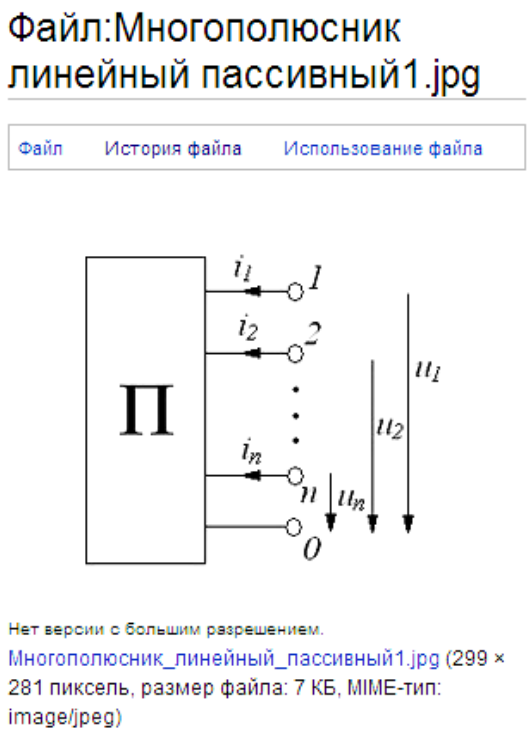


Рис. 1. Фрагмент страницы графического файла

Есть несколько подходов к отображению математических формул в wiki-проектах, использующих движок MediaWiki. По умолчанию, MediaWIki поддерживает встраиваемые математические формулы, использующие TeX. Чтобы включить поддержку таких формул, понадобится установить texvc, которая включена в дистрибутив MediaWiki. Для отображения формул потребуется заключить LaTeX-формулу в тэги math. Для отображения формул также существует возможность использовать внешние сервисы (codecogs.com и др.), генерирующие изображения из LaTeX-формул. Такой подход позволяет разгрузить собственный сервер и используется, когда нет возможности установки расширений, таких как texvc. Еще одним подходом к представлению формул являются решения, использующие JavaScript (MathJax и др.). Эти расширения просты в установке, не нагружают web-сервер и поддерживают больше форматов для записи математических формул (например, MathML). Но такие расширения требуют установки JavaScript на клиентской машине и генерируют изображения формул «на лету», что может сказаться на производительности системы в целом. Для реализации поддержки формул был выбран последний подход, использующий стороннюю JavaScript библиотеку MathJax. Формулы записываются с помощью Tex, например уравнение Ван дер Поля будет иметь вид \frac{{{\text{d}}^{2}}x}{\text{d}{{\tau}^{2}}}-\varepsilon(1-{{x}^{2}})\frac{\text{d}x}{\text{d}\tau}x=0. После преобразования с помощью MathJax в HTML/CSS формат формула примет представленный на рис. 2 вид.

$$\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}\tau^2} - \varepsilon(1 - x^2)\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + x = 0$$

Рис. 2. Пример представления формул

5. О РЕАЛИЗАЦИИ БЗ ПО ТОЭ

Структурирование знания по ТОЭ целесообразно представить в виде семантической сети, главным блоком которой является блок базисных категорий <язык ТОЭ; материальные объекты; явления, эффекты и процессы; законы; уравнения; задачи; методы…>. Каждая из этих категорий представляет собой некоторую *онтологию* — семантическую сеть специального типа, элементы которой содержат упорядоченное описание определенных базисных понятий. Так фрагмент онтологии некоторых блоков языка ТОЭ <определение → алфавит → словарь основных понятий → физические величины в электротехнике и их единицы (рис. 3) → кратные и дольные единицы физических величин → знаковые обозначения (рис. 4) → часто используемые буквенные сокращения (акронимы) → латинский и греческий алфавит>.

Также представляются в виде онтологии и другие структуры, например, словарь основных понятий (рис. 5), реализованный в ГОСТ Р52003-2003.

Базисное понятие языка ТОЭ фиксирует содержание блока базисных категорий, так как «границы моего языка определяют границы моего мира» (Л. Витгенштейн). Блок базисных категорий содержит канонические недоступные редактированию и пополнению пользователем знания. Он надстраивается знаниями, доступными корректировке. Это прежде всего знания, выходящие за рамки базисных понятий и категорий, в том числе знания по

Физические величины

Физические величины, используемые в электротехнике и их единицы (по ГОСТ 8.417-81 «ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН»)

Содержание [убрать]

1 Основные единицы СИ (международной системы единиц)
2 Дополнительные единицы СИ
3 Производные единицы СИ, используемые в электротехнике
4 Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, используемые в электротехнике

Основные единицы СИ (международной системы единиц) [править]

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			Международное	Русское
Длина	L	Метр	m	м
Масса	M	Килограмм	kg	кг
Время	T	секунда	s	с
Сила электрического тока	I	ампер	A	А
Термодинамическая температура	θ	кельвин	K	К
Количество вещества	N	моль	mol	моль

Рис. 3. Фрагмент страницы «Физические величины»

Знаковые обозначения

- соединение звездой выводов фаз элементов трехфазных цепей (обозначается также латинской буквой Y или русской буквой У)

- соединение треугольником выводов фаз элементов трехфазных цепей

- короткое замыкание узлов электрических цепей

Рис. 4. Знаковые обозначения

Словарь основных понятий

Содержание [убрать]

1 Основные понятия в области электромагнитных явлений
2 Понятия, относящиеся к электрическому току
3 Понятия, относящиеся к электрическим и магнитным свойствам сред
4 Общие понятия, относящиеся к электрическим и магнитным цепям
5 Понятия, относящиеся к топологии электрических цепей
6 Полный алфавитный список основных электротехнических понятий по ГОСТ Р 52002-2003:
7 Источник

Основные понятия в области электромагнитных явлений [править]

Рис. 5. Фрагмент страницы «Основные понятия»

теоретической электротехнике – научной дисциплине (специальность 05.09.05), надстраиваемой над учебной дисциплиной ТОЭ, и знания по социокультурным аспектам электротехники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день КСО, Internet и Web технологии являются неотъемлемой частью инженерного образования и основным инструментом разработки систем дистанционного обучения. Указанные средства и технологии активно применяются при реализации современных электронных библиотек, корпоративных и частных БЗ. В работе основное внимание уделено описанию возможностей и особенностей Internet технологии wiki для разработки КСО и рассмотрен пример разработки электронной БЗ по ТОЭ для использования в учебно-научном процессе кафедры ТОЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Еремеев А.П., Куриленко И.Е.** Модернизация образовательного процесса с помощью современных сетевых технологий и виртуализации ресурсов. Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО-2012, 10-11 апреля 2012 г. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 43-46.

2. **Башмаков А.И., Башмаков И.А.** Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. — М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 2003.

3. **http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki**

4. **Butyrin P.A.** GRADUATE ELECTRICAL ENGINEERING EDUCATION IN RUSSIA. XVII Congress International Union for Electricity Applications (UIE), 2012, 21-25 May, St.Peterburg, pp. 13-14.

5. **http://wikimediafoundation.org/**

6. **http://www.mediawiki.org/**

7. **http://semantic-mediawiki.org/**

А.П. Еремеев, И.Е. Куриленко
eremeev@appmat.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются возможности применения перспективных информационных технологий и средств виртуализации в учебном процессе технического университета.

ВВЕДЕНИЕ

В современном образовательном процессе растет потребность в организации широкого и упрощенного доступа к образовательным услугам (ресурсам). Эту потребность можно удовлетворить за счет внедрения новых и перспективных технологий, в том числе описанных авторами в работах [1, 2]. Данная статья является развитием этих работ.

Темпы появления новых платформ, постоянное усложнение создаваемых программных систем и результирующий рост возможностей информационно-коммуникационных технологий позволяет реализовать ряд преимуществ в образовательном процессе, таких как: способность передачи информации в различной форме (текст, графика, аудио, видео, анимация и т.д.); высокая доступность современной информации по любой тематике; минимизация ошибок в передаче информации; виртуализация ресурсов. Дистанционное обучение с применением сетевых технологий дает большие возможности по построению удобного графика обучения, снимает ограничения на места нахождения обучаемых и преподавателей, обеспечивает доступ к информации и ресурсам, позволяет синхронизировать данные и т.д.

Рассмотрим преимущества, которых можно добиться, организовав интерактивную среду виртуального университета на базе применения таких современных технологий, как мультиагентные системы, системы накопления и модификации знаний, системы электронного тестирования, системы виртуализации.

В общем случае, интерактивное обучение предполагает организацию удаленного взаимодействия учащихся и преподавателей. При этом преподаватель может быть как человеком, так и интеллектуальной программой (агентом), частично или полностью подменяющей человека. Кроме преподавателя и ученика такая среда обучения включает компьютерные инструменты, которые используются обучаемым — программы для обучения, инструменты для связи и набор материалов для изучения. Отметим, что среда не должна рассматриваться в отрыве от процесса совершенствования образовательных ресурсов в результате активности преподавателей и их взаимодействия друг с другом.

В рамках данной работы рассматривается возможность построения интерактивной распределенной интеллектуальной образовательной среды на базе следующих компонент: мультиагентной системы для координации взаимодействия обучаемых и преподавателей; среды накопления и модификации знаний для организации процесса разработки и совершенствования электронных образовательных ресурсов; среды виртуальных лабораторий и интерактивного информационного портала.

1. СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК

Важной задачей интеллектуальной образовательной среды является накопление и управление знаниями [3]. Одним из подходов к управлению знаниями является взаимное обучение участников, направленное на непрерывное обновление знаний. Таким образом, актуальной задачей является создание платформы для распределенных команд преподавателей, позволяющей коллективно накапливать и управлять знаниями в различных областях. Подобная система накопления и управления знаниями (СНУЗ) могла бы играть роль единой информационной среды для построения устойчивой системы коммуникаций между различными научными школами.

В настоящий момент все большую актуальность приобретают электронные информационные ресурсы, такие как: информационные площадки, электронные энциклопедии, электронные библиотеки и т.д. [4]. В то же время многие известные системы ориентированы в первую очередь на распространение знаний, а не на их накопление и модификацию. В результате возникает нехватка современных систем, направленных на поддержку процесса исследований и разработки учебных курсов в динамике и основанных на формальной модели представления знаний.

Перечислим основные задачи, решаемые СНУЗ: представление и хранение знаний на базе выбранной формальной модели; обмен знаниями между исследователями или группами преподавателей; накопление и передача знаний; повышение эффективности использования знаний; предотвращение потери знаний при смене поколений преподавателей или переходе специалистов в другую организацию; поддержка версионности знаний; экономия

времени при подготовке сотрудников со слабой квалификацией или молодых сотрудников.

В целях обеспечения широты применения СНУЗ должна разрабатываться в достаточной степени независимой от области исследований. В тоже время, система должна быть понятна для непрофессионала в области информационных технологий (ИТ). С учетом того, что система должна поддерживать возможность работы в сети Интернет, она должна предоставлять собой гипертекстовую среду, содержащую знания, коллективно используемые различными коллективами авторов. Таким образом, естественно реализовать искомую систему как логическое развитие Wiki-подобных систем, являющихся гипертекстовыми системами для сбора и структурирования письменных сведений.

Приведем основные характеристики Wiki-систем [4]:

– возможность многократно править текст посредством самой Wiki-системы (обычно, представляющейся для пользователя в виде интернет-ресурса) без применения особых приспособлений на стороне редактора. Однако требуется знание особого языка разметки, который позволяет размечать в тексте структурные элементы и гиперссылки;

– форматировать и оформлять отдельные элементы;

– учёт изменений (версий) страниц: возможность сравнения редакций и восстановления данных;

– проявление изменений сразу после их внесения;

– разделение содержимого на именованные страницы;

– множество авторов.

Для реализации СНУЗ необходимо дополнить Wiki-систему следующими возможностями: упрощенное редактирование страниц — для разработки и модификации страниц пользователю не требуется знать специальных языков разметки, а необходимо обладать только навыками редактирования документов; защищенность от вандализма — в случае, если редактирование страниц СНУЗ будет доступно любому желающему, то неблагонадежные пользователи могут разместить на страницах неподобающую информацию (рекламу, ссылки на нежелательные сайты и т.п.); защищенность от нежелательного проникновения — в некоторых случаях, информация в системе должна быть доступна только ограниченному числу сотрудников; наличие настраиваемой схемы оповещений об изменениях — для удобства и ускорения обмена информацией, СНУЗ может поддерживать режим оповещения о модификациях содержимого путем рассылки электронных писем; упрощенный режим редактирования формул — в отличие от традиционных Wiki-подобных систем, СНУЗ должна обладать возможностью простого дополнения страниц математическими и химическими формулами, графами и графиками; поддержка модерируемого режима изменений — позволяет усилить защиту от публикации несоответствующих или недостаточно качественных материалов; наличие средств оценки знаний и релевантности — позволяет организовать режим коллективного улучшения качества знаний в системе; наличие гибко настраиваемых средств поиска знаний — упрощает поиск материала в хранилищах данных; поддержка организации тестирования — открывает возможности как для повышения качества обучения специалистов, так и для организации на базе СНУЗ системы дистанционного обучения [5]. На уровне СНУЗ может быть также организован контроль соблюдения формальных требований: выполнения стандартов, регистрация научных работ, формирования отчетов и др.

Так как веб-обучение имеет распределенный характер, то его можно улучшить за счет внедрения мультиагентных технологий [6—8]. Интеллектуальные программные агенты имеют большой потенциал для снижения информационной нагрузки на обучаемого, для автоматизации выполнения трудных задач для учащихся и преподавателей. Предлагается включить в состав СНУЗ средства для обеспечения помощи участникам образовательного процесса в реальном времени. Такая система «интеллектуальных помощников» позволяет участникам процесса обучения делиться своими знаниями и обмениваться информацией друг с другом.

Система интеллектуальных помощников может быть построена на основе полностью децентрализованной архитектуры. Одной из главных задач этой системы является планирование взаимодействий участников обучения, которая может рассматриваться как задача планирования встреч [6], специфика которой заключается в том, что расписание всегда составляется в контексте уже существующих назначений каждого из участников планируемой встречи. Использование этой информации централизованным образом в форме базы данных (БД) исключается, поскольку, как правило, эта информация носит личный характер. Таким образом, информация, которую нужно использовать в процессе планирования встреч, носит существенно распределенный характер и лишь ограниченно доступна каждому из участников.

При данном подходе каждый участник предстоящей встречи представляется в процессе планирования своим агентом, который имеет всю необходимую информацию о своем клиенте и лишь некоторую — о других участниках встречи. Стратегия поиска решения в этом случае предполагает использование переговоров для поиска глобально согласованного решения. При этом, хотя агенты остаются равноправными участниками переговоров, каждому из них по специальному алгоритму назначается определенная роль, причем роли агентов могут динамически меняться. Переговоры продолжаются до того момента, когда будет найдено либо согласованное решение, либо встреча будет

организована в ограниченном составе, либо она будет вообще отменена [6].

Помимо системы «интеллектуальных» помощников среда виртуального университета (лаборатории) должна содержать компоненты общественной дискуссии и обсуждения. В общественных форумах участники могут задавать вопросы, обсуждать проблемы, представляющие общий интерес, отвечать на вопросы, опубликованные другими, читать объяснения и находить подходящие объявления, понятия и т.д. Все участники принимают одну и ту же информацию, включая вопросы и ответы в рамках разных форумов. Каждый вопрос или ответ при этом сохраняется в базе данных СНУЗ. Информация об активности пользователей в общественных обсуждениях (например, когда пользователь читал конкретные сообщения или писал сообщения на форуме) также записывается в базе данных системы.

В частных обсуждениях разговоры конфиденциальны. Система свяжет участника с другими участниками, чтобы найти коллег, которые больше подходят для оказания помощи в реальном времени. Каждый участник имеет личного агента, который действует от имени пользователя для управления размещением и получением помощи. Взаимодействие между человеком и агентом описывается следующими категориями: делегирование задач и авторизация; действие и реагирование агента; обмен контекста; диалог по вопросу [6]. Например, пользователь может успешно делегировать задачу агенту, агент с помощью других агентов находит знания, необходимые для понимания конкретной задачи и предлагает в итоге способ решения.

Личные агенты предназначены для мониторинга активности пользователя, а также для оказания помощи в поиске ресурсов (как человеческих, так и электронных). Каждый личный агент имеет (строит) модель своего «хозяина», которая используется для поиска лучших вариантов при помощи переговоров с другими агентами. Поисковый агент является координатором, который облегчает поиск лучшего партнера. Такой агент поддерживает профили знаний и других характеристик всех пользователей в системе. Каждый пользователь в любое время имеет возможность изменить свои предпочтения в параметрах. Взаимодействие между пользователем и его агентом выполняется через пользовательские интерфейсы интерактивного портала [9].

2. РЕАЛИЗУЕМЫЙ ПРОТОТИП

В рамках данной работы проанализированы возможности технологий виртуализации и сетевые технологии [10—12], позволяющие реализовать в учебном процессе преимущества виртуальных образовательных ресурсов.

В НИУ «МЭИ» установлена блейд-система (IBM Blade Center) и начато ее использование в учебно-научном процессе университета. Активно внедряются прогрессивные ИТ в учебный и научный процессы, организованы и успешно функционируют Академические центры компетенции Microsoft и IBM, что позволяет использовать новейшие программные средства и технологии этих компаний. В частности, в рамках дисциплин «CASE-технологии разработки программных средств», «Современные методы ведения крупных программных проектов» и других, читаемых кафедрой прикладной математики для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная математика и информатика», студенты получают практические навыки по разработке крупных программных комплексов с применением языка UML и пакетов IBM Rational Enterprise Architect, IBM Rational Team Concert, Microsoft Visual Studio Team System. В данных курсах рассматриваются также процессы составления технического задания на разработку программного обеспечения и затрагиваются такие вопросы, как управление требованиями, качеством, разработкой. Студенты осваивают программные продукты IBM типа Rational Requisite Pro, Clear Case и др., используют систему управления задачами и заявками Atlassian Jira, систему корпоративной памяти Atlassian Confluence. На основе системы виртуализации и программного средства VMware была организована и опробована виртуальная среда для проведения лабораторных занятий по вышеназванным дисциплинам.

На рис. 1 приведена архитектура разработанного прототипа.

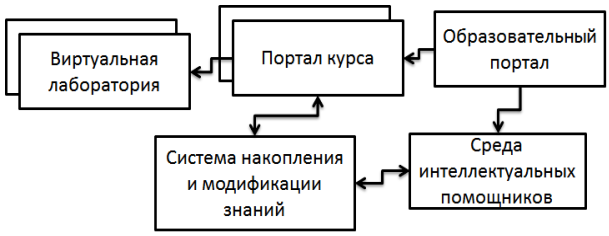


Рис. 1. Архитектура прототипа

Реализованное решение содержит следующие компоненты: образовательный портал, открывающий доступ к системе интеллектуальных помощников и порталам курсов; систему накопления и модификации знаний; порталы курсов, содержащие электронные учебные пособия, интерактивные лекции и описания лабораторных работ, средства обратной связи со студентами; виртуальные лаборатории по курсам.

Архитектура СНУЗ показана на рис. 2. Ее основным элементом является хранилище, в котором содержатся знания и данные. Предусмотрены подсистемы резервирования для лучшей защиты информации и организации поиска, средства тестирования и голосования, а также защиты. На рис. 3 показана упрощенная архитектура «интеллектуального помощника».

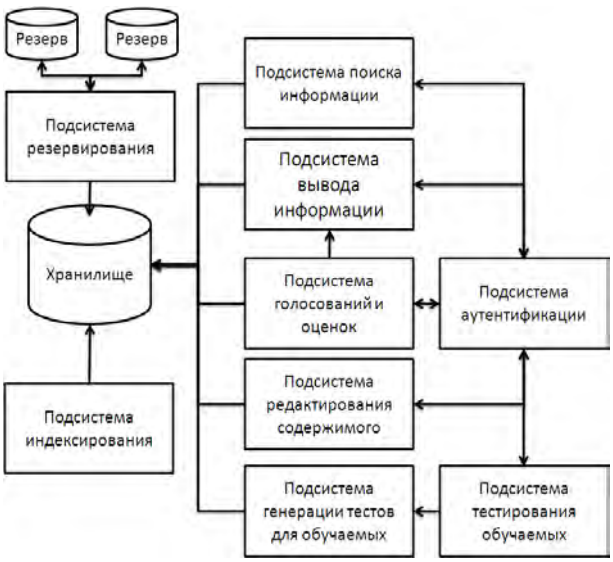


Рис. 2. Архитектура СНМЗ

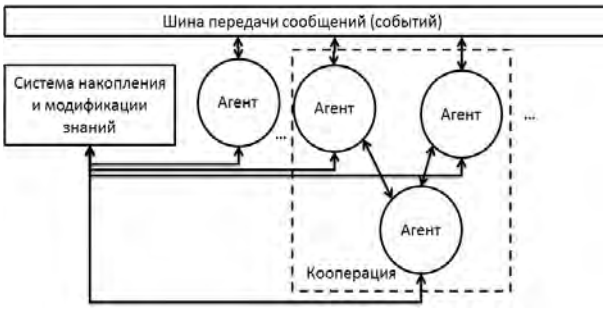


Рис. 3. Архитектура «интеллектуального помощника»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных результатов разработан научно-образовательный материал «Разработка программного обеспечения с помощью Case-технологий» и создан комплекс лабораторных заданий, выполняемых с использованием ряда современных CASE-средств (таких как Microsoft Visual Studio, IBM Rational Software Architect, IBM Rational Requisite Pro, AllFusion Process Modeler, AllFusion ErWin Data Modeler).

Современные интерактивные технологии и использование блейд-систем позволяют организовать «интернет-университет» в виде объединенного портала ВУЗа, в котором для каждого направления обучения, для каждой специальности (профиля) можно получить список курсов, содержащих электронные учебные и методические пособия, в том числе в мультимедийных форматах (например, видеозаписи лекций).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Еремеев А.П., Куриленко И.Е.** Применение технологии виртуализации в образовательном процессе // Материалы VIII международной научно-технической конференции Новые информационные технологии и менеджмент качества (NIT&QM'2011) — М.: ООО «Арт-Флэш», 2011. С.120—123.

2. **Куриленко И.Е., Еремеев А.П.** Модернизация образовательного процесса с помощью современных сетевых технологий и виртуализации ресурсов // Труды международной научно-методической конференции Информатизация инженерного образования - ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10-11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С.43—46.

3. **Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф.** Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. — СПб.: Питер, 2000.

4. **Борисов А.В., Куриленко И.Е.** О создании и учете электронной документации научного характера // Труды XVII междунар. науч.–техн. конф. «Информационные средства и технологии». Т.1. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. С. 104—109.

5. **Еремеев А.П., Малиновский В.П.** Реализация онтологического подхода в обучающей экспертной системе для подготовки менеджеров проектов // 9-ая национальная конференция по искусственному интеллекту, сб. тр. Т.2. 2004.

6. **Тарасов В.Б.** От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. — М.: Эдиториал УРСС, 2002.

7. **Городецкий В.И.** Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы применения// Новости искусственного интеллекта. 1996. №1. С.44—59.

8. **Городецкий В.И.** Теория, модели, инфраструктуры и языки спецификации командного поведения автономных агентов: Обзор. Ч.2. Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 3. С. 34—47.

9. **Куриленко И.Е., Чернов П.Л.** Организация интерактивного взаимодействия в сетевой среде. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. 76 с.

10. **Самойленко А.** Виртуализация: новый подход к построению IT-инфраструктуры // iXBT.com. 2007. URL: http://www.ixbt.com/cm/virtualization.shtml.

11. **Колесов А.** Технологии виртуализации в России // PC Week/RE. 2008. № 13 (619).

12. **Колесов А.** Виртуализация операционных систем и приложений // PC Week/RE. 2008. № 10 (616).

В.В. Зеленцов, Н.Г. Суркова, Г.А. Щеглов
zelentsov33@gmail.ru, ninasurok@yandex.ru, georg@energomen.ru
ФГБОУ ВПО Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-ГРАФИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

АННОТАЦИЯ

Представлено описание нового вида учебной деятельности — «Вычислительно-графической практики», направленной на закрепление знаний и навыков, полученных студентами при изучении основных инженерных дисциплин и ликвидации разрыва в подготовке студентов в области технологий информационной поддержки жизненного цикла. Сформулированы цели, задачи и программа практики, а также перечислены компетенции, которыми должен обладать студент после прохождения практики.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика еще недавно была одной из основных дисциплин, определявших уровень инженерной подготовки. С появлением пакетов графических программ для ПЭВМ возникла точка зрения, что черчение стало уходить на второй план. В некоторых вузах резко урезали количество часов в учебном плане, отводимое на черчение. Это в корне неверное решение.

Инженер должен знать основы машиностроительного черчения, чтобы уметь обмерить деталь и грамотно выполнить ее эскиз. Электронные чертежи проекций, выполняемые с помощью компьютера необходимо оформлять в соответствии с требованиями ЕСКД. Машина построит недостающие проекции, сделает разрезы, проставит размеры и т.п. Но для того, чтобы выполнить правильно разрез или сечение так, как вам необходимо, конструктор должен подсказать машине, в каких местах и какой разрез (сечение) машина должна выполнить. Следовательно, приступать к изучению графических пакетов можно только после освоения основ инженерной графики.

1. НЕОБХОДИМОСТЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Структура нового учебного плана кафедры «Аэрокосмические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана построена таким образом, что дисциплина «Машиностроительное черчение» разбита на две части. Собственно машиностроительное черчение (1-ый курс) и компьютерная графика (2-ой курс). Изучение компьютерной графики базируется на коммерческом пакете SolidWorks. Выполняя геометрическую модель детали в этом пакете, студент обычно начинает работу с того, что выполняет электронные эскизы элементов детали, используя при этом навыки, полученные при изучении классической графики. Однако основной упор в курсе компьютерной графики делается на создание параметризованных твердотельных электронных геометрических моделей (ЭГМ).

ЭГМ в современных информационных системах информационной поддержки жизненного цикла изделия (CALS-системах) применяется не только для автоматизации выполнения электронных чертежей и других документов ЕСКД (CAD-системы), но также является основой для построения электронных расчетных схем (ЭРС) для проведения математического моделирования условий изготовления и эксплуатации изделия (CAM, CAE-системы).

При построении ЭРС, называемом препроцессингом, на базе ЭГМ создаются новые геометрические объекты — расчетные сетки, определяющие схемы дискретизации модели на конечные элементы, контрольные объемы и пр. От качества построения сеток существенно зависит точность решения задач прочности, гидрогазодинамики и других задач инженерного анализа изделия и технологических процессов его производства. В настоящее время процесс построения качественных сеток, позволяющих решить задачу с требуемой точностью при минимальных вычислительных затратах, есть своего рода баланс между строгой теорией и искусством экспериментатора. Здесь очень важной оказывается геометрическая подготовка студентов.

К сожалению, до настоящего времени в МГТУ им. Н.Э. Баумана ряд кафедр младших курсов, дисциплины которых являются формирующими облик современного инженера, не уделяют должного внимания использованию пакетов прикладных программ, позволяющих решать математические задачи, проводить прочностные и динамические расчеты, при выполнении домашних заданий и курсовых работ. Расчетно-графические работы выполняются без использования навыков, полученных при изучении компьютерной графики. Образуется разрыв в обучении, для ликвидации которого на старших курсах приходится обучать студентов азам работы с пакетами коммерческих программ инженерного анализа. Это значительно усложняет работу со студентами на старших курсах, при курсовом проектировании и научно-исследовательской работе.

Для ликвидации указанного разрыва возникла идея проведения после 4-го семестра совместно с кафедрой инженерной графики нового вида практики студентов — «Вычислительно-графической практики». После окончания 2-го курса студент получает знания по основным инженерным дисциплинам, таким как инженерная и компьютерная графика, информатика, математика, физика, теоре-

тическая механика, сопротивление материалов, теория машин и механизмов. В результате прохождения практики студент закрепит знания и навыки, полученные при изучении вышеперечисленных дисциплин, и получит навык построения ЭРС, необходимый для эффективного использования CAE-систем.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Вычислительно-графическая практика входит в раздел «Учебная и производственная практика, научно-исследовательская работа», номер в учебном плане кафедры «Аэрокосмические системы» — С5.2. Продолжительность практики — четыре недели после четвертого семестра. Трудоёмкость дисциплины — 4 зачетные единицы. Практика проводится в МГТУ им Н.Э. Баумана: две недели на кафедре «Инженерная графика» и две недели в вычислительной лаборатории кафедры «Аэрокосмические системы».

Задачами преподавания «Вычислительно-графической практики» являются:

– изучение основных положений государственной системы стандартизации (ГОСТ ЕСКД [1]), устанавливающей правила выполнения электронных моделей деталей и сборочных единиц, электронных чертежей и технической документации;

– освоение техники выполнения ЭГМ деталей и сборочных единиц, электронных чертежей и технической документации;

– освоение навыков создания и редактирования изображений и чертежей при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием методов начертательной геометрии и инженерной графики на базе современных систем автоматизации проектирования [2];

– освоение навыков использования в профессиональной деятельности принципов современных промышленных CALS-технологий [3, 4];

– освоение навыков сбора и анализа исходных данных для обоснованного выбора, расчета и проектирования элементов технологического оборудования различного функционального назначения с использованием средств автоматизации проектирования;

– освоение навыков разработки проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ.

Процесс изучения «Вычислительно-графической практики» направлен на формирование элементов нескольких групп компетенций, установленных в соответствии с образовательным стандартом МГТУ им. Н.Э. Баумана по данному направлению.

После прохождения «Вычислительно-графической практики» студент должен обладать следующими компетенциями:

Познавательные (когнитивные) компетенции:

– способность воспринимать профессиональные знания, умение самостоятельно приобретать и применять их при решении базовых профессиональных задач;

– культура мышления, основанная на интерпретации соответствующих данных;

– способность анализировать и оценивать уровни своих компетенций, профессиональной мобильности;

– свободное владение русским языком как средством делового общения и обмена научно-технической информацией;

– способность к поиску, хранению, переработке и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях;

– способность анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде реферативных обзоров.

Творческие (креативные) компетенции:

– способность выявлять, формулировать, преобразовывать поставленную задачу и принимать верные решения на основе имеющихся знаний, умений и навыков;

– способность к самостоятельному выбору способа решения проблемы из альтернативных вариантов;

– способность к переносу знаний из одной области в другую для генерации идей;

– способность решать нестандартные задачи.

Корпоративные компетенции:

– владение приемами защиты от эмоциональной перегрузки;

– способность к постановке целей.

Социально-личностные компетенции:

– способность к самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к самостоятельной работе с ориентацией на результат и эффективность;

– владение методами достижения высокой работоспособности и обеспечения эффективности и результативности своих действий.

Общепрофессиональные компетенции:

– способность выполнять и редактировать изображения и чертежи при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием методов начертательной геометрии и инженерной графики, в том числе на базе современных систем автоматизации проектирования;

– способность использовать в профессиональной деятельности принципы современных промышленных CALS-технологий.

Компетенции в проектно-конструкторской деятельности:

– способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для обоснованного выбора, расчета и проектирования элементов технологического оборудования различного функционального назначения с использованием средств автоматизации проектирования;

– способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

Компетенции в производственно-технологической деятельности:

– готовность внедрять результаты разработок в производство;

– способность готовить документацию и участвовать в работе системы менеджмента качества на предприятии.

Компетенции в научно-исследовательской деятельности:

– способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по профессиональной тематике.

Профильно-специализированные компетенции:

– способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции, ее качеством;

– способность использовать прикладные программные средства при решении практических задач профессиональной деятельности;

– способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального, прогнозировании последствий решения;

– способность участвовать в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров;

– способность использовать современные информационные технологии при проектировании изделий, производств;

– способность выбирать средства автоматизации;

– способность разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию;

– способность участвовать в разработке проектов;

– способность к участию в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств с использованием современных средств автоматизированного проектирования.

3. СТРУКТУРА ПРАКТИКИ

Практика состоит их двух модулей по 2 зачетные единицы каждый.

Модуль 1 «Выполнение твердотельных моделей элементов конструкций АКС» включает 8 лабораторных работ, которые проводятся в компьютерном классе кафедры «Инженерная графика».

Во время прохождения первого модуля студенты выполняют твердотельные модели элементов конструкций изделий ракетно-космических систем, используя пакет геометрического моделирования SolidWorks.

В результате изучения первого модуля студент должен следующее.

Знать основные понятия о видах изделий; основные понятия о видах конструкторских документов; основные принципы организации интерфейса системы автоматизированного проектирования; правила ввода, обработки, хранения и передачи графической информации; правила выполнения электронных моделей деталей; правила выполнения чертежей деталей в системе автоматизированного проектирования; правила вывода на печать (получение твердых копий) чертежей деталей; правила выполнения электронной модели сборочной единицы в системе автоматизированного проектирования; правила выполнения чертежей сборочной единицы в системе автоматизированного проектирования с автоматическим выполнением спецификации; правила выполнения технической документации.

Уметь выполнять анализ исходных данных и представлять алгоритм создания электронной модели; выполнять построения каркасных контуров; создавать электронные модели деталей; выполнять электронные чертежи деталей; редактировать графическую информацию; создавать электронные модели сборочной единицы; читать конструкторскую документацию; выполнять электронные чертежи сборочной единицы; выполнять техническую документацию; получать твердые копии чертежей и технической документации.

Владеть интерфейсом системы автоматизированного проектирования SolidWorks; приемами выполнения моделей геометрических тел и их композиций; командами системы автоматизированного проектирования для выполнения моделей деталей разных типов; средствами системы автоматизированного проектирования, позволяющими создавать

чертежи деталей; средствами системы автоматизированного проектирования, позволяющими создавать модели деталей сборочной единицы; средствами системы автоматизированного проектирования, которые позволяют создавать чертежи сборочной единицы и техническую документацию.

Модуль 2 «Расчет элементов конструкций АКС» включает 8 лабораторных работ, которые проводятся в компьютерном классе кафедры «Аэрокосмические системы».

В ходе лабораторных работ проводится ознакомление студентов с существующими коммерческими программами расчета элементов конструкций на ПЭВМ. Сложность и длительность работы подбирается индивидуально, в зависимости от способностей и готовности к труду обучаемого.

Во время прохождения второго модуля практики студенты получают знания и навыки анализа ЭГМ. В частности, они учатся задавать свойства материалов модели, определять инерционно-массовые характеристики в различных системах координат: находить положение центра масс, моментов инерции.

Особое внимание уделяется препроцессингу — подготовке модели к прочностным и динамическим расчетам с использованием пакетов коммерческих программ. Для этой цели используются как встроенные в SolidWorks CAE-приложения Simulation, Motion, FlowSimulation, так и более сложные продукты фирмы MSC Software: Patran и ADAMS view. Для доступа к самому современному лицензионному программному обеспечению используются ресурсы центра компетенции фирмы MSC Software, созданного на базе кафедры «Аэрокосмические системы». Практическое освоение этих пакетов, являющихся на протяжении 50 лет стандартом дефакто в аэрокосмической отрасли, позволяет студентам быть высоко конкурентоспособными на рынке труда.

В результате изучения второго модуля студент должен следующее:

– ***знать*** основные составляющие элементы электронной расчетной схемы; основные составляющие программного комплекса инженерного анализа изделий: препроцессор, решатель (солвер), постпроцессор, основные шаги препроцессинга: построения ЭРС на базе ЭГМ; основные особенности применения ЭГМ при построении расчетных сеток для расчета конструкций на прочность, анализа динамики и решения задач вычислительной гидродинамики; способы определения моментов инерции и центра масс твердого тела.

– ***уметь*** использовать пакеты коммерческих программ при проведении расчетов на базе ЭГМ прочности простейших деталей и узлов; определении положения центра масс и моментов инерции твердого тела.

– ***владеть*** методами применения пакетов коммерческих программ и ЭГМ для расчета на прочность деталей и узлов; определения положения центра масс детали (изделия) и определения моментов инерции.

В заключение практики составляется отчёт по установленной форме. В отчёте содержатся графические материалы (в бумажном и электронном виде), выполненные студентом за время практики. Материалы для отчёта по обоим модулям практики могут быть получены студентом самостоятельно или в составе коллектива.

Оценка результатов освоения каждого модуля и дисциплины в целом проводится на основе балльно-рейтинговой системы. Аттестация по дисциплине предусмотрена в форме зачёта с оценкой.

Организацию и проведение занятий по дисциплине осуществляют кафедры «Инженерная графика» (первый модуль) и «Аэрокосмические системы» (второй модуль).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представляется, что новая форма практики студентов даст несколько положительных эффектов: студенты будут практически подготовлены к использованию ЭГМ для проведения инженерного анализа конструкций, что позволит начать тренинг навыков компьютерного моделирования на младших курсах в рамках курсовых проектов по теории машин и механизмов и деталям машин. Также будет налажено тесное сотрудничество кафедры инженерной графики и выпускающей кафедры, что позволит внедрять современные, востребованные промышленностью компьютерные технологии в процесс обучения с первых курсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Стандарты ЕСКД.** — М.: Стандартинформ, 2012. — 500 с.

2. **Левицкий В.С.** Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. — М.: Высшая школа, 2006. — 429 с.

3. **Алямовский А.А.** Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 464 с.

4. **SolidWorks 2007/2008.** Компьютерное моделирование в инженерной практике/ А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 1040 с.

В.С. Ижуткин
IzhutkinVS@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИМАТРИЧНЫХ ИГР

АННОТАЦИЯ

Рассматривается применение информационных технологий для создания электронного учебно-методического комплекса изучения биматричных игр. При этом основное внимание уделяется реализации динамических моделей решения биматричных игр на основе Java-апплетов.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях сохраняющейся тенденции к сокращению аудиторного времени, применение лишь традиционных методов организации учебного процесса оказывается недостаточным. Информационные технологии открывают новые возможности для модернизации содержания обучения и методов преподавания [1].

Главной отличительной особенностью технологий обучения, основанных на использовании новых информационных технологий, от традиционных является применение компьютера в качестве нового и динамично развивающегося средства обучения, использование которого кардинально меняет систему форм и методов преподавания.

Производительность в контексте использования компьютера означает автоматизацию нетворческих, рутинных операций, отнимающих у обучающегося много сил и времени. Достигаемая при этом экономия учебного времени позволяет существенно расширить ряд рассматриваемых примеров и задач.

1.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ИЗУЧЕНИЯ БИМАТРИЧНЫХ ИГР

Комплекс по курсу «Биматричные игры» базируется на следующих разделах: «Введение», «Основные понятия», «Примеры биматричных игр», «Методы решения биматричных игр», «Эволюция биматричных игр для двух популяций», каждый из которых разбит на теоретическую и практическую часть [2].

Теоретическая часть содержит набор базовых понятий, которые надо изучить. В практической части находятся апплеты с визуализацией представленной теории, это апплеты-примеры и апплеты-упражнения.

Введение представляет собой описание конкурентных ситуаций, задач теории игр, определение биматричных игр, их начальное представление.

В разделе «Основные понятия», посвященной основным понятиям, изложены базовые понятия теории биматричных игр, описаны операции и формулы, дано определение ситуации равновесия по Нэшу.

Раздел «Примеры биматричных игр» содержит апплеты, которые представляют собой стандартные примеры игр.

Пример биматричной игры «Борьба за рынки» показывает основные стратегии фирм, борющихся за рынки, матричное представление стратегий, выигрышные ситуации (рис.1).

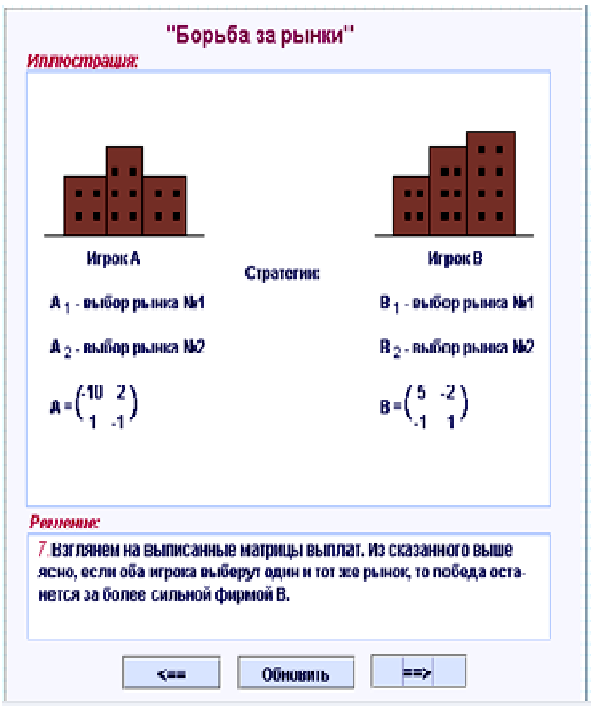


Рис. 1. Фрагмент примера «Борьба за рынки»

Пример биматричной игры «Дилемма узников» представлен для обучения и усвоения некоторых стратегий участников игры и методов решения игры при различных вариантах выбора времени заключения. Важное место здесь отдается сравнительному анализу альтернатив решения типовой задачи, самостоятельному выбору методики исследования и построения решения задачи (рис. 2).

В апплете примера «Семейный спор» пользователь с помощью мыши может выбирать меру удовольствия как для мужа, так и для жены. При этом в поле матриц отображается выбранная мера. В итоге можно посмотреть, как семья провела вечер — посетила футбол или балет — и кто получил наибольший выигрыш (рис. 3).

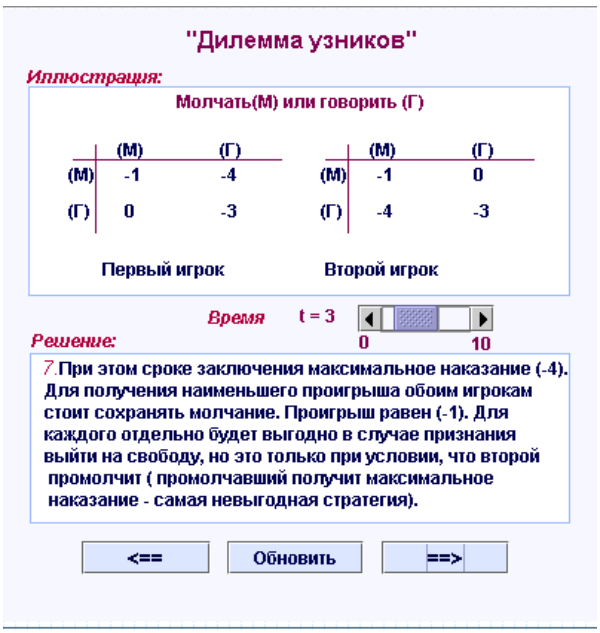


Рис. 2. Фрагмент примера «Дилемма узников»

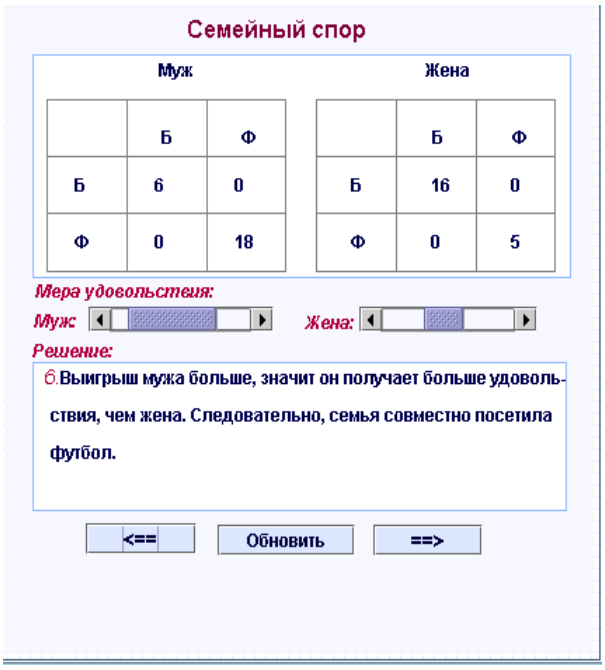


Рис. 3. Фрагмент примера «Семейный спор»

2. РЕШЕНИЕ БИМАТРИЧНЫХ ИГР

В разделе «Решение биматричных игр» изложены основные методы решения игр, а именно решение в чистых и смешанных стратегиях и их вычисление.

Представлены модели, учитывающие особенности конфликтных ситуаций. Эти модели взаимодействия (сотрудничества и соперничества) n лиц, каждый из которых имеет свой набор действий. Особенностью моделей является то, что в качестве решения используется концепция равновесия по Нэшу. Игровая задача и равновесие в ней составляют содержание работы.

Рассмотрим пример решения биматричной игры в чистых стратегиях. На данном этапе обучаемому предлагается определенная задача, которую необходимо решить. После постановки задачи и задания начальных данных студенту предлагается шаг за шагом с подробными пояснениями проследить процесс нахождения ответа. Также существует связь элементов текста не только с иллюстрацией решения, но и с помеченными данными и используемыми формулами. Применение таких технологий существенно активизирует учебную информацию, делает ее по сравнению с представлением на бумажном носителе более наглядной для восприятия и удобной для усвоения (рис. 4.).

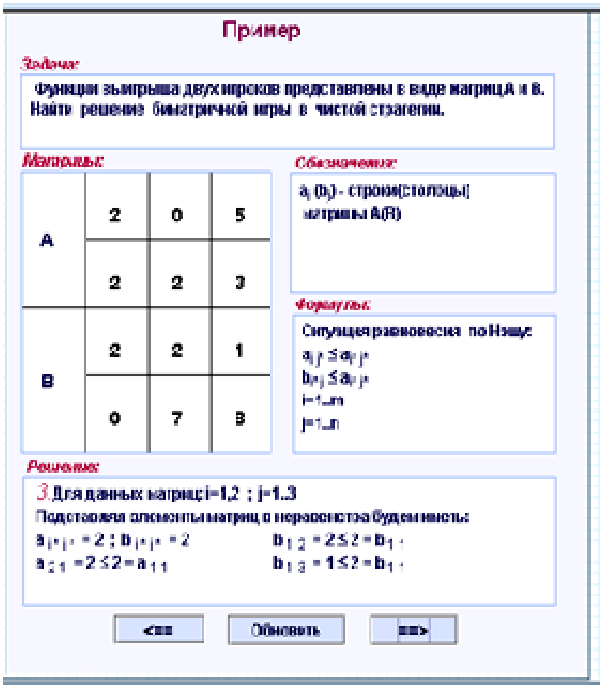


Рис. 4. Фрагмент решения в чистых стратегиях

Для освоения другого метода решения представлено описание метода решения биматричной игры в смешанных стратегиях, студенту предлагается задача с начальными данными, решение шаг за шагом дается с подробными пояснениями.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ УСВОЕНИЯ

Планирование сценариев каждого примера и упражнения осуществляется в соответствии с универсальной бихевиористской теорией обучения, согласно которой материал разбивается на части и подается поэтапно.

Необходимо отметить, что при этом имеют место закон тренировки (чем чаще повторяется определенная реакция на ситуацию, тем прочнее усвоение предоставленного материала) и закон эффекта (если связь между ситуацией и реакцией сопровож-

дается состоянием удовлетворенности и понимания, то прочность этой связи возрастает). Весь учебный материал разбит на мелкие дозы, каждая из которых содержит одну типовую ситуацию. Чем проще ситуации (что почти автоматически обеспечивалось малостью доз учебного материала), тем реакция на них чаще может быть верной, что само по себе уже является положительным подкреплением и приводит учащегося в состояние удовлетворенности.

Применение универсальной схемы этой теории (ситуация → реакция → подкрепление) в ее линейной или разветвленной форме является стержневым фрагментом программно-методического комплекса (рис. 5).

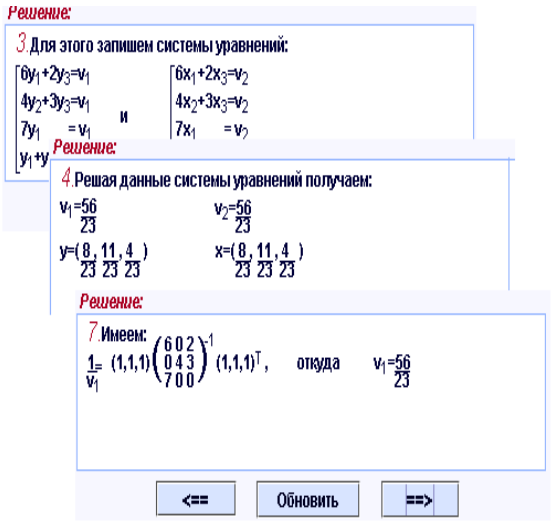


Рис. 5. Фрагменты поэтапного представления решения примера

4. ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ

Упражнение по теме «Решение биматричной игры в смешанных стратегиях», как средство контроля знаний, можем охарактеризовать, как воспроизведение усвоенных ранее знаний от буквальной копии до применения в типовых ситуациях, то есть решение типовых задач по усвоенному ранее образцу.

Упражнение выполняет как тренирующую и контролирующую, так и обучающую функции. Тренирующая функция используется для осмысления и закрепления информации, с которой учащийся знакомится, они неразрывно связаны с комментариями, являющимися информацией обратной связи. Контролирующая функция применяется при количественном оценивании степени усвоения материала, ведется подсчет ошибок (рис. 6).

Рис. 6. Фрагмент упражнения

5. БИМАТРИЧНЫЕ ИГРЫ ДЛЯ ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ [4]

В этом разделе рассматриваются эволюционно-устойчивое равновесие, динамическая обработка игры, существование и итерационный метод вычисления ситуации равновесия по Нэшу, главный метод вычисления ситуации равновесия по Нэшу. Эволюционно-устойчивое равновесие включает теоретический материал, который является основной частью учебного элемента-метода. Учебная информация подается одновременно в двух представлениях — словесном и формульном. Это позволяет, согласно задачам обучения, уплотнить информацию об изучаемом элементе или расширить ее. Представленная информация используется при реализации дальнейших фрагментов сценария, таких как примеры и упражнения.

Далее реализован апплет-пример, в котором рассмотрена задача о ситуации равновесия в популяции животных. После постановки задачи, представления различных стратегий участников игры и задания начальных данных студенту дается возможность поэтапно с подробными пояснениями проследить процесс нахождения ответа решения данной биматричной игры. При этом можно изменять первоначальные данные матрицы выигрышей и получать различные варианты решения поставленной задачи, проанализировать наиболее выгодные стратегии (рис.7, 8).

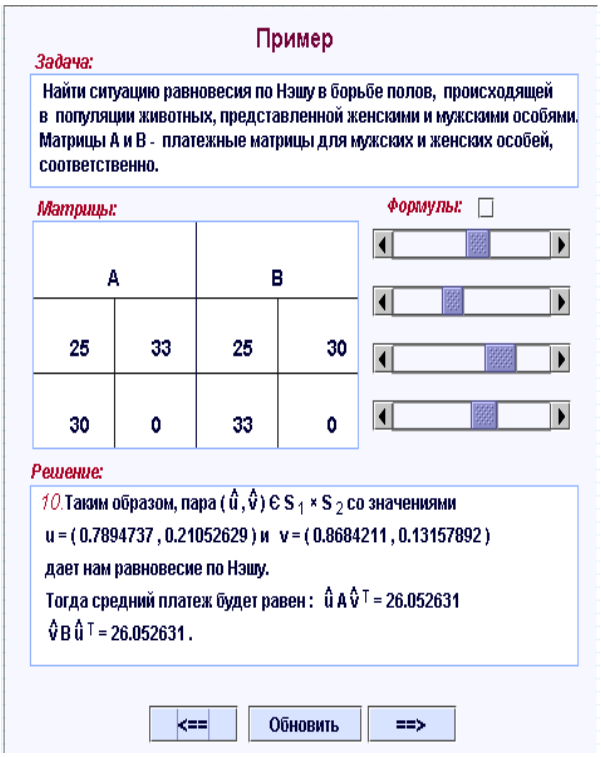


Рис. 7. Фрагмент примера по теме «Эволюционно-устойчивое равновесие»

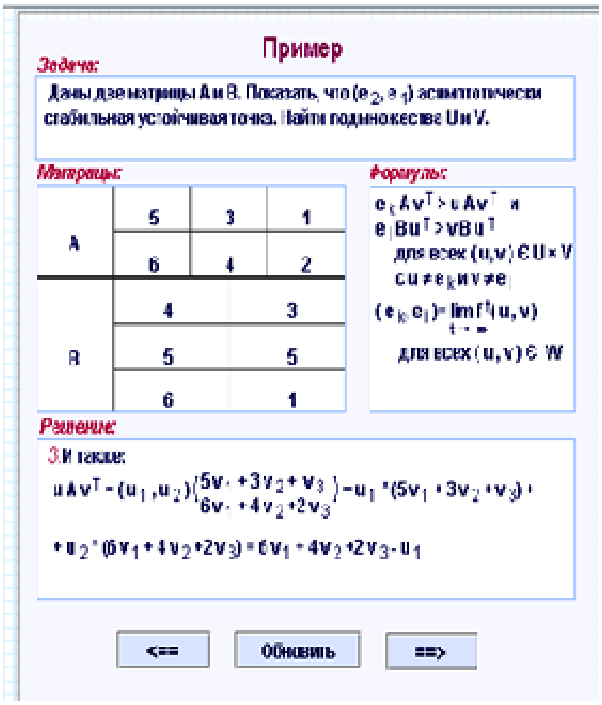


Рис. 8. Фрагмент примера по теме «Динамическая обработка игры»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые технологии обучения на основе информационных и коммуникационных технологий позволяют интенсифицировать образовательный процесс, увеличить скорость восприятия, понимания и глубину усвоения огромных массивов знаний.

В работе рассмотрен электронный учебно-методический комплекс по курсу «Биматричные игры» — интерактивный обучающий комплекс, с помощью которого пользователь может активно изучать понятия посредством визуализации. Комплекс предназначен для компьютерной поддержки углубления и закрепления знаний и умений обучаемого, осмысленного усвоения лекционного материала: основных понятий, теорем, их логических и причинно–следственных связей, а также для развития активных познавательных и аналитических способностей студентов.

Комплекс представлен в виде Интернет-страницы, что позволяет эффективно организовать просмотр и работу с материалом. Для реализации проекта использованы Java-апплеты. Переход между разделами осуществляется посредством гиперссылок. Использование комплекса способно повысить эффективность изучения материала, отнюдь не ослабляя при этом роли педагога, а лишь несколько изменяя технологию его работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Соловов А.В.** Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. — Самара: СГАУ, 1995. — 268 с.

2. **Фомина Т.П.** Элементы исследования операций и теории игр: учебное пособие. — М.: Русская панорама, 2006. — 86 с.

3. **Шикин С.С.** От игр к играм: математическое ведение. — М.: URSS, 2006. — 112 с.

4. **Werner Krabs, Stefan Pickl.** Modelling, Analysis and Optimization of BioSystems. — Berlin: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

В.В. Кохов
Viktor-kokhov@ya.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУР СИСТЕМ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются два программных комплекса (ПК), предназначенных для внедрения новых информационных технологий в учебный процесс студентов НИУ «МЭИ». Эти ПК осуществляют компьютерную поддержку базовой дисциплины «Информатика» (раздел «Структурная информатика») и следующих специальных дисциплин: «Дискретная математика», «Теория графов и комбинаторика», «Структурный анализ систем», «Анализ и проектирование эффективных алгоритмов», «Базы данных и знаний». Перечислены средства, входящие в ПК, и приведены основные характеристики ПК.

ВВЕДЕНИЕ

Широкий теоретический и прикладной спектр применений структурного анализа привел к выделению новой дисциплины — прикладной теории графов — и в её рамках нового раздела «Структурная информатика» или «Компьютерный дизайн структур». Учитывая особую роль, которую методы прикладной теории графов играют в развитии новых информационных технологий (визуализация сложно организованных данных, построение человеко-машинных интерфейсов, семантический поиск в базах знаний и др.), возрастает актуальность разработки новых программных средств для визуализации графовых моделей систем, исследования сложности и сходства структур объектов, систем и процессов, проведения вычислительных экспериментов по поиску и сравнению структурной семантической информации, анализу полученных результатов.

1. НОВЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ОСНОВЫ СТРУКТУРНОЙ ИНФОРМАТИКИ»

В целях расширения функциональных возможностей учебно-методического комплекса (УМК) «Основы структурной информатики» [1] и более широкого его применения в учебном процессе студентов университетов, разработаны два новых программных средства учебного назначения:

– «Интегрированная среда визуализации структур систем и расположения их фрагментов с выделением значимости этих фрагментов» (ПСУН_1);

– «Интегрированная среда визуального и алгоритмического решения задач *определения сходства* структур систем» (ПСУН_2).

В качестве моделей структур систем ниже рассматриваются: графы, ациклические орграфы, орграфы, орлеса с весами на вершинах и сети.

Примерами областей применения выделенных моделей являются:

– системы искусственного интеллекта (модели представления знаний в виде логико-вычислительных семантических сетей);

– регулярные топологии вычислительных сетей и сред (графы, графы с транзитивной группой автоморфизмов вершин и ребер и др.);

– системы структурного распознавания образов (орграфы с весами на вершинах и дугах);

– графодинамика (модели динамики изменения структур управления и систем подчиненности в государстве, организации, предприятии, сети коммуникаций сотрудников фирмы, социальные сети и др.);

– системы поддержки принятия решений (деревья решений с весами на вершинах);

– системы семантического *web*-поиска электронных документов (семантические сети, орлеса с весами на вершинах и/или дугах).

Практическое и теоретическое применение графовых моделей систем стимулирует разработку современных средств их визуализации и исследования, а также использование новых средств в обучении студентов университетов.

2. ПСУН_1

ПСУН_1 представляет собой программную среду для визуализации графов, ациклических орграфов, орграфов, орлесов и сетей.

В основе методов визуализации каждого вида моделей лежит алгоритм построения трансграфов орграфов в анализируемом наборе фрагментов: путей и полупутей [2].

Пусть $\boldsymbol{\Gamma^{+}v}$ обозначает множество вершин, смежных с $\boldsymbol{v}$ по исходящим из $\boldsymbol{v}$ дугам, а $\boldsymbol{\Gamma^{-}v}$ — по входящим в вершину $\boldsymbol{v}$ дугам. Ниже приведен алгоритм построения трансграфов полупутей (ТГПП) для орграфов:

1) исходный орграф $\boldsymbol{G}$ является трансграфом $\boldsymbol{ghp(G)}$ для полупутей с длиной нуль;

2) для $\boldsymbol{G}$ строим его 1-гомеоморфное расширение и получим $\boldsymbol{ghp^{-}(G)}$ для путей с длиной один в орграфе-

фе $\boldsymbol{G}$. Новые вершины $\boldsymbol{v_i \in VHP_1}$ отображают полупути с длиной один в $\boldsymbol{G}$. Ориентация новых дуг определена в направлении дуги исходного орграфа $\boldsymbol{G}$;

3) каждую пару новых вершин $\boldsymbol{v_i, v_j}$ соединим ребром $\{\boldsymbol{v_i, v_j}\}$, если выполняется одно из следующих четырех возможных условий:

a) $\Gamma^+ v_i \cap \Gamma^+ v_j \neq \varnothing$; *b*) $\Gamma^- v_i \cap \Gamma^- v_j \neq \varnothing$;

c) $\Gamma^+ v_i \cap \Gamma^- v_j \neq \varnothing$; *d*) $\Gamma^- v_i \cap \Gamma^+ v_j \neq \varnothing$;

4) строим 1-гомеоморфное расширение новых ребер, порождая новые вершины $\boldsymbol{v}^*$, однозначно отображающие полупути новой длины в исходном $\boldsymbol{G}$, задавая ориентацию полуребрам, исходя из следующих условий: для случая *a*) $(\boldsymbol{v_i, v^*})$, $(\boldsymbol{v_j, v^*})$; *b*) $(\boldsymbol{v^*, v_i})$, $(\boldsymbol{v^*, v_j})$; *c*) $(\boldsymbol{v_i, v^*})$, $(\boldsymbol{v^*, v_j})$; *d*) $(\boldsymbol{v^*, v_i})$, $(\boldsymbol{v_j, v^*})$, однозначно соответствующих отображению полупутей новой длины;

5) объединение полупутей, соответствующих новым вершинам, порождает полупуть на единицу большей длины, чем длины объединяемых полупутей;

6) повторяем выполнение пп. 3—5 до тех пор, пока порождаются новые вершины, соответствующие полупутям исходного $\boldsymbol{G}$;

7) вершинам построенного графа приписываем цвет, номер которого равен длине полупути исходного $\boldsymbol{G}$.

Построение и визуализация трансграфов полупутей позволяют:

– облегчить труд преподавателя в процессе обучения студентов базовой дисциплине «Информатика» (раздел «Структурная информатика») и следующих специальных дисциплин: «Дискретная математика», «Теория графов и комбинаторика», «Структурный анализ систем», «Анализ и проектирование эффективных алгоритмов», «Базы данных и знаний»;

– облегчить студентам понимание и усвоение трудных разделов (подструктурная и надструктурная характеризации систем, теория инвариантов графов, теория дискретных групп, группы и подгруппы автоморфизмов графов) учебных дисциплин;

– изучить новые подходы к эффективному решению вычислительно сложных задач анализа структур, моделируемых графами большого порядка (сотни тысяч вершин).

На рис. 1 приведены орграфы и их трансграфы полупутей без дуг исходного орграфа. Все фрагменты расположены поярусно в соответствии с их длиной (числом ребер в цепях, дуг в путях и полупутях). Вершины, принадлежащие исходному графу, всегда находятся на ярусе с номером ноль. Кружочками (квадратами) обозначены вершины, соответствующие путям (полупутям длины больше единицы, отличным от путей).

В ПСУН_1 входят программные реализации следующих алгоритмов:

– построение различных видов ТГПП;

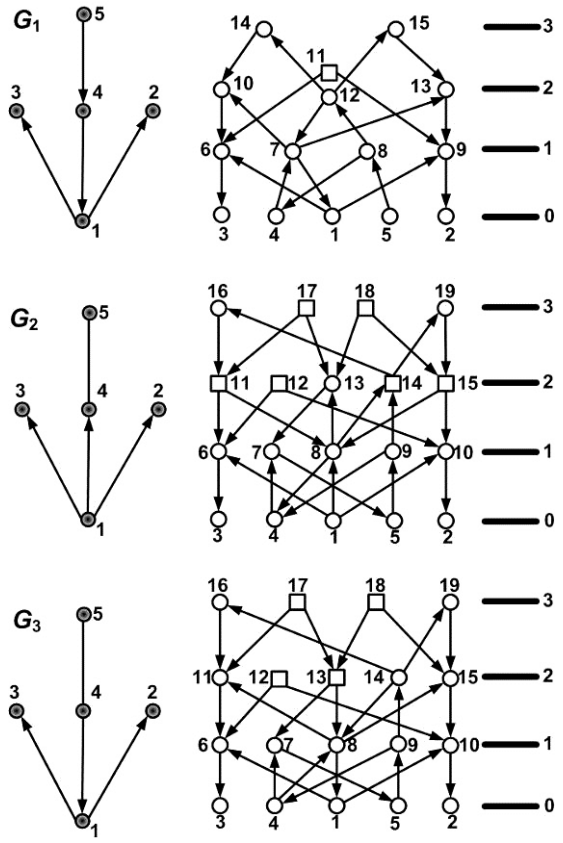


Рис. 1. Графы и их трансграфы полупутей

– поярусная прорисовка диаграмм ТГПП с учетом симметрии расположения вершин;

– свертка ТГПП до исходных орграфов.

Разработанные классы новых моделей предназначены для визуализации *всех типов путей и полупутей*, которые интересуют исследователя, и их значимости в топологии анализируемой структуры. Значимость определяется на основе количественного вычисления сложности и определении вклада анализируемого фрагмента в общую сложность структуры [3]. Использование моделей сложности структур систем является одним из новых подходов к определению структурного сходства систем.

3. ПСУН ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХОДСТВА СТРУКТУР СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ ВИДОВ ИХ ХАРАКТЕРИЗАЦИЙ

Сходство структур систем является ключевым понятием в реализации правдоподобных рассуждений, структурном распознавании образов, интеллектуальном анализе данных, обработке высказываний на естественных языках и других областях искусственного интеллекта. Сходство — основная операция при поисках в базах структурных данных (семантический *web*-поиск документов) и знаний, представленных семантическими сетями. Это определяет актуальность и значимость разработки моделей, методов и программных средств для вычисле-

ния меры сходства структурированных нечисловых объектов (графов, сетей, орграфов и др.) [4].

Трансграфы полупутей являются новыми моделями надструктурной характеризации систем с учетом точного расположения *полупутей*. На основе использования трансграфов полупутей выделяются новые (оригинальные) подходы к решению задач искусственного интеллекта, в первую очередь связанных с определением сходства структур систем.

Центральной задачей, решаемой с помощью данного ПСУН, является задача обучения студентов двум подходам к определению сходства структур [5]:

– структурно-характеристическому (СХ) с использованием 3 видов моделей сложности;

– обобщённому подструктурному (ОП), использующему систему трансграфов орграфов и алгоритм определения максимального общего фрагмента двух трансграфов с вычислением индекса сходства или расстояния между структурами.

В качестве моделей сложности в СХ подходе используются индексы $(ISC(G/HP))$, вектор-индексы $(V_ISC(G/HP))$ и матричные модели сложности структур или ***b***-модели $(HP^l \subseteq^e HPw(G))$, методы их вычисления представлены в [5]. При исследовании в качестве фрагментов использованы полупути. Результаты вычислений значений $ISC(G/HP)$ и $V_ISC(G/HP)$ для трех орграфов (см. рис. 1) приведены ниже:

$ISC(G_1/HP) = 118$;

$ISC(G_2/HP) = 218$;

$ISC(G_3/HP) = 203$;

$V_ISC(G_1/HP) = <5; 12; 27; 0; 12; 62; 0; 0; 0>$;

$V_ISC(G_2/HP) = <5; 15; 9; 11; 36; 0; 0; 72; 70>$;

$V_ISC(G_3/HP) = <5; 15; 27; 0; 24; 62; 0; 0; 70>$.

В табл. 1 приведен пример матричного вида ***b***-модели $V^l \subseteq^e HPw(G)$ для орграфа G_2, в которой элементом матрицы является число достроек вершин до полупутей (представленных кодами, где 0 — входящая дуга, 1 — исходящая), где вершины рассматриваются как концевые в полупути.

Таблица 1

$V(G_2)$	0	00	01	10	001	010		Вклад в сложность
5	2	1	0	1	2	2		0,39
2(3)	1	0	2	0	1	1		0,23
4	3	1	2	1	0	0		0,08
1	3	1	0	1	0	0		0,07

В качестве средства визуализации результата решения задачи определения сходства используются графы попарных расстояний между орграфами. Расстояния вычисляются: по модулю разности значений индексов сложности; с использованием евклидовой метрики для вектор-индексов; на основе вычисления максимального общего фрагмента ***b***-моделей или трансграфов.

На рис. 2 представлены графы попарных расстояний для трех орграфов (см. рис. 1) с применением двух выделенных подходов.

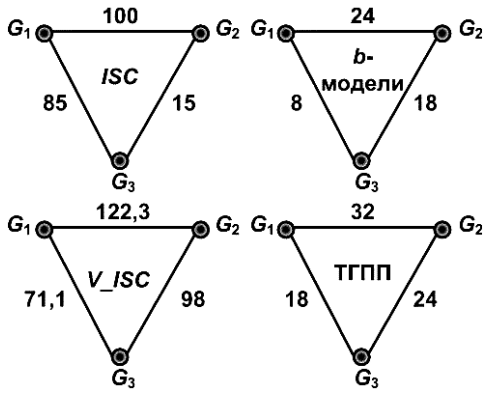


Рис. 2. Графы попарных расстояний

Точность решения задачи количественного вычисления сходства на основе определения попарных расстояний зависит от набора фрагментов, через которые характеризуется структура орграфа. Существует единственный путь длины ***n***, а число полупутей той же длины значительно больше и вычисляется по формуле:

$$N(HP_n) = \begin{cases} 2^{n-1}, & n - \text{нечетное число;} \\ 2^{n-1} + 2^{\left(\frac{n}{2}-1\right)}, & n - \text{четное число.} \end{cases}$$

Так, например, для ***n***=10 имеем один путь и 528 разных полупутей. Следовательно, характеризация орграфов с использованием полупутей является более точной, чем с использованием путей. В ОП-подходе при вычислении сходства учитывается точное расположение полупутей, а в СХ-подходе — приближенное.

На основе вычисления модуля разности значений вкладов по ***b***-модели решается новый класс задач, связанный с определением сходства расположения фрагментов в орграфе.

Использование *трансграфов полупутей* позволило свести многообразие задач различения расположения фрагментов орграфа к более простой задаче определения орбит вершинной группы орграфа, а следовательно, к более понятному и быстрому изучению студентами сложного раздела, связанного с теорией групп и подгрупп. Так, например, определив орбиты вершин группы автоморфизмов для $ghp(G_2)$, мы сразу решаем многообразие задач различения расположения полупутей каждой длины и типа, определив классы их эквивалентного расположения (КЭР):

– (1)(2,3)(4)(5) — КЭР для hp_0;

– (6,10)(7)(8)(9) — КЭР для hp_1;

– (11,15)(12)(13)(14) — КЭР для hp_2;

– (16,19)(17,18) — КЭР hp_3.

Среди главных задач, решаемых с помощью ПСУН_2 и внедряющих новые информационные технологии, выделим следующие задачи:

– автоматическое построение и визуализация графа попарного сходства структур в заданном наборе структур;

– автоматическое построение диаграммы орграфа с учетом симметрии расположения вершин и отображением вклада вершин в общую сложность;

– автоматическое построение и визуализация графа попарного сходства расположения фрагментов (путей, полупутей) в заданной структуре;

– различение и сходство расположения полупутей заданной длины в орграфе G;

– визуализация и анимация процесса получения кластеров структур по результатам определения их попарного сходства.

Задача различения расположения полупутей в орграфе заключается в определении числа их классов по расположению. Точность решения задачи различения ($\alpha(hp)$) определяется как отношение числа классов к числу орбит группы, характеризующей расположение полупутей в орграфе. Так, например, для орграфа G_2 (см. рис. 1), используя различие значений строк b-модели (табл. 1) получим, $\alpha(V = hp_0) = 4/4 = 1$. Следовательно, использование полупутей привело к точному решению задачи различения расположения вершин.

Использование значений вкладов фрагментов позволяет выделять и решать новые классы задач - различение расположения фрагментов и определение сходства их расположения в орграфе. Кроме того, определяется новый метод прорисовки диаграмм орграфов с учетом симметрии расположения фрагментов и значений их вкладовв общую сложность орграфа. На рис. 3 приведен пример такой прорисовки орграфа G_2 для фрагментов-вершин и выделены абсолютные вклады полупутей длины 2 ографа G_2.

Для работы рассмотренных ПСУН требуется ПК на базе процессоров класса *Intel Pentium* 3, *AMD Athlon* или более мощных, 256 МБ свободной оперативной памяти, ОС *Microsoft Windows* версий от *XP* до 8. Для изучения ПСУН студентам требуется 20 академических часов самостоятельных занятий с применением ПК. В процессе применения ПСУН студенты знакомятся с актуальными методами семантического поиска информации в объёмных базах электронных документов. Документы представлены в базах документов в виде семантических сетей (орграфов без контуров с весами на вершинах и дугах).

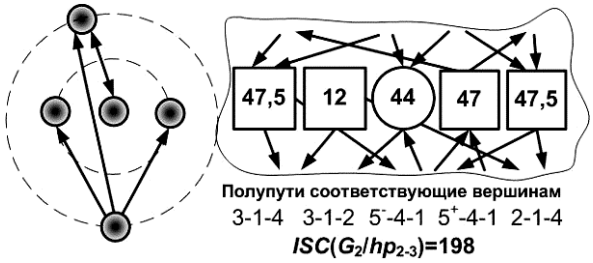


Рис. 3. Диаграмма орграфа и вклады полупутей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование разработанных ПСУН позволит внедрить новые информационные технологии в учебный процесс и, как следствие, углубить теоретические и практические знания студентов в области структурного анализа систем. На основе ПСУН_1 и ПСУН_2 в рамках программного комплекса учебного назначения «СТРИН-4.0» расширено его применение при обучении студентов новым методам прорисовки орграфов, вычисления сложности и сходства орграфов, сходства расположения фрагментов и семантического поиска электронных текстовых документов, совпадающих или сходных с заданным, в объёмных базах документов.

Рассмотренные ПСУН могут быть использованы при разработке автоматизированных систем научных исследований, информационно-поисковых систем, систем структурного распознавания образов, систем поддержки принятия решений, систем искусственного интеллекта и других систем, связанных с применением графовых моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кохов В.А, Ткаченко С.В., Незнанов А.А.** УМК «Основы структурной информатики». URL: http://ctl.mpei.ru/pdfs/012pdf.

2. **Кохов В.В.** Методы определения сходства ордеревьев на основе обобщенного подструктурно-метрического подхода // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012/ № 05 (40). С. 68—72.

3. **Кохов В.А.** Концептуальные и математические модели сложности графов. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 160 с.

4. **Финн В.К.** Индуктивный метод соединенного сходства-различия и процедурная семантика ДСМ-метода // НТИ. Сер. 2. 2010. № 4.

5. **Кохов В.А.** Два подхода к определению сходства орграфов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2012. №3. С. 76—95.

Д.В. Кочкин, М.А. Тутынин, А.А. Суконщиков
KochkinDV@Russia.ru, maxtalex@yandex.ru, avt@mh.vstu.edu.ru
Вологодский государственный университет, Вологда

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ CPN TOOLS ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСКРАШЕННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается применение программной среды CPN Tools для построения моделей на базе математического аппарата раскрашенных сетей Петри и последующего исследования их функционирования.

ВВЕДЕНИЕ

Программная среда CPN Tools, разработанная в университете Орхуса (Дания) предоставляет инструменты, позволяющие анализировать различные аспекты функционирования моделей на базе сетей Петри, такие как: безопасность и ограниченность позиций, уровень активности переходов, наличие тупиковых маркировок. Система поддерживает язык CPN ML, который используется для описания операций, условий и функций. Благодаря применению CPN ML упрощается процесс построения и анализа моделей. Процесс моделирование в CPN Tools является дискретно-событийным, что предполагает мгновенную смену состояния сети в определенны моменты времени [1].

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Ординарная сеть Петри (СП) представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из двух непересекающихся подмножеств вершин, позиций и переходов. Формально СП может быть представлена в следующем виде:

$$N = \{P, T, F, W, M_0\},$$

где $P = \{p_1, p_2, ..., p_m\}$ есть подмножество позиций, $T = \{t_1, t_2, ..., t_n\}$— подмножество переходов, функция $W : F \to N\{0\}$ определяет кратность дуг, функция $M_0 : P \to N$ называется начальной разметкой.

Асинхронность функционирования является фундаментальным аспектом СП. СП может служить для отображения и анализа причинно-следственных связей, существующих в реальной системе.

Функционирование СП происходит в дискретные моменты времени. В каждый момент времени СП находится в некотором состоянии, которое полностью определяется её текущей маркировкой. Переход из одного состояния в другое осуществляется путем запуска разрешенных переходов. В классических СП переходы срабатывают мгновенно, т.е. имеет нулевое время срабатывания, некоторые расширения СП предполагают задание времени срабатывания переходам, это может быть необходимо для моделирования систем, в которых время играет ключевую роль, например, систем реального времени и систем обработки информационных потоков.

Введение раскраски маркеров в позициях СП позволяет наделить маркер информационной составляющей. Это может быть необходимо при моделировании систем, в которых происходит разделение и классификация входящих потоков данных. Нечеткое расширение аппарата СП позволяет настроить обработку цвета маркера на основе некоторой функции принадлежности. Такой вариант применим при моделировании систем, в которых разделение информационных потоков происходит по совокупности нескольких параметров.

Порядок срабатывания разрешенных переходов является случайным. Часто в СП позиции рассматривают как условия, а переходы — как события. Так наличие маркера в определенной позиции говорит о том, что выполнено некоторое условие. Для срабатывания перехода необходимо, чтобы все входные позиции содержали количество маркеров большее или равное кратности дуги, соединяющей данный переход с позицией.

Модель на базе СП может иметь сложную иерархическую структуру. Это позволяет абстрагироваться от знания внутреннего устройства модели. Каждый элемент в структуре модели может представлять различные предметные области. СП допускают одновременный анализ всех аспектов работы модели, имеет широкий аналитический аппарат и прозрачные способы оценки функционирования моделей.

2. ПРИМЕНЕНИЕ CPN TOOLS ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Модели реальных объектов часто достигают больших размеров, что затрудняет их визуальное восприятие и модификацию. Модель может быть структурирована, это можно сделать, выделив главные и подчиненные части модели либо представив модель в виде набора взаимодействующих компонентов. При этом в каждом компоненте (подмодели) будут присутствовать элементы, отвечающие за обмен данными с другими моделями, а также элементы, реализующие основные функции.

В CPN Tools построение моделей с иерархической структурой происходит в три этапа.

1) построение модели, задающей структуру, некоторые переходы которой в дальнейшем будут заменены на подмодели;

2) построение подмоделей, моделирующих отдельные функциональные элементы;

3) замена переходов на подмодели;

Реальные процессы развиваются во времени, поэтому и математический аппарат, предназначенный для их моделирования, должен иметь возможности для представления событий во времени, так как модели внутренней структуры и логики часто бывает не достаточно. Для этого сети Петри расширяются введением временных меток в маркеры. Временная метка показывает, с какого момента времени маркер будет доступен в позиции. При определении активности переходов во временной сети Петри учитываются только те маркеры, у которых значение времени меньше либо равно текущему времени модели [2].

Время в моделях CPN Tools задается в виде неотрицательного целого числа. В случае, если на текущем шаге моделирования нет активных переходов с временем, меньшим либо равным текущему, модельное время увеличивается до тех пор, пока в сети не появится активный переход. Так как в CPN Tools время представляется в виде целого числа, а в реальности оно непрерывно, необходимо установить взаимосвязь между значениями модельного времени и их реальными эквивалентами. Для этого может быть использовано два подхода:

1) некоторому интервалу реального времени выбирается количество тактов модельного времени;

2) выбирается наименее длительный моделируемый процесс, длительность которого сопоставляется с некоторым количеством тактов модельного времени.

Перед тем как вводить временные задержки в модель сети Петри в CPN Tools, необходимо определить новые типы данных для временных меток. Формат временных меток выглядит следующим образом: colset NEW_TYPE = TYPE timed, где colset — ключевое слово для определения типа; timed — ключевое слово, показывающее, что маркеры данного типа имеют временные метки; NEW_TYPE — название нового типа; TYPE — название типа, который был определен ранее, без добавления временной метки.

В реальных моделях время почти всегда задается в виде некоторой случайной величины, распределенной по некоторому закону. Для задания случайных величин могут быть использованы следующие функции: uniform(real min, real max), где max и min — максимальное и минимальное значения случайной величины, и normal(real M, real D), где M и D — математическое ожидание и дисперсия случайной величины.

В модели реального объекта, устройства или информационной системы может потребоваться возможность сохранения запросов пользователя или пакетов данных в очереди, пока они будут ожидать освобождения обрабатывающего устройства. Для организации очередей в CPN Tools предусмотрен специальный тип данных: colset LIST_NAME = list EL_CS_NAME, где: LIST_NAME — имя нового типа данных (списка элементов заданного типа), EL_CS_NAME — тип элементов, из которых будет состоять список.

При построении модели обработки запросов может возникнуть необходимость представления запроса не одной меткой типа INT, а некоторой более сложной структурой, содержащей множество полей различных типов. Для представления таких структур в CPN Tools предусмотрен специальный тип данных record. Объявление такого типа выглядит следующим образом: colset CS_NAME = record ID1:CS1 * ID2:CS2 * ... * IDN:CSN, где: CS_NAME — имя нового типа; ID1, ID2,..., IDN — имена полей структуры; CS1, CS2,..., CSN — типы соответствующих полей структуры. В качестве альтернативы типу record удобно использовать тип product, представляющий собой кортеж (tuple) значений различных типов. Синтаксис объявления типа данных кортежей выглядит следующим образом: colset CS_NAME = product TYPE_1 * TYPE_2 * … * TYPE_n; n>=2, где: CS_NAME — имя нового типа данных, TYPE_1, TYPE_2, ... , TYPE_n — имена типов данных, элементы которых входят в кортеж, n - количество элементов кортежа. Как можно видеть из синтаксиса кортежа, основное его отличие от типа record заключается в отсутствии именованных элементов. В кортеже обращение к элементам осуществляется по индексу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье были рассмотрены особенности программной среды CPN Tools для построения моделей информационных систем на основе математического аппарата сетей Петри.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кочкин Д.В., Суконщиков А.А.** Использование нечетких величин при моделировании в среде CPN Tools // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования». — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — С. 196-197.

2. **Теория** вычислительных процессов. Методические указания к лабораторным работам «Моделирование раскрашенных сетей Петри в CPN Tools». — Вологда: ВоГТУ, 2013. — 61 с.

И.М. Крепков, М.Р.Овсянникова, С.А. Петров
KrepkovIM@mpei.ru, OvsiannikovaMR@mpei.ru, PetrovSA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОНЦЕПЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МЭИ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ КОМПЛЕКСНОСТИ, СИСТЕМНОСТИ, ЕДИНСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

АННОТАЦИЯ

Анализируются принципы построения корпоративной информационной системы управления (КИСУ) университетом с учетом целевой функции – повышения качества инженерного образования.

Описаны основные критерии, технологические платформы, архитектура и возможности интеграции.

Приведены функциональные модули КИСУ и их функциональность.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка современных инженерных кадров требует в настоящее время существенного развития системы управления университетом в целях мониторинга качества подготовки специалистов, внедрения современных технологий и методов [1]. Подготовка квалифицированного инженера невозможна без широкого внедрения информационно-коммуникационных технологий во все сферы деятельности университета — обучение, проведение научных исследований, управление различными сферами деятельности. Данные задачи позволяет решать интегрированная корпоративная информационная система управления университетом, охватывающая все бизнес-процессы.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КИСУ УНИВЕРСИТЕТА

Информатизацию вуза в современных условиях следует рассматривать как процесс перехода к такому состоянию корпоративной информационной среды, при котором пользователи получают доступ к необходимой, актуальной, полной, корректной и непротиворечивой информации. При этом сами ИТ-решения так вплетены в основные деловые процессы вуза, что персонал и студенты уже не могут обходиться без сервисов, предоставляемых информационной средой.

В соответствии с направлениями деятельности вуза в информационной сети вуза можно выделить основные компоненты (системы):

- система управления организационной структурой и кадрами вуза;
- система, поддерживающая организацию набора студентов, аспирантов, докторантов;
- система управления контингентом студентов вуза (в том числе работа с платными образовательными услугами);
- система управления контингентом аспирантов и докторантов;
- система планирования и контроля выполнения учебного процесса (от составления графика учебного процесса до сессии, включая расписание);
- портал вуза;
- система поддержки сообщества вуза в социальных сетях;
- система оформления документов о высшем образовании (в том числе и общеевропейское приложение к диплому);
- система управления снабжением;
- бухгалтерская система;
- система учета работ и договоров по НИР и ОКР, грантов;
- система электронного документооборота;
- система обеспечения финансового планирования.

Компонентный состав может изменяться и уточняться в процессе деятельности вуза.

Каждая из систем должна решать следующие задачи:

- хранение и ведение информации по соответствующему направлению деятельности вуза (например, учёт преподаваемых дисциплин, составление планов обучения, ведение базы данных студентов);
- формирование в соответствии со стандартами всей необходимой документации, сопровождающей деятельность вуза;
- оперативное предоставление информации по нерегламентированным запросам для принятия управленческих решений;
- предоставление корректных данных для построения регламентированных форм и разовых запросов от организаций и ведомств.

Дополнительно на КИСУ накладывается ряд задач по финансово-экономической и административно-кадровой сфере:

- обеспечение информационного контроля деятельности вуза по основным финансово-экономическим показателям;
- обеспечение автоматизированного бухгалтерского учета и системы электронного документооборота;

- обеспечение автоматизированного расчета заработной платы преподавателей и сотрудников и стипендии студентов и аспирантов;

- учет материальных ценностей и объектов недвижимости;

- обеспечение автоматизированного кадрового учета преподавателей, сотрудников, студентов и аспирантов;

- обеспечение электронного документооборота, включая контроль исполнения приказов и поручений;

- информатизация студенческого городка.

И, наконец, вуз ведёт международную деятельность, поэтому КИСУ должна обеспечивать информационную поддержку международной деятельности университета.

Все эти задачи должны решаться с учётом действующей организационной структуры и в соответствии с принятыми бизнес-правилами.

Информационная сеть МЭИ должна работать по следующим правилам:

1) Любая информация, порождаемая в одной из систем, может быть использована в любой другой системе.

2) Любая информация, передаваемая из одной системы в другую систему, должна обладать своим уникальным идентификатором.

3) Взаимодействуя, системы должны обмениваться только необходимой частью информации.

4) Справочные данные должны сопровождаться только в одной системе.

5) Все системы должны работать в рамках корпоративной информационной сети.

6) При использовании специального защищенного шлюза должна быть предоставлена возможность организации доступа к системам из сети Интернет.

7) Системы должны быть гибки и изменяемы.

8) Системы должны быть защищены как от вмешательства извне, так и от ошибок персонала.

9) Системы должны автоматически вести аудит всех изменений.

10) Каждая из систем должна хранить всю информацию в базе данных. Хранение информации на компьютерах пользователей или сетевых дисках не допускается.

В каждой системе должны быть четко выделены три части:

- хранилище данных;

- интерфейс программирования приложений (application programming interface, API) для работы с данными;

- web-клиент для взаимодействия с приложением.

Взаимодействие пользователей с информационными ресурсами (с системами) осуществляется исключительно с использованием web-интерфейса. При этом должны быть четко проработаны вопросы информационной безопасности web-сервисов.

Любая современная информационная сеть — структура динамичная. Динамику следует учитывать и поддерживать на уровне:

- проекта информационной среды в целом;

- проекта каждой из систем;

- используемой программной платформы и состава технических средств;

- поддержки функционала каждой из систем.

В современных условиях информационная среда вуза должна функционировать в соответствии с российским законодательством.

Следует отметить особенности текущего момента:

- требования федерального закона РФ от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных»;

- постановление правительства РФ от 10.07.2013 № 582 «Об утверждении Правил размещения на официальном сайте образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обновления информации об образовательной организации»;

- существование ряда федеральных баз данных: федеральная информационная справочная система (ФИАС), федеральная база данных об участниках и о результатах ЕГЭ, информация из которых доступна (и необходима) для использования в вузе;

- большое количество (имеющее тенденцию к постоянному увеличению) нерегламентированных запросов, связанных с деятельностью вуза, поступающих от различных ведомств.

С точки зрения современного состояния и тенденций развития программно-аппаратных средств, поддерживающих информационную среду вуза, следует отметить два важных момента:

- динамика смены версий (развития) программных продуктов, составляющих программную платформу для реализации информационной среды (software), чрезвычайно высока;

- динамика смены средств вычислительной техники, составляющих аппаратную платформу для реализации информационной среды (hardware), чрезвычайно высока.

В этих условиях происходит достаточно быстрое «старение» программных и аппаратных средств. Фирмы-производители перестают поддерживать «предыдущие» версии своих продуктов. С учетом этой особенности текущего момента для поддержки информационной среды вуза весьма актуальной становится задача своевременного обновления программно-аппаратной платформы. Особенность текущего момента в области высшего образования в

России — большой, увеличивающийся из года в год, объем статистической отчетности (нерегламентированные запросы). С учетом всех этих особенностей для поддержки информационной среды вуза в актуальном состоянии требуется штат квалифицированных программистов, специалистов по поддержке вычислительных сетей, аналитиков. Для поддержки уверенного использования информационной среды вуза пользователями требуется штат методистов (обучение на рабочем месте, консультации, групповое обучение). Для всех систем информационной среды следует иметь программы, демонстрирующие возможности функционала системы, и справочники, позволяющие получить исчерпывающий ответ на вопрос, как выполнить ту или иную функцию.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ

В качестве программной платформы информационных систем МЭИ выбрана платформа Microsoft. Целесообразность такого выбора обусловлена следующими факторами:

- платформа позволяет разрабатывать программные продукты при разумном соотношении параметров «время разработки — цена — качество»;
- программные продукты Microsoft сертифицированы в соответствии с российским законодательством (Microsoft работает в России с системами сертификации программных продуктов, принятыми ФСБ (в области сертификации криптографических алгоритмов) и ФСТЭК (Федеральная служба по техническому и экспортному контролю, сертификация всей функциональности, не связанной с криптографией));
- Microsoft предоставляет линейку программных продуктов — функционально полный инструментарий для формирования информационной сети вуза;
- в рамках многопрофильного сотрудничества Microsoft и МЭИ на базе ИВЦ функционирует центр инноваций Microsoft;
- продукты Microsoft способны успешно функционировать на базе облачных вычислений и средств виртуализации.

При реализации КИСУ университета используются и будут использоваться преимущественно технологии компании Microsoft, а для реализации задач бухгалтерского учета и финансово-экономической деятельности — система программ «1С: Предприятие 8».

Системообразующие, инфраструктурные и значительная часть серверных технологий базируются на платформе Microsoft Windows Server. Эта же платформа обеспечивает идентификацию и аутентификацию пользователей, а также процедуры обеспечения безопасности.

Программное обеспечение рабочих мест (клиентов) также построено на платформе версий Microsoft Windows XP и выше. Кроме того, КИСУ университета использует платформу Microsoft Office, ставшую стандартом de-facto.

Данные об основных сущностях, используемых в задачах управления университетом, хранятся и обслуживаются под управлением Microsoft Dynamics CRM. Следует отметить, что Microsoft Dynamics CRM используется КИС Университета в качестве системообразующей платформы и обеспечивает следующие функции:

- хранение и управление сведениями об основных сущностях, используемых для управления университетом и отношений между ними;
- управление выполнением регламентов (рабочих процессов) над основными сущностями;
- хранение и управление нормативно-справочной информацией, включая представление общероссийских и специальных классификаторов;
- формирование регламентированных отчетных форм и отчетных форм по запросам.

Платформа Microsoft Dynamics CRM в свою очередь базируется на следующих технологиях более низкого уровня:

- Microsoft Windows Server;
- Microsoft Active Directory;
- Microsoft Internet Information Services;
- Microsoft SQL Server;
- Microsoft Reporting Services;
- Microsoft .NET Framework, включая Windows Workflow Foundation.

Для обеспечения задач управления документами, совместной работы с документами и документооборота предполагается использовать Windows SharePoint Services и Microsoft Office SharePoint Server.

Для обеспечения задач бухгалтерского учета и финансово-экономической деятельности уже используется и предполагается использовать решения системы программ «1С:Предприятие 8»:

- автоматизация бухгалтерского учета («1С:Бухгалтерия бюджетного учреждения»);
- автоматизация расчета заработной платы сотрудников и стипендии учащихся («1С:Зарплата и кадры бюджетного учреждения 8»);
- подготовка налоговой отчетности («1С:Налогоплательщик 8»).

3. ОБЩАЯ СХЕМА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МОДУЛИ

Функционирующая КИСУ обеспечивает максимально широкий охват всех сторон управления вузом, поэтапно либо объединяя имеющиеся в вузе информационные системы, либо обеспечивая за счет своих ресурсов выполнение их функций. Особое внимание уделяется главной деятельности вуза — образовательной — для обеспечения качественно нового уровня образовательного процесса. Та-

ким образом, можно выделить следующие основные качества системы:

- комплексное обеспечение бизнес-процессов вуза;

- максимальное отражение специфики деятельности пользователей всех уровней;

- встраивание модулей в бизнес-процессы вуза, а не просто фиксация фактов, избавляет от многих ошибок;

- организация единой информационной среды вуза, которая позволяет интегрировать деятельность: обучаемых (студентов и слушателей), обучающих (преподавателей и научных сотрудников) и организаторов учебного процесса.

КИСУ вуза построена по модульному принципу. Это дает следующие преимущества:

- возможность частичного или поэтапного внедрения, начиная с тех модулей, потребность в которых наиболее высока;

- возможность взаимодействия с унаследованными системами (с последующим их вытеснением или без него);

- этапность разработки, возможно с распараллеливанием этапов;

- возможность масштабирования КИСУ в зависимости от размеров вуза.

Каждый модуль системы может работать как в автономном режиме, так и в составе комплекса [2]. При работе в составе комплекса модуль получает необходимую информацию из других модулей. Для работы в автономном режиме предусмотрены средства ввода и редактирования недостающих данных.

На данный момент КИСУ вуза состоит из следующих модулей:

- Модуль «Абитуриент» охватывает все аспекты процесса набора студентов от регистрации абитуриентов до подготовки интегрированной отчетности по итогам отборочной кампании.

- Модуль «Студент» предназначен для информационного обеспечения большинства бизнес процессов, связанных с подготовкой специалистов в системе высшего образования.

- Модуль «ПЛУП» охватывает весь учебный процесс в части составления учебных планов, календарных графиков учебного процесса, планов теоретического обучения, семестровых учебных планов.

- Модуль «Сессия» служит для проведения зачетных и экзаменационных сессий. Это один из наиболее трудоемких процессов в вузе. Модуль призван существенно сократить издержки этого процесса при значительном повышении качества документов и достоверности данных.

- «Интер СОД» — модуль оформления документов о высшем образовании. Позволяет быстро, качественно и с минимальными затратами решить весь комплекс задач по подготовке и выдаче официальных документов выпускникам вуза.

- Модуль «Аспирант» обеспечивает учёт аспирантов, докторантов и соискателей государственного вуза.

- Модуль «Сотрудник» предназначен для информационной поддержки задач управления персоналом учебного заведения (как учебным, так и научным, административно-хозяйственным и вспомогательным).

- Модуль «Платные образовательные услуги» предназначен для информационной поддержки работы со студентами платных форм обучения.

- Модуль «НИР и ОКР» охватывает весь процесс подготовки, оформления и контроля пакетов договорных документов, предназначенных для сопровождения НИР и ОКР.

- Портал вуза — важнейший ресурс, предоставляющий важную актуальную информацию как студентам и сотрудникам, так и внешним организациям и частным лицам.

- Общеинститутская система электронной почты автоматически предоставляет почтовые ящики всем сотрудникам и студентам в момент зачисления.

- Система программ «1С: Предприятие 8» предназначена для автоматизации бухгалтерского учета и финансово-экономической деятельности университета (блоки: бухгалтерский учет, материально-техническое обеспечение, финансово-экономическая деятельность).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В НИУ МЭИ на основе критериев комплексности системности и единства технологической платформы создана КИСУ вуза, позволяющая осуществлять мониторинг качества учебного процесса. Данную задачу позволяет решить сквозная автоматизация учебного процесса и создание интегрированной кадровой системы. Дальнейшее развитие КИСУ максимально направлено на сквозную автоматизацию финансово-экономической деятельности, начиная от процесса бюджетирования, планирования закупок и заканчивая полной финансовой отчетностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крепков И. М.** Информатизация университета: стратегия, решения, перспективы. Новые информационные технологии менеджмент качества (NIT&QM 2011). Материалы международной научной конференции, ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика». — М.: ООО «Арт-Флэш», 2011. — С. 19—21.

2. **Решения** ИВЦ МЭИ (ТУ) для информационного обеспечения образовательного процесса. Корпоративная информационная система вуза. Электронный ресурс: http://icc.mpei.ru/documents/00000899.pdf.

И.В. Купин[1], Ю.А. Зайцев[2], А.С. Полянский[2]
graphic@sstu.ru
[1] Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Саратов
[2] Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ 3D-МОДЕЛИ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ПАРАБОЛОИДА

АННОТАЦИЯ

На строительном и архитектурном направлениях технических университетов некоторые специальные разделы начертательной геометрии даются студентам более углубленно. К ним относятся кривые поверхности, находящие широкое применение в строительстве при проектировании тонкостенных оболочек, перекрытий, откосов [1].

При проектировании конструкций со сложными техническими поверхностями чертежи часто приходится сопровождать дополнительными документами в виде инструкций, схем, а нередко основные узлы изображать в аксонометрических проекциях для большей наглядности (рис. 1).

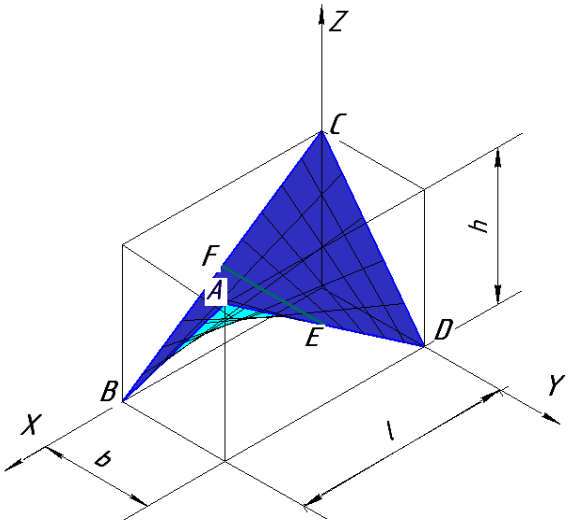


Рис. 1. Аксонометрическая проекция прямого гиперболического параболоида

Переход на трехмерное моделирование, используя изложенный способ сечений, позволяет избежать этих недостатков.

ВВЕДЕНИЕ

При построении пространственной 3D-модели прямого гиперболического параболоида (часто именуемого косой плоскостью) его можно вписать в пространство параллелепипеда [2, 3]. Используя способ сечений в графическом редакторе 3D-модели, его можно вписать в прямой или наклонный параллелепипед с конкретными параметрами. Выбранные сечения позволяют осуществить формирование поверхности и создать 3D-модель гиперболического параболоида.

Этот способ формирования косой плоскости можно использовать при конструировании гипаров [1], которые получили распространение благодаря архитектурным особенностям форм. Такие оболочки применяют для покрытий различных общественных и производственных зданий, панелей стен и в малых архитектурных формах.

В учебном процессе возможно создавать в графическом редакторе 3D-модели, позволяющие студентам строить метрически определенные косые поверхности на лабораторных занятиях.

1. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ КОСОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Гиперболический параболоид относится к сложным линейчатым поверхностям.

Косые плоскости, обладая выразительным силуэтом, являются интересным элементом композиционного решения. Особенный интерес эти поверхности представляют при конструировании железобетонных оболочек. Благодаря наличию двух взаимно пересекающихся семейств прямолинейных образующих обеспечивается простота изготовления арматурного каркаса, возможность натяжения арматуры упрощается изготовлением опалубки.

Поверхностями гиперболического параболоида являются откосы переходных участков насыпей земляного полотна железной дороги. Такого рода переходы могут быть использованы при проектировании высоких пойменных насыпей.

Одно из первых сооружений с примененным в нем тонкостенным покрытием — оболочкой, представляющей поверхность гиперболического параболоида, было возведено в Мексике (арх. Кандела и Ордоньес).

Гипары принадлежат к поверхности двоякой разнозначной кривизны — центры их кривизны лежат по разные стороны поверхности. В этом случае поверхность гипара может быть образована плоскопараллельным перемещением параболы α, ветви которой направлены вниз, по параболе β, ветви которой направлены вверх, при условии, что образующая парабола с направляющей параболой соприкасаются своими вершинами (рис. 2).

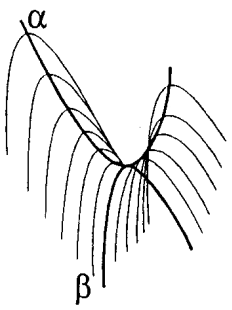


Рис. 2. Образование поверхности гиперболического параболоида переносом параболы

Одной из замечательных линий гиперболического параболоида является линия сжатия, являющаяся линией, соединяющей ближайшие точки на смежных образующих одного семейства. Таких линий на поверхности — две. Точка пересечения линий сжатия является центром сжатия поверхности и совпадает с самой себе симметричной точкой, лежащей в точке пересечения поверхности осью симметрии. Линия сжатия прямого гиперболического параболоида ортогонально проецируется в точку и в прямую на соответствующие плоскости параллелизма. Линия сжатия косого гиперболического параболоида проецируется на такие плоскости в параболы. Эти линии учитываются при расчете гипаров.

Гиперболический параболоид можно рассматривать как два множества прямых, каждое из которых имеет свою плоскость параллелизма. Случайная плоскость пересекает косую плоскость по кривым второго порядка — параболе и гиперболе. Косая плоскость является поверхностью второго порядка, и поэтому называется гиперболическим параболоидом.

Два семейства прямых на гиперболическом параболоиде устроены точно так же, как и на однополостном гиперболоиде, а именно две прямые одного семейства скрещиваются, две прямые из разных семейств лежат в одной плоскости. Через каждую точку гиперболического параболоида проходит одна прямая из каждого семейства. Так как любые две образующие одного семейства скрещиваются друг с другом, то контур отсека поверхности является неплоским четырехугольником, т.е. таким, противоположные стороны которого скрещиваются. Следовательно, косую плоскость можно задать проекциями неплоского четырехугольника (рис. 3). Такое задание нагляднее и проще, чем другие способы.

Для любого случая ось симметрии косой плоскости параллельна линии взаимного пересечения ее плоскостей параллелизма. Очерком косой плоскости при случайном направлении проецирования является парабола, плоскость которой параллельна оси симметрии поверхности. Если плоскости параллелизма взаимно перпендикулярны, то такой гиперболический параболоид называют прямым, если не перпендикулярны, то — наклонным.

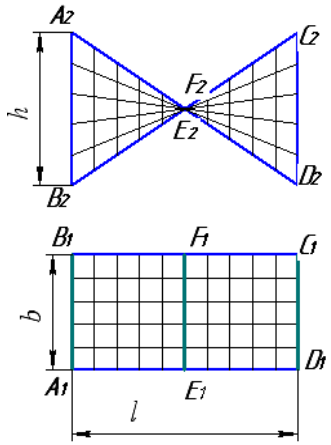


Рис. 3. Построение изображения прямого гиперболического параболоида в ортогональных проекциях

На рис. 3 показаны ортогональные проекции прямого гиперболического параболоида, созданного при движении образующей прямой *EF* по направляющим скрещивающимся прямым *AB* и *CD*. При этом следует сделать оговорку, что теоретически любая поверхность не имеет ограничений размеров в пространстве, и поэтому на нашем чертеже показан лишь отсек поверхности гиперболического параболоида, ограниченного размерами по длине ℓ, ширине *b*, высоте *h*. Наглядное представление о пространственной форме гиперболического параболоида можно получить, построив его аксонометрическое изображение. Такое построение показано на рис. 1. Основным недостатком аксонометрического изображения является большая трудоемкость графических построений, выполняемых по законам плоского двухмерного черчения.

Из построенного чертежа (рис. 3) видно, что поверхность гиперболического параболоида «вписывается» в пространство параллелепипеда, а его контуры по периметру ограничиваются диагоналями вертикальных граней параллелепипеда. При любом другом расположении поверхности гиперболического параболоида можно выбрать такую условную систему координатных осей, которая позволит получить чертеж прямоугольного гиперболического параболоида в виде, представленном на рис. 3.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОСОБОМ СЕЧЕНИЙ

При формообразовании косой поверхности возможно использование традиционных способов графического редактора КОМПАС.

Способ выдавливания используется для построения моделей с прямолинейной осью, имеющих постоянную неизменную форму сечения по всей длине изделия. При этом форма контура сечения может быть сколь угодно сложной. Сечения гиперболического параболоида постоянно изменчивы и по форме и по размерам. Поэтому способ выдавливания затруднительно использовать для построения пространственной модели гиперболического параболоида. Также, на наш взгляд, сложно применять

способ вращения, который применяют, чаще всего, для построения моделей тел вращения.

Кинематический способ также не может быть использован для построения модели гиперболического параболоида по той причине, что моделируемая деталь должна иметь постоянную форму сечения по всему контуру оси.

Для построения в графическом редакторе КОМПАС 3D модели поверхности прямоугольного гиперболического параболоида удобно применять способ сечений. При построении пространственной 3D модели проще всего задавать положение гиперболического параболоида с помощью «описанного» вокруг него прямого или наклонного параллелепипеда [2].

Для построения 3D моделей в графическом редакторе КОМПАС используют такие же способы построения, что и для создания пространственных 3D моделей геометрических тел. Построим 3D модель гиперболического параболоида, приняв следующие величины габаритных размеров «описанного» параллелепипеда: длина ℓ = 60 мм, ширина b = 30 мм, высота h = 40 мм. На представленном чертеже плоскостями параллелизма являются фронтальная плоскость проекций $П_2$ и профильная плоскость проекций $П_3$. Соответственно, параллельно указанным плоскостям параллелизма расположены семейства образующих и направляющих прямых. В зависимости от положения секущей плоскости сечение может иметь форму параболы или гиперболы. В случае расположения секущей плоскости параллельно заданной плоскости параллелизма сечение представляет отрезок прямой линии. Такая форма сечения облегчает построение 3D модели. Поэтому для построения 3D модели гиперболического параболоида выбираем сечения в виде прямых отрезков, которые образуются при проведении вертикальных секущих плоскостей, параллельных профильной плоскости проекций $П_3$ (плоскость *ZOY*), по линиям *AB*, *EF*, *CD*, выделенным на чертеже утолщенными линиями. Все три сечения представляют отрезки, расположенные в прямоугольниках с размерами b=30 мм h = 40 мм, представляющих вертикальные сечения «описанного» параллелепипеда, ограничивающего контуры заданного гиперболического параболоида. Эскиз сечения I по линии *AB* располагаем непосредственно в профильной плоскости *ZOY*. Эскизы сечения II по линии *EF* и сечения III по линии *CD* размещаем в смещенных плоскостях 1 и 2, расположенных параллельно плоскости *ZOY* на расстоянии 30 мм и 60 мм соответственно. Расположение совмещенных плоскостей и эскизов в них показано на рис. 4.

Программа автоматически создает 3D модель гиперболического параболоида, показанную на рис. 5.

Таким образом, нами описана на конкретном примере последовательность построения 3D-модели поверхности прямоугольного гиперболического параболоида.

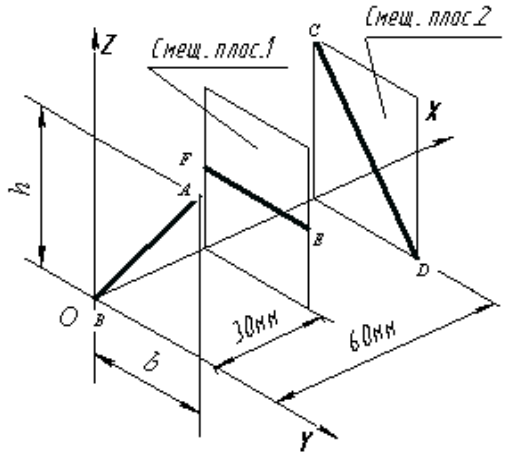


Рис. 4. Схема расположения эскизов в совмещенных плоскостях при построении 3D модели прямого гиперболического параболоида

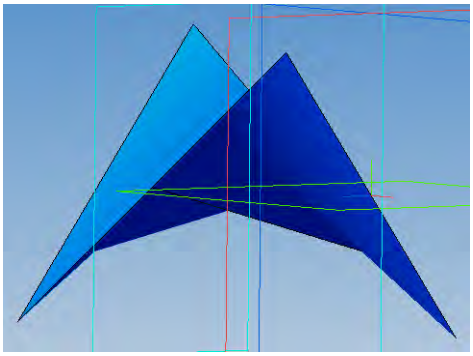


Рис. 5. Пространственная 3D модель прямого гиперболического параболоида

Далее рассмотрим особенности построения пространственной модели наклонного гиперболического параболоида, представленного на рис. 6.

Оставим неизменными размеры сторон «описанного» параллелепипеда. Горизонтальная проекция гиперболического параболоида в этом случае представляет параллелограмм, стороны которого образуют соответственно углы α и 90°–α. Значение величины угла принимаем: α = 30º. Для построения 3D-модели гиперболического параболоида выберем в качестве плоскости параллелизма фронтальную плоскость проекций $П_2$ (плоскость *ZOX*), параллельно которой расположены образующие линии *AD*, *EF*, *BC*, выделенные на чертеже утолщенными линиями (рис. 6 и рис. 7). Вдоль указанных линий проведем смещенные секущие плоскости. В отличие от рис. 3, расстояние между смещенными секущими плоскостями (соответственно и между образующими сечениями) не равно длине отрезка $AB = b$, а измеряется по перпендикуляру K_1N_1 (рис. 6). Длину перпендикуляра K_1N_1 можно вычислить аналитически: $K_1N_1 = b\cos(90º–\alpha)$ или определить графически по чертежу. В рассматриваемом примере расстояния между смещенными плоскостями будут равны: K_1N_1 = 15 мм, K_1S_1 = 7,5 мм. Кроме того, необходимо отметить, что центры выбранных в смещенных плоскостях сечений находятся в точках

K_1, O_1, M_1 на линии оси симметрии KM «описанного» параллелепипеда, в результате чего создается относительное смещение названных центров вдоль координатной оси X на величины, равные длине отрезков O_1S_1 = 13 мм и M_1N_1 = 26 мм (рис. 5 и рис. 6).

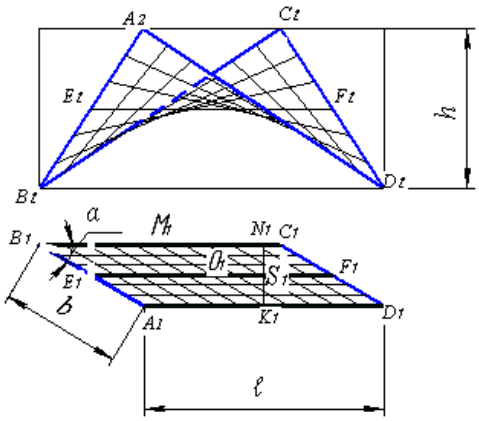


Рис. 6. Ортогональные проекции наклонного гиперболического параболоида

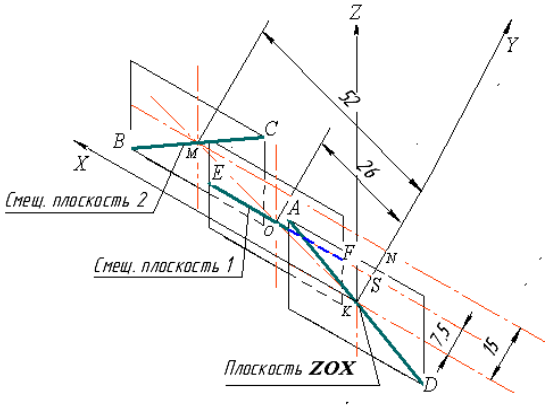


Рис. 7. Схема расположения совмещенных плоскостей и эскизов сечений в них при построении 3D-модели наклонного гиперболического параболоида

На основе проведенных рассуждений можно создать схему расположения смещенных плоскостей и размещения в них эскизов для построения 3D-модели наклонного гиперболического параболоида. Главные элементы схемы показаны на рис. 6. Эскиз сечения I по линии AD располагаем непосредственно во фронтальной плоскости ZOX. Эскизы сечения II по линии EF и сечения III по линии BC размещаем в смещенных плоскостях 1 и 2, расположенных параллельно плоскости ZOX на расстоянии 7,5 мм и 15 мм, и со смещением центров сечений параллельно оси X на 13 мм и 26 мм соответственно (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, построение 3D-модели наклонного гиперболического параболоида состоит из следующих последовательных операций:

а) выбор взаимного расположения совмещенных плоскостей;

б) расчет величины смещений центров выбранных сечений;

в) построение эскизов в выбранных совмещенных плоскостях с учетом расчетных величин относительных смещений центров сечений.

После выполнения перечисленных операций необходимо включить те же команды, которые были использованы при создании 3D-модели прямого гиперболического параболоида: «Операция», «Поверхность по сечениям», «Эскиз 1, Эскиз 2, Эскиз 3». На рис. 8 показана 3D-модель наклонного гиперболического параболоида, созданного по чертежу, приведенному на рис. 6, согласно описанной выше методике.

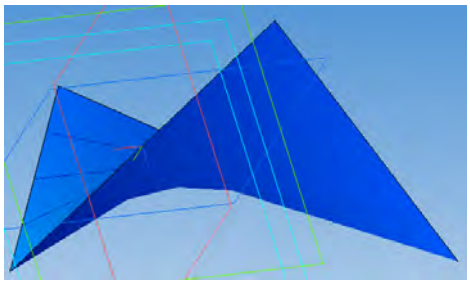


Рис. 8. Пространственная 3D-модель наклонного гиперболического параболоида

Приведенные примеры построения 3D-моделей гиперболического параболоида показывают возможность использования графического редактора КОМПАС для построения пространственных 3D-моделей геометрических тел и технически сложных поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лебедева Н.В.** Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции. Учебное пособие. — М.: Изд-во Архитектура С, 2006. — 120 с.

2. **Кузнецов Н.С.** Начертательная геометрия. Учебник для вузов; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1981. — 262 с.

3. **Пеклич В.А.** Начертательная геометрия. Учебник для вузов. — М.: Изд-во АСВ, 2000. — 248 с.

Н.Н. Кургузов, Л.И. Кургузова, Н.В. Третьяков
nic2_1950@mail.ru
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар

ТРЕНАЖЕР-ЭКЗАМЕНАТОР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

АННОТАЦИЯ

Приводится краткая характеристика структуры и функциональных возможностей тренажера-экзаменатора, используемого в учебном процессе бакалавров электроэнергетики и в их последующей практической деятельности в области эксплуатации электрооборудования объектов электроэнергетики.

ВВЕДЕНИЕ

При подготовке будущих специалистов энергетического производства особое внимание уделяется знанию ими нормативных документов для обеспечения последующей безопасной и безаварийной эксплуатации электротехнического оборудования. Неоценимую помощь в этом процессе оказывают компьютерные тренажеры-экзаменаторы. В представленной базовой версии программный продукт обеспечивает проверку знаний Правил технической эксплуатации (ПТЭ), Правил техники безопасности (ПТБ) и Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРЕНАЖЕРА-ЭКЗАМЕНАТОРА

Программа обеспечивает:

– проверку знаний в режиме выбора правильного ответа из нескольких предложенных по ПТЭ, ПТБ и ПУЭ;

– автоматическую оценку каждого ответа экзаменуемого;

– автоматический подсчет правильных и неправильных ответов;

– выдачу на экран монитора правильного ответа;

– выставление оценки по результатам сдачи экзамена и автоматическую запись результатов и реквизитов пользователя в журнал проверки знаний по ПТЭ и ПТБ;

– ведение журнала сдачи экзаменов (фамилия, имя, отчество и занимаемая должность экзаменуемого, стаж работы в данной должности и табельный номер; вид персонала — ремонтный, оперативно-ремонтный, оперативный и т.д.);

– формирование выходных форм по запросу на заданный период времени;

– настройку на подбор вопросов в зависимости от вида персонала (оперативный, оперативно-ремонтный и т.д.), группы по электробезопасности и тематики вопросов по ПТЭ, ПТБ и ПУЭ;

– ведение единой базы данных по вопросам и ответам.

2. РЕЖИМ ТРЕНАЖЕРА

После запуска программы, ввода пароля и выбора опции «Тренажер» в меню программы, на экране появляется окно с перечнем тем экзаменационных вопросов по ПТЭ, ПТБ и ПУЭ, группы по электробезопасности и вида персонала (рис. 1).

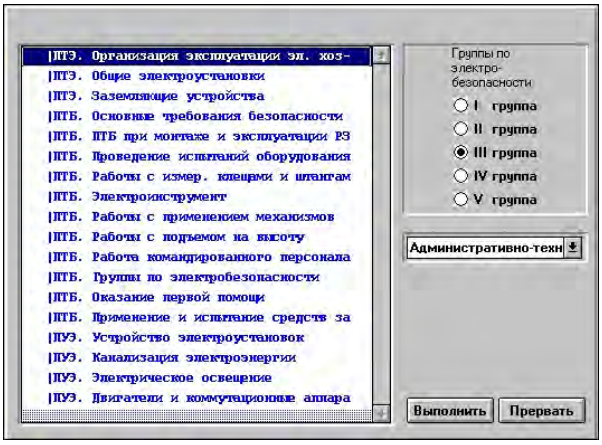


Рис. 1. Форма для выбора тем вопросов, группы по электробезопасности и вида персонала

После выбора тем вопросов, группы по электробезопасности, вида персонала и нажатия на кнопку «Выполнить», на экране появляется форма (рис. 2), в первом окне которой формулируется вопрос, а во втором предлагаются варианты ответов (например, четыре).

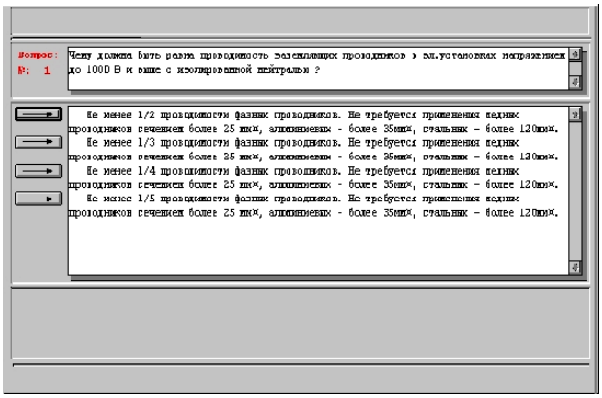


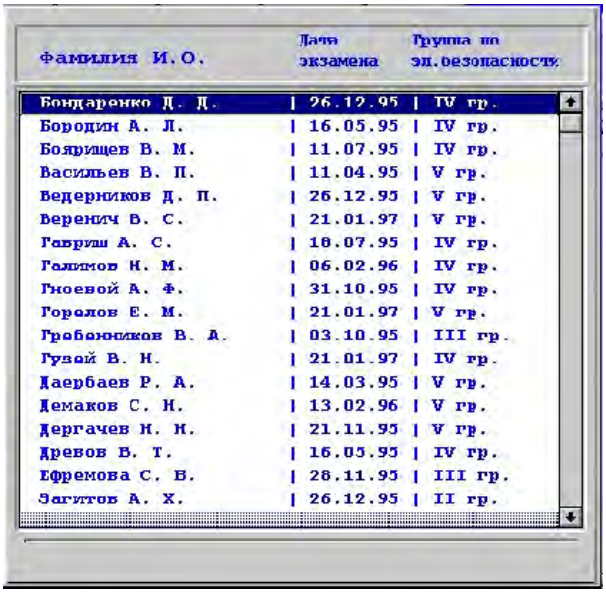
Рис. 2. Экранная форма с первым вопросом

Во втором окне экранной формы пользователь выбирает правильный ответ из предложенного списка, после чего появляется сообщение «Ответ верный» или «Ответ не верный», а в третьем, нижнем окне формы — правильный ответ.

После ответа на последний вопрос появляется окно с предложением просмотреть результаты своей работы. Просмотр результатов осуществляется в специальной форме, в которой указываются номера вопросов, содержание ответов и оценка каждого вопроса.

2. РЕЖИМ ЭКЗАМЕНАТОРА

При выборе этого режима на экране появляется форма (рис. 3), в которой содержится список лиц, которые по установленному графику должны сдавать экзамен, дата предыдущего экзамена, группа по электробезопасности экзаменуемого.



Фамилия И.О.	Дата экзамена	Группа по эл.безопасности
Бондаренко Д. Д.	26.12.95	IV гр.
Бородин А. Л.	16.05.95	IV гр.
Боярищев В. М.	11.07.95	IV гр.
Васильев В. П.	11.04.95	V гр.
Ведерников Д. П.	26.12.95	V гр.
Веренич В. С.	21.01.97	V гр.
Гавриш А. С.	18.07.95	IV гр.
Галимов Н. М.	06.02.96	IV гр.
Гноевой А. Ф.	31.10.95	IV гр.
Горелов Е. М.	21.01.97	V гр.
Грабовников В. А.	03.10.95	III гр.
Гузой В. Н.	21.01.97	IV гр.
Даербаев Р. А.	14.03.95	V гр.
Демаков С. Н.	13.02.96	V гр.
Дергачев Н. Н.	21.11.95	V гр.
Древов В. Т.	16.05.95	IV гр.
Ефремова С. В.	28.11.95	III гр.
Загитов А. Х.	26.12.95	II гр.

Рис. 3. Экранная форма со списком работников, подлежащих квалификационной проверке

Экзаменатор выбирает из списка лицо, подлежащее проверке, затем в форме, аналогичной рис. 1, — перечень экзаменационных вопросов, группы по электробезопасности и вид персонала.

Результаты экзамена представлены в форме.

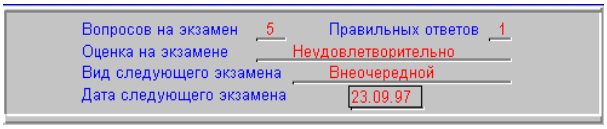


Рис. 4. Экранная форма с результатом экзамена

Результат экзамена может быть выведен на экран монитора или на печатающее устройство.

Рис. 5. Экранная форма для вывода результатов

В экранной форме (рис. 6), соответствующей форме журнала проверки знаний ПТЭ и ПТБ, приводятся все необходимые сведения об экзаменуемом и результаты его квалификационной проверки.

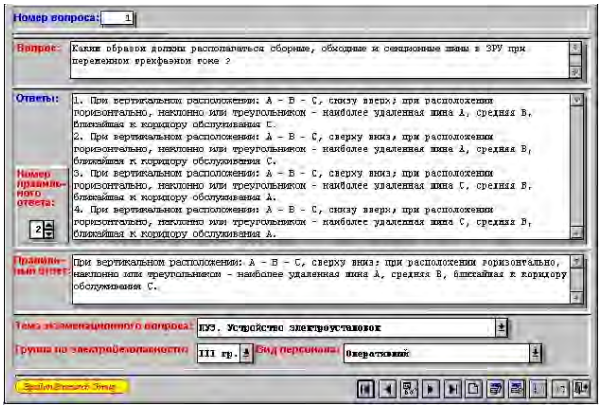


Рис. 6. Экранная форма для формирования базы данных по вопросам и ответам

3. РАБОТА С ОПЦИЕЙ МЕНЮ «ТЕСТЫ» ТРЕНАЖЕРА-ЭКЗАМЕНАТОРА

Программа позволяет формировать единую базу данных по вопросам и ответам.

Программный продукт обеспечивает также корректировку базы данных работников в части допуска к электроустановкам: ведение оперативных переговоров, право выдачи нарядов на работы в действующих электроустановках и быть ответственным руководителем, право быть наблюдающим и производителем работ, право быть членом бригады (рис. 7).

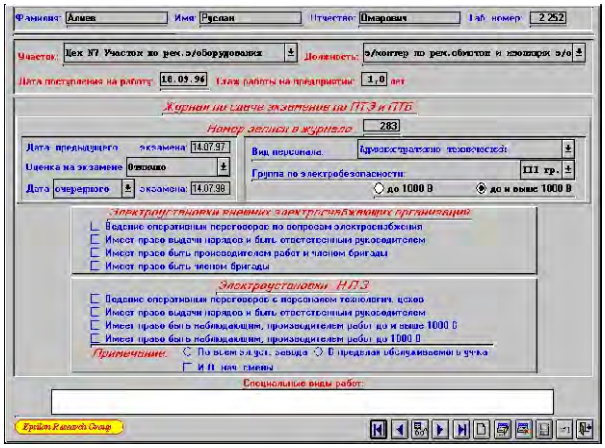


Рис. 7. Экранная форма для ведения базы данных

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый авторами тренажер-экзаменатор используется в учебном процессе университета при подготовке бакалавров электроэнергетики.

Имеется также многолетний положительный опыт внедрения данного программного продукта на предприятиях России и Казахстана.

М.В. Лагунова, Т.В. Мошкова, В.А. Тюрина
mvlnn@rambler.ru, ng.forever.mtv@gmail.com, 55555_73@mail.ru
ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет «ННГАСУ»,
Нижний Новгород

САЙТ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ КАК СРЕДСТВО ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы эффективного и безопасного применения средств информационных и коммуникационных технологий с психолого-педагогической точки зрения, выявления и оценки последствий информатизации, которые необходимо учитывать при осуществлении процесса формирования самообразовательной компетентности.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные и коммуникационные технологии занимают все более значимое место в профессиональной деятельности преподавателя вуза. На лекциях и практических занятиях используются методические и дидактические материалы — учебные тексты, презентации и т.п., подготовленные самим преподавателем с использованием доступных программных средств. В учебном процессе применяются и обучающие программы, разработанные профессионалами в области компьютерных технологий, например, системы тестирования. Таким образом, в работе преподавателя осуществляется синтез собственных разработок, обучающих программ и материалов, размещенных на образовательных порталах Интернета.

1. СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В СЕТИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Среди важнейших задач, требующих разрешения педагогическими средствами, для высшей школы актуальными по-прежнему являются: методологическое обоснование и разработка моделей инновационных педагогических технологий, эффективного и безопасного применения средств коммуникационных технологий; использование распределенного ресурса Интернет и разработка технологий информационного взаимодействия образовательного назначения на базе глобальных телекоммуникаций; продуцирование педагогических приложений в сетях, способствующих усилению роли самостоятельности при обеспечении должного качества подготовки выпускников.

Наличие собственного сайта позволяет преподавателю представить свои материалы в Сети, организовать психолого-педагогическое сопровождение деятельности студентов, общение с коллегами, студентами, а также с родителями учащихся. Популярное в настоящий момент создание собственной странички в какой-либо социальной сети в первую очередь имеет цель организовать общение преподавателя и студентов. Представляя на этих ресурсах свои разработки, преподаватель, по сути, не делает их открытыми. Информация доступна только ограниченному кругу лиц. В отличие от использования страницы, сайт дает возможность проектировать свое представительство в Сети и наполнять его содержанием самостоятельно, соответственно педагогической целесообразности.

2. ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ САЙТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Удобно и относительно просто создавать, обновлять и изменять свой сайт средствами Google. Для этого не требуется наличие специальных знаний. Достаточно пользовательского уровня владения компьютером. «Сайты Google» — это интернет-приложение, позволяющее сделать процесс создания веб-сайта простым, аналогичным редактированию документа [1].

Привлекательными, с точки зрения пользователя, являются такие характеристики продукта, как возможность настройки интерфейса сайта; выбор видов страниц; возможность вставлять различное информационное содержимое (электронные таблицы, видео, презентации, слайд-шоу фотографий Picasa, документы из службы Документов Google, гаджеты iGoogle) и загружать приложения. Очень важной и значимой является возможность управления параметрами доступа, позволяющая сделать сайт настолько закрытым или доступным для изменения и просмотра, насколько это необходимо.

Хостинг (услуга по предоставлению вычислительных мощностей для размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети), как и адрес сайта, бесплатен. То есть любой пользователь может зарегистрировать аккаунт (учетную запись посетителя web-страницы) и создать свой сайт. Но существуют и ограничения — это запрет на длинный адрес сайта и небольшой размер места, выделяемого для хранения материалов аккаунта и сайта.

Изучив и взвесив преимущества и недостатки данного интернет-приложения, мы признали целесообразным его использование для создания преподавательских сайтов своими силами.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ САЙТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

Создание сайта средствами Google требует значительно меньше времени и усилий, нежели самостоятельное написание программы для ЭОК на языке html. К началу учебного семестра преподаватель готовит основополагающие материалы. Например, календарно-тематический план занятий, организационные вопросы, описание необходимых инструментов и материалов, список литературы и ссылок на электронные ресурсы. Остальные дидактические материалы создаются (или редактируются), а затем публикуются по мере необходимости. Таким образом, методическая работа преподавателя оказывается равномерно распределенной в течение семестра. Появился резерв времени на занятиях различного вида за счет публикации на сайте домашних заданий. Преподаватель публикует задание к каждому практическому занятию или лекции в виде отдельного объявления. Подробно описывается необходимая подготовка по теории, указываются рекомендуемые источники. Дается перечень упражнений. Если на предстоящем занятии планом предусмотрено проведение какого-либо контрольного мероприятия, дается его полное описание: тема, форма, время выполнения, критерии оценки, необходимые инструменты и материалы. Кроме того, в такой же форме публикуются новости учебной жизни потока и кафедры, например о проведении и результатах олимпиад по дисциплинам и т.п. На странице новостей также настроен гаджет новостной ленты университета.

Использование сайта в совокупности с другими возможностями информационной образовательной среды привело к позитивной качественной трансформации познавательной деятельности студентов. Работа с сайтом позволила повысить активность самостоятельной деятельности студентов, индивидуализировать процесс обучения, преодолеть стереотип традиционного стиля взаимодействия в ходе образовательного процесса.

Обучение с использованием сайта стимулирует не только развитие познавательных действий, но и личностный рост студентов. Так, осуществление поиска необходимой информации в гипертексте формирует готовность ознакомиться с несовпадающими точками зрения, конкурирующими теориями по поводу разнообразных способов решения задач. По мнению студентов, применение такой формы обучения способствует преобразованию стиля учебной деятельности [2].

В процессе использования сайта достигается смещение акцентов обучения с передачи информации на усвоение студентами способов самостоятельной деятельности благодаря необходимости осуществления поиска актуальных знаний и действий. Формируется такая организация работы, при которой осуществляется переход от отдельных выполняемых действий к формированию обобщенного действия, возрастанию степени самостоятельности, обусловленной необходимостью самостоятельного освоения отдельных действий и их систем. Еще одной из возможностей организации учебного процесса с использованием сайта, значительно облегчающей работу преподавателя, является сбор информации о возникающих барьерах в обучении. Опыт использования новых форм педагогической коммуникации показал, что она не только не приводит к сужению сферы педагогического общения, но и способствует развитию и расширению связей между педагогом и студентами за счет расширения круга коммуникативных партнеров, нахождения новых оснований для вступления в общение. Анализируя и систематизируя поступающие от студентов вопросы, преподаватель имеет возможность опубликовать на сайте ответы на них, предоставить дополнительные материалы, дать ссылки на учебные ресурсы. При отсутствии текущих консультаций такое взаимодействие студентов и преподавателя весьма продуктивно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработка и применение собственного сайта в своей профессиональной деятельности переводит преподавателя на новый уровень взаимодействия со студентами, который позволяет ставить и достигать новые цели в процессе обучения. Необходимость обновления и совершенствования материалов сайта приводит к постоянному росту профессионального мастерства преподавателя, не дает ему «застыть» в рамках отведенной ему дисциплины. Использование сайта, хоть и не является сложной процедурой, однако требует от преподавателя гибкости мышления и умения быстрого реагирования на изменения информационной среды, в которой так уверенно чувствуют себя современные студенты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сидорова Е.В.** Используем сервисы Google: электронный кабинет преподавателя. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 288 с.

2. **Лагунова М.В., Мошкова Т.В., Тюрина В.А.** Предметный сайт как средство развития самообразовательной компетентности студентов в новой информационной реальности // Приволж. науч. журн. 2013. № 3. С. 69—73.

В.А. Лемешев, В.Г. Богомолов
lemeshev.victor@gmail.com, bogomovg@yandex.ru
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ВО ВВОДНЫХ КУРСАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Анализируются современные методы преподавания программирования, изучаемые при этом языки программирования, технологии и подходы. Приводится сравнение языков программирования, используемых в настоящее время российскими и зарубежными вузами. Даются рекомендации к использованию современных языков для вводных курсов программирования.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в большинстве высших учебных заведений технического профиля используется стандартизированная система преподавания информатики и программирования. В примерных программах дисциплин, например, по направлениям подготовки «Машиностроение» [1] и «Прикладная механика» [2] есть требование к изучению алгоритмических языков и программирования. Как правило, вводный курс не различается по направлениям обучения, обычно различия начинают проявляться при изучении курсов специализации.

Обычно программирование начинают преподавать на первом курсе. При этом для обучения чаще всего используются процедурные языки Pascal или C. Однако использование вышеупомянутых языков ведёт к несколько «деформированному» восприятию программирования студентами, что проявляется в перекосе в сторону излишне жёстких представлений о том, как следует разрабатывать программы.

1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Рассмотрим стандартную модель преподавания программирования.

Студентов знакомят с основными алгоритмами, для чего читаются лекции, на которых студентов знакомят с синтаксисом и структурой программ на целевом для данного курса языке программирования (Pascal или C). Лекции сопровождаются рядом лабораторных работ, на которых студенты реализуют алгоритмы, с которыми ознакомили студентов. Как правило, задачи на данных лабораторных работах направлены на изучение не собственно основных понятий программирования, а на изучение структур и тонкостей используемого языка. Так, типичные задачи в лабораторных работах при изучении языка Pascal сводятся к работе с массивами и определению функций. Данная модель обучения обладает как достоинствами, так и недостатками.

К достоинствам можно отнести:

1) Курс построен достаточно просто для студента, т. к. материал подаётся фактически в форме изучения конкретного языка программирования.

2) Имеется большая, наработанная за долгое время, база методических указаний.

3) Считается, что изучаемые языки будут полезны для разработки утилит и программ, необходимых в дальнейшем обучении. Так, иногда лабораторные работы по курсу программирования сочетаются с лабораторными работами по дисциплине «Численные методы».

4) Курс позволяет студентам овладеть достаточной алгоритмической базой для дальнейшего изучения программирования.

К недостаткам, на взгляд авторов, относятся:

1. Концентрация на конкретном языке программирования, часто даже на единственной реализации этого языка, что затрудняет переход на другие языки и реализации в дальнейшем.

2. Устаревшие представления о методиках разработки программ.

3. Узкоспециальный процесс разработки, подчинённый особенностям языка, используемого в обучении (т. к. это, как правило, компилируемый статически типизированный язык без поддержки командной строки, разработка ведётся через цикл «написали-скомпилировали-поправили»).

4. Слабый охват имеющихся в распоряжении программиста структур данных.

5. И — самый главный недостаток на взгляд авторов — недостаточная (а часто и вовсе отсутствующая) концентрация на построении абстракций.

6. Недостаточная связь с методами вычислений — математических и инженерных, и изучением структуры и особенностей уже существующих вычислительных математических пакетов (например, Mathcad).

На четвёртом и пятом пунктах хотелось бы остановиться более подробно. Что касается структур данных, то во вводных курсах, как правило, рассматриваются только массивы. И, хотя в реальной (да и в учебной) практике используются также списки, отображения, множества и деревья, во вводном курсе ввести их не представляется возможным из-за относительной сложности реализации. Ни C, ни Pascal не имеют встроенной под-

держки списков и отображений. Причём, если списки и деревья ещё можно реализовать, введя понятие указателей (что само по себе является весьма тяжёлым материалом), то реализация отображений на C или Pascal выходит далеко за пределы как вводного, так и продвинутого курсов программирования. Однако даже при наличии времени на изучение указателей, реализация списков и деревьев упирается в сложности их отладки неопытными студентами. В итоге получается, что студенты возятся с арифметикой указателей вместо изучения черно-красных деревьев. Отсутствие отображений накладывает существенные ограничения на изучаемые алгоритмы. Что касается уровней абстракции, то хотелось бы обратить внимание на следующее. Приведённый выше способ обучения может быть охарактеризован как «восходящий», т. е. студенты начинают с изучения конкретного языка, развиваясь в ту сторону, в которую позволяет развиваться язык. Это накладывает свой отпечаток на то, как выпускник втуза будет воспринимать материал, с которым ему придётся столкнуться в дальнейшем при освоении или адаптации уже существующих или будущих инженерно-математических, проектно-вычислительных и профессиональных программ.

Одним из недостатков выбранных языков является наличие ограничений, которые не позволяют простым и доступным обучаемому способом выразить часть идиом программирования. Например, практически никогда не изучается понятие «запоминания» (memoization) функции, не изучаются такие понятия, как «ленивые вычисления» (lazy evaluation), потоки данных (streams, не следует путать их ни с потоками из стандартной библиотеки C++, ни с потоками выполнения — threads), лексические замыкания (lexical closures).

Следует отметить, что многое из перечисленного — достаточно сложный материал, освоение которого не под силу студентам первых курсов. Однако он сложен как раз в силу используемых для обучения языков программирования. Реализовать, к примеру, мемоизацию невозможно без использования отображений, которые, как уже упоминалось, не изучаются в силу сложности их использования в данных языках. Более того, абстракции, которые предоставляют изучаемые языки, ограничены функциями. Даже модули доступны только в Pascal'e, в C используется довольно непонятная на первый взгляд система связывания, требующая настройки окружения (для линковки нескольких фалов), либо использования IDE. Да и та функциональная абстракция, что имеется в распоряжении студента, весьма скудна. Поскольку функции в C и Pascal не являются объектами первого порядка (т. е. значениями), то передавать и манипулировать ими напрямую нельзя (хотя и можно перекидывать указатели). Из-за этого часть абстракций, например, потоки, не реализуемы, или реализуемы с большим трудом.

2. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПРОГРАММИРОВАНИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КУРСАМ

Однако, возможно, материал, изучаемый студентами, вполне соответствует современному состоянию IT-индустрии? Чтобы ответить на этот вопрос, следует отметить основные тренды в современном программировании. Сразу оговоримся, что это лишь самые общие направления, а в отдельных областях знания требования могут различаться кардинально.

Итак, для современного программирования характерно:

1. Стремление к кросс-платформенности. Так, многие программы пишутся как для персональных компьютеров, так и для планшетов и мобильных устройств.

2. Смещение акцента от максимальной производительности кода к максимальной масштабируемости. Так, практически все современные процессоры обладают несколькими ядрами и наиболее эффективно их использовать могут только программы, активно использующие многопоточность.

3. Ускорение разработки. С ростом индустрии растёт и конкуренция, что означает, что скорость реализации функционала становится важной как никогда.

4. *Упрощение разработки прикладного ПО и одновременное усложнение разработки библиотек и системного ПО.*

В свете этих тенденций мы можем оценить полезность курса программирования, построенного на базе Pascal и C. Для этого стоит обратить внимание на их ниши в современном рынке ПО и на степень их распространённости.

Начнём с Pascal. Надо сразу отметить, что Pascal является учебным языком и в явном виде в промышленности не используется. Используется же его расширение Object Pascal, которое известно под именем Delphi. Обратимся к крупнейшим репозиториям открытого кода ([3, 4]) и рассмотрим вакансии, требующие знания этого языка. Мы увидим, что степень его проникновения можно смело оценить в 1 %. Надо однако отметить, что в России проникновение его несколько более глубокое, что вызвано как раз активным его использованием в обучении и довольно низкой правовой культурой. Как правило, в разработке используется пиратская версия довольно дорогой IDE от компании Borland и её наследницы Embarcadero, что в зарубежных компаниях невозможно.

Что касается C, то как раз этот язык является наиболее популярным. Однако причиной этой популярности является огромное количество кода, уже написанного на данном языке и нуждающегося в поддержке. Анализ проектов, которые используют

этот язык в разработке, указывает на то, что C является некоторой платформой для решения специфических проблем производительности и к нему прибегают, как правило, для оптимизации уже имеющейся функциональности. И делают это уже состоявшиеся программисты, а отнюдь не бакалавры-инженеры технических направлений подготовки. Учебных или субъективно «простых» проектов на C крайне мало.

Выделим характеристики, которыми должен обладать язык обучения вводному курсу программирования.

1. Поддержка максимально большого количества концепций и стилей программирования.

2. Наличие большого количества встроенных примитивов, таких как отображения и списки.

3. Поддержка быстрой разработки, желательно наличие REPL (read-eval-print loop, цикл интерактивной разработки).

4. Лёгкость и простота синтаксиса, как можно меньшее количество способов допустить неявную ошибку (типа обращения к элементу за пределами массива), которая бы не контролировалась языком.

5. Распространённость, наличие хорошей реализации и большого количества библиотек.

6. Применимость в инженерном ПО.

Эти требования сформулированы на основании опыта преподавания алгоритмов студентам первого и второго курсов, а также опыта работы с программистами, имеющими незаконченное высшее образование (т. е. студентами, которые по разным причинам бросили обучение после нескольких лет, проведённых во втузе, успев прослушать курсы обучения программированию).

Поддержка основных концепций программирования важна потому, что современный инженер-программист должен уметь работать как в процедурном, так и в функциональном, объектно-ориентированном и декларативном стилях. Наличие встроенных примитивов обсуждалось в прошлом разделе.

Поддержку REPL для ускоренного обучения студентов невозможно переоценить. Так, интерактивное программирование позволяет быстро и эффективно отлаживать даже сложные проблемы, вызванные отсутствием достаточного опыта в программировании.

Простой синтаксис и семантика языка позволяют студенту не отвлекаться на борьбу с компилятором или интерпретатором, а сосредоточиться на решении задачи, стоящей перед ним. В качестве примера приведем выдержку из программы на C, результат выполнения которой, несмотря на краткость программы, нельзя однозначно определить:

```
int main(int argc, char* argv[]) {
    int v = 0;
    int z = 0;
    v = (v++); //Что содержится в v?
    z = z++ + ++z; //A в z?
    return 0;
}
```

Несмотря на то, что стандартом C вышеприведенная программа определена как имеющая undefined behavior, неоднократно можно было наблюдать, как студенты употребляли подобные конструкции в реальных лабораторных работах. Само по себе это не является проблемой, и при изучении конкретно языка C подобный пример будет весьма важен. Однако наличие таких нюансов весьма усложняет обучение реальным алгоритмам.

Надо отметить, что сформулированные требования не являются исключительно авторским мнением. Так, многие западные вузы уже достаточно давно преподают программирование, руководствуясь схожими критериями. При этом схема обучения достаточно сильно отличается от той, что принята в большинстве российских технических вузов.

При упомянутой схеме изучения программирования (например, в Massachusetts Institute of Technology, курс 6.001 [5]) в качестве языка программирования выбирается язык, поддерживающий несколько парадигм программирования (структурное, объектно-ориентированное, декларативное программирование), либо позволяющий самостоятельно и легко добавить поддержку того или иного стиля. На протяжении длительного времени для этого использовался язык Scheme, сейчас популярность набирает Haskell и Standard ML (причина — общий тренд движения к статически и строго типизированным языкам). Материал излагается не в форме описания алгоритмов, а в форме перечисления способов, которыми можно описать ту или иную предметную область. Алгоритмы встречаются и описываются, но вводятся обычно как решения каких-то задач реального мира [6]. Основной упор делается не на изучение низкоуровневых средств, предоставляемых компьютером, а на усвоение методик, при помощи которых в программу вводятся новые уровни абстракции. В общих курсах программирования, например, вообще не изучается строение памяти и архитектуры процессоров. Это, однако, компенсируется специализированными курсами, на которых изучаются конкретные платформы (и там — как раз чаще всего — изучается C).

3. СРАВНЕНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБУЧЕНИИ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММРОВАНИЯ

Итак, сформулировав требования к языкам программирования, проведём небольшой обзор и (где это возможно), анализ эффективности обучения.

Имея перед глазами зарубежный опыт, есть смысл обратиться к языку Scheme. Scheme — это язык программирования семейства Lisp, разработанный в 1975-1980 г.г. Г.Стилом и Дж. Сассманом в MIT и предназначенный для обучения студентов инженерных специальностей (в частности, на Scheme проводятся лабораторные работы по курсу механики в MIT). В промышленности Scheme и родственные ему диалекты Lisp используются, в частности, как язык расширения в инженерной системе AutoCAD.

Scheme — мультипарадигменный язык программирования общего назначения, стандартизированный на уровне так называемого «отчёта об алгоритмическом языке программирования Scheme». Он поддерживает все основные типы данных, замыкания, передачу функций как значений, различные реализации могут поддерживать только интерпретацию, либо и интерпретацию, и компиляцию в байт-код или в машинный код. Достоинства и недостатки Scheme проистекают из его корней. К достоинствам относится то, что через Scheme прошли практически все известные задачи, связанные с программированием. Большинство экспериментальных реализаций в области AI, например, были реализованы или на самом Scheme, или на родственном Lisp-языке. Важным плюсом Scheme как языка для обучения программированию является наличие ряда великолепных учебных книг, в которых Scheme взят за основу, например [6]. Имеется поддержка REPL. Недостатком является отсутствие стандартной реализации и малая распространённость за пределами учебных заведений (надо сказать, что это как раз следствие отсутствия стандартной реализации).

Вторым популярным языком, используемым в обучении, является Python. Python — интерпретируемый язык программирования общего назначения, разработанный Г. ван Россумом в 1980-х. Python в настоящее время является одним из самых популярных языков для прототипирования и встраивания. К достоинствам языка относятся его распространённость, огромное количество библиотек, поддержка многих парадигм программирования, структур данных и подходов. К недостаткам можно отнести несколько необычный синтаксис и довольно жёсткое принуждение программиста к решению задачи ровно одним способом. Однако опыт преподавания Python показал, что студентам нравится, как сам язык, так и те возможности быстрой разработки, которые он предоставляет. Имеется поддержка REPL.

Ещё один язык — Javascript — язык программирования, предназначенный в основном для web-разработки и разработанный Б. Айком в Netscape. Несмотря на свою web-природу, это очень гибкий язык, поддерживающий многие парадигмы программирования и по духу очень похожий на Scheme. Опыт преподавания Javascript студентам показал, что его использование может быть целесообразно, но требует доработки инструментария. Также Javascript используется как язык расширений в ряде инженерных программ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённый список языков, которые могут служить базой для изучения вводных курсов программирования, далеко не полон. В него не вошли, например, Smalltalk и Ruby. Опыт использования языков Scheme и Javascript в обучении будущих инженеров является положительным. Так, студенты лучше стали усваивать суть алгоритмов, в процессе обучения на первом курсе удалось объяснить больше материала, например, деревья и потоки (streams). Полученные знания затем с успехом применяются в инженерных дисциплинах, особенно связанных с компьютерными системами проектирования.

Одним из ограничений применения предложенных языков является то, что меньше времени уделяется изучению собственно архитектуры компьютера. Так что переход на другие технологии обучения требует компенсации в виде более глубокого изучения архитектуры компьютера в других, специальных дисциплинах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Примерная** основная образовательная программа ВПО по направлению 150700 «Машиностроение». URL: http://technical.bmstu.ru/umo/fgos/poop150700b.pdf.

2. **Примерная** основная образовательная программа ВПО по направлению 151600 «Прикладная механика». URL: http://technical.bmstu.ru/umo/fgos/poop151600b.pdf.

3. **TIOBE** Programming Community Index for September 2013. URL: http://www.tiobe.com/ index.php/content/paperinfo/tpci/index.html.

4. **The GitHub** URL: http://github.com.

5. **Программа курса 6.001 MIT**. URL: http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-001-structure-and-interpretation-of-computer-programs-spring-2005/index.htm.

6. **Х.Абельсон, Дж. Сассман.** Структура и интерпретация компьютерных программ. — М.: Добросвет, 2010. —608 с.

А.М. Листиков, О.Ю. Шамаева
master-L2@yandex.ru, shamayevaoy@newmail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОИСКА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ CUDA

АННОТАЦИЯ

В докладе представлены результаты исследований параллельной модификации алгоритма эвристического поиска в пространстве состояний с использованием графического процессора (Graphics Processor Unit — GPU), поддерживающего стандарт CUDA (Compute Unified Device Architecture).

ВВЕДЕНИЕ

При решении широкого спектра задач возникают проблемы, решаемые поиском в пространстве состояний. Среди таких задач автоматизированный поиск маршрутов, управление транспортными и информационными потоками, разводка схем интегральных микрочипов и многослойных печатных плат и другие [1].

В общем случае задача эвристического поиска является NP-полной задачей, и для эффективного её решения требуется использование высокопроизводительных архитектур, к которым относятся GPU.

1. ОПИСАНИЕ COMPUTE UNIFIED DEVICE ARCHITECTURE (CUDA)

Долгое время повышение производительности традиционных одноядерных процессоров в основном происходило за счет последовательного увеличения тактовой частоты с одновременным увеличением количества транзисторов на одном кристалле. Параллельно с совершенствованием CPU идёт развитие GPU (Graphics Processor Unit). В 2012 г. компания NVIDIA представила версию графического ускорителя GeForce GTX 680 с теоретической производительностью 3090 ГФлопс. Процессор содержит 1536 вычислительных ядер. Чип изготовлен на базе 28-нм технологии [2].

Главная проблема использования графических ускорителей для вычислений общего назначения заключалась в том, что не было никакого стандартного интерфейса для программирования GPU. Разработчики использовали OpenGL или Direct3D, но это было очень неудобно. Корпорация NVIDIA занялась разработкой единого и удобного стандарта и представила технологию CUDA в 2006 г.

GPU с поддержкой CUDA состоит из нескольких потоковых мультипроцессоров. Все инструкции выполняются по принципу SIMD, когда одна инструкция применяется ко всем нитям в warp'е (в CUDA это группа из 32 нитей — минимальная единица выполнения). Этот способ выполнения назвали SIMT (single instruction multiple threads — одна инструкция и много нитей).

Каждый из мультипроцессоров имеет определённые ресурсы. Так, есть специальная разделяемая память объемом 16 килобайт на мультипроцессор. Эта разделяемая память позволяет обмениваться информацией между нитями одного блока. Важно, что все нити одного блока всегда выполняются одним мультипроцессором, причем нити из разных блоков не могут обмениваться данными напрямую. Мультипроцессоры могут обращаться и к видеопамяти, но с большими задержками и худшей пропускной способностью. Мультипроцессор использует 8К-32К регистра [2] в зависимости от версии архитектуры, общие для всех нитей всех блоков, выполняемых на нём. Каждый такт аппаратное обеспечение выбирает, какой из warp'ов исполнять, и переключается от одного к другому без потерь в тактах. Модель программирования в CUDA предполагает группирование нитей в блоки (block), а блоки сгруппированы в сетки (grid).

Блоки — это наборы нитей, взаимодействующих между собой при помощи разделяемой памяти и точек синхронизации. Ядро (kernel) исполняется сеткой блоков. Каждый блок может быть одно-, двух- или трехмерным по форме и может содержать до 512 нитей.

2. АЛГОРИТМ A* И IDA*

Задача поиска в пространстве состояний представляет собой поиск пути от начального состояния к конечному, при этом найденный путь должен быть оптимальным. Одним из эффективных алгоритмов поиска является эвристический алгоритм поиска A*, который не получил широкого практического применения из-за больших затрат памяти при реализации. Алгоритмы, базирующиеся на A* и работающие с ограниченным размером памяти, редко применимы ко многим практическим задачам.

Эвристический итерационный алгоритм поиска в глубину IDA* (Iterative-Deeping A*) [3] объединяет преимущества эвристического алгоритма поиска A* с незначительной требовательностью по памяти алгоритма поиска в глубину. В алгоритме IDA* последовательно проводятся ограниченные поиски в глубину. При этом поиску в глубину препятствует порог, который в конце каждой итерации устанавливается на минимальное значение оценочной функции, превысившее предел в этой итерации.

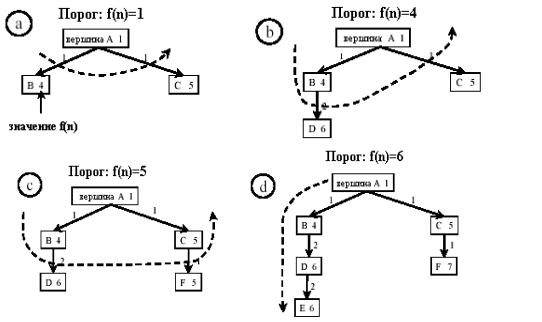


Рис. 1. Схема обхода дерева при поиске методом IDA*: 1-я итерация — a, 2-я — b, 3-я — c, 4-я — d

На рис. 1 приведена схема обхода, иллюстрирующая работу алгоритма IDA*. В качестве начального порога выбирается оценочная функция корня *r* дерева поиска, равная результату его эвристической оценки. Для последующих состояний оценочная функция имеет вид $f(x) = g(x) + h(x)$, где $f(x)$ — оценочная функция состояния x, $g(x)$ — вес пройденного пути от начального состояния, $h(x)$ — эвристическая оценка состояния. Если в итерации решение не было найдено, то порог повышается на минимальную из величин, которые превысили это ограничение.

Так как порог устанавливается в дальнейших итерациях на минимальное значение оценочной функции всех рассмотренных вершин, превысившее значение порога текущей итерации, то тем самым гарантируется, что первое найденное решение является одновременно оптимальным. Недостатком алгоритма IDA* является избыточное раскрытие вершин в многочисленных итерациях, т.к. генерирующиеся вершины не сохраняются. IDA* является оптимальным по памяти, т.к. аналогично поиску в глубину в каждый момент времени должен сохраняться только актуальный путь поиска. Алгоритм IDA* допускает декомпозицию на поддеревья, что позволяет обрабатывать поддеревья независимо, следовательно, одновременно.

В работе проводились исследования реализации CUDA модификации эвристического алгоритма поиска в пространстве состояний IDA* на предмет оценки ускорения решения в зависимости от конфигурации запуска (число блоков, число нитей в блоке).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве задачи-теста, демонстрирующей поиск пути в пространстве состояний, была взята задача решения головоломки «пятнашки». Решение задачи выполнено на вычислительной машине с графическим ускорителем NVIDIA GeForce 560ti с 384 CUDA-ядрами и 2 ГБ памяти.

Решение тестовой задачи состоит из 28 ходов, при этом раскрыто 2,5 миллиона состояний. Результаты анализа зависимости ускорения от параметров запуска представлены на рис. 2. Уровни на графике градуированы начиная с черного, что соответствует минимальному уровню ускорения. Кривая в верхнем правом углу иллюстрирует ограничение по памяти. Ускорение рассчитывалось относительно фиксированного времени решения на 10 блоках по 32 нити: $E_{i,j} = T_{10,32} / T_{i,j}$, где $E_{i,j}$ — ускорение для i блоков по j нитей в блоке, $T_{i,j}$ соответствующее время выполнения. Например, $E_{61,390} = 7{,}79$; $E_{78,304} = 7{,}66$; $E_{100,238} = 7{,}55$.

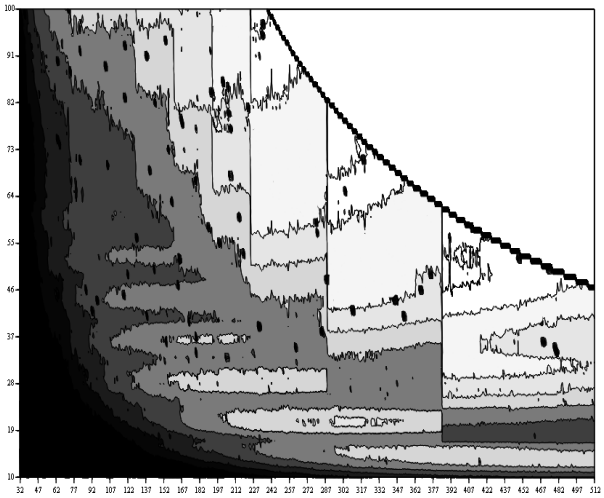


Рис. 2. Карта уровней ускорения в зависимости от параметров запуска (по горизонтали — число нитей в блоке, по вертикали — число блоков)

В зависимости от числа блоков при условии постоянного числа нитей в блоке ускорение растёт и убывает волнообразно, что вызвано способом распределения блоков нитей на мультипроцессоры. Для постоянного числа блоков и растущего числа нитей в блоке видны резкие перепады ускорения. Это вызвано предраспределением ресурсов, таких как разделяемая и регистровая память, что ограничивает число одновременно выполняемых warp'ов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод о нелинейности роста ускорения для CUDA реализации в зависимости от числа блоков и нитей в них и, как результат, необходимости для каждого алгоритма опытным путём подбирать оптимальные параметры запуска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **С. Рассел, П. Норвиг**. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1408 с.

2. **NVIDIA** CUDA C Programming Guide, распространяемый электронный документ, 2012

3. **Richard E. Korf**. Depth-First Iterative-Deeping: An Optimal Admissible Tree Search. Department of Computer Science, Columbia University, New York, NY 10027, U.S.A., 1985. — P. 97—109.

Т.С. Москалева, О.М. Севостьянова
eg@samgtu.ru
Самарский государственный технический университет СамГТУ, Самара

КОНТЕКСТНОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

В работе представлена инновационная технология обучения студентов, в которой сочетаются контекстное обучение и информационные технологии. В контекстном обучении представлены две обучающие модели: имитационная (моделируемая ситуация будущей профессиональной деятельности) и социальная (работа студентов в интерактивных группах, моделирующих социальную среду).

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные формы и методы обучения студентов в вузе перестали соответствовать современным требованиям и утратили свою эффективность. Возникает необходимость пересмотра содержания учебных курсов, разработки и внедрения инновационных технологий обучения студентов.

1. КОНТЕКСТНОЕ ОБУЧЕНИЕ

Контекстное обучение является профессионально ориентированным обучением. Все знания при этом даются и изучаются только в контексте с будущей профессиональной деятельностью. В теории контекстного обучения понятие «контекст» выступает смыслообразующей категорией, а создание в образовательном процессе многообразных контекстов жизни и профессиональной деятельности обеспечивает личностное включение обучающегося в процессы познания, овладение будущей профессиональной деятельностью.

Главная задача контекстного обучения состоит в оптимизации преподавания и учения с опорой не на процессы восприятия или памяти, а прежде всего на творческое, продуктивное мышление, поведение, общение. Вот почему в контекстном подходе особую роль играют активные и интенсифицирующие методы и формы обучения или даже целые технологии, обеспечивающие интенсивное развитие личности студента.

2. ИНТЕГРАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Инженерная и компьютерная графика являются важными компонентами базовой общеинженерной подготовки, закладывающей фундамент профессионального образования специалиста. Традиционно курс компьютерной графики строится из системы лабораторного практикума. В методических указаниях студентам дается подробная инструкция (алгоритм) выполнения упражнений в приложении Компас-3D «Trener». Такой способ организации работы приводит к репродуктивному уровню усвоения учебного материала.

Применяя контекстный подход, интегрируют инженерную и компьютерную графику. Интеграция способствует усилению профессиональной направленности графических дисциплин, повышает уровень систематизации знаний, их уплотненности и экономичности, устраняет дублирование в изложении материала учебных предметов. При разработке учебной программы интегрированного курса главным аспектом является не только содержание учебной дисциплины, но и то, в какой временной последовательности и в каких формах предъявления информации отражается это содержание. От цели обучения в наибольшей степени зависит выбор методов и средств обучения.

Практические занятия по интегрированным курсам проводятся в среде «Компас». Для «продвинутых» студентов предлагается трехмерное параметрическое моделирование в системе Solid Works.

На кафедре «Инженерная графика» разработан дидактический материал, состоящий из заданий-модулей. Система заданий обеспечивает гарантированное усвоение учебного материала определенным контингентом студентов на заданном уровне.

Первый модуль заданий выполняется по алгоритму-предписанию, при выполнении которого у студентов формируются знания-«знакомства», затем знания-«копии». На этом этапе преподаватель должен осуществлять пооперационный контроль действий студентов. Проверяются не только конечные, но и промежуточные результаты.

При выполнении студентами заданий второго модуля требуется продуктивная деятельность. Задания должны создавать положительную мотивацию при их выполнении, усиливая интерес к инженерной и компьютерной графике, развивая образное и «операционное» мышление. Они не должны выполняться по готовым образцам, а прогнозировать новые способы их выполнения, в которых необходимы догадка, ориентация на перспективы познания, углубление и совершенствование имеющихся знаний и умений.

Для приобщения студентов к творческой, исследовательской деятельности предлагаются задания третьего модуля на конструирование модели с использованием «Компас-3D». Таким образом, контекстный подход воссоздается в проблемном обучении, где моделируются не условия передачи и

прием учебной информации, а ситуации профессионального действия, требующие включения мышления студента.

Студентам электротехнических специальностей предлагается создать в Компас-3D модели комплектных устройств высокого напряжения, короткозамыкателей, отделителей, разъединителей, реле и так далее. Получив задание, студенты самостоятельно изучают конструкцию и принцип работы устройств, а также определяют, какими операциями можно создать базовые элементы модели в Компас-3D. Работа с трехмерными моделями позволяет получать полную информацию о геометрии конструкции, изучать взаимодействие отдельных частей устройства в процессе его работы.

Такие задания развивают познавательные навыки студентов, умения самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развивать критическое и творческое мышление.

Применяя контекстное обучение, следует организовать совместную познавательную деятельность студентов по усвоению учебного материала. Парная работа (диада) является минимальной, но полноценной единицей общения и взаимодействия людей, она легко поддается контролю, два человека не мешают друг другу при выполнении графических построений. Рабочие пары работают в режиме взаимопомощи, взаимного контроля и самоконтроля. Парная форма работы предоставляет студенту возможность проявить личностную активность в постановке целей и их осуществлении. В условиях обязательного совместного выполнения заданий студенты диады поставлены перед необходимостью кооперировать свои усилия в достижении общей цели.

Например, для создания модели шкафа КРУН (комплектного распределительного устройства наружной установки) студенты диады моделируют в Компас-3D детали, входящие в сборку.

Наилучший результат получается в том случае, когда студенты диады выполняют задание индивидуально, а при создании сборки шкафа КРУН они объединяют свои усилия.

Созданные модели могут быть использованы для получения конструкторской или технической документации.

Совместная работа в паре активизирует мысль и речь, повышает критичность мышления, порождает рефлексию. При этом маскируется «принудительный» характер учебных заданий, появляется возможность испытать свои силы, оценить результаты, помочь друг другу.

При выполнении студентами творческих заданий также целесообразно применять работу в малых группах. В ходе выполнения творческого задания участникам группы необходимо самостоятельно решать проблемы, привлекая для этой цели знания из разных областей, прогнозировать результаты и возможные последствия разных вариантов решения, устанавливать причинно-следственные связи, добиваться поставленной цели, сотрудничать.

Например, работая над конструкторскими заданиями, связанными с созданием компьютерной трехмерной модели, студент «A» анализирует форму детали, осуществляет поиск оптимального варианта изображения объекта путем изменения параметров, формирует на экране трехмерную модель. Студент «B» подбирает материал изделия, использует светотеневое моделирование для передачи визуальных эффектов глубины и многоплановости. Студент «C» проверяет влияние сил, воздействующих на модель изделия, определяет критические области и уровни прочности различных участков виртуальной модели изделия, устанавливает, в каких областях с излишним запасом прочности следует удалить материал. Студент «D» занимается анимацией трехмерной модели изделия, задавая различные виды и параметры движения: скорость, направление, траекторию, путь и т. д. Анимация позволяет оценить взаимное движение различных звеньев изделия, а также проконтролировать траектории для выявления коллизий, вызванных недостатками проектирования.

В поддерживающей и контролирующей обстановке участник группы может обучаться новым умениям, экспериментировать с различными стилями отношений среди равных партнеров. Таким образом, опыт, приобретаемый в малых группах, оказывает противодействие отчуждению, помогая решению проблем, возникающих при межличностном взаимодействии.

В итоге все студенты принимают активное участие в работе, в ходе которой мобилизуются предшествующие знания и опыт, формируется мышление, совершенствуются навыки и умения принятия коллективных решений, развиваются профессиональные и коммуникативные умения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный психолого-педагогический мониторинг подтвердил, что использование контекстного обучения с применением информационных технологий повышает качество обучения студентов графическим дисциплинам.

Т.С. Москалева, А.Б. Пузанкова
eg@samgtu.ru
Самарский государственный технический университет, Самара

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В КУРСЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

АННОТАЦИЯ

В статье представлена педагогическая технология, применяемая в курсе компьютерной графики и направленная на формирование профессиональных инженерно-графических компетенций студентов технических вузов машиностроительного профиля.

ВВЕДЕНИЕ

От современного высшего учебного заведения требуется внедрение новых подходов к обучению, обеспечивающих, наряду с его фундаментальностью и соблюдением требований Государственных образовательных стандартов, развитие личности, реализацию образовательных потребностей студентов на основе потенциальной многовариантности содержания и организации образовательного процесса средствами современных компьютерных технологий.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В соответствии с приоритетными целями высшего технического образования, особую актуальность приобретает проблема подготовки выпускников, владеющих достаточно высоким уровнем профессиональных инженерно-графических компетенций, формируемых в процессе обучения студентов компьютерной графике.

Выявление профессиональных инженерно-графических компетенций (ПИГК) студентов, формируемых в курсе компьютерной графики, и обоснование их совокупности было проведено на основе учебных планов и рабочих программ блока инженерно-графических дисциплин, Государственных образовательных стандартов по машиностроительным специальностям, а также экспертных оценок специалистов машиностроительного производства [1]. Совокупность ПИГК, формируемых в курсе компьютерной графики, включает следующие знания, умения, навыки:

– осуществлять компьютерное моделирование и вариативную модернизацию машиностроительных деталей;

– виртуально моделировать сборочные узлы машиностроительных изделий;

– разрабатывать ассоциативные чертежи моделей деталей;

– создавать и использовать электронную версию конструкторской документации к моделям сборочных узлов.

На основе существующих моделей компетентностной подготовки специалистов, социального заказа общества на подготовку специалистов в области автоматизированного машиностроения, а также разработанной нами совокупности ПИГК, формируемых у студентов в процессе их обучения компьютерной графике, была спроектирована теоретическая модель педагогической системы формирования профессиональных инженерно-графических компетенций (рис. 1).

Рис. 1. Теоретическая модель педагогической системы формирования ПИГК.

Разработка новых подходов к формированию профессиональных инженерно-графических компетенций основывается на соблюдении дидактических принципов — системы важнейших требований к организации и реализации учебного процесса, обеспечивающих эффективное и качественное его раз-

витие. За основные принципы организации процесса формирования ПИГК нами были приняты следующие: ориентация на развитие личности обучаемого посредством разработки и применения многоуровневых заданий, направленных на формирование профессиональных инженерно-графических компетенций; диверсификация и оптимальное сочетание форм, средств и методов организации учебного процесса в соответствии с целями, задачами и условиями образовательного процесса; соответствие уровня профессиональной инженерно-графической подготовки выпускника современным и прогнозируемым потребностям и тенденциям развития производства.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В разработанном нами учебно-методическом комплексе, являющемся дидактической базой формирования ПИГК в курсе компьютерной графики, сделан акцент на применение информационных технологий и компьютерных средств обучения в образовательном процессе. Особое внимание уделено разработке и внедрению мультимедийных технологий, а также построению оптимальной структуры учебной информации, её коммуникационных составляющих.

Компоненты электронного учебно-методического комплекса, разработанного в курсе компьютерной графики, представляют собой следующее:

– ориентировочный компонент, в состав которого входят учебный план, рабочая программа учебного курса по данной дисциплине, мультимедиа-презентация курса;

– справочно-информационный компонент, в котором содержится справочная информация: справочная система, библиотеки САПР, интернет;

– содержательный компонент, в который входят следующие информационные ресурсы: мультимедийные демонстрационные примеры; электронный конспект лекций, выполненный в форме презентаций; практикум тренинговых упражнений, содержащий примеры с решениями и задания для самостоятельного выполнения; лабораторный практикум по решению инженерно-графических задач с постановкой компьютерных экспериментов;

– инструментально-операциональный компонент включает в себя различные компьютерные программы, являющиеся инструментом для решения инженерно-графических задач средствами САПР, моделирования виртуальных объектов, обеспечивающих возможность организации презентаций, а также создания учебных и демонстрационных мультимедийных фильмов;

– научный компонент — электронный учебник, содержащий учебный материал в гипертекстовой форме с изложением теории, необходимой для выполнения учебных заданий, рефераты, презентации докладов студенческих научных конференций, задачи студенческих олимпиад (возможно, с решениями) и т.д.;

– контрольный компонент, предоставляющий возможность организации контроля и самоконтроля усвоения знаний, содержит тестовые задания различных видов как по отдельным темам, разделам учебного курса, так и по всему курсу, находящиеся в свободном доступе и с ограничением доступа; в качестве дополнительной информации здесь могут быть размещены тематика творческих и конкурсных заданий.

Педагогическая технология формирования ПИГК у студентов машиностроительных специальностей представляет собой упорядоченное множество операций и действий, обеспечивающих на должном уровне усвоение знаний, приобретение профессионально-значимых умений и личностных качеств.

На первоначальном этапе обучения происходит структурирование учебного материала в соответствии в формируемыми ПИГК, затем знакомство студентов с существующими способами профессиональной деятельности в среде САПР, далее осуществление собственных проектов, контрольных и тестовых заданий, рефлексия и выход на новый уровень компетентностного развития. Информационно-развивающая составляющая технологии обеспечивается за счет проблемной постановки лекций, использования мультимедийных демонстрационно-обучающих фильмов; деятельностная составляющая реализуется в ходе интерактивной поисково-исследовательской деятельности студентов; личностно-ориентированная — при выполнении творческих проектов, в деловых играх.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика показывает, что внедрение в учебный процесс разработанной педагогической системы позволяет значительно повысить уровень сформированности профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в процессе их обучения компьютерной графике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пузанкова А. Б.** Формирование профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в процессе их обучения компьютерной графике. Автореферат дисс. к. пед. н. — Самара: Изд-во СамГТУ, 2012.

Г.М. Новикова
gnovikova@sci.pfu.edu.ru, novikova_gm@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов «РУДН», Москва

КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается функциональность корпоративной инфокоммуникационной системы, ее место и роль в управлении образовательным учреждением, а также необходимые условия для достижения экономического эффекта от ее внедрения.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня процесс автоматизации направлен на совершенствование деятельности организации, повышение эффективности ее работы, сокращение затрат, оптимизацию работы процессов и систем. Однако экономический эффект от использования Корпоративной инфокоммуникационной системы (КИКС) в образовательном учреждении во многом зависит от комплексного, системного подхода к процессу разработки, внедрения и поддержки, а также выполнения ряда требований, рассмотренных ниже.

1. ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ И МЕСТО КИКС В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Современная полнофункциональная КИКС охватывает всю деятельность организации и включает:

– систему управления ресурсами предприятия (ERP-систему);

– систему управления взаимоотношениями с клиентами и поставщиками;

– систему управления логистической сетью;

– систему поддержки внутрикорпоративного, торгового и закупочного порталов;

– систему электронного документооборота;

– систему управления проектами;

– средства поддержки реляционной базы данных;

– систему анализа, планирования и прогнозирования как на уровне оперативного, так и на уровне стратегического менеджмента;

– систему моделирования и управления бизнес-процессами,

– систему управления базой знаний и хранилищем информации [1].

Для вуза, подготавливающего специалистов производственной сферы, важным моментом является возможность интеграции КИКС с техническими (инженерными) системами, такими как ГИС, АСУТП, САПР, АСКУЭ, что позволяет оптимизировать процесс проведения экспериментов, опытно-научных работ и практических занятий. Однако для каждого вуза, имеющего основные средства, занимающегося расширением своей производственной базы, такая интеграция представляется важной.

Области, охватываемые КИКС, приведенные на рис. 1, позволяет судить о масштабе ее функциональности.

Рис. 1. Области, охватываемые КИКС

КИКС — неотъемлемая составляющая корпоративной системы управления, объектами которой являются:

– ресурсы предприятия (производственные, материально-технические, информационные, финансовые и трудовые);

– стейкхолдеры (клиенты, поставщики, подрядчики, инвесторы);

– виды деятельности, продукты и услуги;

– процессы и подсистемы;

– свойства и характеристики процессов и систем: безопасность, качество, надежность и т.д.

2. УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ КИКС В ОБРАЗОВАИЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Эффективность внедрения и работы КИКС в образовательном учреждении определяется степенью подготовленности объекта к автоматизации, а также комплексным подходом к ее проектированию и внедрению. Перечислим базовые требования, которые необходимо выполнить при создании интегрированной КИКС вуза:

– процессный подход к управлению объектом автоматизации;

– сквозная интеграция бизнес-процессов;

– единое инфокоммуникационное пространство;

– настройка компонент системы на организационно-функциональную структуру;

– координация управленческой деятельности и работы функциональных компонент системы;

– единая интеграционная платформа;

– комплексная автоматизация работы процессов и систем.

Очевидно, что выполнение каждого из перечисленных требований совершенствует деятельность организации и работу системы управления в целом. Так процессный подход к управлению требует выявить и определить границы, владельцев, входные и выходные продукты, а также ресурсы, потребляемые основными, обеспечивающими, инвестиционными и управленческими процессами. В то же время, в рамках процессного подхода должны быть определены цель и потребитель выходного продукта процесса, что заставляет оценивать эффективность работы как организации в целом, так и каждого из ее процессов не только по конечному результату, но и по его востребованности, качеству, своевременности. При адекватном и не формальном построении системы процессов концепция «образования как услуги», воспринимаемая сегодня негативно, может наполниться новым содержанием. Образование должно быть нацелено не на финансовый результат, когда финансовая система организации становится главным драйвером всех процессов, но на повышение эффективности и результативности основных процессов — **процессов формирования и передачи знаний.**

Сквозная интеграция бизнес-процессов, единое инфокоммуникационное пространство сокращает затраты (временные и финансовые), исключает дублирование информации, обеспечивает возможность поддержки ее полноты и непротиворечивости. В то же время концепция единого информационного пространства позволяет определять требования к техническим средствам, поддерживающим информационный контент, исходя из множество понятий и связей, заданных на множестве, а также структуры и объемов понятий предметной области.

3. ПРЕИМУЩЕСТВА ОТ ВНЕДРЕНИЯ КИКС В КОНТУРЕ ОПЕРАТИВНОГО И СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Если на уровне оперативного менеджмента КИКС является инструментом координации управленческой деятельности, принятия оперативных решений, а также средством автоматизации их реализации и контроля исполнения, то поддержка стратегического контура управления требует использования аналитических систем и систем планирования и прогнозирования, входящих в состав КИКС. Отличительной особенностью КИКС является интеграция транзакционной ERP- системы, работающей с реляционной базой данных, и компонент, поддерживающих стратегический менеджмент, работающих с информацией хранилища, консолидирующей информацию как из ERP-системы, так и из других источников.

Перечислим, что дает внедрение КИКС в контуре оперативного и стратегического менеджмента:

– стандартизацию процессов и систем;

– сокращение ресурсных затрат (финансовых, трудовых, материальных, производственных, временных), прежде всего затрат на обеспечивающие и управленческие процессы;

– повышение эффективности основных процессов за счет освобождения их участников от выполнения функций обеспечивающих и управленческих процессов;

– оптимизацию организационно-функциональной структуры и выстраивание контуров управления, включающих центры принятия решений и ответственности;

– прозрачность деятельности вуза;

– ориентация на конечную цель и потребителя;

– принятие решений на основе достоверной, полной и актуальной информации;

– автоматизацию формирования неструктурированной отчетности;

– возможность систематического накопления информации о деятельности организации для последующего анализа и выработки оптимальных стратегических управленческих решений и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении отметим, что в сфере инженерного образования КИКС и ее компоненты является не только инструментом автоматизации, коммуникации и управления ВУЗом, но также объектом самого образовательного процесса [2]. Процесс же создания и внедрения КИКС должен опираться на лучшие мировые практики в частности использовать опыт, накопленный в сфере автоматизации образования, например, типовое решение компании SAP BS для вуза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Новикова Г.М** Основы разработки корпоративных инфокоммуникационных систем. — М.: Изд-во РУДН, 2008.

2. **Новикова Г.М.** О программах дополнительного профессионального образования «Корпоративные информационные системы» и «Информационная поддержка корпоративного менеджмента» // Неформальное образование. 2011. № 1. С.77—84.

Ю.В. Новоселов
NovoselovA500@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются наиболее важные задачи предметной области когнитивной графики.

Приводится определение когнитивного образа, которое является одним из наиболее важных понятий когнитивной графики.

Описаны основные требования, которым должны удовлетворять возможности разрабатываемых компьютерных программных сред создания когнитивных образов.

Рассматривается целесообразность использования когнитивных образов в системах поддержки принятия решений реального времени.

ВВЕДЕНИЕ

Предметная область когнитивной графики является одним из направлений искусственного интеллекта. В данной предметной области специалисты занимаются решением проблем систематизации, обобщения и получения новых знаний, используя образное представление информации о той предметной области, в рамках которой проводятся исследования. Одним из наиболее важных механизмов решения данных проблем является когнитивный образ.

1. КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА

К наиболее важным задачам когнитивной графики можно отнести следующие: создание когнитивных образов для решения задач в различных предметных областях; создание программных средств построения когнитивных образов; разработку формальных механизмов, которые позволяют создать описание когнитивного образа, ориентированное на компьютерное представление [1]. Современное понятие когнитивного образа имеет следующее определение: когнитивный образ — это совокупность приемов и методов образного представления условий задачи, которое позволяет либо сразу получить решение, либо получить подсказку для его нахождения [2].

2. ПРОБЛЕМЫ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ

Подавляющее количество специалистов разрабатывают когнитивные образы для того, чтобы решить локальные задачи в той предметной области, в которой они проводят свои исследования. К сожалению, процесс разработки данных когнитивных образов отнимает много сил и времени. Это приводит к тому, что после успешного завершения процесса создания когнитивного образа, позволяющего решить поставленную задачу, у специалистов по различным причинам отсутствует интерес, желание или возможности для дальнейших исследований в предметной области когнитивной графики. Перед теми, кто решил непосредственно заниматься задачами из предметной области когнитивной графики, стоят важные проблемы. Например, в настоящее время отсутствуют общие правила построения когнитивных образов, поэтому процесс создания когнитивных образов является субъективным. Когнитивные образы создаются для решения определённых задач и интегрируются только в те программные продукты, для которых они были разработаны [3]. В результате, можно сделать вывод о том, что задача разработки стандартных моделей, методов и программных средств построения когнитивных образов весьма остро стоит перед специалистами. Необходимо создание приемлемых по стоимости, простых и надежных в эксплуатации программных средств, обеспечивающих возможность формирования когнитивных образов.

3. КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММНАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ

Одной из задач предметной области когнитивной графики является задача создания инструментальных программных средств разработки когнитивных образов [4]. Например, одним из таких средств является компьютерная программная среда разработки когнитивных образов. Подобная программная среда должна предоставлять возможность экспертам-разработчикам создавать различные когнитивные образы. С этой целью инструментальная среда должна предоставлять возможность пользователю работать в двух режимах: в режиме редактирования когнитивных образов и режиме просмотра результата. При работе в режиме редактирования когнитивных образов компьютерная программная среда должна предоставлять разработчику возможность создавать графическую и контекстную части когнитивного образа, как программно, так и с помощью инструментальных средств программной среды, предназначенных для создания графических изображений и их контекстного описания. Среда должна предоставлять доступ к фрагментам графического изображения с разной степенью детализации. Пользователь должен иметь возможность работы с фрагментами изображения любой сложности. Это необходимо для того, чтобы задавать соответствия между параметрами решаемой задачи и фрагментами графического изображения любой сложности. При этом должна существовать возможность построения правил видоизменения фрагмента изображения для изменения внешнего вида

фрагментов, отвечающих за отображение параметров решаемой задачи при изменении значений данных параметров. При работе компьютерной программной среды в режиме просмотра результата созданный в ней когнитивный образ может использоваться для решения рассматриваемой задачи.

Разработанный в компьютерной программной среде когнитивный образ должен обладать хорошими интеграционными возможностями с разнообразными программными средствами, предусматривающими использование когнитивных образов. Одним из наиболее распространенных подходов для интеграции когнитивного образа, разработанного в программной среде, является его вербальное представление в формате, ориентированном на формальное описание когнитивных образов. После разработки необходимого когнитивного образа инструментальная среда сохраняет его формальное описание в определенном формате. Далее данное формальное описание передается разработчикам того программного продукта, в который планируется интегрировать когнитивный образ. По данному формальному описанию разработчики создают программную реализацию когнитивного образа, используя те же самые технологии, которые использовались при разработке программного приложения, в состав которого будет интегрирован когнитивный образ после создания его программной реализации.

Компьютерная программная среда разработки когнитивных образов должна обладать возможностью доступа к внешним источникам данных, включая: сервера баз данных, сервера баз знаний, Web-сервера данных и знаний.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗОВ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Как правило, задачи, для решения которых применяются системы поддержки принятия решений реального времени (СППР РВ), имеют большое количество параметров, при работе с которыми лицо, принимающее решение, (ЛПР) должно выявить различные закономерности, учитывая эксплуатационные пределы, или построить тренды, тенденции и т.д. В условиях ограниченного ресурса времени решение подобных задач нередко является очень важной проблемой [5]. Например, если ЛПР не сможет своевременно отследить или оценить значения параметров контролируемого объекта управления, который находится в аварийном состоянии, то иногда через несколько секунд может случиться катастрофа. Такими объектами управления могут являться различные транспортные средства передвижения, позволяющие развивать большие скорости. К данным контролируемым объектам управления также относятся сложные технологические объекты, например, атомные электростанции, системы газопроводов или нефтепроводов и т. д. [6]. Деятельность человека, связанная с контролем и управлением сложным объектом, сопряжена с высокой мыслительной нагрузкой. Принимая решение, он должен учесть множество факторов и предугадать возможные последствия. Поэтому для решения подобных задач особенно в условиях ограниченного ресурса времени в СППР РВ используются когнитивные образы, которые помогают ЛПР мыслить быстрее и эффективнее. Представляемый человеку когнитивный образ должен быть таким, чтобы пробудить так называемое «визуальное» мышление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с необходимостью решения все более сложных задач в условиях ограниченного ресурса времени создание методов и разработка программных средств когнитивной графики является одним из перспективных направлений искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Поспелов Д.А.** Десять «горячих точек» в исследованиях по искусственному интеллекту. В сб. Интеллектуальные системы. — М.: МГУ. 1996. Т.1. Вып. 1—4. С. 47—56.

2. **Башлыков А.А.** Образное представление состояния сложных технологических объектов управления.// Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 3. С. 9—18.

3. **Новоселов Ю.В.** Когнитивная графика в системах поддержки принятия решений по анализу расхода тепловой энергии. Ученые записки. Издательство РГСУ, 2007. Т. 1. С. 101—108.

4. **Новоселов Ю.В.** Компьютерные программные средства разработки когнитивных образов // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012(16-20 октября 2012 г., г. Белгород, Россия) Труды конференции. Т.1. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. — 377. С. 327—334.

5. **Болотова Л.С., Смольянинова В.А., Смирнов С.С.** Концептуальное проектирование модели предметной области при помощи программных систем разработки баз знаний для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. // Наукоемкие технологии. — М.: Радиотехника, 2009. Т. 10. № 8. С. 23—28 .

6. **Башлыков А.А.** Когнитивная графика как средство образного представления информации в человеко-машинных системах управления сложными объектами // Автоматизация, телемеханизация и связь в промышленности. 2008. № 12.

А.В. Очков
aloch@twt.mpei.ac.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ПО ИЗУЧЕНИЮ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОВЕРКЕ ЗНАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

АННОТАЦИЯ

Оперативные работники энергетических предприятий должны знать технологические схемы эксплуатируемого оборудования и периодически сдавать экзамены на их знание. В данном докладе предлагается оригинальная компьютерная программа по изучению и проверке знания технологических схем. Рассматривается оригинальный алгоритм сравнения графов с выявлением различий.

ВВЕДЕНИЕ

Оперативные работники энергетических предприятий должны знать технологические схемы оборудования, находящегося в зоне их ответственности. Эти требования явно закреплены в руководящих документах, например, в [1]: «2.3.2. Переключения в электроустановке разрешается выполнять оперативному персоналу, знающему ее схему…».

Таким образом, персонал должен изучать технологические схемы и сдавать по ним экзамены. От знания схемы зависит надежность и безопасность эксплуатации.

1. ТЕКУЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ

В настоящее время технологические схемы на предприятиях обычно представлены в виде бумажных альбомов или графических файлов (AutoCAD, Visio), выводимых на экран компьютера. Экзамены на знание схем сдаются методом «рисование схемы от руки на листе бумаги» с последующей ручной проверкой.

Изучение и проверка знания технологических схем в настоящее время представляют собой сложный и долгий «ручной» процесс, в своей основе не предусматривающий использование современных компьютерных средств обучения (кроме возможности просматривать схемы на экране компьютера).

Помимо трудоемкости процесса «ручного» сравнения нарисованной при подготовке или сдаче экзамена схемы с эталонной, также возможен пропуск некоторых ошибок (например, отсутствие или неправильное подключение элемента) по невнимательности экзаменатора, что в итоге приведет к тому, что обучаемый запомнит неверную схему. А это в дальнейшем может привести к весьма серьёзным последствиям (ошибкам при переключениях или при подготовке рабочих мест по нарядам).

2. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ СХЕМ

На кафедре ТВТ НИУ «МЭИ» разработано специальное программное обеспечение, позволяющее реализовать изучение и автоматизированный контроль знания любых схем с использованием персональных компьютеров.

Изучение схем реализуется через электронный атлас схем (рис. 1) и средства самопроверки (рис. 2).

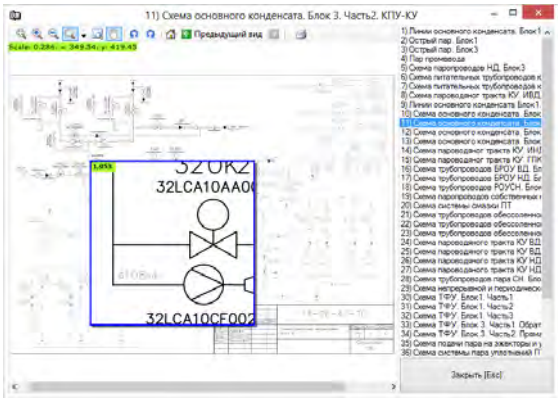


Рис. 1. Электронный атлас схем

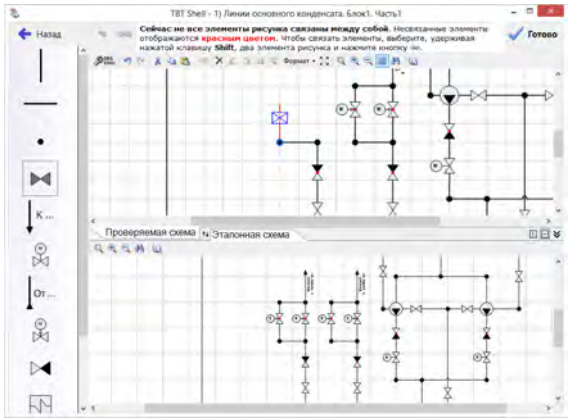


Рис. 2. Редактор схем в режиме самопроверки

Атлас схем представляет в программе «классический» подход, когда схемы хранятся в виде электронных или бумажных документов. К преимуществам его реализации в представляемой программе можно отнести:

– быстрый доступ к каталогу схем;

– удобные средства просмотра и навигации (лупа, предыдущий вид);

– для просмотра схем не требуется дополнительное ПО (Visio, Autocad);

– схемы из атласа доступны в режиме самопроверки.

В режиме самопроверки пользователю предлагается воспроизвести в графическом редакторе участок той или иной схемы. При этом он может пользоваться справочными материалами — чертежом, выполненным, например, в программе Autocad и представленным в электронном атласе, и эталонной схемой, нарисованной в этом же редакторе.

В режиме экзамена программа предлагает нарисовать схему без доступа к справочным материалам с ведением подробного отчета о действиях пользователя, на основании которого в дальнейшем возможно принятие решения о его допуске к работе.

Для сравнения нарисованной пользователем схемы с эталонной схемой в программе реализован алгоритм сравнения схем, названный авторами «Calculon».

В результате работы алгоритма происходит сравнение двух схем, и пользователь получает на экране подробную информацию не только о том, совпадают или не совпадают схемы в принципе, но и видит конкретные ошибочные участки, которые выделяются цветом (рис. 3).

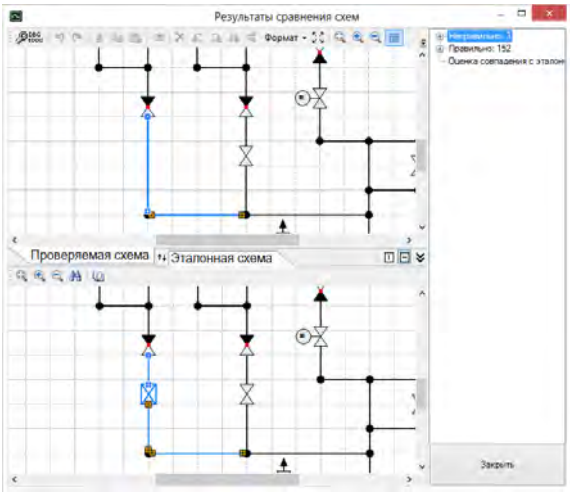


Рис. 3. Сравнение двух схем

В режиме самопроверки пользователь может обращаться к алгоритму сравнения схем неограниченное количество раз, что позволяет ему видеть и исправлять свои ошибки в процессе изучения схемы.

В режиме экзамена сравнение схем выполняется только один раз после завершения работы пользователя с выставлением итоговой оценки (в процентах совпадающих элементов) и сохранением ее в отчете.

3. АЛГОРИТМ СРАВНЕНИЯ СХЕМ «CALCULON»

За основу алгоритма сравнения графов схем взят оригинальный алгоритм Gemini II [2]. Семейство алгоритмов Gemini (Близнецы), основанных на итерационном вычислении и сравнении хешкодов для отдельных элементов и «сетей» графа, широко используется в электронной промышленности для решения задачи LVS (Layout-Versus-Schematic — сравнения принципиальной электрической схемы и итогового дизайна печатной платы или микросхемы).

В рамках разработки алгоритма Calculon был внесен ряд изменений в оригинальный алгоритм, в частности, решена проблема невозможности использования «изопотенциальных сетей», т.к. сравнение технологических схем требует точного совпадения топологии «сетей» (трубопроводов, шин и т.п.). Кроме того, в связи с тем, что в оригинальной статье ряд вопросов рассматривается «вскользь» (например, критерии останова алгоритма, определения коэффициентов для портов элементов, изоляция ошибок и т.п.) — Эбелинг только ставит эти вопросы, но о своем решении не рассказывает, авторам пришлось искать для этих вопросов собственное оригинальное решение, что в итоге позволило им дать алгоритму другое имя — Calculon (рис. 4).

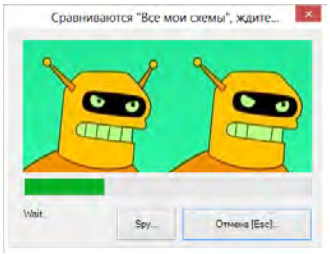


Рис. 4. Работа алгоритма Calculon

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана оригинальная программа и методика для изучения и проверки знания технологических схем оперативным персоналом энергетических предприятий. Показана возможность применения модифицированного алгоритма Gemini2 для сравнения графов технологических схем энергетического оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Инструкция** по переключениям в электроустановках. — М.: Изд-во НЦ ЭН АС, 2004.

2. **C. Ebeling.** Gemini II: A Second Generation Layout Validation Program. Proceedings of ICCAD 1988. P. 322—325.

В.Ф. Очков, Саша Герк, В.Е. Знаменский
ochkov@twt.mpei.ac.ru, s.gurke@elsevier.com, znamenskiy@twt.mpei.ac.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва
Электронный издательский дом Эльзивер/Кновел, Нью-Йорк

РАБОТА НА ФОРУМАХ — ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются новые методы в инженерном образовании, опирающиеся на использование тематических интернет-форумов, позволяющих охватывать широкий круг решаемых задач. Анализируются основные типы форумов, пути их развития и возможные способы их использования в процессе образования и при научных исследованиях, являющихся неотъемлемой частью подготовки инженерно-технических работников. Приводятся примеры решения задач и работы с данным типом интернет ресурсов в ходе учебной деятельности в национальном исследовательском университете «МЭИ». Полную версию доклада можно найти на сайте http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/CloudUniOchkov.pdf

ВВЕДЕНИЕ

Студент, приступая к выполнению расчетного задания, прежде всего узнает, нет ли готовой «рыбы» — уже выполненного до него и сданного преподавателю такого же или близкого по теме расчета в виде копии пояснительной записки, а еще лучше — в виде вордовского файла с пояснительной запиской и/или файла для расчетной программной оболочки, которая хорошо знакома этому студенту.

Можно в очередной раз посетовать на порочность этой практики, которая усугубилась с развитием информационных технологий, ее вредность и для студентов и для преподавателей. Но можно увидеть в этом завуалированном или явном списывании и некоторые положительные моменты. Вернее, так — нужно эту практику направить в положительное русло.

Дело в том, что хороший, грамотный инженер, приступая к решению новой задачи, прежде всего поинтересуется, «нет ли готовой рыбы» — «уже выполненного и сданного преподавателю», пардон, проверенного временем решения. Студент, ищущий «рыбу», по сути имитирует один из важнейших аспектов своей будущей инженерной деятельности. Поэтому такого студента можно не только поругать, но и похвалить. Но, самое главное, нужно направить его работу в нужное русло,

1. ИНТЕГРАЦИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ В ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ

В настоящее время создатели компьютерных расчетных программ стали заботиться не только о расширении и совершенствовании инструментальной базы, но и о наполнении программ контентом, включающим готовые решения или заготовки решений, описания типовых задач в различных областях науки и техники. Но все решения не охватишь. Приходится не только наполнять пакет программ, но и делать ставку на ссылки на нужные для расчета ресурсы, привлекая для этого сторонние фирмы и самих пользователей пакета.

Так, если в среде Mathcad 15 фирмы PTC (www.ptc.com), с которой плотно сотрудничает один из авторов, выполнить команду Knovel® в Меню Инструменты (рис. 1), то откроется возможность поиска решения задачи в технической библиотеке фирмы Knovel (www.knovel.com). Эта фирма имеет лицензии на более чем 5000 научно-технических справочников и монографий по различным отраслям науки и техники и разместила их на своем сайте в виде pdf-файлов и интерактивных баз данных. Многие расчетные методики, описанные в этих электронных изданиях, дополнены готовыми файлами для пакетов Mathcad (www.ptc.com/product/mathcad) и/или SMath (www.smath.info). Примечание: в конце 2012 г. фирму Knovel купила фирма Elsevier (www.elsevier.com) — одно из крупнейших в мире электронных издательств.

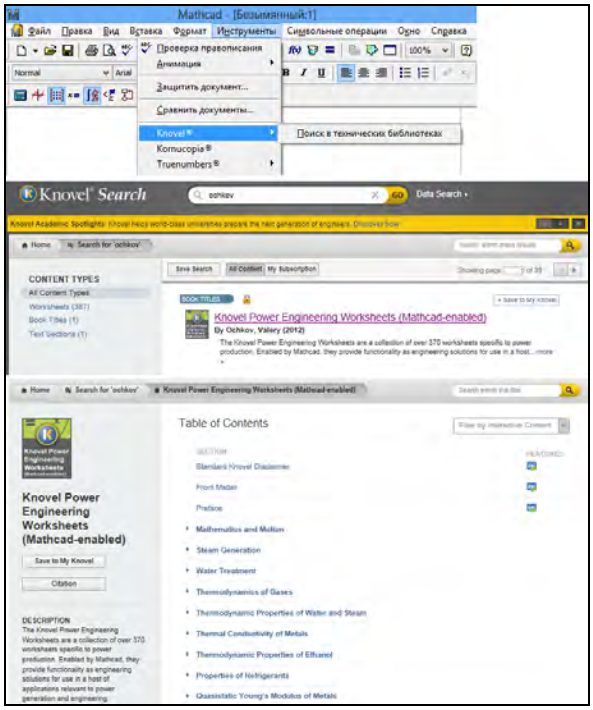


Рис. 1. Выход на внешние библиотеки из пакета PTC Mathcad 15

На рис. 1, в частности можно видеть переход на страницу технической библиотеки Knovel с собранием решений для энергетики, созданным автором данного доклада.

В меню «Приступая к работе» пакета Mathcad Prime (последняя версия Mathcad) есть аналогичная команда «Ресурсы проектирования». Но мы сейчас акцентируем внимание на другой команде из этого меню — на команде «Сообщество», направляющей пользователя Mathcad на сайт PlanetPTC (www.community.ptc.com) на форум пользователей продуктов фирмы PTC, в частности, пакета Mathcad. Один из авторов этих строк уже более десяти лет работает на этом форуме [1] и на его российском аналоге (www.forums.exponenta.ru), созданном десять лет назад преподавателем НИУ «МЭИ» Сливиной Н.А. [2]. На популярном сайте программистов (www.cyberforum.ru) также есть форумы пакетов для инженерно-технических расчетов, включая и Mathcad.

2. СПЕЦИФИКА ИНЖЕНЕРНЫХ ФОРУМОВ

Более половины обращений на русскоязычные форумы Mathcad, увы, примерно такого содержания: «Препод моего универа дал мне такое задание… (следует фото клочка бумаги с нацарапанным заданием). Пацаны, кто-нибудь решите! А то вылечу из универа и меня в армию загребут». При этом ни тебе «пожалуйста», ни тебе «спасибо». Кроме того, диалоги на русскоязычных форумах нередко скатываются к базарной перебранке. Это есть печальная реальность некоторых наших интернет-сообществ, из-за чего многие продвинутые пользователи пакетов (гуру) перестают работать на таких форумах и консультировать посетителей. На эти форумы, кстати говоря, заходит много студентов из стран третьего мира — Пакистана, например, где большой дефицит учебной литературы.

Иная картина наблюдается на форуме PlanetPTC. Основные его посетители — это ученые и инженеры, решающие в среде Mathcad свои профессиональные задачи, столкнувшиеся с некоторой проблемой (профессиональной или сугубо маткадовской) и обращающиеся за помощью к «мировому сообществу». Есть среди «взывающих о помощи» и студенты, но их вопрос зачастую не отличишь по внешней форме и по содержанию от вопроса зрелого инженера. Если это просьба о помощи при решении учебной задачи, то это отнюдь не попытка перекладывания работы на чужие плечи, а просто просьба о помощи.

Часто на форуме PlanetPTC звучат вопросы постановочного характера — вот, мол, столкнулся на работе или в университете с такой-то проблемой и не знаю, с какого конца к ней подступиться. В этом случае форумчане могут дать либо уже готовое решение, либо заготовку решения в виде Mathcad-файла, либо ссылку на документы и ресурсы Интернета, где эта задача освещена в той или иной степени. Затем следуют совместные попытки, удачные и менее удачные, ее решения, обсуждение нюансов задачи, снятие с нее ограничений, сравнение разных инструментов Mathcad для ее решения и т.д.

Кроме дискуссий (Discussion — см. рис. 2) на форуме PlanetPTC существуют и другие формы общения, а именно:

- документы (Documents), в которых посетители форума публикуют результаты своей работы в ожидании ее комментирования;

- блоги (Blogs) для детального обсуждения какой-либо отдельной темы;

- голосования (Polls), при которых посетитель форума пытается узнать мнение сообщества по какому-либо вопросу путем перечисления возможных ответов, из которых интернет-собеседники должны выбрать один и/или написать комментарий; один из примеров такого голосование – перечисление инструментов Mathcad, которые нужно ввести в будущую версию пакета.

- фотоальбомы (Photo Albums) со снимками экранов дисплеев и простых фотографий;

- анимации (Videos) процессов, смоделированных с помощью Mathcad.

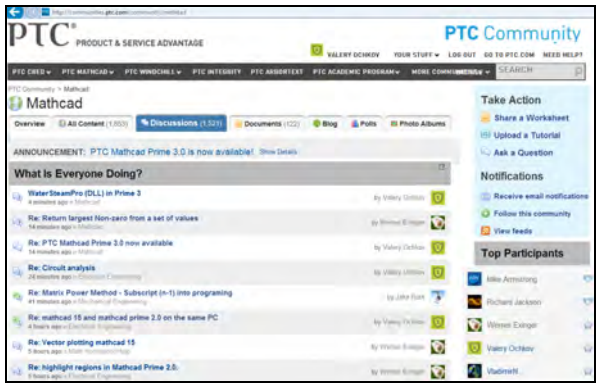


Рис. 2. PlanetPTC: форум пользователей Mathcad

Ветви дискуссий — самый распространенный вид общения на форуме (на март 2014 г. их накопилось более полутора тысячи, см. рис. 2) — можно дополнять документами, рисунками и анимациями, включая и видеозаписи собственных рассуждений перед встроенной видеокамерой компьютера. Все это обогащает и упрощает общение.

Одна из самых интересных форм работы на форуме — создание и поддержка собственных *групп*. Любой зарегистрированный посетитель сайта может создать свой собственный минифорум для решения конкретной задачи или для общения с конкретной группой людей, приглашая нужных и отсекая посторонних.

Такой минифорум может быть открытым для всех посетителей PlanetPTC — зарегистрированных или не зарегистрированных. Последние могут на форуме все читать, но не могут оставлять новые сообщения и комментировать чужие.

3. РАЗНОВИДНОСТИ И ГРУППЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ФОРУМОВ

Во-первых, на PlanetPTC есть группы, ориентированные на некоторые национальные языки — русский, французский, итальянский, чешский и т.д. Основной язык форума, естественно, английский, и это отпугивает многих пользователей Mathcad, не вполне владеющих этим языком международного общения. Работа на форуме — это и изучение иностранных языков, без знания которых нельзя говорить о состоявшемся инженере. Вспомним, что наши отечественные знаменитые ученые и инженеры свободно говорили на нескольких иностранных языках.

Во-вторых, посетитель форума может открыть на нем постоянную или временную группу для решения конкретной задачи с привлечением к этой работе конкретных людей — работников только своей фирмы или внешних экспертов, не посвящая в работу посторонних.

В-третьих, обособленные группы создают преподаватели школ и вузов, приглашая в них своих школьников и студентов и решая на них учебные задачи: проведение контрольных, выполнение типовых, курсовых и дипломных работ, публикация учебных материалов и т.д. Кстати, самая маленькая структурная ячейка многих наших вузов так и называется — группа. Можно создать отдельные группы для работы с отстающими или, наоборот, с продвинутыми школьниками и студентами. При этом работу с троечниками можно скрывать ото всех, а работу с отличниками, наоборот, пропагандировать.

Такой форме работы не преподаватели должны учить студентов и школьников, а студенты и школьники могут сами научить преподавателей. Дело в том, что наша молодежь уже давно практикует эту форму общения, сидя («болтая») в разных чатах и социальных сетях. Дело преподавателей — подхватить и поддержать это, переведя контакты на учебные дела.

Другая форма учебной работы, которую практикует один из авторов, — это размещение лекционного материала на форуме PlanetPTC для его широкого обсуждения коллегами-преподавателями со всего света. Один из примеров такого обсуждения (решение одной оптимизационной задачи, сравнение аналитических и численных методов решения) размещено здесь: http://communities.ptc.com/message/223224. На рис.3 можно видеть начальное сообщение этого обсуждения, начатого 13 апреля 2013 г. На 15 апреля (через два дня) на это сообщение пришел 21 отклик.

Очень часто студенты западных университетов, получив задание на бакалаврскую или магистерскую работу, размещают его на форуме Mathcad с просьбой подсказать ход решения. И это не считается чем-то зазорным, т.к. данная сетевая работа ведется вместе с преподавателем.

Рис. 3. Пример решения задачи на форуме PTC

Кроме того, один из авторов создал на форуме PlanetPTC обособленные группы с собраниями примеров, созданных в среде Mathcad и служащих для иллюстрации лекций и практических занятий, для самостоятельной работы студентов и просто людей, интересующихся этим пакетом. Ниже перечислены эти группы

– Kinematic models in Mathcad — кинематические модели в среде Mathcad, созданные и анимированные с помощью средств решения систем алгебраических уравнений [3];

– Dynamic models in Mathcad — динамические модели в среде Mathcad, созданные и анимированные с помощью средств решения систем дифференциальных уравнений [4, 5];

– Animation of Math methods in Mathcad — анимация методов численного решения типичных математических задач;

– Fine Math curves in Mathcad – красивые анимированные математические кривые: циклоиды, лемнискаты и др.

– Optimization with Mathcad — оптимизационные анимированные задачи в среде Mathcad;

– Mathcad PM (Prime Minister) — опыты научно-фантастической работы в среде Mathcad, когда этому пакету приписываются инструменты, отсутствующие в текущей версии;

– Properties of substances for Mathcad — собрание файлов для Mathcad с функциями, возвращающими теплофизические свойства рабочих тел и материалов энергетики;

– Mathcad Mad House — «сумасшедший дом Mathcad»: собрание решений, приводящих пользователей в недоумение, с последующим разбором причин подобных ошибок.

– Mathcad в школе — русскоязычная группа для обсуждения проблем и решений в плане использования пакета Mathcad школьниками [6 – 10].

4. ПРИМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ФОРУМОВ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Одно из последствий внедрения в нашу жизнь Интернета — это стирание граней между людьми с высшим образованием и без. Раньше для получения знаний нужно было обязательно поступать в вуз, чтобы иметь доступ к лекциям, учебным и научным библиотекам. Теперь же Интернет позволяет иметь оперативный доступ к знаниям всем желающим. Вследствие этого сейчас очень часто можно встретить высокоэрудированного человека (профессионала) без «корочек» вуза и, с другой стороны, неуча, просидевшего 5 лет в университете и получившего диплом.

Работа на форумах, конечно, не исключает и традиционных, аудиторных форм работы со студентами. Но студенческая группа при этом должна периодически собираться не в обычной аудитории и не в обычном компьютерном классе, а в специально оборудованном помещении, где есть высокоскоростной Wi-Fi и средства вывода на общий экран с разнообразных и разноплатформенных мобильных устройств студентов и преподавателя. Студенты и преподаватель подключают свои мобильные устройства (ноутбуки, планшеты, смартфоны и проч.) к проектору, которым управляет преподаватель, выводя на большой экран или плазменный телевизор дисплеи отдельных студентов. В Московском энергетическом институте, кстати, уже появился некий зачаток такой аудитории. Это обычный компьютерный класс с выходом в Интернет и с проектором, подключенным к компьютеру преподавателя. Преподаватель с помощью специальной программы может просматривать на своем дисплее дисплеи студентов и при необходимости перехватывать у студентов управление компьютером. Можно работу любого студента с любого компьютера показать всем студентам на большом экране и разобрать его решение. И еще «кстати»: в этот класс многие студенты приходят со своими мобильными устройствами и на них выполняют расчетные задания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа на форумах математических пакетов можно рассматривать как один из этапов перехода от традиционного (аудиторного) к «облачному» техническому университету. Она базируется на «естественном свойстве школьника и студента» — тяге к работе в социальных сетях. Лекционные материалы и материалы практических занятий можно и нужно переносить в Интернет в виде форумов для студентов и преподавателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Очков. В.** Mathcad и Internet, или Сетевой колхоз // КомпьютерПресс. 2000. № 3. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Collab/Collab.htm.

2. **Плис А., Сливина Н.** Mathcad. Математический практикум для инженеров и экономистов. — Финансы и статистика, 2003. URL: http://www.exponenta.ru/educat/news/science/Mathcad_practicum2000.asp.

3. **Очков. В.** Живые кинематические схемы в Mathcad // Открытое образование. 2013. № 3. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/kinematic.html.

4. **Очков. В.** Преподавание математики и математические пакеты // Открытое образование. 2013. № 2. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/OchkovMath.pdf.

5. **Очков. В.** Задачи по физике: новый подход к решению // Открытое образование. 2012. № 6. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/Physic.pdf.

6. **Очков В.Ф.** Угадай образ // Информатика в школе. 2011. № 9. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/SolveImage.pdf.

7. **Очков В.Ф., Дробилко В.С**. На компьютер надейся, а сам не плошай! // Информатика в школе. 2012. № 3. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/USA.pdf.

8. **Очков В.Ф., Селиванов Е.А.** Задача о рыбаках и рыбке // Информатика в школе. 2012. № 10. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/Fish.pdf.

9. **Очков В.Ф.** Трехсторонняя дуэль в Монте-Карло (макет) // Информатика в школе. 2013. № 9. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/duel-pdf.

10. **Очков В.Ф.** Mathcad и криптография // Информатика в школе. 2013. № 10. URL: http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/Mathcad-15/MATHCAD-CRYPTOGRAPHY.pdf.

И.В. Петрова
PetrovaIV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению необходимости, возможности и особенностей использования информационных технологий в преподавании иностранных языков в инженерном образовании. Анализируются основные направления и целесообразность применения информационно-коммуникационных (ИКТ) на каждом этапе обучения, возникающие проблемы и возможные пути их преодоления.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс модернизации высшей школы, осуществляющийся в настоящее время, «Национальная доктрина образования» и новые Федеральные Государственные Образовательные Стандарты требуют достижения выпускниками технических университетов уровня практического владения иностранным языком, позволяющим не только применять его в повседневном и профессиональном общении, но и использовать его в профессиональной деятельности и научной работе. Это необходимо и для соответствия базовым Европейским документам по профессиональным компетенциям.

При этом количество аудиторных часов, отводимых на изучение иностранных языков, постоянно сокращается, что делает чрезвычайно актуальной проблему интенсификации учебного процесса за счет индивидуализации обучения и улучшения организации самостоятельной работы, которая является неотъемлемой частью обучения иностранным языкам. Одним из наиболее эффективных способов разрешения этой проблемы является автоматизация обучения на базе широкого внедрения информационных технологий в образовательный процесс.

1. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ

Широкое внедрение ИКТ и технических средств в процесс преподавания иностранного языка предоставляет большие возможности для интенсификации процесса обучения, его индивидуализации и оптимизации в целях значительной экономии и более рационального использования учебного времени. Сам процесс обучения становится более мобильным, возрастает заинтересованность обучающихся.

Первые шаги в использовании технических средств обучения и автоматизированных учебных курсов при изучении иностранных языков предпринимались в МЭИ еще в 70-е и 80-е годы прошлого века. Тогда студенты имели возможность работать в учебных классах КАКТУС и «Репетитор». В них использовались передовые для своего времени методы автоматизации учебного процесса, позволившие повысить эффективность развивающего обучения, начать формирование новой образовательной среды. Повышался интерес студентов к процессу обучения, более рационально распределялись учебные нагрузки.

Современные возможности информационных технологий несравнимо более значительны, доступны, их использование в преподавании иностранных языков является, бесспорно, необходимым. Переход на трехуровневую систему подготовки кадров высшей квалификации также требует разработки новых образовательных ресурсов, различных для бакалавров, магистрантов и аспирантов, т.к. эти этапы образования существенно различаются как по целям, так и по задачам, которые стоят перед преподавателями.

Стремительное развитие информационных технологий предлагает широкий спектр возможностей, которые могут быть использованы на разных этапах обучения будущих инженеров. Среди них:

– электронные учебники, преимуществом которых является возможность создания библиотек таких ресурсов для каждого отдельного направления подготовки, с учетом конкретной тематики и профессиональной лексики;

– электронные образовательные ресурсы для каждой конкретной инженерной специальности, включают:

– он-лайн тесты;

– дистанционное обучение;

– мультимедийные словари;

– интернет-ресурсы;

– интернет-олимпиады;

– общение на профессиональных иноязычных форумах и многое другое.

Эффективным направлением применения информационных технологий должен быть сайт кафедры, информирующий студентов о программе обучения, предлагаемых заданиях, текстах для чте-

ния, рекомендуемой литературе, интернет-ресурсах, дополнительных материалах для самоподготовки. Этот сайт должен использоваться каждым преподавателем как рабочий инструмент.

Для эффективного использования одной или нескольких технологий следует провести оценку целесообразности их применения в учебном процессе на каждом этапе обучения и на этом основании принимать решение об использовании адекватных целям и задачам обучения педагогических и информационных технологий и педагогического дизайна на основе ИКТ. Таким образом, следует отдельно рассматривать программы обучения бакалавров, магистрантов и аспирантов, обращая особое внимание на преемственность обучения.

К разработке новых образовательных программ по иностранным языкам и электронных образовательных ресурсов необходимо также привлекать преподавателей профилирующих кафедр и специалистов по информационным технологиям.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ БАКАЛАВРОВ

Обучение бакалавров иностранным языкам в техническом университете базируется на языковых компетенциях, полученных ими в средней школе. Согласно ФГОС это уровни базовый, повышенный и высокий (уровни A2+, B1 и B2, определенные документами Совета Европы), то есть подготовка сильно различается, что уже вызывает сложности при продолжении обучения до достижения студентами уровня коммуникативной компетенции, позволяющего использовать иностранный язык в профессиональной деятельности. Более того, недостатки системы среднего образования приводят к тому, что некоторые студенты не имеют даже базовых навыков владения иностранным языком. Решением проблемы разноуровневой подготовки обучаемых могут быть информационные технологии, помогающие студентам самостоятельно повысить недостаточную языковую подготовку. При этом электронный образовательный ресурс не должен быть просто изложением основ грамматики и сборником упражнений для самостоятельной проработки. В его состав должны входить интерактивные упражнения, контрольные тесты и тренажеры с системой реакции на неправильный ответ (подсказки, наводящие вопросы, предложения попробовать сделать еще раз, гиперссылки на справочную часть пособий, индивидуальные рекомендации), которые позволяют контролировать и анализировать уровень освоения учащимися различных тем и курса в целом.

Использование таких методик позволяет:

– улучшить эффективность и качество обучения;

– определить современные цели обучения;

– повысить мотивацию к обучению;

– развивать речевые компетенции: умение понимать аутентичные иноязычные тексты (чтение, аудирование), передавать информацию в связных аргументированных высказываниях:

– увеличить объем лингвистических знаний;

– развить способность и готовность к самостоятельной работе;

– сделать занятия более динамичными.

Кроме перечисленного упрощается контроль за учебной деятельностью обучаемых, повышается их мотивация к обучению, развиваются навыки самостоятельного обучения и самоконтроля уровня знаний.

Еще одной целью, для достижения которой следует использовать ИКТ, в частности электронные образовательные ресурсы и дистанционное обучение, является формирование у студентов профессионального языка, с присущей ему специальной терминологией и хорошо понятного специалисту данной отрасли науки и техники. К созданию таких ресурсов необходимо привлекать преподавателей профилирующих кафедр, знакомых с такой терминологией.

Таким образом, использование ИКТ помогает решить проблемы, возникающие при подготовке студентов, имеющих разный уровень знаний, способствует более глубокому изучению иностранного языка в условиях экономии аудиторного времени. Обучение становится личностно направленным, студентам прививаются навыки самостоятельной работы.

Работа по созданию перечисленных ресурсов и методик их применения очень велика, но ее скорейшее проведение обеспечит должную конкурентоспособность выпускников технических университетов в современном мире.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАГИСТРОВ

Продолжение обучения иностранным языкам в магистратуре должно основываться на междисциплинарном подходе и иметь практическую направленность на развитие коммуникативной академической компетентности в интернациональной академической среде, т.е. создание статей, рефератов, докладов, презентаций и т.д.

При всей важности такого обучения, уже в начале курса возникает проблема, вызванная сложившейся практикой обучения иностранным языкам в технических университетах. Обучение проходит на первом (иногда и втором) курсе. Затем к иностранному языку возвращаются только при обучении в магистратуре. Если студент самостоятельно не занимался языком, за несколько лет теряются навыки, полученные им не только на начальном этапе обучения в университете, но и навыки, приобретенные в средней школе. Однако, следует отметить, что ча-

сто у магистрантов, по сравнению со студентами младших курсов, повышается мотивация овладения иностранным языком, особенно языком профессионального общения. Повышается также и уровень владения специальностью, то есть запас профессиональной лексики на родном языке.

Решением этих проблем должно стать использование тех же ИКТ, которые использовались при обучении бакалавров, на новом, более высоком уровне. Повторное использование для восстановления утраченных навыков тех же учебных материалов, которые уже были изучены ранее, существенно снижает интерес к обучению, особенно у мотивированных на изучение иностранного языка магистрантов. Поэтому должны быть созданы образовательные ресурсы, специально предназначенные для обучения магистрантов, учитывающие, с одной стороны, необходимость повторения пройденного на предыдущих этапах обучения, с другой стороны, развивающие навыки владения профессиональным языком на новом, более высоком уровне.

Постоянно сокращающееся количество аудиторных часов на изучение иностранного языка требует от магистрантов проведения большей самостоятельной работы с использованием информационных технологий. Умение использовать для подготовки докладов и презентаций материалов специализированных веб-сайтов, участие в обсуждениях актуальных вопросов современной науки, которые ведутся на таких сайтах, их последующее обсуждение в аудитории являются эффективными инструментами развития навыков профессиональной коммуникации.

Одним из традиционных видов деятельности на этом этапе является индивидуальное чтение статей по основной специальности, цель которого — не только обучение пониманию и грамотному извлечению информации, но и приобретение навыков поиска информации, правильного подбора ключевых слов, оценки результата, предложенного поисковиком, т.к. подбор информации в он-лайн версиях ведущих научных журналов является необходимым для специалиста. Он должен уметь пользоваться сайтом Государственной публичной научно-технической библиотеки (www.gpntb.ru/). Еще одним из возможных ресурсов, с которыми должен быть ознакомлен магистрант, является Google Scholar (http://scholar.google.com/), который ориентирован на поиск научных статей, патентов и т.д. Такой подход может помочь вернуться к самостоятельному чтению магистрантами больших объемов текстов (до 250 000 знаков) для извлечения профессионально значимой информации, которая затем должна быть использована в их научной работе. По результатам чтения может быть написан реферат на изучаемом языке. На этом этапе полезно взаимодействие с научным руководителем магистранта, который оценит научную ценность написанного по-русски обзора прочитанного и поможет использовать полученную информацию в учебной исследовательской работе.

Необходимо также обучать магистрантов навыкам правильного пользования системами электронного перевода и редактирования полученных текстов.

Такой подход позволит с наибольшей эффективностью работать над формированием у магистрантов коммуникативных компетенций, необходимых для общения в профессиональной среде.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ АСПИРАНТОВ

Обучение аспирантов, кроме подготовки к сдаче экзамена на кандидатский минимум, должно вестись с использованием тех же технологий, с обеспечением преемственности обучения и дальнейшим развитием устной и письменной профессиональной коммуникации, приобретением навыков написания статей, докладов, оформления патентов, ведения онлайн дискуссий на иностранном языке, выступлений на конференциях и т.д.

Следовательно, и для этого этапа обучения необходимо создавать обучающие ресурсы, направленные как на повторение, так и на дальнейшее развитие навыков владения языком профессионального общения. При этом формирование профессионально значимых качеств специалиста должно быть направлено на способность самостоятельно получать знания, ставить и решать задачи, вырабатывать критерии отбора наиболее эффективных решений.

5. ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Потребности общества в специалистах, способных осуществлять эффективное профессиональное общение, требуют в кратчайшие сроки преодолеть неподготовленность к преподаванию этого вида деятельности, которая образовалась в силу сложившейся практики обучения иностранному языку в техническом вузе.

Назревшая необходимость совершенствования качества языковой подготовки в техническом вузе за счет формирования и развития самообразовательной компетентности, расширяющей функциональные возможности в социальной и профессиональной сферах, требуют скорейшей разработки педагогических механизмов её формирования и соответствующих информационных ресурсов.

Неготовность преподавателей к проведению занятий с использованием таких технологий требуют их обучения не только самим ИКТ, но и методикам интеграции таких технологий в процесс обучения иностранным языкам. И, наконец, отсутствие специально разработанных ресурсов для обучения спе-

циалистов различных областей науки и техники требует проведения научно-методической и научно-исследовательской работы по их созданию, которая должна проводиться в сотрудничестве с преподавателями профилирующих кафедр.

Для успешного обучения профессиональному иностранному языку преподавателю необходимо быть знакомым с теми ситуациями, в которых студент будет применять его в будущей профессиональной деятельности. Преподаватель должен также быть знаком с основным содержанием соответствующих технических наук.

Работа, которую необходимо провести для создания всех перечисленных ресурсов и разработки методик их применения, достаточно велика и требует как больших интеллектуальных, так и материальных затрат, а так же значительного времени. Поэтому представляется необходимым разработать первоочередные направления и планы последующего выполнения необходимых научно-методических и научно-исследовательских работ. Возможно, для их выполнения может быть создана специальная научная группа преподавателей. Кроме этого необходимо проводить соответствующее обучение преподавателей.

Существует достаточное количество открытых образовательных ресурсов, которые можно использовать уже сегодня. Например, Moodle — система управления курсами, также известная как система управления обучением или виртуальная обучающая среда (http://www.moodle.org/), которая представляет собой свободное (распространяющееся по лицензии *GNU GPL*) веб-приложение, предоставляющее возможность создавать сайты для онлайн-обучения.

Другие ресурсы:

1. «Российское образование». Федеральный портал. http://www.edu.ru.

2. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов. http://www.ict.edu.ru/.

3. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. http://www.fcior.edu.ru/catalog.pade/

4. «Открытые технологии». Электронный ресурс. http://www.opentechnology.ru/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие современного инженерного образования невозможно без развития и совершенствования преподавания иностранных языков, которое, в свою очередь, невозможно без применения современных информационных технологий. Для внедрения в процесс инженерного образования таких ресурсов требуется проведение большой методической и научно-исследовательской работы по их созданию, с привлечением преподавателей профилирующих кафедр. Кроме этого, необходимо формирование профессиональной компетенции преподавателя иностранного языка как активного пользователя ИКТ и создателя программных продуктов с целью их внедрения в процесс обучения иностранным языкам. Это означает, что преподаватель сможет использовать в своей профессиональной деятельности ресурсы, службы, инструменты и приложения Интернет для оптимизации учебного процесса в формате традиционного обучения, а также самостоятельно разрабатывать дистанционные курсы, направленные на развитие речевых умений и навыков и формирование коммуникативной компетенции с учетом дидактических особенностей сетевой среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный** Государственный Образовательный Стандарт среднего (полного) общего образования от 7 июня 2012 г., № 24480.

2. **Информатизация** образования: направления, средства, технологии / Под общ. ред. Маслова С.И. — М.: Издательство МЭИ, 2004.

3. **Пути** и средства интенсификации учебного процесса по иностранным языкам – Сборник научных трудов № 226. — М.: МЭИ, 1989.

4. **Полат Е.С.** Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. ─ М.: Академия, 2007. ─ 365 с.

5. **Вайндорф-Сысоева М.Е.** Педагогика в виртуальной образовательной среде. — М.: МГОУ, 2006.

6. **Дрейвс Вильям А.** Преподавание он-лайн. пер. с англ. — М.: МАПДО, 2003.

7. **ГОСТы** информационно-коммуникационные технологии в образовании. URL: http://www.ifap.ru/library/gost/526532006.pdf.

8. **Моисеева М.В., Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Нежурина М.И.** Интернет обучение: технологии педагогического дизайна / под ред. М.В Моисеевой — М.: Издательский дом «Камерон», 2004.

9. **Роберт И.В.** Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогические и технологические аспекты). URL: http://www.iiorao.ru/iio/pages/izdat/n_m_liter/robert_monogr/.

И.В. Пименов
i-pim@mail.ru
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Санкт-Петербург

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ МАТЕРИАЛЬНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы обработки информации, получаемой методами многомерного анализа данных, для построения распознающих баз знаний.

ВВЕДЕНИЕ

Широкий спектр изделий и комплексов в любой сфере жизнедеятельности людей определяются через формальные качества. Изделия, тем более системы, часто являются сложными по составу, структуре и функциям, а соответственно, имеют множество характеристик, описывающих образ объекта, его назначение, конструкцию, эстетическую ценность, эргономичность и т.д. Данные о таких объектах представляются в базе данных (БД) записями типа «объект-атрибуты-значение».

Упорядочение данных и поиск образца с подходящими параметрами могут выполняться на основе построения интеллектуальных баз данных (ИБД), содержащих как систематизированное описание характеристик объектов, так и правила получения неявных знаний. ИБД позволяют алгоритмизировать процесс поиска прототипа для современных проектных решений и формировать их сжатое морфологическое описание [1].

1. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Достигающий цели пространственно-временной процесс проектирования изделия опирается зачастую на неформализованные, неявные знания субъекта. Эти знания зафиксированы в изготовленных образцах объектов. Зачастую изделие обладает признаками сложной системы: многомерностью свойств, недостаточностью информации для описания взаимосвязей элементов объекта дизайна. При описании концептов, раскрывающих проектное решение, применяются разнотипные шкалы: наименее мощная – номинальная шкала (цвет, фасон), ординальная шкала для выражения предпочтений экспертов, шкала отношений для обмерных характеристик. Многие понятия являются трудноизмеримыми, например, интерактивность сайта, характер эмоциональности дизайна, свойства декоративных элементов.

Ввиду многомерности задачи осуществить умозрительно работу по систематизации правил, полностью описывающих динамическую функциональную структуру базы знаний, представляется невозможным.

Целью работы является разработка методики и алгоритмов для автоматизации построения ИБД, содержащей неявные правила и закономерности.

1.1. Подготовка данных

Для обеспечения численного представления качественных атрибутов номинальные и порядковые переменные преобразуют к бинарному типу со значениями «0» или «1». Фиктивные признаки нужны для обеспечения численного представления качественных атрибутов, позволяя, например, интерпретировать частные коэффициенты регрессии. При подготовке к анализу фиктивных переменных указывается на одну меньше, чем имеется категорий в исходной переменной — обычно не включается в рассмотрение дихотомия для той категории, в которой имеется наименьшее количество наблюдений.

1.2. Выявление классов и сжатие признакового пространства

Разбиение выборки посредством кластерного анализа на группы схожих объектов позволяет не только установить стратификационную структуру рассматриваемого набора изделий, выявить основные признаки, по которым различаются классы, найти центроиды классов, но также построить в каждой выделенной группе собственную модель взаимосвязей, учитывающую индивидуальные особенности группы.

Сжатие признакового пространства выполняется в два этапа. Сначала методами главных компонент, кластеризации переменных и дискриминантного анализа последовательно определяются подгруппы исходных признаков, проявляющих большую разделяющую силу.

На втором этапе выполняется дискриминантный анализ на объединенном множестве отобранных подгрупп признаков.

Дискриминирующая сила отдельного признака зависит от подсистемы совместно используемых признаков. Поэтому, ввиду нарушения принципа аддитивности при рассмотрении вклада переменных в их совместную разделяющую силу, ранжировку признаков следует выполнять не по значениям коэффициентов первых дискриминантных функций, а по росту накопленной части безошибочных разделений объектов. Указывается ранг, задающий количество признаков рабочего словаря N_P, достаточных для разделения 90 — 95 % объектов выборки.

Результаты дискриминантного анализа не могут в явном виде представлять совокупность правил, которыми должна быть снабжена ИБД, поскольку не содержат сведений о порядке индуктивного логического вывода на основе заданных значений показателей.

Для алгоритмизации процедуры построения поля знаний можно использовать решающую матрицу [2], содержащую значения бинарных признаков для различных классов. Такая форма решающего правила может автоматически транслироваться в поле знаний.

2. АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ

Алгоритм формирования решающего правила заключается в построении и заполнении ряда таблиц по результатам кластерного и дискриминантного анализов.

Бинарная решающая матрица (БРМ) строится для априорного словаря, упорядоченного по убыванию информативности бинарных признаков (табл. 1).

Таблица 1. Бинарная решающая матрица

Принадлежность рабочему словарю X_P. Исходная переменная. Бинарный признак. Ранг признака				Класс			
				Ω_1	Ω_2	…	Ω_M
1	X_{N_A}	X_T	*1*	*0*	*1*	…	*1*
1	X_1	X_1	*2*	*1*	*0*		*1*
…	…	…	…	…	…	…	…
0	X_i	X_k	*r*	*1*	*0*	…	*1*
…	…	…	…	…	…	…	…
0	X_1	X_2	*T*	*0*	*1*		*0*

Множество бинарных признаков, образующих априорный словарь (общее число дихотомий):

$$T = \sum_{j=1}^{N_A} t_j ,$$

где t_j — число категорий (уровней, интервалов кодирования) исходной переменной X_j.

Алгоритм заполнения элементов БРМ $X_k(m)$, $k = \overline{1,T}$, $m = \overline{1,M}$, заключается в установке единичных значений $X_k(m)$ при наличии бинарного признака X_k у объектов класса Ω_m либо в случае принадлежности значений количественного признака X_j объектов класса Ω_m интервалу кодирования с номером t, где $k = t_1 + t_2 + \ldots + t_{j-1} + t$, t_j — число уровней (интервалов кодирования) признака X_j.

3. ЛОГИЧЕСКИЙ ВЫВОД И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРАВИЛ, НАЙДЕННЫХ ПРИ МНОГОМЕРНОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

В процессе логического вывода устанавливаются единичные значения для кодов классов, находящихся в рабочей памяти: из БРМ выбирается строка и выполняется поэлементная конъюнкция с ячейками рабочей памяти. Установленные единичные значения указывают на претендентов для дальнейшего рассмотрения. Очередной признак последовательно уточняет множество возможных решений.

Для найденного объекта характерного типа дается морфологическое описание — перечисляются названия номинальных (интервальных) признаков и их типичные значения.

Также для выбранного кластера указываются количество образцов и их локальные особенности, отражающие специфику кластера. С этой целью анализируется фрагмент матрицы для всех объектов одного кластера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

База знаний, сформированная в процессе обработки результатов многомерного анализа данных, включает знания как декларативного, так и процедурного типов. Декларативная часть содержит знания о структуре предметной области, морфологии объектов и разделительной силе их признаков. Процедурная же часть реализуется как универсальный алгоритм обработки БРМ, использующий вводимые пользователем интеллектуальной системы значения признаков.

Функции, которые может выполнять интеллектуальная система: нахождение решения (образца, прототипа) без перебора значений всех признаков; умение распознавать сходство ситуации с прошлым опытом (рассуждение с проведением аналогий); оптимизация запросов БД (отбор наиболее эффективного пути следования запросов выполняется на основе знаний об информативности признаков); описание локальных особенностей выбранного морфологического типа, представленных набором входных признаков небольшой размерности для соответствующего кластерного решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пименов И. В.** Программный комплекс интеллектуальной поисковой системы, основанной на знаниях в области дизайна // Вестник молодых ученых СПГУТД. Вып. 1: Естественные и технические науки. 2013. С. 47—51.

2. **Пименов В.И., Ипатов О.С.** Разработка обучающих систем по дисциплинам технологического цикла на основе методов интеллектуального анализа данных // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2009. № 9. С. 38—44.

Ю.О. Полежаев, А.Ю. Борисова, В.А. Борисова
grafika@mgsu.ru
ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», Москва

ГЕОМЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЭКВИАРЕАЛОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ИЗ ТКАНИ, РАЗВЁРТОК И ДЕКОРА КРОЯ, А ТАКЖЕ В АРХИТЕКТУРЕ, ДИЗАЙНЕ, ДРУГИХ ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются элементы простых графических изображений и их аналитико-геометрические модели, которые в совокупности могут быть использованы в качестве композиционных массивов компьютеризованных геометрографических продуктов. Область практического приложения такой продукции весьма широка, это, например, проектирование архитектурно-строительных объектов, изделий из ткани, а также предметной среды, быта и т.д.

ВВЕДЕНИЕ

В монографии Полежаева Ю.О., Донской О.В., Прокопчук И.Е. [1] заявлена и представлена научно-исследовательская тема «Элементы формализации в изобразительном искусстве». В одном из разделов названной работы элементы формализации на изображениях рассматриваются в приложении к графике архитектуры и костюма, где они, в большинстве своем, присутствуют в явном виде.

В данной работе приводятся некоторые геометрографические модели эквиареалов, то есть фигур, имеющих равные площади. Рассматриваются простейшие замкнутые полигоны, обладающие теми или иными свойствами гармонизма: их площади уравниваются либо ставятся в пропорциональную зависимость. Разумеется, такие полигональные модели являются основой формирования криволинейных площадей, например, с контурами квадрик, а также различных геометрографических композиций, основное преимущество которых — возможность эстетических оценок вследствие визуального восприятия. При этом известна не только постоянная, но возрастающая практическая потребность в эквиареалах, так как названное свойство фигур в преобразовании к метрической системе квадратичности естественно породило необходимую «геометрию» и поднимает уровень ее значимости «всё выше, и выше…» [2, 3].

1. МОДЕЛИ КВАДРАТИЧНОСТИ

Обозначим периметр ортогонального четырёхугольника (2p), половину периметра (p), четверть (0,5p). Пусть, далее, периметр квадратичного эквиареала обозначен $(2_{\Pi}p)$, половина — (p_{Π}), и четверть $(0{,}5_{\Pi}p)$. Затем, численные величины эквиареалов названных фигур и их частей равны; но их периметры и соответственные части являются различными линейными величинами. Тем не менее, если задан произвольный 4-прямоугольник (a; b), ему в соответствие можно рассмотреть позицию точки (c), производной от (p) полупериметра (a; b). На изображении (рис. 1) показано построение точки (c) и её проекции (x_c) на (x) репера. Для прямоугольника $(0;b;b_3;a)$ отрезок $(0;x_{\Pi})$ является стороной (ℓ_{Π}) квадрата-эквиареала исходного 4-прямоугольника.

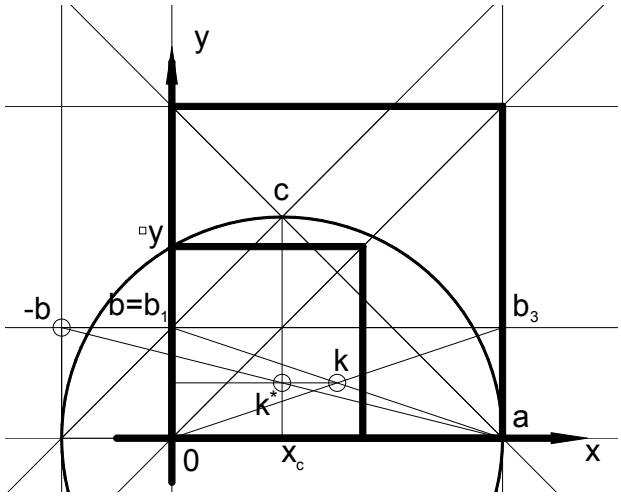


Рис. 1. Модель циркульной квадратичности

При необходимости использования (0,5p), четверти периметра прямоугольника $(0;b;b_3;a)$, построим соответственную ему точку (k), которая также позволяет определить (ℓ_{Π}) — сторону квадратического эквиареала. Как видно (рис.1), позиция (k) является инцидентом диагоналей исходной фигуры. Если продолжим $(b_3;b)$ и биссектрису из (0), определяется точка $(-b)$. Далее, инцидент координатной (y) — линии из (k) с прямой $(-b;a)$ фиксирует позицию (k^*). В свою очередь, (x) для (k^*) совпадает с (x_c), а найденная (ℓ_{Π}) сторона квадрата тождественна выше указанной $(0;x_c)$, поскольку отрезок $(x_c;a)$ является радиусом, который на продолжении (0;b) фиксирует (y_{Π}) и сторону квадрата $(0;y_{\Pi})=(\ell_{\Pi})$.

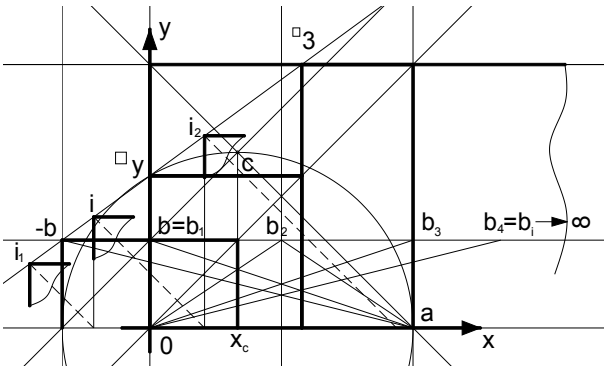


Рис.2. Модель пропорциональной квадратичности

Итак, рассмотрим в репере Декарта полосу единичной высоты $(O;Y_b=1)$ и её некоторый интервал $(O;X_a)$. Типичные фигуры треугольников размещёны внутри полосы так, что их основание $(O;a)$ — const, но вершина (b) произвольно принадлежит прямой $(Y=b)$, — следующие: $(O;b_1...b_5\to\infty)$. Здесь (рис. 2) первая фигура является прямоугольным треугольником $(O;b_1;a)$; вторая $(O;b_2;a)$ — равнобедренным; третья — симметричным первому (по оси $X=a\div 2$); четвёртая — «бегущим» i-треугольником (по b_i); пятая — вырожденным треугольником при $(b\to\infty)$. Известно, что площади (area, лат.) всех действительных рассматриваемых фигур треугольников в полосе равны $({}^{\Pi}A=0{,}5a\times b)$ [4]. Геометрографически фигура квадратического эквиареала треугольников может определяться по-разному, но в частности, следующим алгоритмом.

Если из позиций (y_b) и (x_a) построить прямые $(\varphi=\pm 45°)$ до их инцидента в точке (c), величиной $(x_c;c)$, затем, необходимо сделать засечку $({}^{\Pi}y)$ на оси (y) от центра (x_c). При этом $(O;{}^{\Pi}y)$ является стороной квадрата — эквиареала, удвоенной площади каждого из исходных треугольников; и $(O,{}^{\Pi}d)$ — его диагональ, совпадающая с диагональю осей репера. Искомый же квадрат-эквиареал для фигур треугольника $({}^{\Pi}A={}^{\Delta}A)$ со стороной $(O;x_m)$ показан в одной частной позиции, когда эта сторона совпадает с (x). На изображении (рис. 2) можно видеть также две характерные позиционные последовательности квадратов: меньшей стороны (b), эквиареала прямоугольника, большей стороны (a). Первая последовательность характерна общей, вложенной диагональю каждого из них с диагональю репера. Вторая последовательность задана прямой $(-b;{}^{\Pi}y)$, на которой располагаются верхние левые вершины $(-b;{}^{\Pi}y;{}^{\Pi}3)$ трёх квадратов, производных от прямоугольника (a;b) и перечисленных выше (рис. 2). Построение подобных троек квадратов, например трио с вершинами $(i\to i_1;i_2)$, из фиксированных аналогично на линии $(-b;{}^{\Pi}y)$ пропорциональности, — весьма удобно и практично. Изложенное геометрографическое моделирование квадратичности соотносится с методикой циркульного построения на полупериметре (p) прямоугольника (a; b).

2. КОМПОЗИЦИИ ЭКВИАРЕАЛОВ

При необходимости построения квадратической величины равной сумме площадей двух различных квадратов, рекомендуется определить геометрографические эквиареалы для каждого треугольника, а затем найти сторону квадрата, который соответствует сумме квадратических эквиареалов. На изображении (рис. 3) для треугольника $(0;1;2)$ построен квадратический эквиареал с диагональю $(O;m_{\Pi})$ и стороной $(O;{}_1l_{\Pi})$. Алгоритм построения связан с параболическими свойствами планиметрии. Для второго треугольника $(O;3;4)$ эквиареал построен с помощью пропорциональных отношений. В этом случае величина стороны квадрата-эквиареала есть $(O;{}_2l_{\Pi})$. Построение фигуры квадрата равного сумме площадей двух найденных квадратических эквиареалов связано с построением отрезка $(O;2_3l_{\Pi})$, который, являясь стороной квадрата-суммы (2_3l_{Π}), равен диагонали $(2_1l_{\Pi};\Delta)=(O;\Delta^*2)$.

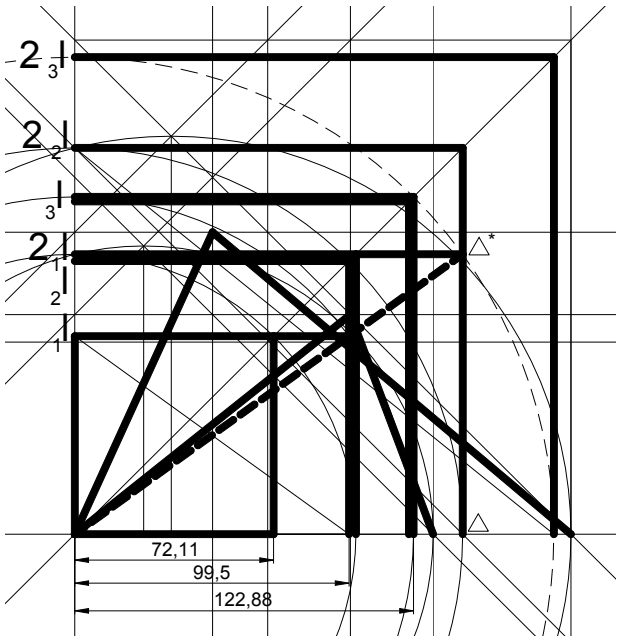


Рис. 3. Два треугольника общего вида. Взаимосвязь их эквиареалов

Центр квадратичности для прямоугольника (a;b) определяется также с использованием пропорциональных отношений, которые задаются свойствами величин четверти периметра (a;b). Эти свойства содержит точка инцидента диагоналей прямоугольни-

ка. Первая линия пропорции может быть взята через пункты (y_b) и $(x=a/2)$; вторая линия, параллельная первой, следует из (x = a) до оси (y). Применительно к этим параллельным прямым строится линия пропорциональности, которая в инциденте с биссектрисой репера из (0) фиксирует на ней точку (m) — центр искомой квадратичности.

«Геометрическое вычитание» площадей квадратов становится достаточно понятным из рассмотрения предыдущего их «сложения». Действительно, от площади большего из трёх квадратов можно вычесть любой меньший [6]. Произведём (рис. 3) следующее вычитание площадей $({}_3A_\Pi - {}_2A_\Pi = {}_1A_\Pi)$. Для этого сторону $(O;2_3l_\Pi)$ разместим на осях репера так, чтобы $(2_3l_\Pi \equiv 2_2l_\Pi)$ и один конец стороны большего квадрата совпал с концом вычитаемого на оси (Y); а другой конец стороны большего квадрата совпал с осью (X) в точке (l_Π). Отрезок $(O;X = l_\Pi)$ будет искомой стороной разности $({}_1A_\Pi)$ площадей квадратов, и этот отрезок $(l_\Pi = 2_1l_\Pi)$.

Следующими эквиареалами будут площади (рис. 4) квадрата и пентагона $(\bar{5})$, то есть $(A_\Pi = A_5)$. Зададим условия построения полигона $(\bar{5})$: лучи $(O;\sqrt{4}),(O;\sqrt{5})$ в ряду радикалов; (l_5) — сторона, равная (O;$\overline{\not{\angle}}$) золотой пропорции ($\overline{\not{\angle}}$— условная графема золотой пропорции). Данное условие определяет точки $(5_1;2 \equiv 5_2;O \equiv 5_5)$ пентагона. Точку (5_4) и (5_3), симметричную ей, определяет инцидент соответственных дуг. Центр пентагона (O_5) принадлежит $(\overline{\not{\angle}};5_4)$ и оси симметрии через (5_1). Треугольник $(5_4;O_5;5_3)$ есть пятая часть площади пентагона. Его удвоенная величина равна квадрату со стороной (l_Π). Следовательно, $(A_3 = {}^*l_\Pi)$, где $({}^*l_\Pi = \sqrt{l_\Pi})$.

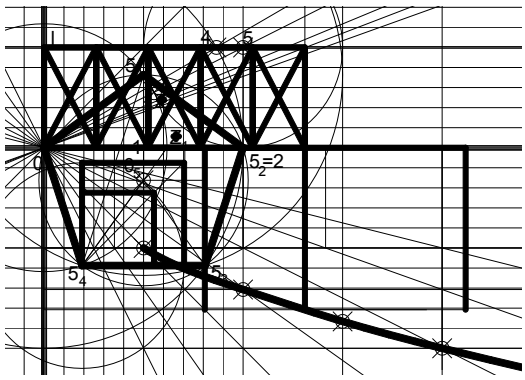


Рис.4. Эквиареалы квадрата и пентагона

Далее, необходима величина $(l_{прив.})$, соответствующая единице высоты ряда радикалов, в качестве стороны прямоугольника на протяжении этого ряда. Поскольку величина $((l_{прив.}) \times 5)$ равна длине единичного прямоугольника, соответственная сторона эквиареала параболического квадрата определяется точкой (P_5) параболы [7]. Заметим, что вопросы квадратичности, связанные с планиметрией параболических и гиперболических полей освещены в публикациях [1, 2].

Уточним также, что исходная композиция «золотой пропорции» и её генерирующая точка ($\overline{\not{\angle}}_1$) избраны из условия существования одного из корней известного квадратного уравнения, а именно $(x^2 - x - 1 = 0)$, и $(x_{1,2} = (1 \pm \sqrt{5})/2)$. Здесь — при значении $(-x_1 = (\sqrt{5} - 1)/2)$. На изображении (рис. 4) геометрографическая модель построения точки ($\overline{\not{\angle}}_1$) и отношения (0;$\overline{\not{\angle}}_1$) к (0;2) равно (0,618). В угловом растре прямых $(0;\sqrt{5})$ и (x) с помощью линейной пропорциональности красными линиями показаны в небольшом интервале отрезки, между которыми существуют «золотые отношения».

В связи с построением пентагона уже было сказано, что рассматриваемая геометрографическая модель является параболической планиметрией. Её основой является единичный ряд радикалов и метрика осей в соответствии со значениями $(\sqrt{i})$ и (i), где (x) и (y) соответствуют определённым квадратическим характеристикам (рис. 4).

Если задан единичный квадрат с (ℓ_Π) в гиперболической планиметрии, любой его гиперболический эквиареал $({}^{hi}A)$ моделируется геометрографически следующими построениями, если существует метрическое условие (a=0;a) некоторого прямоугольника (a; b).

Для нахождения отрезка (0; b) необходимо:

1) радиусом (0;a) из центра (0) пересечь дугой (рис. 5) прямую $(y = \ell_\Pi)$ в точке (ℓ_i);
2) на окружности с центром (0_1) и радиусом $(\ell_\Pi/2)$ зафиксировать точку (i) пересечения с полярным лучом (ℓ_i);
3) сторона прямого угла, опирающегося на диаметр $(0;0^*)$, будет искомой величиной $(0^*;i)$ равной (0;b).

В случае задания стороны прямоугольника (0;b), величина (0;a) находится без затруднения при использовании приведённого алгоритма геометрографии. Заметим, данная модель эквиареалов $({}^{hi}A_\Pi = {}^{hi}A_{a,b})$ в гиперболической планиметрии не единственная, но лишь рекомендуемая к применению вследствие относительной простоты построений.

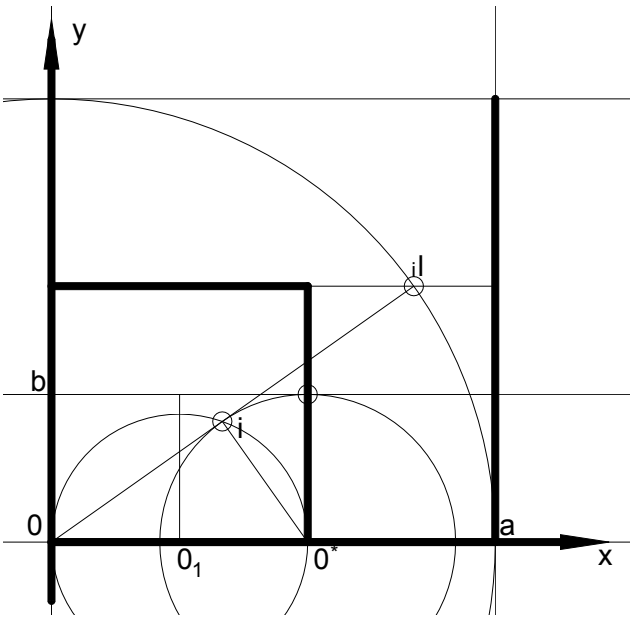


Рис.5. Пример геометрографии гиперболической модели эквиареалов для прямоугольников

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение приведённого материала напомним, что всякий метрический орторепер, оси которого шкалированы, например, десятичной системой счёта, представляет поле со свойствами квадратичности эквиареалов. Отсюда следуют квадратичности фактур твёрдого и электронного полей; а также соотносительные метрики форматов для изображений. Исходя из этого, здесь приведены элементарные геометрографические образы эквиареалов с примерами их преобразований и простейших композиций. Визуальная природа исследуемых объектов и возможность их арифметизации, наряду с кибернетикой, повышают значение результативности и практической потребности данной разработки.

Особое значение авторы данной разработки, а также многих других, связанных общей обсуждаемой темой, придают тому, что их труды будут полезны для повышения геометрографической грамотности учащихся высшей школы и профессиональных проектантов для инженерно-строительной и архитектурной практики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Полежаева Ю.О., Донская О.В., Прокопчук И.Е.** Монография «Элементы формализации в изобразительном искусстве. Практическое приложение в дизайне, декоративно-прикладном искусстве, народных промыслах и архитектуре» // Вестник МГХПА. 2012. №3. 140 с.

2. **Полежаев Ю.О., Фаткуллина А.А., Борисова А.Ю.** Геометрические модели сопряжений квадрик на фрагментах архитектурных объектов // Вестник МГСУ. 2012. № 9. С.18—23.

3. **Волынсков В.Э.** Пространственное формообразование и его архетипы // Вестник Волгоградского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. 2009. №13 (32). С. 124—129.

4. **Корн Г., Корн Т.** Справочник по математике для научных работников и инженеров. — СПб.: Лань, 2003.

5. **Гильберт Д.** Основания геометрии. — М-Л.: ОГИЗ, 1948.

6. **Гильберт Д., Кон -Фоссен С.** Наглядная геометрия. — М: Едиториал УРСС, 2010. — 344 с.

7. **Федоров Е.С.** Начала учения о фигурах — М.: изд-во ЁЁ Медиа, 2012. — 418 с.

А.А. Попов
apopov@vvoi.ru
ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ JAVA ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ И ИЛЛЮСТРАЦИИ ЛЕКЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Обсуждается возможность посимвольного вывода формул на экран, предварительно собранных в информационные файлы или генерируемых программным путем, как электронный эквивалент традиционного сопровождения лекций. Рассматриваются интерактивные иллюстрации задач программирования в виде динамических схем, включающих набор статических схем, сменяющих друг друга на одном поле.

ВВЕДЕНИЕ

При чтении лекций по дисциплинам из области точных наук, как правило, используется традиционная форма изложения, когда преподаватель пишет символы на аудиторной доске и комментирует их. Сочетать одновременно подобную форму изложения материала с использованием компьютерных технологий, иллюстрирующих лекцию, не всегда удобно. В данном сообщении рассматривается электронный эквивалент традиционной формы сопровождения лекций, который нетрудно дополнить различными интерактивными иллюстрациями.

1. ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСИМВОЛЬНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЛЕКЦИЙ

Любая лекция не читается экспромтом. Преподавателю заранее известно, какие формулы он напишет на доске, какие представит схемы, какие сформулирует выводы, даже если у него нет текста лекции. Конечно, подобные формулы можно собрать в группу слайдов, но при их комментировании достаточно трудно удержать внимание студентов в течение продолжительного времени. При посимвольном выводе материала преподаватель более тесно контактирует со студентами. Такой материал может быть оформлен заранее в виде информационных файлов, которые далее посимвольно разворачиваются на экране. Причем каждое нажатие произвольной клавиши приводит к считыванию из текущего информационного файла и отображение на экране одного символа или малого графического фрагмента. Для этих целей автором разработан и в течение нескольких лет использован комплекс программ [1]. Программы комплекса написаны на языке Java в среде Eclipse. Подобные типы задач наиболее просто решаются с помощью языка Java [2] и полно реализуются посредством абстрактных методов интерфейсов KeyListener и MouseListener.

Обширная таблица символов Unicode позволяет кодам любых нужных символов, которых нет на клавиатуре, поставить в соответствие коды латинских символов, генерируемых при нажатии соответствующих им клавиш. В итоге греческие буквы и математические символы можно вводить в файлы с клавиатуры. При выводе символов из файла имитируется процесс написания символов на доске и освобождение доски от промежуточных формул. После заполнения символами страницы она очищается не полностью, а только на две трети. Нижняя часть предыдущей страницы стирается только тогда, когда текущая страница заполняется на треть.

Каждый символьный файл Symb_*.txt загружается из командной строки:

java ReadSymbols Symb_*.txt.

На место звездочки ставится номер текущего информационного файла. Из командных строк для загрузки различных информационных файлов с помощью одного из приложений комплекса программным путем составляется лекционный пакетный файл. В нем кроме командных строк указанного вида содержится командная строка для файла-менеджера, посредством которой происходит перемещение по пакетному файлу как в прямом, так и в обратном направлении.

2. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ

Каждая иллюстрация представляет собой приложение, написанное на языке Java. Данный язык удобен не только тем, что программирование на нем интерактивных иллюстраций проще, чем на других языках, но и тем, что любое приложение, не использующее внешних файлов, в случае необходимости легко может быть преобразовано в апплет и включено в Web-страницу.

2.1. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Классические алгоритмы у Кнута [3] и Вирта [4] проиллюстрированы набором схем, изображенных на нескольких рисунках. Компьютерная иллюстрация имеет преимущество, поскольку позволяет набор статических схем собрать в одной динамической схеме. Динамическая схема имеет несколько состояний, заданных в операторе множественного выбора switch, каждому из которых соответствует статическая схема. Номер состояния, определяемый переменной целого типа, может изменяться с помощью любого обработчика событий. В итоге на одном поле одна статическая схема сменяет другую, делая описание алгоритма более наглядным.

В рамках предложенного подхода получены интерактивные иллюстрации улучшенных методов сортировки и простых методов, которые лежат в основе улучшенных. В отличие от простых методов, сортировка с помощью двоичного дерева или быстрая сортировка не являются очевидными. Интерактивные иллюстрации позволяют легко объяснять сложные алгоритмы. Причем при иллюстрации быстрой сортировки интерес представляет процесс рекурсии, следы которой выведены в виде отдельной схемы, синхронно изменяющейся вместе с передвижением элементов массива.

Интерактивные операции с двоичными деревьями представляют интерес особенно для начинающих программистов. Прежде всего, это различные варианты обхода дерева, формирование AVL-деревьев с различными вариантами балансировки, удаление узла дерева, содержащего два поддерева, удаление узла из AVL-дерева с последующей каскадной балансировкой. Для каждой из этих классических задач написана программа на языке Java, в которой реализована интерактивная иллюстрация.

2.2. ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

В курсе высшей математики существуют трудоемкие примеры, для которых приходится несколько раз стирать доску с промежуточными действиями. С другой стороны, математика замечательна тем, что все решения типовых задач легко формализуются, т.е. каждая из них решается с помощью заранее выбранного алгоритма. Математическому алгоритму можно поставить в соответствие алгоритм компьютерной программы. В итоге компьютерная программа генерирует пример вместе с подробным решением, а затем его посимвольно выводит после нажатия любой заранее выбранной клавиши.

Иллюстрации в первую очередь подлежат задачи с большим объемом промежуточных действий. К таким задачам можно отнести интегрирование дробно-рациональных и дробно-иррациональных выражений, интегрирование некоторых видов дифференциальных уравнений. Несмотря на большой объем, при решении типовой задачи ее алгоритм заранее известен, и программисту достаточно представить решение со всеми промежуточными действиями в виде, из которого можно однозначно скомпоновать решение в типографском (графическом) виде. Для этого каждый фрагмент формулы снабжается управляющими символами, на основе которых символы, образующие эти фрагменты, располагается в числителе или в знаменателе дроби, под радикалом или в показателе степени. Последовательность строк решения с управляющими символами образуют так называемое эталонное решение задачи [5].

В процессе графического представления решения становятся известными координаты каждого символа в пикселях и их размеры. Причем в процессе формирования графическое решение выводится не на экран, а в массивы. Далее количество выведенных на экран символов удобно связать с некоторым счетчиком, значение которого увеличивается с помощью одного из обработчиков событий. При иллюстрации объемных примеров удобно использовать метод run интерфейса Runnable, посредством которого запускается процесс посимвольного вывода решения. Каждый символ добавляется к уже выведенной последовательности после некоторой временной задержки. Причем время задержки можно увеличить или уменьшать, не останавливая процесс.

Подобный подход к иллюстрации решения с посимвольным разделением математического выражения допускает преобразования иллюстрирующих программ в обучающие программы и программы-тренажеры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При чтении лекций по дисциплинам из области точных наук можно обойтись без доски и мела, но, используя традиционную форму сопровождения лекций, когда к ранее выведенной последовательности добавляется по одному символу. Электронный эквивалент традиционного сопровождения лекции легко дополнить интерактивными иллюстрациями, что делает излагаемый материал более понятным. Данный подход при чтении лекций наиболее просто реализуется с помощью различного вида приложений, написанных на языке Java.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Попов А.А** Комплекс программ для моделирования процесса написания символов при чтении лекций // Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2013. Свидетельство о регистрации программы № PR13036.

2. **Ноутон Н., Шилдт Г.** Java 2. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

3. **Кнут Д.** Искусство программирования на ЭВМ. Т.3. Сортировка и поиск. — М.: Вильямс, 2000.

4. **Вирт Н.** Алгоритмы и структуры данных. — СПб: Невский диалект, 2005.

5. **Попов А.А.** Методика программирования на языке Java тренажеров по математике с посимвольным контролем аналитических преобразований // Программная инженерия. 2012. № 8, С. 38—43.

И.В.Прокофьева, С.Г. Демидов
ilonaprof@mail.ru, DemidovSergey@yandex.ru
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

АННОТАЦИЯ

Рассматривается применение информационных технологий для организации самостоятельной работы студентов при изучении инженерной графики в техническом университете.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика — одна из дисциплин, в которой пространственные объекты изучаются по их отображениям на плоскости. Данная дисциплина создаёт базу для обучения студентов чтению и составлению чертежей, без чего невозможна деятельность инженера. Однако существуют определённые трудности в усвоении этой дисциплины. Инженерная графика базируется на элементарной геометрии, которая, как правило, хорошо усваивается студентами ещё в школе, но при этом развитию пространственного мышления в школе должного внимания не уделяется. Многим студентам основы ортогонального проецирования и изображения простейших геометрических объектов на плоскости не знакомы. Такие студенты плохо усваивают материал, не могут грамотно использовать его при выполнении индивидуальных домашних заданий.

Задачей преподавателей графических дисциплин является развитие навыков пространственного мышления у студентов на наглядных (или виртуальных) моделях не только широко известных геометрических объектов, но и сложных, не поддающихся математическому описанию, иллюстрируя особенности их формообразования, решения относительно них позиционных и метрических задач.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Рассмотрим организацию самостоятельной работы студентов по выполнению индивидуальных графических заданий с применением информационных технологий, использованием интерактивных пособий и виртуальных моделей. Работе студента над индивидуальным заданием предшествует пояснение на аудиторном занятии, в ходе которого разъясняются цели и содержание задания, этапы работы, требования, предъявляемые к выполнению задания, требования к защите работы, предоставление студентам методических указаний, наглядных или виртуальных образцов объектов, которые будут изображены на чертеже. Пояснения по выполнению задания сопровождаются конкретными примерами выполненных работ, приводятся справочные материалы, которые следует использовать. Справочный материал, как правило, выполняется в виде стенда, компьютерной презентации, на которых показываются этапы выполнения задания, сопровождаемые конкретными виртуальными моделями.

Особое место в самостоятельной работе студентов занимают наглядные пособия. Они должны быть тщательно продуманы и выполнены с учётом специфики изучаемой дисциплины. Не существует исчерпывающих единых рекомендаций для их создания, можно лишь перечислить некоторые общие моменты, которые должны отражать такие пособия.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Использованию информационных технологий в курсе инженерной графики посвящены труды А.Л. Хейфеца [1], К.А. Вольхина [2], В.А. Короткого [3], в которых рассматриваются основные аспекты выполнения различного типа чертежей в среде AutoCAD, использование интерактивных приемов при обучении графическим дисциплинам. С наибольшими трудностями при выполнении индивидуальных графических работ студенты сталкиваются на начальной стадии изучения предмета. Возможность практического использования элементов новизны при решении конкретной задачи появляется у студентов после некоторого периода адаптации к применению подобного приема. Задача наглядных пособий, виртуальных моделей, применения информационных технологий — ускорить этот процесс, помочь студенту сориентироваться в специфике изучаемого курса. Например, решение проекционных задач на построение проекций деталей со сквозными отверстиями. Общие способы решения подобных задач подробно рассматриваются на аудиторных занятиях по инженерной графике, изложены в большинстве учебников и методических указаний и поэтому не должны вызывать затруднений у студентов. Главная сложность — в пространственном восприятии решаемой задачи, применении изученных способов на своём индивидуальном задании, так как разобранные общие методы решений для студентов с недостаточно развитым пространственным воображением — это пассивное восприятие материала, которое не имеет пространственного ассоциативного аналога. Поэтому наглядные пособия должны быть не только в виде натурных макетов готового решения задачи, но и в виде виртуальных моделей этапов построения. На наглядных стендах должны быть представлены пояснения этапов построений при решении задачи, где линии на плоскости сопровождаются 3D по-

строениями, выполняемыми с применением информационных компьютерных технологий. На кафедре инженерной графики МГТУ им. Н.Э. Баумана имеется ряд таких моделей проекционных задач, выполненных в 3D, на которых студент может проследить последовательно процесс создания детали со сквозным отверстием в 3D и соответствующие плоские изображения. Организовать подобный процесс выполнения индивидуальных заданий с их пояснением с применением информационных технологий стало возможным в МГТУ им. Н.Э. Баумана в связи с выделением учебных часов на контролируемую самостоятельную работу студентов, которая может проводиться в компьютерных классах, а также в аудиториях, оснащенных компьютером и интерактивной доской. В рамках таких занятий, на которые выделяется час в неделю с каждым студентом, в случае непонимания им способа решения можно совместно построить виртуальную модель задачи и отследить этапы ее решения на плоскости, которые сопровождаются 3D отображением. Для студентов со слаборазвитым пространственным воображением такое применение информационных технологий позволяет на виртуальных моделях разобрать пространственные приемы, используемые при решении проекционных задач и соответствующие им действия на плоскости. Этапность рассматриваемого решения на модели позволяет в любой момент студенту перекинуть мостик от пространственного к плоскому изображению решения задачи. Для студентов с хорошо развитым пространственным воображением при решении проекционных задач достаточно обратиться к иллюстративному 3D материалу, поясняющему способы нахождения точек на поверхностях призмы, пирамиды, цилиндра и т.д. Сопоставление точек и линий на 3D модели с их положением на плоском изображении позволит таким студентам быстрее и эффективнее овладеть методами решения проекционных задач.

Что дает такой подход к организации самостоятельной работы студентов над индивидуальными заданиями? Индивидуальная работа со студентами с использованием информационных технологий для построения виртуальных макетов решаемых задач позволяет значительно сократить время, необходимое студенту на поиск необходимой литературы и её проработку, появляется возможность решать самостоятельно поставленные задачи, просматривать варианты решения с измененными исходными данными, осуществлять самоконтроль в процессе выполнения работы. У преподавателя при этом исчезает функция «натаскивания», когда студент автоматически выполняет то, что ему было объяснено и задано выполнить к следующему занятию. Студент при таком подходе сам может выполнить этапы работы и проверить себя на 3D модели. Основная же функция преподавателя заключается в выявлении принципиальных ошибок, объяснении традиционно плохо усваиваемых студентами моментов. В случае полного непонимания основ изучаемой дисциплины студенту может быть представлен разработанный на кафедре инженерной графики интерактивный курс лекций [4], работа с которым, как правило, вызывает интерес у студентов, так как в нем в привычной для них форме разобраны теоретические основы построения изображений объектов на плоскости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика показывает, что такая организация работы студентов над индивидуальными заданиями по инженерной графике с применением информационных технологий в рамках часов, отводимых на контролируемую самостоятельную работу, обеспечивает планомерное и чёткое проведение учебного процесса, повышает интерес и мотивацию к обучению. Подтверждением этому является увеличивающееся с каждым годом количество научных докладов студентов в рамках конференции «Студенческая научная весна», проводимой на кафедре графики МГТУ им. Н.Э. Баумана. В данных докладах студенты часто представляют виртуальные модели выполненных ими нестандартных, часто самостоятельно поставленных задач, примеры решения типовых задач инженерной графики с применением 3D приёмов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Инженерная** 3D-компьютерная графика: монография / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н.Васильева В.Н.; под ред. А.Л. Хейфеца. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. — 413 с.

2. **Вольхин К. А. Начертательная геометрия**: электронные лекции для студентов архитектурно-строительных университетов. — Новосибирск, Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин), 2008.

3. **Короткий В.А. Электронные макеты** в начертательной геометрии // Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе. Материалы научно-метод. конференции, посвященной 80-летию АГТУ. — Астрахань, АГТУ, 2010. — С. 94—97.

4. **Покровская М.В., Лунина И.Н.** Электронный конспект лекций «Начертательная геометрия». Свид. об официальной регистрации базы данных № 20076202206 от 8 июня 2007. Правообладатель МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В.А. Рукавишников, Е.В. Усанова
rukavishnikov_v@mail.ru, usanovahelena@mail.ru
Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ), Казань
Национальный исследовательский технический университет (КНИТУ—КАИ), Казань

ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИЗАЦИИ БАЗОВОЙ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ CE/PLM-МЕТОДОЛОГИИ

АННОТАЦИЯ

Обосновывается технологический подход к современной базовой геометро-графической подготовке (БГГП) в высшем профессиональном образовании в условиях информатизации производства на базе CE/PLM-методологии.

Анализируется необходимость пересмотра ее структуры, содержания, применения инновационных обучающих технологий на базе графических информационных технологий (ГИТ) и графических информационных систем (ГИС).

Описывается возможность дистанционной БГГП на базе платформы Blackboard.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение образовательной эффективности геометро-графической подготовки (ГГП) в условиях комплексной информатизации технической деятельности современного высокотехнологичного производства на базе CE/PLM-методологии требует применения инновационных образовательных технологий, надежно обеспечивающих формирование геометро-графической компетентности для осуществления функций проектно-конструкторской деятельности (ПКД). Базой для ее профессиональной реализации являются компетенции ПКД выпускников. В образовательном процессе они формируются в БГГП и профильно-ориентированной проектно-конструкторской подготовке (ПКП), в процессе выполнения расчетно-графических работ, курсовых и дипломных проектов, научно-исследовательских работ студента (НИРС), практик и т.д.

Одним из главных условий обеспечения ГГП, отвечающей условиям CE/PLM, становится ее информатизация с применением ГИТ и ГИС. Особенностью информатизации процесса ГГП при этом становится изменение характера интеллектуального взаимодействия, хранения и передачи знаний между его субъектами (рис. 1).

Рис.1. Учебно-информационное взаимодействие в условиях реализации дидактических возможностей ГИТ и ГИС

При современных дидактических возможностях ГИТ и ГИС это взаимодействие должно быть основано на потенциальной равнозначимости субъектов [5]. Это, в свою очередь, требует высокого качества разработки электронных образовательных ресурсов и владения преподавателями компьютерной дидактикой.

Смена образовательной парадигмы от «передачи знаний» к «освоению деятельности» [3], заданная моделью компетентностного подхода ФГОС-3, предусматривает результат ГГП как геометро-графическую компетентность выпускника. Она рассматривается как интегративное свойство личности выпускника — степень овладения компетенциями ПКД для выполнения функций инженерной деятельности в интегрированной среде CAD/CAE/CAM/ERP-систем и предполагает готовность применения геометро-графических знаний, умений и владения ими (ЗУВ) с использованием графических информационных технологий. При этом важно учитывать, что современные потребности наукоёмких производств не позволяют задерживать вступление нового поколения подготовленных молодых специалистов в активную профессиональную деятельность.

1. МОДЕЛЬ ГГП

Формирование компетенций ПКД требует системной организации ориентированного на CE/PLM-методологию процесса ГГП. Она должна соответствовать иерархии уровней формирования компетенций в этом процессе. В соответствии с целями каждого этапа формирования компетенций ПКД должна выстраиваться структура ГГП и ее содержание.

С целью достижения высокого качества ГГП необходима, в первую очередь, реструктуризация ее базовой части (БГГП), являющейся общей платформой для освоения последующих профильных дисциплин, практик, НИРС. Необходимо обновление ее содержания, разработка новых технологий, методов и средств, мониторинг качества обученности базовым ЗУВ, составляющим общепрофессиональные компетенции. В естественном процессе формирования компетенций ПКД базовая ГГП должна интегрироваться в профильную ПКП с самого начала обучения в вузе. Часть профессиональной культуры инженера, которая закладывается БГГП, является фундаментом для освоения последующих профиль-

ных дисциплин, создает «информационно-графическую основу» формирования базовых общепрофессиональных компетенций ПКД [4], является ее «методологической и инструментальной пропедевтикой» [2].

С целью интенсификации процесса формирования компетенций ПКД необходима мобильная модернизация модели ГГП. Модель ГГП должна быть сквозной, интегрированной с дисциплинами, обеспечивающими подготовку для профессиональной деятельности в проектно-технологическом CAD/CAE/CAM/ERP-блоке. Необходимы изменения в ее структуре и содержании с ориентацией на междисциплинарную интеграцию с дисциплинами (модулями), обеспечивающими CAD/CAE/CAM/ERP-подготовку. При этом, педагогические технологии и образовательная среда технического вуза должны быть ориентированы на производственно-технологические потребности современного производства, опережая их, создавая новые технологии и форматы деятельности для него.

Логичной последовательностью этапов ГГП, выстраивания обучающих модулей в ней и её интеграции с профильными дисциплинами в уровневой системе высшего образования, становится такая организация ГГП, когда сначала, в процессе БГГП, приобретаются базовые общепрофессиональные компетенции, а далее, в ПКП — профильно-ориентированные и специальные (рис.2).

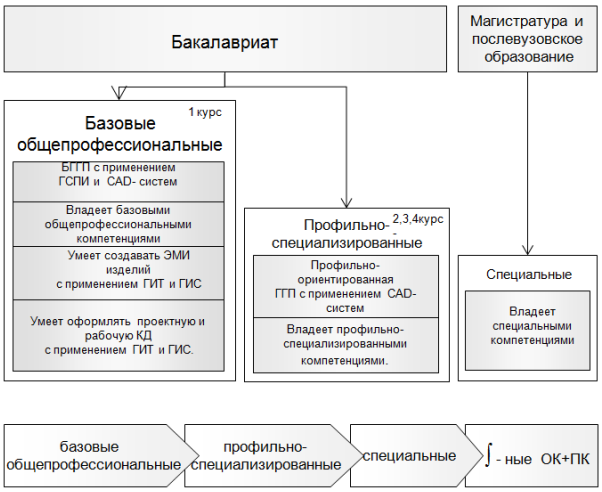


Рис.2. Модель формирования компетенций ПКД выпускника в ГГП

При интеграции БГГП с учебными модулями, обеспечивающими подготовку к ПКД в CE/PLM, содержательная часть и технологии обучения профильным дисциплинам должны пересматриваться и обновляться, в том числе и вследствие трансфер-интегративного воздействия на них информатизации ГГП. При этом структурирование содержания дисциплин ГГП наиболее рационально осуществлять, реализуя технологию проблемно-модульного обучения (ТМО), которая позволяет:

- реализовать как дифференциацию, так и интеграцию содержания ГГП;
- обеспечить процессуальную вариативность форм и методов ГГП с учетом индивидуальных учебно-познавательных возможностей обучаемых и планируемых целей каждого учебного модуля (УМ);
- помодульно организовать адекватный формам и методам ГГП гибкий мониторинг ее качества.

Схема интеграции БГГП с учебными модулями (УМ), обеспечивающими подготовку к ПКД в проектно-технологическом CAD/CAE/CAM-блоке CE/PLM-методологии, представлена на рис.3.

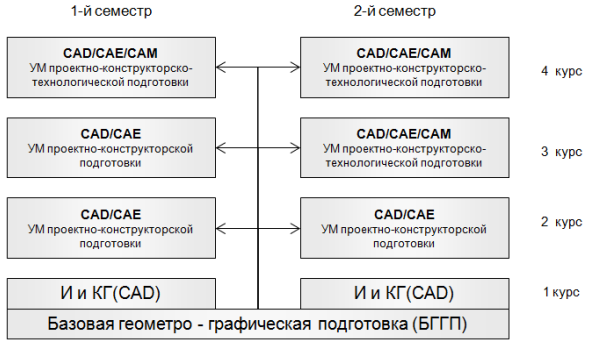


Рис.3. Схема межпредметной интеграции модулей БГГП с учебными модулями CAD/CAE/CAM-блока

Учебные модули, обеспечивающие подготовку к ПКД в CAD/CAE/CAM-блоке для различных направлений подготовки выпускников могут отличаться по структуре, содержанию, глубине представления обучающей информации. Подобная схема межпредметной интеграции БГГП со смежными модулями в первой образовательной ступени уже используется в ряде технических университетов стран Европы и США, имеется опыт ее применения, который дает положительные результаты [8, 9].

Организация учебной деятельности с применением технологий обучения, адекватных дидактическим целям каждого этапа ГГП и используемым механизмам усвоения содержания и обучения деятельности на всех ее этапах, начиная с БГГП, должна быть нацелена на формирование профессиональных компетенций ПКД. Ее необходимо осуществлять в условиях электронной образовательной среды вуза, в которой:

- ведущие формы организации учебной деятельности обеспечивают гибкие модульно выстроенные учебные планы (программы), обеспечивающие «образовательную мобильность» [3];
- используются образовательные технологии, которые «обеспечивают освоение деятельности и опираются на образовательную активность самих обучающихся» [3]. Самостоятельная когнитивная деятельность обучаемых при этом осуществляется с применением электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) на базе ГИТ и ГИС;

• обучаемые включаются в творческие исследования и разработки изделий, работая в «команде», осуществляющей деятельность по разработке изделий (проектов).

При современном уровне развития ГИТ и ГИС такая подготовка способна обеспечить социальную и профессиональную мобильность специалистов нового поколения в области ПКД.

2. СОДЕРЖАНИЕ БГГП В КОНТЕКСТЕ CE/PLM

Модель формирования общепрофессиональных компетенций в БГГП предполагает естественную последовательность и непрерывность, обеспечивает подготовку сначала с применением CAD, а затем параллельно CAD/CAE — CAD/CAE/CAM-систем. ГГП должна быть сквозной, проходить сквозь весь процесс обучения. Вопрос в том, какие дидактические задачи должна решать БГГП, а какие возложить на ПКП в контексте CE/PLM-методологии. Анализируя понятие «базовые навыки» как компонент высококачественного профессионального образования, авторы работы [1] признают, что не существует их единого определения: «можно насчитать, вероятно, столько же определений базовых навыков, сколько авторов трудов в этой области».

Предметная область БГГП расширяется. Кроме знания основ инженерной графики у современных технических специалистов для оформления технической документации, представления проектов, большого объема учебной, технической, научной, экономико-статистической информации, в условиях конкуренции изделий промышленного производства и т.д., возникает необходимость в освоении основ иллюстративной и деловой графики. Это уже предлагается к освоению в рамках дисциплин графического блока в российских вузах [4] и это мировая практика в современной инженерной подготовке [8, 9]. В этом аспекте структуру и содержание БГГП как основу для дальнейшего использования в учебном процессе технического вуза необходимо пересмотреть.

БГГП должна подготовить студентов технических вузов к освоению общепрофессиональных и профильных дисциплин, необходимых для успешной работы в CAD/CAE/CAM-блоке. Целью ее является формирование геометро-графической составляющей проектно-конструкторской компетентности — базовых общепрофессиональных компетенций ПКД. Для современной БГГП с применением ГИТ и ГИС к ним, в первую очередь, следует отнести такие их компоненты, как:

- знание и умения основ технического рисования;
- знание основ теории проецирования;
- умение на основе анализа и синтеза геометрической формы изделия создавать электронные геометрические 3D-модели изделий технической формы на «репродуктивном уровне», используя инструменты формообразования CAD-систем [6];
- умение создавать сборочные единицы изделий технической формы как на основе созданных 3D-моделей, так и с использованием баз данных, используя варианты работы в «команде», осуществляющей деятельность по разработке изделия (проекта);
- умение на основе методов проецирования оформлять 2D-модели (чертежи) на базе созданных 3D – моделей и читать их, аннотировать конструкторскую документацию с применением инструментария CAD-систем;
- владение визуальной культурой: визуальным мышлением и визуальной грамотностью, связанными с визуализацией различной информации и эстетикой ее представления;
- владение навыками использования функций ЭОС вуза в ГГП.

В БГГП за счет многовариантности выполнения обучающих практических заданий в среде интеллектуальных CAD-систем обеспечивается формирование геометро-графической составляющей проектно-конструкторской компетентности, творческого технического мышления, профессиональной интуиции обучаемых. В течение первого года обучения закладывается вводная базовая часть ГГП с ориентацией на формообразование на базе геометрического 3D-моделирования и развитие визуальной культуры. Умение использовать при этом в своей предметной области ГИТ и ГИС следует рассматривать «как критерий профпригодности и общей грамотности, сопоставимый на сегодняшний день с традиционной трактовкой данного понятия как умение читать, писать и считать» [7]. Для этого в БГГП необходимы качественно новое содержание и технологии обучения.

3. ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БГГП

В 2010/2011 гг. с созданием электронной образовательной среды на базе платформы Blackboard в КНИТУ-КАИ проводится работа по подготовке электронных образовательных ресурсов для ДО в БГГП. Единое образовательное пространство, которое охватывает Blackboard — 20 млн. пользователей в мире (37 700 университетов) и перспектива дистанционного обучения 3D-моделированию в CAD-системах открывает широкие возможности для обучающихся.

Часть практических занятий при этом проводится под руководством преподавателя (дистанционно или в аудитории), а часть — самостоятельный тренинг в моделировании по всем учебным элементам. Электронный практикум по твердотельному 3D-моделированию с комплексным применением CAD-систем и ГСПИ в самостоятельной подготовке позволяет не только сократить время обучения, но, в первую очередь, с по-

мощью подобранных комплектов упражнений по формообразованию научить анализу и синтезу геометрической формы, способам формообразования. Комплекты включают от 5 до 15 обучающих заданий по каждому учебному элементу. Инструментарий системы овладевается в процессе учебной деятельности по 3D-моделированию. Надежная практическая подготовка по геометрическому моделированию освобождает учебное время для выполнения заданий по основам инженерного проектирования и более глубокому освоению приемов формообразования при создании сборочных единиц с использованием современных средств графических коммуникаций при работе в «команде».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена технология обучения в базовой геометро-графической подготовке с комплексным применением ГСПИ и CAD-систем как процессуальный компонент формирования базовых общепрофессиональных компетенций ПКД для работы в CAD/CAE/CAM/ERP-среде. Ключевые характеристики технологии:

- основная дидактическая функция — формирование базовых общепрофессиональных компетенций ПКД;
- преобладающая форма организации учебной деятельности — смешанное обучение (blended learning). В зависимости от формы занятий — аудиторной или дистанционной: индивидуальная, фронтальная, направленно-дифференцированная в форме веб-чатов, вебинаров, *on-line* консультаций;
- ведущие виды учебной деятельности – метод проектов, работа в команде при создании сборочных единиц.
- виды и способы представления обучающего материала — ГСПИ на базе медиа технологий (Power Point Technology, анимация, видеоролики) и комплекс упражнений для обучения и самостоятельного тренинга в приобретении навыков формообразования в 3D-моделировании с применением CAD-систем, ранжированный по уровням сложности;
- наличие обратной связи в виде отчета (в ВВ) или маршрутных карт позволяет формировать пакет корректирующих мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Байденко В.И**. Оценка качества профессионального образования (Tacis Проект ДЕЛФИ) / Под общ. ред. В.И. Байденко, Дж. ван Зантворта. — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2001. —186 с.

2. **Горнов А.О., Шацилло Л.А.** Состояние и перспективы базовой геометро-графической подготовки инженеров // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции (Брест 21-22 марта 2013 г.) — Брест: Изд-во БрГТУ, 2013. — С. 32—37.

3. **Ефимов В.С.** Будущее высшей школы в России: экспертный взгляд. URL: http://www.slideshare.net/Center_of_Strategic_RnD/2030-13157674.

4. **Инновационная стратегия** комплексной информатизации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании в ГОСах 3-го поколения / В.И. Якунин, Р.М. Сидорук, Л.И. Райкин и др. // Тез. докл. Международной научно-методической конференции «Научно-методические проблемы геометрического моделирования, компьютерной и инженерной графики в высшем профессиональном образовании». — Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. — 188с

5. **Роберт И.В.** Методология информатизации образования // Сборник трудов XXI-ой Международной конференции-выставки «Информационные технологии в образовании». — М.: Издательский отдел факультета ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова, 2011. — Ч2. — С.22—36

6. **Рукавишников В.А., Халуева В.В.** Цель как ключевой компонент компетентностной модели геометромодельной подготовки инженера // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы». — Брест: Изд-во БрГТУ, 2013. — С.83—86.

7. **Столбова И.Д**. Адаптивное управление качеством предметной подготовки в техническом вузе на основе компетентностного подхода: автореферат дис. … докт. техн. наук. М.: МИСиС, 2012. 43 с.

8. **Kettering** University 2009-2011. Undergraduate Programs. — Flint, MI 48504. — 2011. — 178 p. URL: www.kettering.edu

9. **Kettering** University 2009-2011**.** Graduate Programs. — Flint, MI 48504. — 2011. — 66 p. URL: www.kettering.edu

10. **Massachusetts Institute of Technology (MIT)**. URL: http://web.mit.edu.

В.А. Рукавишников, В.В. Халуева
rukavishnikov_v@mail.ru, halueva.vera@yandex.ru
Казанский государственный энергетический университет, Казань

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА В ВУЗЕ

АННОТАЦИЯ

Подготовка специалистов в области проектно-конструкторской деятельности не соответствует требованиям современного высокотехнологичного производства и уровню развития науки и техники. Основная причина информационно-технологического отставания заложена непосредственно в самих ФГОС ВПО третьего поколения.

ВВЕДЕНИЕ

«Только широкомасштабное создание современных высокотехнологичных производств позволит России обеспечить свою конкурентоспособность на мировом рынке труда и экономическую безопасность», — считает Ж. Алферов. Проектирование и эксплуатация таких производств может осуществляться специалистами, обладающими современными знаниями, готовыми и способными осуществлять свою деятельность на уровне последних достижений в области науки и техники.

В этих условиях стремительно возрастает потребность организаций в современных высококвалифицированных инженерно-технических кадрах, способных на основе полученных знаний, умений и личных качеств высокоэффективно в своей предметной области применять технологии автоматизированного проектирования для решения задач проектирования и геометрического моделирования и качественного формирования технической документации.

1. ФГОС ВПО КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОТСТАВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА

Информационные технологии принципиально изменили проектно-конструкторскую документацию, процесс ее создания, управления и контроля. На смену чертежам в бумажном виде пришли электронные проектно-конструкторские документы: электронные чертежи, модели изделий, макеты, геометрические модели. На смену технологии графического моделирования Г. Монжа пришли 3D-технологии геометрического моделирования, позволяющие создавать двух-, трех- и четырехмерные электронные геометрические модели. Трехмерный формат конструкторской документации больше не нуждается в методах решения стереометрических задач на плоскости, то есть в начертательной геометрии. Электронные макеты пришли на смену физическим макетам, значительно ускорив исследования на проектном этапе создания проектно-конструкторской документации без создания и исследования физического макета.

В основу подготовки таких специалистов должна быть заложена ориентация на требования, выдвигаемые передовыми высокотехнологичными производствами в соответствующей области деятельности. Однако в ФГОС ВПО предлагается изучать технологии вчерашнего дня. Например, в ФГОС ВПО по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» говорится, что обучающийся должен:

«***знать*** теорию и основные правила построения эскизов, чертежей, схем, нанесения надписей, размеров и отклонений, правила оформления графических изображений в соответствии со стандартами ЕСКД»;

«***уметь*** читать чертежи и схемы, выполнять технические изображения в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, выполнять эскизирование, деталирование, сборочные чертежи, технические схемы, в том числе с применением средств компьютерной графики».

Как видим, в ФГОС ВПО на уровне Закона заложено формирование проектно-конструкторской компетенции, заключающейся в готовности и способности специалистов создавать чертежи изделий по давно устаревшей технологии. Конкретизация проектно-конструкторской документации в ФГОС ВПО не допустима. В ФГОС ВПО должны использоваться выражения, учитывающие быстрое развитие и смену технологий, а также появление новых видов конструкторских документов. Например, «современная проектно-конструкторская документация», а не перечисление устаревших видов проектно-конструкторской документации, «современные технологии создания и оформления проектно-конструкторской документации», а не «правила построения и оформления графических изображений». Обозначенная попытка развернуться в подготовке специалистов в сторону заказчика на деле привела к отрицательному результату.

При разработке ФГОС ВПО не соблюдается один из главных принципов — принцип соответствия образовательного процесса требованиям современных высокотехнологичных производств, уроню развития науки и техники.

Заложенное в ФГОС ВПО технологическое отставание в подготовке специалистов жестко контролируется Министерством образования и науки

РФ через федеральное тестирование студентов и рабочие программы дисциплин в ПрООП. Декларируемая на словах свобода формирования образовательного процесса на деле приобрела деструктивный характер и препятствует формированию единой целостной, развивающейся системы подготовки, способной в короткий срок перестроиться в соответствии с быстро изменяющимися требованиями мировой экономики.

2. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Быстрое развитие информационных технологий ведет к появлению качественно новых технологий, используемых в проектно-конструкторской деятельности. Подготовка специалистов должна носить опережающий характер и оперативно перестраиваться, ориентируясь на новые требования экономики, внося изменения в структуру, содержание и образовательные технологии.

Из современных запросов высокотехнологичных производств в области создания и использования проектно-конструкторской документации можно выделить следующие технологии: технологии параллельного проектирования, синхронные технологии, «облачные» технологии, технологии, обеспечивающие мобильность проектирования, технологии визуализации и оптимизации процесса обработки деталей и т.д.

Так PLM-технологии, в основе которых лежат трехмерные электронные модели изделий, обеспечивают информационное сопровождение продукта на протяжении всех стадий его жизни: от концепции продукта к проекту, далее — планирование производства, производство, выпуск на рынок нового продукта, обеспечение его эксплуатации, сервис, утилизация [1].

Многие корпорации для обеспечения мобильности процесса проектно-конструкторской деятельности разрабатывают и активно используют технологии, обеспечивающие мобильность сотрудников. Так дизайнеры автомобильной компании Aston Martin, по словам руководителя студии дизайна Нейл Ллойд-Шерлок, «обученные новым технологиям», часто «используют дома или даже в ресторане мобильные планшеты. Цифровые данные, созданные дизайнерами (отсканированные эскизы, растровые изображения, 3D-модели), всегда доступны инженерам-конструкторам» [2].

Широкое распространение получает синхронная технология создания проектно-конструкторской документации, позволяющая управлять геометрией без дерева построения, и применяется при создании 3D-моделей. Синхронная технология обеспечивает прямое редактирование геометрии и использование геометрических моделей, полученных в других программных продуктах [3].

Еще одним важным направлением в проектно-конструкторской деятельности является широкое использование «облачных» технологий, позволяющих инженерам и конструкторам совместно работать в «облаке» в любое время, из любого места и практически с помощью любого мобильного устройства или веб-браузера. «Облачные» технологии позволяют решить вопросы как мобильности, так и командного формата организации проектирования [4].

Использование технологий симуляции отработки управляющей программы до выхода на станок позволяют визуализировать процесс обработки деталей на станках с ЧПУ и оптимизировать проверку управляющих программ, вовремя исправить ошибки технологов и программистов.

Таких технологий с каждым днем становится всё больше, одни приходят на смену другим. Задача образования — не отставать и использовать их в подготовке современных конкурентоспособных специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Между образованием и производством, теорией и практикой образовалась пропасть. Промышленность рассчитывает на то, чтобы из университетов выходили специалисты, уже знакомые с самыми передовыми технологиями и САПР-продуктами, а университеты вынуждены в соответствии с ФГОС ВПО в области формирования проектно-конструкторской компетентности фактически изучать технологии времен Г.Монжа. Нужна серьёзная модернизация ФГОС ВПО третьего поколения в этой области подготовки специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Штарев В., Банкрутенко В., Лазарев А., Комиссаров К.** Сквозной цикл производства изделия как результат внедрения ИПИ-технологий в ОКБМ // CADmaster. 2007. № 5. С. 10—15.

2. **Нейл Ллоид-Шерлок**. Красота по-английски: ПО Autodesk для проектирования Aston Martin // AUTODESK COMMUNITY. 2013. № 1. С.34—35.

3. **Новейшая** версия Solid Edge от Siemens помогает быстрее выводить на рынок высококачественные изделия // CADMASTER 2013. №4. С.8—9.

4. **Облачные** вести: Tinkercard в семье Autodesk123D // AUTODESK COMMUNITY. 2013. № 2. С.8—9.

С.Б. Румовская, А.В. Колесников
sophiyabr@gmail.com, avkolesnikov@yandex.ru
Калининградский филиал Института проблем информатики, Калининград
Балтийский Федеральный университет им. И.Канта

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается модель консилиума врачей, диагностирующего артериальную гипертензию. Модель разрабатывается в соответствии с рекомендациями по диагностике артериальной гипертензии комитета экспертов Всероссийского научного общества кардиологов. Модель помогает обучиться постановке диагноза и отработать навыки выделения множества симптомов релевантного диагностике артериальной гипертензии. Предложенная методика конструирования виртуального тренажера на основе проблемно-структурной методологии функциональных гибридных интеллектуальных систем может быть использована для других предметных областей и приложений, в том числе в инженерном образовании.

ВВЕДЕНИЕ

Диагностические ситуации и накопленные в теоретической и практической медицине знания об артериальной гипертензии (АГ) гетерогенны [1], что проявляется в разнородности и значительном объеме информации по показателям состояния здоровья пациента. Студент, интерн и врач с опытом работы до 5 лет не в состоянии изучить, оценить и использовать при постановке диагноза требуемый объем симптоматической информации. Кроме того, диагноз АГ оказывается «замаскированным и недовыявленным» у 70 % пациентов амбулаторно-клинического учреждения.

Система виртуальной диагностики АГ — «Виртуальный тренажер» — будет синтезировать и применять в рассуждениях интегрированную модель, что существенно повысит качество медицинских интеллектуальных, обучающих и тренировочных систем.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Концептуальная модель медицинского консилиума как естественной гетерогенной системы поддержки принятия решений в Калининградской областной клинической больнице (КОКБ) представлена на рис. 1.

На принятие коллективных решений оказывает влияние внешняя среда — сотрудники лечащего учреждения. Специфические характеристики коллективного принятия решений определяет взаимодействие участников. На рис. 1 это взаимодействие показано двумя видами связей: сплошными — отношения сотрудничества и пунктирными стрелками — информационно-управляющие отношения.

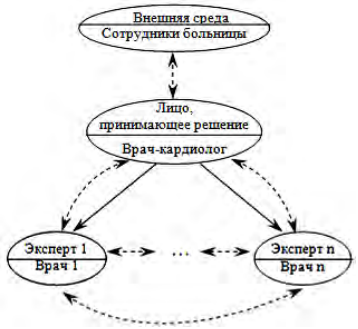


Рис. 1. Концептуальная модель медицинского консилиума

На основе рекомендаций комитета экспертов Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК) и результатов анализа бесед с экспертом КОКБ к сложной задаче диагностики АГ был применен метод смешанной редукции и построена ее декомпозиция [2] из 21 подзадачи: подзадача «Распознавание и интерпретация электрокардиограммы» ($prb^{h}_{РЭКГ}$, *РЭКГ*), подзадача «Анализ суточного мониторирования артериального давления» ($prb^{h}_{СМАД}$, *СМАД*), группа из девяти технологических подзадач «Построение информативного набора признаков (симптомов) при диагностике заболеваний из областей 1—9» ($prb^{h}_{ППС_{1-9}}$, $ППС_{1-9}$), группа из девяти функциональных подзадач «Диагностика критериев оценки сердечно-сосудистого риска и вторичной АГ у пациента» ($prb^{h}_{ДАГ_{1-9}}$, $ДАГ_{1-9}$) и подзадача «Оценка степени и стадии артериальной гипертензии, степени риска сердечно-сосудистых заболеваний» ($prb^{h}_{ССС}$, *ССС*). Области 1—9 — это области однородных параметров, полученные редукцией сложной задачи, отображенные в декомпозиции СЗДАГ и содержащие подзадачи диагностики: поражений органов мишеней (индекс 1), факторов риска (2), цереброваскулярных болезней (3), метаболического синдрома и сахарного диабета (4), заболеваний периферических артерий (5), ишемической болезни сердца (6), эндокринной АГ (7), паренхиматозной нефропатии (8) и реноваскулярной АГ (9) соответственно.

Цель решения сложной задачи диагностики АГ (СЗДАГ): диагноз — заключение о сущности бо-

лезни и состоянии пациента. Исходные данные СЗДАГ: показатели состояния здоровья пациента и их значения, а также множества субъектов, объектов и задач диагностики.

2. ВЫБОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПОДЗАДАЧ

Методы выбирались на основе материалов приложений П2.1—П2.6 к работе [3].

Каждому знаку однородной задачи сопоставлен один или несколько методов $\left\{ met^a_{l\ i} \;\middle|\; met^a_{l\ i} \in MET^a, i = \overline{1, N_{met}}, l \text{ - класс метода} \right\}$ с учетом их плюсов и минусов. Кроме того, на этапе выбора методов решения однородных задач установлено наличие альтернативности (функциональной избыточности) инструментариев решения: подзадаче $prb^h_{СМАД}$ было сопоставлено множество методов $\left\{ met^a_{n\ 1}, met^a_{e\ 2} \right\}$, а подзадаче $prb^h_{ССС}$ — множество методов $\left\{ met^a_{f\ 1}, met^a_{e\ 2} \right\}$ и для их решения необходимо разрабатывать по две модели — $\left\{ mod^a{}_{n\ СМАД}, mod^a{}_{e\ СМАД} \right\}$ и $\left\{ mod^a{}_{f\ ССС}, mod^a{}_{e\ ССС} \right\}$ соответственно. Остальным 19 подзадачам было сопоставлено одноэлементное множество методов решения: каждой подзадаче из группы $prb^h_{ППС_{1-9}}$ — $\left\{ met^a_g \right\}$, каждой подзадаче из группы $prb^h_{ДАГ_{1-9}}$ — $\left\{ met^a_f \right\}$ и подзадаче $prb^h_{РЭКГ}$ — $\left\{ met^a_n \right\}$. Здесь n — искусственные нейронные сети, e — экспертные системы, f — нечеткие системы, g — генетические алгоритмы.

Таким образом, СЗДАГ редуцирована на 21 подзадачу, для решения которых необходимо разработать 23 модели, чтобы перейти к этапу синтеза метода решения задачи СЗДАГ, на котором ввиду выявленной функциональной избыточности для каждой подзадачи выбран только один метод решения из альтернативного множества.

3. АВТОНОМНЫЕ МОДЕЛИ РЕШЕНИЯ ПОДЗАДАЧ И АЛГОРИТМ СИНТЕЗА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СЗДАГ

Модель искусственной нейронной сети (ИНС) ИНСЭКГ подзадачи *РЭКГ* обрабатывает ЭКГ-образы и сведена к задаче классификации ЭКГ-образа к одному из семи классов: норма, гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ), отклонение электрической оси сердца влево, блокада левой ножки пучка Гиса, рубцовое поражение миокарда — низкая сократимость, систолическая дисфункция, признаки перегрузки левого предсердия — широкий зубец или двугорбный **P**, аритмия желудочковая и мерцательная. На рис. 2 предлагается модульная структура нейросетевых блоков, отвечающих за распознавание только одной патологии.

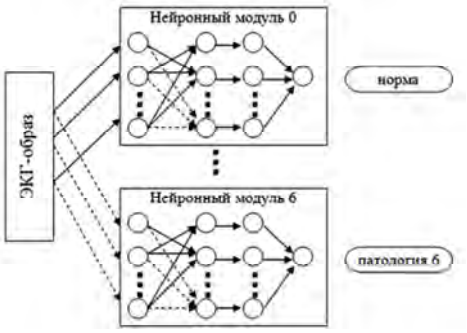


Рис. 2. Модульный вариант построения нейронной сети для распознавания патологий сердца по ЭКГ

Сигнал образа ЭКГ поступает на все модули одновременно. Архитектуры модулей — многослойные сети с прямым распространением сигнала без обратных связей с обучением с учителем и логистической функцией активации. Алгоритм обучения нейросетей — «обратное распространение ошибки». Амплитуда выходных сигналов нейронов ИНС [11] — действительное число, лежащее в интервале [0,1]. Число нейронов входного слоя ИНСЭКГ — $0{,}85 \times 150 = 128$ — обусловлено временным окном анализа электрокардиосигнала (0,85 с) и частотой дискретизации ЭКГ, типичной для современных мониторов (150 Гц). Число нейронов в скрытом слое каждого из модулей изменяется от 1 до 50 с шагом 10 и выбирается на основе значения ошибки обучения каждого модуля. Для предварительной обработки данных и приведения их к диапазону [0,1] выбрана линейная нормализация. Для обучения с учителем и работы ИНСЭКГ на вход подается обучающая и тестирующая последовательности, состоящие из примеров ($X_1,...,X_O; Y_0, Y_1,...,Y_6$), где $X_1,...,X_O$ — это вектор образов ЭКС, состоящий из чисел интервала [0,1], а O = 128 входов ИНС; Y_0 — выход, соответствующий норме, $Y_1,...,Y_6$ — выходы, соответствующие шести диагностируемым на ЭКГ патологиям. $Y_0, Y_1,...,Y_6$ принимают значения 1, если норма или соответствующая патология имеют место, и 0 в противном случае.

Модель ИНССМАД подзадачи *СМАД* решает задачу прогнозирования и контроля данных суточного мониторирования АД пациента и состоит из двух нейросетей. На основании данных о поле и возрасте больного сети рассчитываются нормальные показатели суточного мониторирования артериального давления, и они сравниваются с показателями пациента.

Модули ИНССМАД разработаны аналогично модулям ИНСЭКГ. Число нейронов входного слоя обеих сетей ИНССМАД — 2 (пол и возраст пациента). В выходном слое — 24 нейрона, т.к. замеры систолического и диастолического давления у пациента производятся каждые полчаса, а затем дан-

ные за час усредняются и передаются на вход соответствующей ИНС. Исходное число нейронов в скрытом слое меняется в процессе экспериментов с моделью от 1 до 10 и подбирается по значению ошибки обучения. Для обучения с учителем и работы ИНССМАД на вход подается обучающая и тестирующая последовательности, состоящие из примеров ($X_1, X_2; Y_{1\,1},...,Y_{1\,24}; Y_{2\,1},...,Y_{2\,24}$), где X_1, X_2 — это вектор входов ИНС, содержащий данные пола (0 — мужской, 1 — женский) и возраста (нормализуются до значений в интервале [0;1]); $Y_{1\,1},...,Y_{1\,24}; Y_{2\,1},...,Y_{2\,24}$ — выходы 1-ой и 2-ой нейросетей соответственно с данными по систолическому и диастолическому давлению соответственно (нормализуются до значений в интервале [0, 1]). Результат работы ИНС оценивается с помощью ошибки обучения ИНС.

Модели нечетких систем (НС) НСДАГ1—9 подзадач из группы *ДАГ$_{1\text{-}9}$* решают задачи классификации патологического состояния здоровья пациента. Модель нечеткой системы НСССС подзадачи *ССС* классифицирует степень и стадию АГ у больного и общий риск сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). НС проектируются в соответствии с рекомендациями комитета экспертов ВНОК и результатами анализа бесед с экспертом ККОБ.

Для имитации работы эксперта над подзадачей для каждой из НС используется алгоритм нечетких рассуждений Сугено [4], т.к. посылки правил базы знаний заданы нечеткими множествами, а заключения четкими числами — 1 (истина) или 0 — (ложь). Размерность пространств выходов или число классов моделей равно 3, 7, 3, 2, 3, 3, 7, 3, 3, 15 соответственно. В НС используется два типа функций — сигмоидная и треугольная. Функции принадлежности всех входных лингвистических переменных построены методом экспертного опроса [4]. Размеры баз знаний для НСДАГ$_1$,…, НСДАГ$_9$, НСССС равны 10, 14, 15,10, 30, 20, 30, 20, 24, 70 соответственно. Для дефаззификации используется модифицированный вариант метода центра тяжести для одноточечных множеств.

Модели генетических алгоритмов (ГА) ГАППС$_{1\text{—}9}$ группы подзадач *ППС$_{1\text{-}9}$* решают задачи безусловной оптимизации на множестве признаков, по которым диагностируются заболевания из областей 1—9 декомпозиции СЗДАГ [2] и исключают из рассмотрения избыточные и взаимозависимые признаки заболеваний, что минимизирует общее число входных переменных вышеупомянутых НС, объем информации о показателях состояния здоровья пациента, вводимых врачом в систему, и время опроса, осмотра и обследования пациента врачом. Каждый классический генетический алгоритм (ГА) из ГАППС$_{1\text{-}9}$ случайным образом генерирует популяцию в 20 особей. Размер индивидуума равен общему количеству учитываемых признаков в соответствующей подзадаче из группы *ДАГ$_{1\text{-}9}$*, причем значение гена, равное 1, соответствует признаку, принадлежащему множеству «Учитываемые признаки», а 0 — признаку, не включенному в это множество. Далее каждый из *N* индивидуумов популяции накладывается как маска на соответствующую номеру ГА нечеткую систему, учитывающую только те симптомы, которые принимают значения 1 у индивидуума. Затем вычисляются *N* среднеквадратичных ошибок постановки диагноза и функции приспособленности индивидуумов как минимум из f_i среднеквадратичной ошибки классификации соответствующей нечеткой системы под номером *Z* на тестовой выборке признаков состояния здоровья пациента (составляет 20 наблюдений): $f_i = \sqrt{\sum_{j=1}^{20} \delta_{i\,j}^{\,2}} \Big/ 20$, где $i = \overline{1, N_{KB}}$ — номер индивидуума в популяции, *j* — номер наблюдения в тестовой выборке. Отбор родителей идет методом турнирной селекции (размер турнира — 2). Выбираются лучшие особи, из которых порождаются новые особи-потомки с помощью операторов мутации (вероятность 0,01) и скрещивания (вероятность 0,5) и порождается новая популяция.

Имитация эволюции популяции идет в 100 итераций, затем выбирается наилучшая особь — оптимальный набор входных признаков соответствующей НС.

Модель продукционной экспертной системы (ЭС) ЭСССС подзадачи *ССС* классифицирует степень (7 классов), стадию артериальной гипертензии у больного (3 класса) и ССЗ (5 классов). Модель ЭССМАД подзадачи *СМАД* прогнозирует показатели суточного мониторирования АД и контролирует их отклонение от нормы. Для обеих ЭС по результатам анализа рекомендаций комитета экспертов ВНОК, исследований E. O'Brien и J.Staessen [5] и результатам анализа бесед с экспертом ККОБ разрабатываются база фактов (30 и 60 символьных описаний ресурсов соответствующих подзадач) и база знаний (45 и 50 правил соответствующих подзадач).

Далее конструируется метод решения гетерогенной задачи СЗДАГ. Предварительно для разработки алгоритма были введены отношения соответствия между исходными данными и целями неоднородной задачи СЗДАГ и однородных подзадач. Затем были произведены замены отношений между подзадачами из декомпозиции сложной задачи отношениями интеграции с указанием знаний, которые участвуют в интеграции и типа отношения интеграции, а также были введены интерфейсы автономных моделей. Далее для того, чтобы отобразить варианты стратегий гибридизации для последующего синтеза интегрированной модели виртуального тренера, формируется таблица гибридных стратегий, заданная матрицей «однородная задача / модели однородных задач — отношения интеграции — однородная задача / модели однородных задач». В ячейках таблицы указываются отношения инте-

грации подзадач СЗДАГ на моделях, посредством которых они решаются и экспертные оценки качества соответствующих гибридных систем.

Виртуальную диагностику АГ реализует система, использующая несколько методов имитации интеллектуальной деятельности человека (методы нейросетей, нечетких систем и генетических алгоритмов). Алгоритм синтеза стратегии решения неоднородной задачи разработан на основе алгоритма, предложенного Колесниковым А.В. и Кириковым И.А. [1], инициализирующего архитектуру системы, интерпретация которой рассматривается как метод решения неоднородной задачи.

На вход алгоритма подаются:

– декомпозиция СЗДАГ в виде сети — ориентированный граф без петель и таблица гибридных стратегий;

– множество отношений соответствия целей и исходных данных СЗДАГ и однородных подзадач; множество интерпретаторов автономных моделей; множество межмодельных интерфейсов и множество моделей, решающих задачи из декомпозиции СЗДАГ;

– задан порядок решения подзадач СЗДАГ посредством индекса *In*, определяющего последовательность решения подзадач из декомпозиции.

На выходе алгоритма: список Ls^m, в котором знаки однородных задач заменены на знаки выбранных в соответствии с областями релевантности моделей, каждой модели поставлен в соответствие интерпретатор для имитации рассуждений и определены интерфейсы для обмена информацией.

Список Ls^m — исходная информация для интерпретации системы, которая рассматривается как метод решения сложной задачи — это множество, описывающее архитектуру виртуального тренера. Алгоритм легко программируем, так как явно показана связь очередности решения задачи с формированием и обработкой троек.

Система реализуется в пакете MATLAB 7 и Simulink. Архитектура системы — модульная и гибкая для «сборки» гибридной интеллектуальной системы с учетом запроса пользователя. В Simulink создается библиотека виртуального диагноста с блоками всех ИНС, НС и ГА, что дает возможность методом «Drag&Drop» создавать и алгоритмически изменять состав гибрида.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обучения и тренировки студентов-медиков и начинающих врачей предложено разрабатывать искусственные гетерогенные системы, моделирующие коллективные решения (консилиумы), разнообразие хранимой и перерабатываемой информации в которых релевантно разнообразию информации в диагностических ситуациях. Такие системы потенциально способны динамично синтезировать над неоднородным модельным полем новый метод выработки диагноза АГ для каждого пациента индивидуально и применять его.

Проведен системный анализ задачи СЗДАГ и разработан алгоритм синтеза стратегии её решения, результатом работы которого является архитектура «виртуального тренера».

Продолжаются работы по имитации системы на компьютере средствами пакета MATLAB 7 — Simulink, модельные эксперименты и интерпретация их результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Колесников А.В., Кириков И.А.** Методология и технология решения сложных задач методами функциональных гибридных интеллектуальных систем. — М.: ИПИ РАН, 2007.

2. **Кириков И.А., Колесников А.В., Румовская С.Б.** Исследование сложной задачи диагностики артериальной гипертензии в методологии искусственных гетерогенных систем. // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2013. Т. 23. Вып. 2. С. 81—99.

3. **Колесников А. В.** Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки / Под ред. А. М. Яшина. — СПб.: СПбГТУ, 2001.

4. **Штовба С.Д.** Проектирование нечетких систем средствами Matlab. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007.

5. **Staessen J, O'Brien E, etc.** The increase in blood pressure with age and body mass index is overestimated by conventional sphygmomanometry. — Am J Epidemiol. 1992. Vol. 136. P. 450—459.

Г.В. Рыбина, Ю.М. Блохин, Е.С. Сергиенко
galina@ailab.mephi.ru
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ: НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ

АННОТАЦИЯ

Анализируется опыт использования в учебном процессе НИЯУ МИФИ обучающих интегрированных экспертных систем (ИЭС), разработанных на основе задачно-ориентированной методологии и инструментального программного комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшими особенностями современных компьютерных технологий обучения являются процессы *индивидуализации*, *интеллектуализации* и *веб-ориентации* традиционных обучающих систем, программ и технологий, что в значительной степени определяется практическим использованием при их разработке методов и средств искусственного интеллекта, а также успехами технологии обучения через веб. Поэтому современные исследования направлены на создание различных средств интеллектуального компьютерного обучения в виде интеллектуальных обучающих систем (ИОС) различной типологии и архитектуры, в том числе обучающих ИЭС и веб-ИЭС [1—3].

1. НОВЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Для подготовки специалистов по направлению «Интеллектуальные системы и технологии» специальностей «Прикладная математика и информатика» и «Программная инженерия» исследуется концепция перехода к новым формам организации учебного процесса на основе разработки и использования обучающих веб-ИЭС для поддержки базовых курсов/дисциплин. Подобные новации в образовательном процессе стали возможными благодаря задачно-ориентированной методологии построения ИЭС и поддерживающему ее инструментарию нового поколения — комплексу АТ-ТЕХНОЛОГИЯ [1], позволяющему осуществлять разработку в том числе широкого класса обучающих ИЭС, обладающих развитыми интеллектуальными средствами обучения. Теоретические и технологические аспекты разработки и применения обучающих ИЭС неоднократно описывались в целом ряде работ, в том числе [1—3].

С 2008 г. в учебном процессе НИЯУ МИФИ используются обучающие ИЭС и веб-ИЭС для автоматизированной поддержки всех базовых дисциплин: «Введение в интеллектуальные системы», «Интеллектуальные диалоговые системы», «Динамические интеллектуальные системы», «Проектирование кибернетических систем, основанных на знаниях», «Экспертные системы», «Интеллектуальные информационные системы». Накоплен значительный методологический и технологический опыт, показавший, что полностью реализуется мощная функциональность самых современных ИОС (построение модели обучаемого, адаптивной модели обучения, модели проблемной области, модели объяснения, модели преподавателя), а также приобретаются все основные черты современной клиент-серверной архитектуры, такие как независимость систем от платформы, простота обновления информации, удобство в администрировании и др.

Как показано в [2, 3], в текущих версиях обучающих ИЭС и веб-ИЭС реализован практически полный набор функциональных задач, характерных для *интеллектуальной технологии* обучения, а именно: индивидуальное планирование методики изучения учебного курса (конкретизация для каждого студента последовательности тем/разделов курса, индивидуальный контроль и выявление «проблемных зон» обучаемых, оптимизация индивидуального обучения); интеллектуальный анализ решений учебных задач (моделирование рассуждений студентов, решающих учебные задачи; выявление типов ошибок, пробелов в знаниях и т.д. вместо их констатации; обратная связь через динамическое обновление знаний обучаемых); интеллектуальная поддержка принятия решений (интеллектуальная помощь на каждом этапе решения учебных задач, объяснения типа «как?» и «почему?», подсказка следующего этапа решения). Целью данной работы является некоторый предварительный анализ эффективности использования обучающих ИЭС на основе результатов мониторинга процессов их функционирования в учебном процессе.

2. ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ИЭС

Важной особенностью разработки и использования обучающих ИЭС и веб-ИЭС является то, что обеспечивается автоматизация практически всех процессов, которые возникают в ходе обучения и контроля знаний/умений обучаемых. При этом вся информация об обучаемых, темах курсов/дисциплин, результатах прохождения обучения, результатах контроля обучаемых, индивидуальных рекомендациях на основании полученных результатов обучения и т.д. находится в единой среде и в любое время доступна обучаемому и/или контролирующему процесс обучения, что обеспечивается за счет специальных средств мониторинга процесса функционирования обучающих ИЭС [2, 3].

В целом мониторинг функционирования обучающих ИЭС может рассматриваться с позиций двух аспектов. Первый связан с местом и ролью обучающих ИЭС с точки зрения использования обучающих ИЭС для поддержки типовых стадий обучения: проведение занятий (лекции, семинары, лабораторные работы); проведение контролирующих мероприятий, предусмотренных учебным планом конкретного курса/дисциплины. Второй аспект — это рассмотрение набора функциональных задач, характерных для интеллектуального обучения. Здесь мониторинг функционирования обучающих ИЭС и веб-ИЭС связан с «отслеживанием» и анализом всех процессов построения для каждого студента индивидуальной модели обучаемого по соответствующей дисциплине путем выявления текущего уровня знаний/умений с помощью веб-тестирования, а также формированием психологического портрета личности обучаемого.

Следует отметить, что динамическое построение сетевой модели обучаемого осуществляется путем сравнения текущей модели обучаемого с предварительно построенной преподавателем онтологией курса/дисциплины, в результате чего выявляются так называемые «проблемные зоны» по отдельным разделам/подразделам. Необходимо также постоянно формировать списки студентов (контингенты) с высокими и/или низкими показателями уровня знаний/умений, проводить систематическую статистическую обработку данных, а также обеспечивать генерацию текущих и итоговых отчетов (ведомостей) для кафедр и деканатов. Итоговые ведомости, построенные в течение семестра, содержат полную информацию об обучаемых: оценки, полученные на всех этапах выявления знаний и умений, прогноз итоговой оценки, а также вводится реальная оценка, полученная на экзамене. Ведомости формируются для всех студентов, обучающихся по конкретному курсу/дисциплине.

3. ПАРАМЕТРЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ИЭС

Параметры аналитической и статистической обработки информации, характеризующие как индивидуального обучаемого, так и контингент обучаемых, были сформулированы на основе анализа значительного объема данных (около 2000 моделей обучаемых) и ориентированы прежде всего на анализ базовых компонентов моделей обучаемых по конкретному курсу/дисциплине (модель знаний обучаемого, модель умений обучаемого, психологический портрет и другие компоненты) [1].

Ниже приводятся примеры базовых параметров, предназначенных для обработки информации по каждому обучаемому: анализ «проблемных зон» по конкретным курсам/дисциплинам и их кластеризация; эффективность применения индивидуального плана обучения (типология и последовательность обучающих воздействий): влияние обучающих воздействий на повышение уровня знаний, поиск наиболее эффективных обучающих воздействий; расчет корреляции между определенным уровнем умений и уровнем знаний по соответствующим темам курса/дисциплины: взаимосвязь уровня знаний и умений и др.; прогноз оценки на экзамене по результатам успеваемости в семестре; учет психологического портрета обучаемого; степень достижения целевых компетенций по конкретным курсам/дисциплинам.

Разработан также целый ряд параметров, используемых для обработки информации по всему контингенту обучаемых (группа, поток и др.), а именно: совокупный анализ «проблемных зон» по конкретным курсам/дисциплинам и их кластеризация; оценка и кластеризация индивидуальных планов обучения по конкретным курсам/дисциплинам; прогноз результатов экзаменационной сессии: связь уровня знаний (начального и конечного), уровня умений и оценки за экзамен в разрезе курса; анализ и кластеризация психотипов обучаемых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время осуществляется программная реализация перечисленных выше параметров, часть из них уже прошла апробацию в весеннем семестре 2013 г. Сравнение полученных в деканате реальных результатов экзаменационной сессии потока К6-22 по курсу «Введение в интеллектуальные системы» с прогнозируемыми результатами показало, что прогноз оказался верным в 84,6 % случаев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рыбина Г.В.** Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. М.: «Научтехлитиздат», 2008. — 482 с.

2. **Рыбина Г.В.** Современные подходы к реализации интеллектуального компьютерного обучения на основе разработки и использования обучающих интегрированных экспертных систем // Приборы и системы. Управление, Контроль, Диагностика. 2010. № 5. С. 10—15

3. **Рыбина Г.В.** Интеллектуальные обучающие системы на основе интегрированных экспертных систем: опыт разработки и использования // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. №10. С. 4—16.

В.И. Рыков, Т.Г. Дидык
tanayr@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению технологии выполнения выпускной квалификационной работы в области, связанной с проектированием и реализацией информационной системы управления бизнес-процессами. В работе выделены три основных уровня выполнения программного проекта, а именно: моделирование бизнес-процессов предметной области; проектирование информационной системы; программная реализация алгоритмов. В рамках объектного подхода предлагается структура выпускной квалификационной работы.

ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой законченную разработку в профессиональной области. ВКР представляет собой самостоятельный научно-исследовательский труд выпускника, подводящий итоги его учебной и научной деятельности в университете. При написании ВКР возникает много проблем. В данной работе область, рассматриваемая в ВКР, связана с проектированием и реализацией информационных систем управления бизнес-процессами предприятия. Основным стилем изложения написания ВКР выбрана Case-методология.

1. МОДЕЛЬ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Выделим три основных уровня выполнения программного проекта:

– моделирование бизнес-процессов предметной области;

– проектирование информационной системы;

– программная реализация алгоритмов.

Рассмотрим роль структурного и объектного подхода на каждом из этих уровней, начиная с нижнего уровня.

Структурное программирование является стандартом при реализации методов (алгоритмов поведения) объекта [1].

Необходимость объектного подхода при проектировании и реализации облика сложной или часто изменяемой программной системы может быть подвергнута сомнению только в чисто академических спорах. Современное программирование является объектным, за исключением отдельных специальных случаев.

Вопрос использования конкретной методики моделирования — стандарта IDEF0 (SADT) или объектных методов при решении задачи построения модели бизнес-процессов является более сложным и часто дискуссионным.

Методология SADT общепринята при построении моделей в технической и технологической областях. Данный язык понятен и удобен при общении со специалистами в сфере техники и технологий.

С другой стороны, методология построения моделей бизнес-процессов должна быть ориентирована на технологию объектного проектирования системы.

Проблема заключается в том, что стандарт IDEF0 определяет язык описания функций системы, и соответствующая модель ничего не говорит об объектной структуре изучаемой предметной области. Более того, в результате объектного проектирования функции системы могут существенно изменяться как по номенклатуре, так и по содержанию.

В объектном подходе формулируются области решаемых задач — объекты, и определяются желаемые результаты их деятельности (прецеденты) [1].

Таким образом, в объектной модели программный проект управляется требованиями заказчика — прецедентами. Модель предметной области в объектной парадигме используется для аутентичности истолкования требований заказчика. Требования заказчика реализуются в виде вариантов использования системы — Use Case.

Отметим, что современные объектно-ориентированные Case-системы управления проектами поддерживают внешнюю структуру IDEF0 стандарта в объектном исполнении.

Использование объектной парадигмы обеспечивает спиральную методологию проектирования за счёт накопления знаний о предметной области в виде комплекса объектов.

2. СТРУКТУРА ВКР

Анализ состояния сферы проектирования информационных систем позволяет сделать следующие выводы.

В процессе реализации ВКР студент должен овладеть следующими базисными комплексами компетенций:

– итеративная методология проектирования и реализации программных систем;

– технология проектирования программных систем, управляемая целями бизнеса (Use Case);

– технология реализации программного проекта на объектно-ориентированном языке под управлением развитой CASE-системы поддержки проектирования информационных систем.

Первая и вторая задачи решаются в рамках овладения методами и средствами RUP-технологии [2]. Данная технология ориентирована на последовательное уточнение требований заказчика и изменение требуемых спецификаций системы. Спецификации системы рассматриваются как функции изменения архитектуры бизнес-процессов под влиянием процесса автоматизации.

Для решения указанных задач и обеспечения проекта качественной документацией предлагается использовать промышленную Case-систему.

Исходя из компетентностных и дидактических соображений, в качестве опорной методологии проектирования информационных систем в рамках объектного подхода выбрана технология RUP [2]. При выполнении ВКР предлагается выделить следующие этапы:

1) работа с заказчиком по формированию объектной модели системы и описанию алгоритмов реализации бизнес-процессов:

– построение объектной модели бизнес-процессов предметной области;

– формирование и анализ требований пользователя к функциям системы;

– выделение и построение объектной модели бизнес-процессов объекта автоматизации;

– построение и согласование с заказчиком вида функций и интерфейса проектируемой системы (Use Case моделирование) [3];

2) программная реализация системы:

– формирование концепции системы;

– реализация требуемых функций в рамках объектного подхода;

– разработка в рамках объектного подхода схемы базы данных и реализации СУБД (системы управления базой данных);

– реализация интерфейса системы;

– формирование и обеспечение обработки входных и выходных документов;

– тестирование системы заранее подготовленным комплексом тестов;

– формирование руководства пользователя.

На всех этапах разработки ВКР используется единый язык объектного моделирования UML [1].

В данной разработке используется система Enterprise Architect фирмы Sparks (рис. 1). Также возможно использование системы Rational Rose фирмы IBM или аналогичной системы, поддерживающей полный цикл процесса проектирования информационной системы.

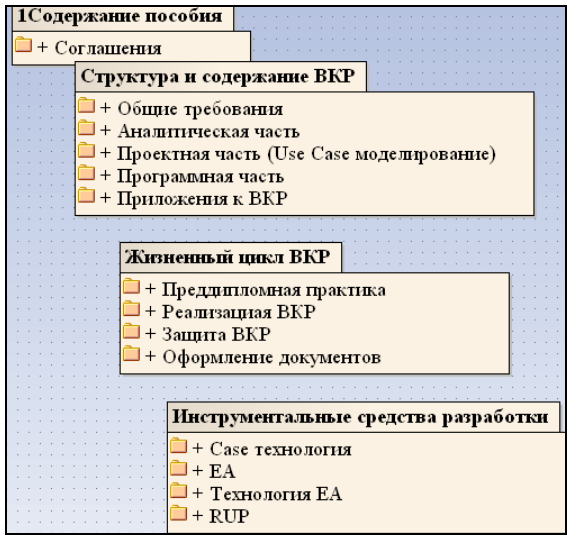


Рис. 1. Фрагмент реализации разработки в Enterprise Architect

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика разработки и внедрения информационных проектов принципиально отличается от методов и методологий реализации технических проектов. Указанный эффект связан с принципиальным изменением технологической среды за счёт использования методов и средств информатики. Практика применения в проектах, использующих информационные технологии, этапов «как есть» и «как должно быть»» не является эффективной. Применение методологии объектного проектирования и реализации информационных систем призвано решить известные проблемы традиционного подхода к проектированию информационных систем, такие как управление сложным программным кодом [2] и несоответствие спецификаций, времени разработки и стоимости проектируемой системы требованиям бизнеса [4].

Структура и методика выполнения ВКР в области информатики должна опираться на дидактически и методически проработанную методологию типа РУП [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Буч Г.** Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. — М.: Бином, 2001. — 560 с.

2. **Кролл П., Кратчен Ф.** Rational Unified Process — это легко. Руководство по RUP. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. — 432 с.

3. **Boehm B.A**. spiral model of software development and enhancement // ACM SIGSOFT Software Engineering Notes. Vol 11. No 4. August 1986. P. 14—24.

4. **Йордон Э.** Путь камикадзе. — М.: Лори, 2008. — 103 с.

Т.В. Савицкая, Л.А. Запасная
savitsk@muctr.ru, li1988na@mail.ru
ФГБОУ ВПР «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Москва

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА СООТВЕТСВИЯ ФГОС РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ И ПРОФИЛЕЙ ПОДГОТОВКИ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается обобщенный подход к оценке уровня подготовки выпускников, поступающих на следующую ступень обучения с использованием интеллектуальных методов анализа содержания учебных планов.

Предложена реализация данного метода в интеллектуальной автоматизированной системе обучения на основе сетевых технологий.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных требований Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) является переход к компетентностному подходу подготовки специалистов, заключающемуся в готовности выпускника применять знания, умения и личные качества в стандартных и изменяющихся ситуациях профессиональной деятельности. Следовательно, компетентностный подход в образовании предполагает, что результаты образования в конечном итоге не должны быть жестко привязаны к конкретной предметной области. При этом в процессе обучения бакалавров и специалистов по различным направлениям и профилям подготовки возникают неопределенности в знаниях, умениях, навыках, компетенциях выпускников, поступающих на следующую ступень обучения в магистратуру или аспирантуру. Эти неопределенности должны быть выявлены на стадии разработки и реализации основных образовательных программ и созданиz информационно-образовательных ресурсов поддержки и сопровождения образовательного процесса.

В этой связи актуальным является создание интеллектуальных автоматизированных систем обучения (АСО) на основе сетевых технологий, в которых в отличие от междисциплинарных АСО [1, 2] реализуются информационно-образова-тельные и информационно-методические ресурсы с использованием интеллектуальных методов обработки информации, на основе искусственного интеллекта (нечетких логических правил и моделей представления знаний). В настоящей работе предложен обобщенный подход к анализу уровней подготовки выпускника предыдущего уровня обучения – «абитуриенту» последующего уровня и разработаны рекомендации по использованию информационно-образовательных ресурсов системы для более быстрой адаптации в новой предметной области и приобретения новых знаний, умений, навыков, компетенций.

ОБОБЩЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ

Предложенный подход рассмотрим на примере анализа уровней подготовки магистров по выбранному направлению, обучающихся ранее в бакалавриате по различным профилям данного направления.

Первым этапом является анализ учебных планов программ бакалавров и магистров по аналогичным профилям. Данный подход заключается в установлении взаимного соответствия перечня, объемов (трудоемкости) и последовательности изучения выбранных дисциплин для различных профилей подготовки выбранного направления.

Следующим этапом является разработка системы нечетких правил, на основе которой проводится оценка уровней подготовки магистров. Анализ рекомендуется проводить на примере нескольких базовых дисциплин, на основании которого формируется интегральная (итоговая) оценка.

Рассмотренный подход проиллюстрируем на примере четырех ($n = 4$) базовых дисциплин учебного плана подготовки бакалавра по направлению 280700 «Техносферная безопасность» [3] по различным профилям. В общем случае n — количество рассматриваемых дисциплин, $n \in N$, N — рассматриваемое множество дисциплин. Пример некоторых из правил и их формализации приведены ниже.

Правило 1. Если уровень (*Уi)* подготовки выпускников-бакалавров по большинству дисциплин $\left(i = n', n' > \frac{n}{2}\right)$ «высокий» (*В*), а по остальным $\left(i' = n - n'\right)$ «достаточно высокий» (*ДВ*), то нечеткая интегральная оценка (*НИО*) уровня подготовки к освоению программ магистров по базовым дисциплинам — «высокая» (*В*):

$$\exists i, i' : (У_i = B) \wedge (У_{i'} = ДВ) \rightarrow НИО = B$$

$$i = n', i' = n - n', n' > \frac{n}{2}; n \in N, n' \in N$$

Правило 2. Если уровень подготовки по одной из дисциплин ($i = 1$) «высокий», а по остальным ($i' = n - 1$) «очень низкий» (*ОН*), то нечеткая интегральная оценка уровня подготовки к освоению программ магистров по базовым дисциплинам — «низкая» (*Н*):

$$\exists i, i' : (У_i = B) \wedge (У_{i'} = OH) \rightarrow НИО = H,$$
$$i = 1, i' = n - 1, n \in N$$

Правило 3. Если уровень подготовки по большинству дисциплин $\left(i = n', n' > \frac{n}{2}\right)$ «очень низкий», а по остальным $\left(i' = n - n'\right)$ «средний», то нечеткая интегральная оценка уровня подготовки к освоению программ магистров по базовым дисциплинам — «очень низкая»:

$$\exists i, i' : (У_i = OH) \wedge (У_{i'} = C) \rightarrow НИО = OH$$
$$i = n', i' = n - n', n' > \frac{n}{2}; n \in N, n' \in N$$

Аналогично формализуются другие правила.

Результаты анализа на основе предложенной системы нечетких правил представлены в табл. 1.

На основании проведенного анализа на примере четырех базовых дисциплин направления подготовки магистров можно сделать вывод, что наиболее подготовленными к освоению программ магистратуры являются бакалавры, обучающиеся по профилю 280702, их уровень – достаточно высокий. По профилям 280701, 280703, 280704 – уровень подготовки бакалавров к освоению программ магистратуры является средним. Очень низким является уровень подготовки бакалавров по направлению 280706.

Предложенный подход является универсальным и может быть использован в интеллектуальной АСО для других направлений и профилей подготовки.

Таблица 1

№ дисциплины / № профиля	1	2	3	4	Нечеткие интегральные оценки уровня подготовки и освоения программы магистратуры
	Уровни подготовки				
280701 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»	ДВ	ОН	ОН	ДВ	С
280702 «Безопасность технологических процессов и производств»	В	ДВ	С	ДВ	ДВ
280703 «Безопасность труда»	С	С	ОН	ДВ	С
280704 «Инженерная защита окружающей среды»	ОН	С	ДВ	ОН	С
280705 «Охрана природной среды и ресурсосбережение»	ОН	ОН	ОН	ДВ	Н
280706 «Пожарная безопасность»	ОН	ОН	ОН	ОН	ОН
280707 «Защита в чрезвычайных ситуациях»	В	ОН	ОН	ОН	Н/С
280708 «Радиационная и электромагнитная безопасность»	ОН	С	ОН	ОН	Н/ОН

Примечание. ДВ — довольно высокий; В — высокий; С — средний; Н — низкий; ОН — очень низкий.

Для реализации предложенного подхода использован пакет прикладных программ MATLAB, модуль Fuzzy Logic Toolbox [4], который обладает простым и хорошо продуманным интерфейсом, позволяющим легко проектировать и диагностировать нечеткие модели преподавателями-методистами и разработчиками основных образовательных программ в вузах.

Входными переменными являются четыре дисциплины направления «Техносферная безопасность». Для каждой дисциплины задаются функции принадлежности нечетким множествам (рис. 1), соответствующие рейтинговой системе, принятой в Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева. Так, по рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов необходимое количество баллов для допуска к сдаче экзамена составляет 35 баллов, оценка «неудовлетворительно» до 55 баллов; оценка «удовлетворительно» — [55;69]; оценка «хорошо» — [70;84]; оценка «отлично» — [85;100].

В модуле Fuzzy Logic Toolbox нечеткие оценки уровней подготовки задаются следующим образом:

ON (OH) — уровень «очень низкий», [0; 35]; тип функции – z-подобная функция принадлежности — zmf;

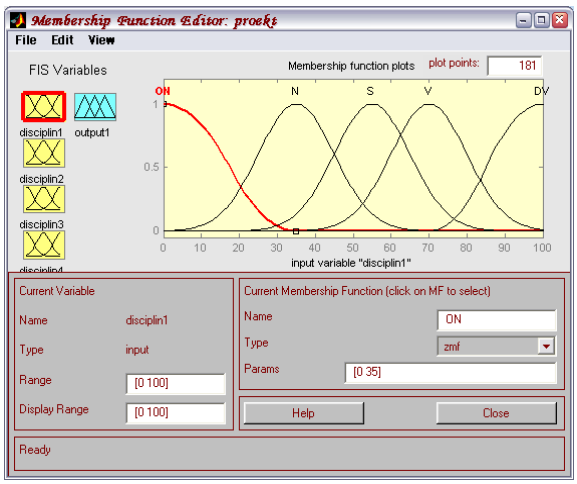


Рис. 1. Входные нечеткие множества

N (Н) — уровень «низкий», [0; 70]; тип функции — gaussmf — гауссовская функция принадлежности с экстремумом в точке 35 баллов;

S (С) — уровень «средний», [20; 90]; тип функции — gaussmf — гауссовская функция принадлежности с экстремумом в точке 55 баллов;

V (В) — уровень «высокий», [40; 100]; тип функции — gaussmf — гауссовская функция принадлежности с экстремумом в точке 70 баллов;

OV (ОВ) — уровень «очень высокий», [70; 100]; тип функции — s-подобная функция принадлежности — smf.

Задание выходных функций принадлежности нечетким множествам аналогично описанному выше заданию входных переменных. На рис. 2 представлено задание системы нечетких правил, сформулированных в таблице 1.

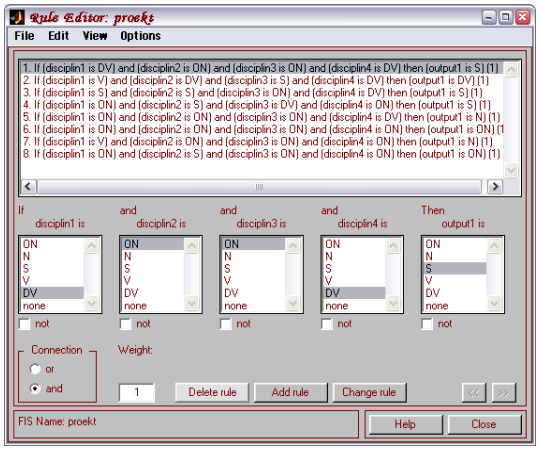


Рис. 2. Задание системы правил

На основе введенной информации в модуле Fuzzy Logic Toolbox реализуется нечеткий логический вывод, приведенный на рис. 3.

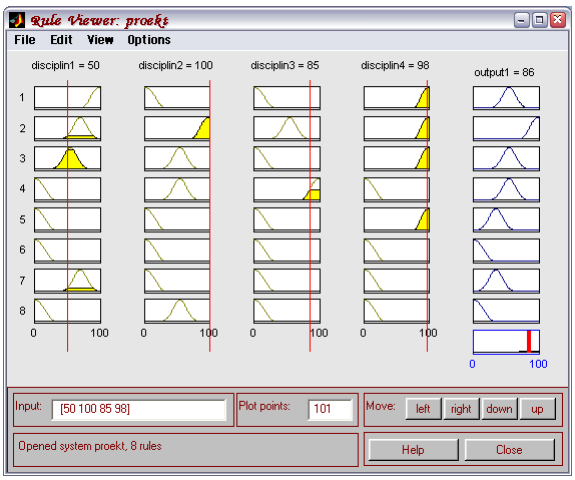


Рис. 3. Окно визуализации нечеткого логического вывода

В поле **Input** указываются значения входных переменных, для которых выполняется логический вывод. Предположим, что обучающийся имеет по указанным дисциплинам следующие баллы: дисциплина 1 — 50 баллов; дисциплина 2 — 100 баллов; дисциплина 3 — 85 баллов; дисциплина 4 — 98 баллов. В результате нечеткого логического вывода получено, что уровень подготовки студента оценен в 86 баллов, что соответствует «очень высокому» уровню.

Представленный выше метод визуализации логического вывода уровня подготовки студентов является универсальным и не привязан к определенной рейтинговой системе, так как возможна его быстрая адаптация к изменяющимся системам оценок, также он применим для любого количества дисциплин и любого множества оценок уровней подготовки обучаемых.

Утверждение об универсальности метода представления нечеткого логического вывода подтверждено примером расчета уровня подготовки обучающихся в РХТУ им. Д.И. Менделеева в соответствии с новым Положением о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов очной формы обучения от 26.06.2013 г.

Так по новой системе оценки качества учебной работы студентов необходимое количество баллов для допуска к сдаче экзамена составляет 30 баллов, оценка «неудовлетворительно» до 50 баллов; оценка «удовлетворительно» — [50;59]; оценка «хорошо» — [60;84]; оценка «отлично» — [85;100].

В результате нового логического вывода для измененных нечетких множеств в новой рейтинговой шкале получен уровень подготовки студента 85,5 баллов, что соответствует «очень высокому» уровню.

Таким образом, возможна быстрая адаптация любой рейтинговой системы и представление нечетких оценок в интеллектуальной автоматизированной системе обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен универсальный метод анализа соответствия ФГОС различных направлений и профилей подготовки выпускников различных уровней обучения, реализованный с использованием пакета прикладных программ MATLAB, модуль Fuzzy Logic Toolbox.

Данный подход является универсальным и может быть применим в интеллектуальной АСО с возможностью быстрой адаптации к постоянно изменяющимся и совершенствующимся требованиям ФГОС.

Предложенный подход рекомендуется к расширенному использованию разработчиками учебно-методических ресурсов основных образовательных программ в многоуровневой системе подготовки в вузах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Егоров А.Ф.**, **Савицкая Т.В.**, **Запасная Л.А.** Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов / Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2012: сб. науч. тр. Международной научно-методической конференции. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — С. 362-366.

2. **Егоров А.Ф.**, **Савицкая Т.В.**, **Запасная Л.А.** Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для многоуровневой подготовки химиков-технологов // Открытое образование. 2012. № 6 (95). С. 20—33.

3. **Девисилов В.А**. Разработка примерного учебного плана подготовки бакалавров по направлению 280700 «Техносферная безопасность» // Безопасность в техносфере. 2011. № 5. С. 51—65.

4. **Fuzzy** Logic Toolbox — Проектирование систем управления URL: http://matlab.exponenta.ru /fuzzylogic/. Дата обращения: 19.11.2013 г.

Г.С. Седлецкий, В.А. Шихин
sedletsky@i-teco.ru, ShikhinVA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

НАДЕЖНОСТНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ ПОДСТАНЦИЙ В ЗАДАЧАХ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСУРСОВ MATLAB

АННОТАЦИЯ

Рассматривается решение задачи оценивания показателей надежности электросетевого оборудования, находящегося на стадии промышленной эксплуатации. В отличие от оценки проектной надежности, когда в расчет принимаются паспортные данные новых изделий, оценка эксплуатационной надежности предполагает оценку состояния оборудования после определенного срока его работы с учетом реальных условий функционирования объекта и произведенных ремонтно-восстановительных и профилактических работ. Решен вопрос настройки нейронной модели для конкретной предметной области, связанной с электросетевым оборудованием распределительных подстанций. Работоспособность предложенной методики проиллюстрирована на примере решения практической задачи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопросы повышения надежности оборудования и систем, применяемых в промышленности и, особенно, в электроэнергетике, приобретают все большее значение. Решить указанные проблемы невозможно без разработки новых эффективных систем оценивания надежности. Особенно это относится к оборудованию, находящемуся в длительной и интенсивной эксплуатации. Для поддержания безаварийной работы электросети необходимо проводить работы по диагностике, ремонтам и замене оборудования, определенные в регламентах, разработанные государственными органами, стандартами Российской Федерации, а также на основе собственных нормативных документов, сформированных на предприятии электроэнергетической отрасли.

1. ЗАДАЧА ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Электрическая сеть, как сложный технический комплекс, относится к многоуровневым иерархическим системам. При оценке надёжности функционирования электрической сети важно различать три иерархические уровня рассмотрения: нижний уровень — оборудование, аппаратура и конструкции; средний уровень — электросетевые объекты, фрагменты и узлы электрической сети; верхний уровень — электрическая сеть в целом. Согласно теории иерархических многоуровневых систем для каждого уровня существует ряд принципов, критериев и показателей, характеризующих поведение системы. В общем случае критерии и показатели, используемые для характеристики системы на одном уровне, не всегда применимы для других уровней рассмотрения. Поэтому оценки надежного функционирования электрической сети, подходы и способы их получения могут различаться в зависимости от иерархического уровня. В данной работе объектом оценки надежности выступает оборудование нижнего уровня, а именно трансформаторы распределительных подстанций. Надежность трансформаторов зависит от качества конструкции, технологии изготовления и условий эксплуатации. Под надежностью трансформатора понимается возможность безотказной работы с неизменными техническими характеристиками в течение заданного времени и при определенных условиях применения. Обмотки трансформатора, особенно с малыми сечениями проводов, в большей мере определяют надежность. Трансформаторы, как элементы электросетей с повышенными напряжениями, обычно имеют высокие значения интенсивности отказов. Одно из главных условий обеспечения надежности трансформатора в эксплуатации — контроль его температурного режима и качества изоляции. В частности, это контроль температуры верхних слоев масла и наличие сколов. Также весьма важным признаком пригодности трансформатора для дальнейшей эксплуатации является состояние самих обмоток и ярмовой изоляции, отсутствие в них деформаций, смещения витков или целых секций, прокладок между секциями. Причиной таких деформаций в основном являются электродинамические нагрузки при протекании через обмотки токов короткого замыкания. Кроме того, в процессе эксплуатации при проведении ремонтно-восстановительных работ могут изменяться отдельные характеристики трансформатора, включая, например, механическую прочность обмоток и изоляции.

Надежность трансформатора предлагается оценивать при помощи показателя коэффициента готовности: <Кг>. Это связано с тем, что, во-первых, данная количественная характеристика надежности является одним из критериев, принимаемых во внимание при принятии управленческих решений в отрасли электроэнергетики. Во-вторых, нормативная документация НП «АТС», регламентирующая технические требования на соответствие систем электроснабжения требованиям оптового рынка электроэнергии, также указывает данный показа-

тель в качестве меры оценки надежности соответствующих компонентов и систем.

2. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Существующие методики не учитывают изменение надежностных характеристик в процессе промышленной эксплуатации, как отдельных элементов, так и системы в целом. Предлагаемая в статье методика основывается на применении в качестве математического аппарата нейронных сетей, что позволяет перейти к динамической оценке надежности.

Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого метода расчета надежности систем

Как видно из рис. 1, процедуру расчета надежности с использованием аппарата нейронных сетей можно разделить на три этапа. Первый этап — формирование обучающей и тестовой выборок. На данном этапе следует определить физический смысл компонент входного вектора X, служащего исходными данными в поставленной задаче и подаваемого на вход нейронной модели, и выходного вектора Y, который представляет собой требуемый ответ. Затем из исходной базы знаний, полученных путем наблюдений за объектом и экспериментов, формируются компоненты векторов x1…xS и множество y1…yS, что формализует условие задачи.

Второй этап — выбор архитектуры нейронной сети. На данном этапе выбирается структура нейронной сети, функция активации нейронов. При этом желательно учесть специфику задачи, т.к. выбор значительно влияет на время обучения. Соответственно, определяется число слоев и нейронов в каждом слое.

Обучение и тестирование нейронной сети. После того, как определено число слоев и число элементов в каждом из них, требуется определить численные значения для весов и порогов нейронной сети, которые бы минимизировали ошибку прогноза по нейромодели. Именно для этого служат алгоритмы обучения. С использованием собранных данных, веса и пороговые значения автоматически корректируются с целью минимизировать эту ошибку. Этот процесс представляет собой настройку модели, которая реализуется нейронной сетью, к имеющимся обучающим данным. Ошибка для конкретной конфигурации сети определяется путем пересчета с помощью нейронной сети выходных значений для каждого набора входных обучающих наблюдений X и сравнения полученных результатов с Y, эталонными (целевыми) значениями. Все разности суммируются в так называемую функцию ошибок, значение которой и есть ошибка сети. В качестве функции ошибок чаще всего берется сумма квадратов ошибок, т.е. все ошибки выходных элементов для всех наблюдений возводятся в квадрат и затем суммируются.

Способность нейронной сети к обобщению определяется тремя факторами: размером обучающего множества и его представительностью, архитектурой нейронной сети и физическими свойствами анализируемой системы. В контексте этих факторов к вопросу решения задачи оценивания можно подходить с двух различных точек зрения. В одном случае архитектура сети фиксирована, и вопрос сводится к определению размера обучающего множества, необходимого для хорошего обобщения. В другом случае, размер обучающего множества фиксирован, и вопрос сводится к определению наилучшей архитектуры сети по способности прогнозирования.

В качестве исходных данных для поставленной задачи оценки надежности выступает выборка ретроспективных данных о состоянии оборудования вида «Трансформатор напряжения 35 кВ». Доступный для использования объем выборки ограничен 1000 значений. Таким образом, следует применять второй подход.

Для определения размера нейронной сети применяется соотношение

$$N = O(W/\varepsilon) \qquad (1)$$

где W — общее количество свободных параметров; ε — допустимая точность ошибки классификации (в нашем случае определена как СКО); O(.)— порядок заключенной в скобки величины; N — число элементов в обучающей выборке.

Выражение (1) получено из эмпирического правила Видроу для алгоритма LMS. На практике доказано, что при определении числа свободных параметров при фиксированном объеме выборки достаточно этого выражения. Исходя из компромисса между размерностью сети и требуемой точностью оценивания, ограничим максимально допустимую ошибку сети на уровне 3 %. При ограниченном нами объеме выборки, исходя из формулы (1), число свободных параметров не должно превышать 114. Требуется выбрать архитектуру нейронной сети и произвести оценку числа слоев и элементов в них.

В качестве универсальной топологии выступает многослойный персептрон. Данный вид сети выбран в силу того, что хорошо зарекомендовал себя при решении широко круга задач. Число узлов во

входном слое будет соответствовать числу входных параметров:

– сопротивление основной изоляции измеренное;

– сопротивление изоляции вторичных обмоток, минимальное по всем вторичным обмоткам, измеренное;

– температура воздуха при испытаниях;

– сопротивление основной изоляции, приведенное к 20 °С;

– сопротивление изоляции вторичных обмоток, приведенное к 20° С, минимальное;

– наличие сколов на поверхности изоляции;

– степень старения резиновых уплотнений;

– низкий уровень масла по маслоуказателю;

– при тепловизионном осмотре зафиксирован повышенный общий нагрев ТН по сравнению с другими фазами более 1 °С.

Таким образом, число узлов во входном слое предлагается выбрать равным 9. Число нейронов скрытого слоя предлагается взять равным 4, при недостаточной точности распознавания увеличить до 6, а затем до 9. Свободными параметрами являются весовые коэффициенты связей между нейронами, их число будет соответственно равно 59, 84 и 114. Число нейронов выходного слоя будет равно числу вычисляемых параметров, в нашем случае, 1 — коэффициенту готовности.

Схема предлагаемой нейронной сети изображена на рис. 2.

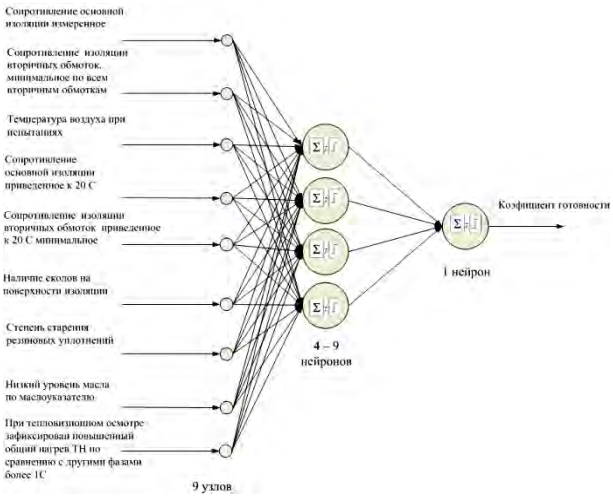


Рис. 2. Схема разрабатываемой нейронной сети

При формировании обучающей выборки можно выделить следующие шаги:

– Составить базу данных из примеров, характерных для данной задачи.

– Разбить всю совокупность данных на два множества: обучающее и тестовое.

В соответствии с предложенным подходом, разрабатываемый алгоритм может быть представлен в виде блок-схемы, представленной на рис. 3.

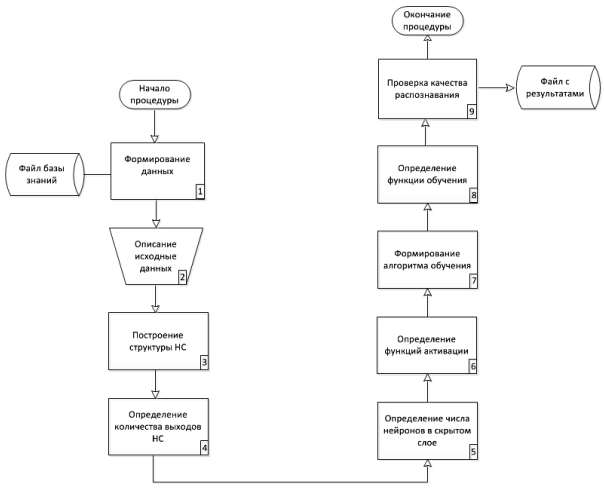


Рис. 3 Схема алгоритма оценки надежности с помощью нейронной сети.

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУЧЕННОГО АЛГОРИТМА В СРЕДЕ MATLAB

В качестве среды моделирования использовался инженерный пакет моделирования Matlab / Neural Network Toolbox. Из имеющихся тестовых данных были сформированы учебные и тестовые выборки.

В качестве алгоритма обучения выбран метод Левенберга-Маркара. Предполагаемая структура сети удовлетворяет ограничениям, налагаемым этим методом на количество выходов и размерность сети. В качестве функций активации для всех нейронов предлагается использовать гиперболический тангенс как универсальную функцию, которая хорошо поддерживает баланс между линейным и нелинейным поведением. Для настройки нейронных моделей были выбраны параметры обучения, предлагаемые в среде Matlab по умолчанию, коррекция данных параметров не потребовалась, так как точность модели удовлетворяла предъявленным требованиям:

– количество эпох 1000;

– достижение цели или попадание 0;

– период обновления 25;

– время обучения inf;

– максимальное число ошибок обучения 100;

– минимальный градиент функции производительности e^{-10};

– начальное значение ошибки 0,001;

– фактор уменьшения ошибки 0,1;

– фактор увеличения ошибки 10;

– максимальная ошибка 10000000000.

С помощью полученных моделей в программном комплексе Matlab Neural Network Toolbox на основе данных об установленном оборудовании и журналов эксплуатации произведен расчет коэффициентов готовности ТН-35, расположенных на производственных единицах (подстанциях) ОАО «Холдинг МРСК».

Сравнение значений коэффициентов готовности, полученных с помощью моделей с разным числом нейронов скрытого слоя, показало, что расхождение между ошибками различных моделей не превышает 0,5 %, а между результатами расчета, основанного на экспериментальных данных, и результатами работы нейронных моделей не превышает 2,5 %. При этом можно заметить, что максимальные расхождения наблюдаются для трансформаторов напряжения (разработанные модели оценивают коэффициент готовности меньшим значением), у которых значение коэффициента готовности находится на границе исходного диапазона значений.

На рис. 4 приведены результаты моделирования на тестовых выборках для нейронных моделей с 4, 6 и 9 нейронами скрытого слоя. Наилучшие результаты были получены для нейронной сети с 9 нейронами скрытого слоя, дальнейшее увеличение размерности скрытого слоя не показало улучшений в качестве оценивания.

Рис. 4. Результаты оценивания на тестовой выборке

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена методика расчета надежности электросетевого оборудования, которая позволяет перейти от статических моделей расчета к динамическим нейросетевым моделям надежности. Разработанная структура оценивания надежности позволяет периодически проводить перерасчет показателей, что может быть совмещено с проведением регламентированного обследования энергообъекта.

В соответствии с предложенной методикой разработана численная процедура расчета показателей надежности, которая представляет собой 9 расчетных этапов, отражающих шаги сбора данных, формализации модели, ее настройки и тестирования. Полученные результаты тестовых расчетов удовлетворяют отраслевым требованиям по точности оценивания надежностных характеристик электрооборудования.

Достоинством предлагаемого подхода, реализуемого на основе построения нейронных моделей надежности, служит принципиальная возможность оперативной актуализации оценки надежности системы, находящейся в режиме промышленной (постоянной) эксплуатации, основанная на использовании накопленных ретроспективных данных с контролируемой степенью точности.

Использованная среда моделирования нейронной сети Matlab Neural Network Toolbox в полной мере решает задачу построения нейронной сети заданной в требованиях структуры, позволяет работать с подготовленными для обучения данными и в дальнейшем использовать результаты моделирования для расчета текущего состояния оборудования. Функциональные возможности этого программного продукта позволяют развивать полученную методики в части актуализации настроек нейронной сети при получении новых актуальных сведений об исследуемом оборудовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Скопинцев В.А., Чемоданов В.И., Чичинский М.И.** Оценка надёжности работы электрической сети (трактат). — М.: Научно-методический центр по надежности энергетических систем (НМЦ НЭС), 2004.

2. **Седлецкий Г.С., Шихин В.А.** Формализация задачи оценки проектной надежности с построением нейронной модели // Труды XIX научно-технического семинара Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации, 2010. С. 114.

3. **Саймон Хайкин.** Нейронные сети. Полный курс Neural Networks: A Comprehensive Foundation. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с

4. **Медведев В.С, Потемкин В.Г.** Нейронные сети. Matlab 6. — М.: Диалог-МИФИ, 2002. — 496 с.

Н.А. Сержанов, А.А. Логинов, О.Ю.Шамаева
sernik00@gmail.com, zdron444@gmail.com, ShamayevaOY@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРОГРАММНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТОПОЛОГИЙ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

АННОТАЦИЯ

Предлагаемая программная среда позволяет моделировать процесс параллельного решения класса задач матричной алгебры на различных топологиях распределенных вычислительных систем (РВС). Для визуализации результатов моделирования используются временные диаграммы, иллюстрирующие работу вычислительных узлов системы, а также показатели достигнутого ускорения вычислений и загрузки вычислителей.

ВВЕДЕНИЕ

Разработанный программный комплекс предназначен для поддержки учебного процесса по курсу «Архитектура компьютеров» и имеет целью предоставить студентам возможность моделировать и как результат моделирования исследовать процессы вычислений и обмена в высокопроизводительных системах с распределенной памятью и различными топологиями соединения узлов. Моделирование вычислений сопровождается визуализацией процессов решения (вычислений и обменов) сложной вычислительной задачи.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Среди высокопроизводительных архитектур, занимающих верхние позиции списка TOP500 [1] и предназначенных для решения трудоемких задач, выделяется класс систем с распределенной памятью. В РВС каждый вычислительный узел имеет непосредственный доступ только к своей локальной памяти, а доступ к данным, расположенным в памяти других узлов, выполняется с помощью механизмов передачи данных по сети, поддерживающихся соответствующими библиотеками обмена сообщениями. Несмотря на существенные различия средств межпроцессорного взаимодействия в разных системах по скоростным параметрам и по способу аппаратной реализации, библиотеки обмена сообщениями выполняют приблизительно одни и те же функции [2, 3].

Выбор топологии РВС часто определяет способ решения прикладной задачи. Оптимизация алгоритмов для параллельных архитектур существенно отличается от оптимизации для последовательных систем. Переход с одного скалярного процессора на другой практически никогда не требует пересмотра алгоритма. Однако алгоритм, идеально приспособленный для одной параллельной архитектуры, на другой с тем же числом процессоров того же типа, но, например, с другой организацией связей, может работать неприемлемо медленно. Для оценки производительности РВС, кроме топологии связей, необходимо знать скорость выполнения арифметических операций, время инициализации канала связи и время передачи единицы объема информации. Если топология системы не тривиальна, то в состав операционной системы или пакета передачи сообщений приходится включать процедуры маршрутизации сообщений, работающие на каждом узле и обеспечивающие пересылку транзитных сообщений. Они также вызывают задержку при передаче информации между узлами, не имеющими прямого канала связи.

Таким образом, актуальным является предварительное моделирование процессов вычислений и обменов, позволяющее оценить возможное время решения задачи на той или иной топологии и, как результат, выбрать наиболее оптимальную архитектуру РВС: топологию, число вычислительных узлов, их производительность, а также способ и технологию передачи данных.

В качестве задачи исследуются матричные вычисления, которые широко используются при математическом моделировании разнообразных процессов, явлений и систем и составляют основу многих научных и инженерных расчетов. Являясь вычислительно трудоемкими, матричные вычисления в силу простой формулировки прекрасно демонстрируют многие приемы и методы параллельной обработки [4]. Поэтому именно этот класс задач был выбран для исследований процессов функционирования РВС.

2. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Рассматриваемый программный комплекс реализован средствами платформы .NET Framework в среде Microsoft Visual Studio 2012 на языке C#. Для запуска программы на компьютере необходимы следующие минимальные требования: операционная система Windows XP SP3 и старше с установленным .NET Framework 4.0, ОЗУ не менее 2 ГБ.

Исходными данными для моделирования процессов в РВС являются:

1) тип задачи (умножение матрицы на вектор, умножение матрицы на матрицу);

2) размерность матриц;

3) метод параллельного решения (разделение данных по строкам, разделение данных по столбцам, ленточный алгоритм умножения матриц, блочный алгоритм);

4) число вычислителей распределенной системы p;

5) метод передачи данных (передача сообщениями, передача пакетами);

6) топология распределенной системы;

7) производительность вычислителей;

8) характеристики сети (латентность, пропускная способность).

Следует отметить, что в рамках моделирующего комплекса вычислительная среда полагается однородной, т.е. все вычислительные узлы обладают одинаковой производительностью, а все каналы связи — одинаковыми характеристиками. На рис. 1 приведено главное окно программы, в котором осуществляется настройка будущего процесса моделирования. Выбор следующих топологий: полный граф; линейка; кольцо; двумерная решетка; произвольно задаваемая топология (с помощью матрицы смежности) — осуществляется в окне, представленном на рис. 2. Производительность вычислителей задается в Flops в окне, представленном на рис. 3.

Программный комплекс позволяет моделировать два способа передачи данных: передача сообщениями и передача пакетами (рис. 4). При передаче сообщений узел, содержащий исходное сообщение, готовит весь объём данных для передачи, определяет транзитный узел, через который данные могут быть доставлены конечному узлу, и запускает операцию пересылки данных. Узел, которому направлено сообщение, в первую очередь осуществляет прием полностью всех пересылаемых данных и только затем приступает к пересылке принятого сообщения далее по маршруту. Передача пакетами — метод передачи данных, при котором транзитный узел может осуществлять пересылку данных по дальнейшему маршруту непосредственно сразу после приёма очередного пакета, не дожидаясь завершения приёма данных всего сообщения. Пропускная способность и латентность сети задаются в окне, представленном на рис. 5. Под латентностью сети понимается время начальной подготовки сообщения для передачи и время поиска маршрута в сети, а под пропускной способностью сети — максимальный объем данных, который может быть передан за единицу времени по одному каналу передачи данных.

Рис. 1. Главное окно программы

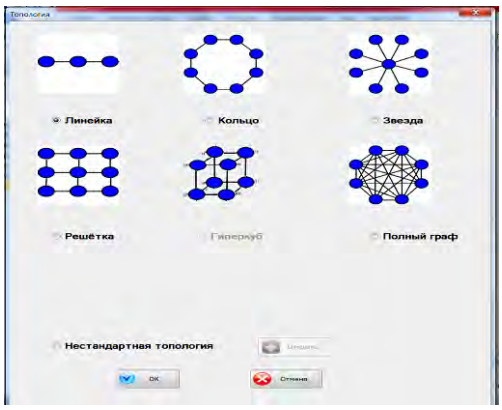


Рис. 2. Задание топологии РВС

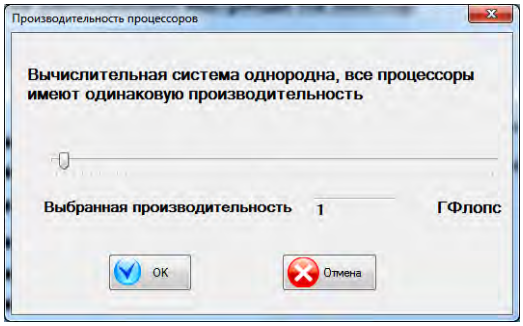


Рис. 3. Задание производительности процессоров

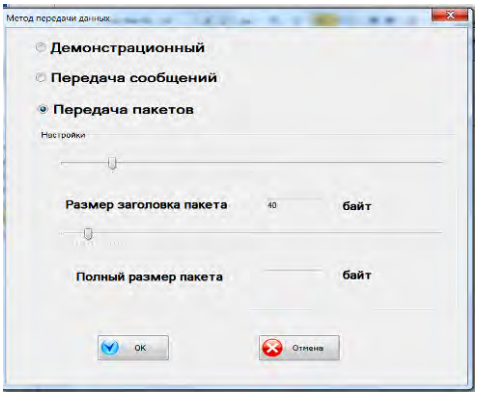


Рис. 4. Задание способа передачи данных

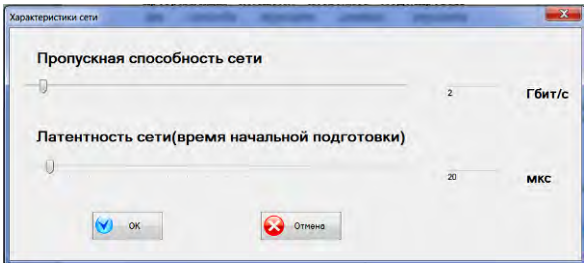


Рис. 5. Задание характеристик сети

Программная среда моделирует функционирование РВС в однозадачном режиме.

3. МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДЗАДАЧ

В основе моделирующей программы — решение задачи распределения готовых подзадач по свободным в данный момент вычислительным узлам РВС, в результате определяется время начала выполне-

ния подзадачи, длительность выполнения и назначение узла, который обеспечит это выполнение. Модель процесса распределения включает средства, описывающие ресурсы РВС, систему подзадач (набора задач) и критерий оптимальности распределения. В качестве критериев оптимальности распределения узлов в РВС выступают либо минимум времени выполнения задачи при ограничении на число узлов, либо минимум числа требуемых узлов РВС при ограничении на допустимое время решения задачи.

На главном узле изначально находятся все исходные данные, которые распределяются по вычислителям, в конце обработки происходит сбор полученных результатов. Главный узел также может принимать участие в вычислениях.

Рассмотрим в качестве примера процесс параллельного умножения матрицы A_{n*m} на вектор b_m с использованием p узлов РВС для 3-х случаев [3]: $p = n \times m$ — случай максимального параллелизма; $m < p < n \times m$ — случай среднего параллелизма; $p < m$ — случай ограниченного параллелизма [4].

В случае максимального параллелизма главный узел распределяет на каждый другой узел один элемент матрицы A и один элемент вектора b. Затем каждый узел выполняет одно единственное умножение $a_{i,j} \times b_j$. Полученные значения для одной i-ой строки складываются с помощью каскадной схемы сложения, которая имеет явные преимущества по сравнению с последовательной схемой. Для этого случая наиболее подходящими будут топологии, в которых обеспечивается быстрая передача данных в каскадной схеме суммирования: полный граф или гиперкуб. Другие топологии приводят к возрастанию коммуникационных затрат из-за удлинения маршрутов передачи данных, что наглядно можно исследовать с помощью разработанного комплекса.

В случае ограниченного параллелизма матрица A делится на блоки по n/p строк в каждом, а столбец b целиком пересылается на каждый узел, и тем самым достигается равномерная загрузка вычислительных узлов. Полученные части перемножаются на каждом узле и складываются последовательно с помощью обычной схемы сложения (в отличие от случая среднего и максимального параллелизма, где возможно использовать каскадную схему сложения), а затем результаты собираются вновь на главном узле. Аналогичные соображения применимы к разбиению матрицы A на блоки по столбцам.

Очевидно, что случай максимального параллелизма является неэффективным для РВС за счет существенных временных затрат на обменные взаимодействия между узлами, что подтверждается получаемыми с помощью моделирующего комплекса характеристиками. Реализация ограниченного параллелизма для данной задачи является достаточно эффективной для следующих топологий РВС: звезда, решётка, полный граф и гиперкуб.

4. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Основными результатами моделирования процессов вычислений и обменов в РВС являются:

1) модельное время выполнения задачи при выбранной топологии и при заданном способе передачи данных;

2) временная диаграмма (рис. 6) визуализирующая процесс выполнения задачи, на которой отображаются процессы передачи данных узлом, приема данных от других узлов и вычислений в каждый момент времени;

3) диаграмма загруженности узлов (рис. 7), позволяющая наглядно оценить загруженность каждого узла передачами и вычислениями;

4) характеристики ускорения для различных топологий и разных значений p (рис. 8 для топологии полный граф).

Рис. 6. Визуализация результатов моделирования

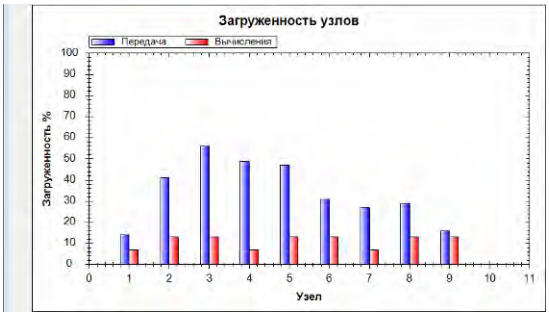


Рис. 7. Диаграмма загруженности узлов

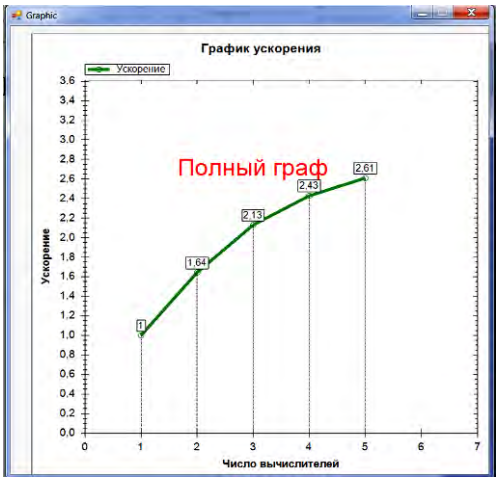


Рис. 8. График зависимости ускорения от числа используемых вычислителей в РВС

С помощью разработанных средств визуализации студентам предоставляется возможность для конкретного типа задачи заданной размерности *n* исследовать распределенные процессы вычислений и обменов, происходящих при параллельном решении на различных топологиях РВС с разным числом вычислительных узлов *p*. В результате выбрать такую топологию и число вычислителей РВС, для которой задача решается наиболее эффективно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом комплекс представляет собой интегрированную среду для изучения и исследования параллельных алгоритмов решения вычислительных задач матричной алгебры средствами РВС.

В настоящее время функционирует бета-версия программы. В качестве основных направлений совершенствования, по которым продолжаются работы, укажем следующие:

– Создание интеллектуальных алгоритмов распределения данных по узлам для оптимальной загрузки вычислителей с учетом приоритетов.

– Расширение режимов моделирования (кроме однозадачного режима моделирования предполагается включить многозадачный режим).

– Создание модернизированных алгоритмов, учитывающих более гибко топологию распределенной системы.

– Модификация используемых алгоритмов, учитывающих загруженность узлов передачами.

В настоящей версии используется следующий алгоритм поиска маршрута от одного узла к другому: сначала с помощью волнового алгоритма ищется множество кратчайших путей, а затем случайным образом выбирается один путь из этого множества. К сожалению, алгоритм не учитывает загруженность транзитных узлов. Предполагается его модификация, которая при обнаружении на маршруте загруженного узла будет использовать другой путь для доставки сообщения. К примеру, в топологии двумерный тор [5] с конфигурацией, представленной на рис. 9, для доставки сообщения из узла 1 в узел 11 можно использовать различные маршруты (1-2-3-7-11,1-4-3-15-11,1-5-9-10-11,1-13-9-12-11 и т.д.). Модифицированный алгоритм будет анализировать загруженность каждого узла в маршруте и затем оптимальным образом принимать решение о выборе маршрута для доставки сообщения.

– Разделение в программной реализации собственно самого процесса моделирования и графического вывода, что позволит сократить время проведения эксперимента и уменьшить объём оперативной памяти, занимаемой программой.

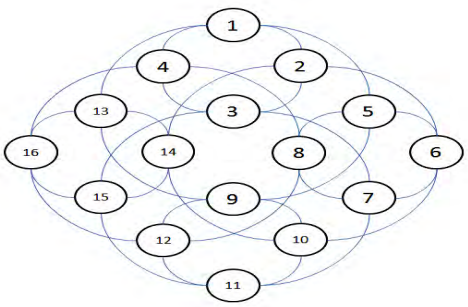


Рис. 9. Топология двумерный тор

– Создание графического интерфейса для задания нестандартной топологии распределенной системы. В данной версии нестандартная топология задается вручную с помощью матрицы смежности.

– Расширение возможностей моделирования для случая переменного числа процессоров на каждом вычислительном узле РВС. В текущей версии программа моделирует функционирование однородных РВС с одним процессором на узел.

– Модернизация программы для моделирования неоднородной РВС, хотя эта задача является весьма нетривиальной.

– Дополнение программы средствами тестирования и оценки знаний студентов.

– Совершенствование интерфейса программы, дополнение средствами помощи пользователю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рейтинг** суперкомпьютеров http://www.top500.org/.

2. **Воеводин В.В, Воеводин Вл.В.** Параллельные вычисления. — СПБ.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.

3. **Таненбаум М., ванн Стеен М.** Распределённые системы. Принципы и парадигмы. — СПБ.: Питер, 2003. — 877 с.

4. **Гергель В.П.** Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие. — М: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 423 с.

5. **А.А. Дерюгин.** Коммутаторы вычислительных систем: учебное пособие. — М: Издательский дом МЭИ, 2008. — 112 с.

С.А. Серков, Е.П.Касаткина
SerkovSA@mpei.ru, KasatkinaYP@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ И МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

АННОТАЦИЯ

В докладе представлен анализ результатов широкого внедрения компьютерных технологий в учебный процесс на этапах подготовки бакалавров и магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» в НИУ «МЭИ».

Предлагаются принципы формирования оптимальных учебных планов и программ подготовки для минимизации отрицательных последствий использования компьютерных технологий.

ВВЕДЕНИЕ

Современные ФГОС ВПО предъявляют высокие требования к компетенциям выпускников, получающих профессиональную подготовку по направлению «Энергетическое машиностроение», в части владения ими компьютерными технологиями. Эти требования нашли своё отражение в действующих учебных планах и программах подготовки бакалавров и магистров. Дальнейшее совершенствование подготовки специалистов, владеющих на профессиональном уровне современным инструментарием, как для научных исследований, так и для практической инженерной деятельности, требует, в свою очередь, разработки новых концептуальных основ для коррекции учебных планов и программ.

Существующий опыт подготовки бакалавров и магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» выявил ряд положительных и отрицательных моментов, связанных с применением компьютерных информационных технологий в учебном процессе, и породил ряд вопросов, которые рассмотрим ниже.

1. ЧТО ПРОИСХОДИТ СЕЙЧАС?

Начиная с первого семестра, студент окружен компьютерными технологиями: в цикле гуманитарных дисциплин — это использование сети Интернет для поиска информации, написания рефератов, а часто и дистанционного образования; в цикле естественнонаучных дисциплин — использование расчетных пакетов, например, MathCAD, для выполнения типовых расчетов, обработки результатов лабораторных работ. В цикле общетехнических дисциплин для выполнения графических работ в ходе обучения инженерной графике, выполнения курсовых проектов используются CAD система Autodesk AutoCAD, CAD/CAE системы Autodesk Inventor, SolidWorks и другие. Далее в ходе профильной подготовки для проведения расчетов в проектировании и конструировании используются как широко применяемые для инженерного анализа специализированные системы, в частности, ANSYS, T-FLEX, так и специальные программы, ориентированные на конкретные области применения, например, Boiler Designer.

Технические возможности НИУ «МЭИ» позволяют также реализовать модель объекта в различных материалах (пластик, гипс, металл) с применением, например, специализированного программного пакета для пространственного моделирования и механообработки Art CAM [3].

Активно используются компьютерные технологии (КТ) при проведении различных форм занятий (на лекциях, семинарах, практических занятиях) для представления учебного материала. Это презентации лекций, проведение объяснений с использованием различных пакетов прикладных программ в режиме on-line, демонстрация видео роликов, описывающих технологические процессы в энергомашиностроении и энергетике и так далее.

Длительная практика использования компьютерных технологий в обучении выявила как их достоинства, так и недостатки.

2. О ПЛЮСАХ ГЛОБАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Положительные стороны использования компьютерных технологий в учебном процессе в вузе можно рассматривать с двух точек зрения: со стороны обучаемых и педагогов.

С точки зрения обучаемых безусловным достоинством КТ являются следующие:

- возможность обработки больших массивов данных;
- быстрота создания графических изображений, в том числе диаграмм и графиков, при оформлении учебных работ;
- четкость и точность двумерных изображений технических изделий при создании проектно-конструкторской документации на разных этапах обучения;
- возможность параметрического задания 2D и 3D графических моделей технических объектов;
- возможность применения пакетов прикладных программ для определения расчетных характеристик технических объектов и их геометрических параметров;

– удобство редактирования изображений геометрических моделей с учетом их расчетных параметров;

– возможность создания объёмных геометрических моделей технических объектов и самих реальных объектов на базе их графических моделей, применения CAM систем.

С точки зрения преподавателей к достоинствам КТ при проведении различных форм занятий можно отнести следующие:

– высокое качество иллюстративного материала для проведения лекционных и практических занятий;

– возможность представления в ходе занятий рабочих процессов, происходящих в сложных технических устройствах и системах, в виртуальной форме;

– систематизация учебных и методических материалов в форме электронных образовательных ресурсов (ЭОР);

– создание электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) дисциплин;

– возможность дистанционного обучения и контроля знаний и умений студентов на базе ЭУМК дисциплин.

Однако имеются и отрицательные стороны глобальной компьютеризации учебного процесса.

2. О МИНУСАХ

Рассмотрим, что теряет в ходе подготовки студент, и какие «мины замедленного действия» закладываются в базис его дальнейшей инженерной деятельности.

Учебные планы 2011 г. по направлениям подготовки института Энергомашиностроения и механики НИУ «МЭИ», созданные в соответствии с требованиями ФГОС ВПО 3-его поколения, предусматривают сокращение часов аудиторных занятий и переносят акцент на самостоятельную работу студентов. В то же время, возрастают требования к владению компьютерными технологиями в различных областях инженерной деятельности, а значит и соответствующих дисциплинах, которые изучаются на различных этапах подготовки. Это вынужденно приводит к сокращению времени и объемов учебного материала, напрямую не связанного с компьютеризацией, но играющего важную роль в процессе формирования инженерного мышления, способности системного анализа при решении проблемных и поисково-творческих задач, как на материале учебных заданий, так и в реальных производственных ситуациях.

Например, на протяжении последних лет на научных конференциях интенсивно обсуждается целесообразность глубокого изучения теоретических основ и правил оформления двумерных чертежей и ставится вопрос, не лучше ли сразу начать с создания трехмерных моделей в ходе изучения дисциплины «Инженерная графика» [1, 2]. Авторы такой точки зрения опираются на возможности современных CAD/CAE систем и технологические возможности производства создавать изделия, минуя этап создания двумерных чертежей.

При этом авторами не учитывается ряд важных обстоятельств и факторов:

– существующая сегодня конструкторская документация выполнена в основном в виде двумерных чертежей и хранится как в бумажном, так и в электронном виде в различных форматах (dwg, jpg, pdf и других). Поэтому потребность в специалистах, способных читать двумерные чертежи, (а значит мысленно реконструировать объект в пространстве, определять его метрические характеристики) по-прежнему актуальна;

– создание трехмерной графической модели сложного технического объекта невозможно без анализа геометрических форм, формирующих его поверхность, а затем синтеза с использованием различных вариантов задания поверхностей и составляющих элементов формы и применения к ним соответствующих операций (вычитание, вытяжка, вращение и другие). Отсюда и обязательной составляющей в подготовке специалиста должно быть развитие его способности к анализу форм геометрических объектов и умения декомпозировать сложные объекты на элементарные; прогнозировать результаты математических операций, производимых с объектами;

– оптимальная параметризация графической модели также невозможна без операций анализа форм и мысленной декомпозиции реального объекта.

Применение в учебном процессе и в дальнейшей исследовательской и расчётно-проектной деятельности, как различных специальных пакетов прикладных программ, так и CAD/CAE систем также требует от студентов и специалистов умения анализировать методику расчетов, оценивать достоверность получаемых результатов решений.

Сегодняшняя практика применения студентами компьютерных технологий при проведении расчетов в курсовом и дипломном проектировании показывает, что зачастую студенты:

– используют пакеты прикладных программ для инженерного анализа и расчетов, не имея полного представления о математическом аппарате, который применяется в этих пакетах;

– не способны прогнозировать, а затем анализировать результаты проводимых расчетов и операций моделирования, полученные с помощью компьютерных программ.

Такой подход к использованию компьютерных технологий в значительной степени выхолащивает

способность студентов к аналитическому и креативному мышлению.

На основании вышесказанного делаем вывод: использование современных CAD и CAE систем требует глубоких базовых знаний, умений и навыков, вырабатываемых в ходе изучения классических основ естественнонаучных, общетехнических и специальных дисциплин. Это ставит сложную педагогическую задачу: привить студентам устойчивые навыки работы с различными пакетами прикладных программ (ППП) без ущерба для развития их аналитических способностей и, в конечном итоге, системного инженерного мышления.

3. О ПРИНЦИПАХ ОПТИМАЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПЛАНА И РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

При формировании учебного плана подготовки бакалавров и магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» ставится задача оптимизировать объём учебного материала, отводимое на его изучение время, формы изучения и использования компьютерных технологий. При этом граничными условиями являются определенные ФГОС ВПО: набор базовых дисциплин, общее количество часов за весь период обучения и количество часов, отводимых для аудиторной и самостоятельной работы, а также ряд других условий.

При формировании учебного плана и рабочих программ дисциплин предлагается соблюдать следующие базовые принципы:

− сохранить на всех этапах обучения те модули дисциплин, которые формируют аналитическое, образное и системное инженерное мышление;

− синхронизировать изучение материала в рамках смежных дисциплин (например, при изучении аналитической геометрии, инженерной и компьютерной графики);

− соблюдать логическую последовательность изучения учебного материала в рамках, как отдельных учебных дисциплин, так и процесса обучения в целом;

− для изучения выбирать пакеты прикладных программ, наиболее востребованные на базовых предприятиях энергомашиностроения;

− последовательно по мере возрастания сложности учебных заданий вводить в программу подготовки изучение возможностей CAD, CAE и CAM систем и интегрированных в них специальных ППП в рамках отдельных курсов или модулей дисциплин;

− при изучении CAD/CAE/CAM систем анализировать возможные области их применения;

− акцентировать внимание студентов на инвариантных составляющих интерфейса и математической базе CAD/CAE/CAM систем;

− обучать студентов оценке достоверности получаемых результатов.

Рассмотрим моделируемый процесс обучения на примере ряда основных базовых дисциплин общетехнического и профессионального циклов и определим последовательность изучения современных компьютерных технологий на этапах подготовки бакалавров и магистров.

Цикл общетехнических дисциплин начинается с изучения начертательной геометрии. В рамках дисциплины можно выделить модули, дающие представление о процессе создания графических моделей различных геометрических объектов (точка, прямая, поверхность), их взаимном положении, параметрических характеристиках. На этом этапе вводятся понятия *каркасных линий* и *базовых элементов формы* поверхностей, используемых в твердотельном моделировании. В то же время решаются задачи мысленной реконструкции объекта по его двумерной модели. Таким образом, одновременно происходит развитие образного мышления и осуществляется первое знакомство с базисом CAD систем.

На следующем этапе в ходе изучения дисциплины «Инженерная графика», для создания и оформления конструкторских документов целесообразно вводить модуль компьютерной графики, выделяя для его изучения отдельные часы параллельно с основными разделами дисциплины. Здесь закладываются навыки работы в системе AutoCAD для создания, как плоских, так трехмерных изображений объектов, изучаются стандарты по созданию и оформлению электронных конструкторских документов.

В рамках дисциплины «Основы конструирования» начинается изучение средних САПР. Одной из таких систем является система SolidWorks. Система достаточно проста в освоении и имеет специальный модуль Simulation для проведения инженерных расчетов. Изучать систему также следует параллельно основным модулям дисциплины. Причем, наряду с созданием виртуальных геометрических моделей деталей и сборочных единиц, необходимо научить студентов проведению конструкторских расчетов, анализу размерных цепей в системе SolidWorks и по их результатам — коррекции параметров моделей и созданию на их основе плоских чертежей. Это поможет преодолеть наблюдаемый на старших курсах [4] недостаток опыта студентов в области CAD/CAE интеграции.

Обучение по дисциплинам «Теоретическая механика» и «Сопротивление материалов» включает изучение как специализированных CAE систем, так и специальных прикладных программ для проведения инженерных расчетов с дальнейшим сравнительным анализом результатов.

В период магистерской подготовки в специальных дисциплинах профессионального цикла могут

изучаться и использоваться в проектах базовые возможности «тяжелых» САПР (CATIA, NX, Pro/ENGINEER и другие) [5].

На каждом из представленных этапов в виде демонстрации либо реализации части курсового или дипломного проекта могут создаваться в материале реальные модели и сами объекты с использованием CAM систем.

Выше представлена оптимальная траектория получения комплекса знаний, умений и навыков в области современных технологий инженерного проектирования и конструирования. Но остается острым вопрос дефицита аудиторного учебного времени. Есть ли резервы и как их использовать?

Одним из важных условий рационального использования учебного времени является синхронизация изучения взаимодополняющего учебного материала в рамках различных дисциплин. В качестве примера можно привести изучение разделов «Поверхности», «Пересечение поверхностей» в дисциплинах «Начертательная геометрия» и «Аналитическая геометрия»; теоретических основ булевой алгебры и операций с базовыми элементами форм в модуле «Компьютерная графика».

Распределение часов, отводимых в учебном плане для дисциплин вариативной части является еще одной возможностью для нахождения резерва времени. Кроме того, возможны резервы времени и внутри самих базовых дисциплин, если учесть, что компьютерные технологии освобождают студентов от рутинной работы, переводя акцент на обучение на базе поисково-творческих задач.

Еще одним резервом может служить правильная организация самостоятельной подготовки студентов, обеспеченность их учебной литературой, организация доступа к современным электронным образовательным ресурсам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накопленный опыт применения современных компьютерных технологий при обучении бакалавров и магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» показывает не только положительные, но и отрицательные стороны этого процесса.

Предлагаемый путь совершенствования учебных планов и программ инженерной подготовки позволит определить точное место, время, объём и содержание учебного материала для формирования компетенций в области современных информационных технологий проектирования и конструирования. Это поможет избежать отрицательного воздействия компьютеризации учебного процесса на формирование инженерного мышления будущих специалистов. Полная реализация описанной модели учебного процесса позволит поднять подготовку бакалавров и магистров на качественно новый уровень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рукавишников В.А., Альтапов А.Р.** Инновационная модернизация графической подготовки в энергетическом образовании // Труды 18 Международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 19—20 октября 2010 г., Москва. В 3 т. Т.3. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. — С. 95—102.

2. **Хейфец А.Л.** Учебный курс теоретических основ 3D-компьютерного геометрического моделирования и его перспективы // Труды 20 Международной научно-технической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО 2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — С. 119—122.

3. **Серков С.А., Дементьева С.Г.** Создание трехмерной модели рабочей лопатки паровой турбины в среде программного пакета для механообработки // Труды 20 Международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 20—22 ноября 2012 г., Москва. В 3 т. Т.2. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — С. 81 − 84.

4. **Щеглов Г.А.** О компетенциях CAD/CAE интеграции геометрических моделей // Труды 20 Международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 20—22 ноября 2012 г., Москва. В 3 т. Т.2. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — С. 81—84.

5. **Лещихина И.Е., Мальцева Е.Ю**. Инженерный анализ твердотельных моделей // Труды 21 Международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». 19—21 ноября 2013 г., Москва. В 3 т. Т.1. — М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — С. 23—29.

А.В. Сорокин
alexander_sorokin@ru.ibm.com
IBM EE/A, Москва

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ КОНЦЕПЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО УНИВЕРСИТЕТА

АННОТАЦИЯ

Несмотря на долгую историю, существующее развитие информационных систем класса e-learning свидетельствует об отсутствии платформ, которые бы де-факто представляли стандартный подход к формированию киберуниверситета. Многочисленные аналитические обзоры в этой области, выполняемые известными аналитическими агентствами — Gartner, Forrester, IDC — это подтверждают, отмечая складывающееся предпочтение по отношению к платформам с открытым кодом. Причиной этого является их доступность, а не продвинутые характеристики. В работе исследуются причины такого положения дел, а также формируются требования к перспективным платформам, исходя из той роли, которую электронное образование будет играть в будущем.

ВВЕДЕНИЕ

Применительно к электронному обучению часто используется подход, основанный на использовании того или иного коробочного продукта или веб-сервиса, автоматизирующего учебный процесс, задача которого помочь обучить как можно больше студентов. Как следствие, дистанционное обучение воспринимается в качестве некоторого отростка от полноценного университетского образовательного процесса. Так, например, в подготовленном Минобрнауки РФ проекте приказа «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» в качестве цели внедрения информационных технологий дано определение:

«Целью применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий образовательной организацией является обеспечение доступности образования (п.3 проекта приказа, http://минобрнауки.рф/документы/3244/файл/2051/13.04.02-электр.обучение.pdf)».

Процитированное противоречит определению качества образования как «комплексной характеристики планируемых результатов образовательной деятельности», данному в Федеральном законе об образовании в Российской Федерации.

Таких противоречий в документах, публикуемых на сайте Министерства, к сожалению, много. Это указывает на отсутствие какой-либо государственной политики в области электронного обучения, и, как следствие, корреляции между электронным и традиционными способами передачи знаний.

1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ МИРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В реальности существуют разные университеты, ставящие перед собой различные задачи подготовки кадров. Например, это может быть подготовка политической или финансовой элиты, массовый выпуск технических специалистов. Или речь может идти о выпускниках, обладающих в том числе специфической моторикой: музыканты, художники, хирурги. В зависимости от общих целей образования должно определяться место, задачи и вид применяемых информационных технологий. Очевидно, что концепция киберуниверситета не может быть универсальной, хотя может включать некоторые инвариантные принципы.

Что касается набравших популярность так называемых Massive Open Online Course (MOOC) — массовые открытые курсы в Интернет, эта форма приветствуется как новый инструмент распространения знаний, однако привязка к университетской культуре с завершением курсов выдачей полноценного университетского диплома сопряжена с рядом проблем. Так, наиболее известные открытые курсы Массачусетского технологического института завершает порядка 5 % начавших обучение. До настоящего момента можно говорить о месте таких курсов, как способа самообразования, ведущего начало от курсов по телевидению и лекций в Политехническом музее общества ***«Знание».*** Недавно был запущен первый отечественный многообещающий проект открытая электронная система образования «Универсариум»: http://universarium.org/.

При всем при этом хорошим вопросом остается следующий: а из чего должна исходить государственная политика в области образования с учетом возможностей современных информационных технологий?

Текущая практика внедрения электронного обучения демонстрирует необходимость тесной привязки этого направления к осмысленной политике в области образования. Здесь уместно вспомнить о эксперименте, проводимом Минвузом РСФСР в конце прошлого века по внедрению программно-целевых методов управления наукой на основе формирования целевых программ с упором на использование автоматизации и компьютерных технологий:
http://transfer.eltech.ru/innov/archive.nsf/0d592545e5d69ff3c32568fe00319ec1/2ce9e97f0c9f85dfc325718d002fbe4b?OpenDocument

В ходе эксперимента было создано Научно-промышленное объединение, и к решению управления и разработки научно-технической политики активно привлечены ведущие ученые и специалисты Высшей школы России. Созданное НПО опиралось на целевые программы НИОКР по таким актуальным направлениям, как АСНИ, САПР, новые источники энергии, повышение продуктивности сельского хозяйства и многие другие. Это позволило приблизить уровень принятия решений к университетским НИР и учебному процессу и значительно их дебюрократизировать. Но главным достижением было, задолго до популярных сейчас проектов сотрудничества в социальных сетях и социального бизнеса, создание механизма межвузовской кооперации в качестве единственного средства, способного быстро поднять уровень научных исследований в Российских университетах.

К образованию в целом и к высшему образованию в особенности имеются большие претензии практически во всех странах. В России только два наших лучших университета — Московский и Санкт-Петербургский — вошли в список лучших 500 вузов по Шанхайскому рейтингу 2013 г. (http://www.shanghairanking.com).

Для сравнения: в США — 149, в Китае — 42, в Бразилии — 6, в Германии — 39, в Голландии — 12, в Южной Африке — 3. Кроме того, более 60 % выпускников работает не по специальности. Существует также, иногда в скрытой форме, проблема молодежной безработицы.

В Индии компании отмечают разрыв по отношению к требованиям, предъявляем ими к качеству выпускников. С целью доучивания организуются профессиональные тренинги, которые иногда требуют ощутимых финансовых затрат. Компания Infosys тратит на 13—16 недельные курсы порядка 1 % дохода. В Южной Африке на 800 тыс. вакантных мест приходится 600 тыс. безработных выпускников. В США отчисление из вузов, перечисленное в потерю заработка в продолжении трудового стажа оценивается в 320 млрд. долл. ежегодно. В Великобритании резко возросла стоимость обучения, и студенты имеют проблемы с выплатой взятых на обучение кредитов.

В мире в целом безработица среди молодежи оценивается в 75 млн. (2011 г.), при этом на 2020 г. прогнозируется, что 85 млн. вакансий будут не заполнены из-за отсутствия квалификационных навыков.

В целом аналитики IBM считают, что мировые тенденции в области образования можно обозначить следующим образом:

- традиционный процесс обучения не работает — нужен новый, масштабируемый по потребностям растущих рынков, процесс;
- спрос на квалифицированных выпускников значительно превышает предложение, особенно на развивающихся рынках;
- увеличивается разрыв между даваемыми университетами знаниями и потребностью в профессиональных навыках;
- огромные массивы данных создаются, но в основном не анализируются.

Современные информационные технологии позволяют смягчить связанные с этим потери, как минимум, посредством решения следующих задач:

- строить предпочтительные траектории обучения и критерии для оценки необходимости вмешательства со стороны администраторов и других заинтересованных лиц;
- устанавливать более тесную связь между образованием, наймом и переподготовкой;
- формировать и совершенствовать метрики для использования в процессах управления подготовкой выпускников, трудоустройства, поиска талантов, снижая таким образом затраты на социальные пособия;
- образование, основанное на ИТ, позволит выходить на новый уровень детализации данных, диагностики и прогностического анализа.

2. ВОЗМОЖНОСТИ И МЕСТО ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

Ценность высшего образования, в частности, иллюстрирует статистика, собранная Агентством регионального развития, анализировавшего устойчивость сферы услуг в США до и после экономического кризиса начала нового тысячелетия (рис. 1).

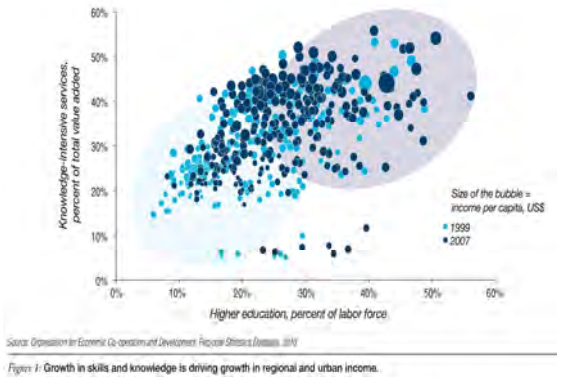


Рис. 1. Развитие высокотехнологичных сервисов, поддерживаемых образованными специалистами, оказывается стабильным

В верхней правой части рис. 1, где высокотехнологические услуги оказывались персоналом предприятий, имеющим в своем составе большой процент сотрудников с высшим образованием, размер кружков, иллюстрирующих доходность предприятий, оказывается выше. Большую устойчивость де-

монстрировали предприятия, предоставляющие высокотехнологические услуги.

Информационные технологии предлагают ряд решений, которые могли бы помочь решению вопроса о повышении качества обучения. Для наглядности в данной работе они объединены в три направления.

Первое направление — это развитие социальных инструментов взаимодействия «преподаватель-студент» и «студент-студент». Задача — погружение в студент–ориентированный учебный процесс, единый для всех форм обучения, поддерживаемый электронной социальной средой, и приближение к стандартам виртуальной реальности.

В практике университетов все чаще используются облачные сервисы социальных сетей и инструментов. Некоторые университеты, например, Интуит в России, Гарвард в США и многие другие за рубежом используют Facebook и Skype для проведения занятий. Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого и компания «Джинус Технолоджис» разработали виртуальный университет на базе IBM Connections — социальной сети, на которой организован Интранет компании IBM (http://www.novsu.ru/dept/1295/i.2429/?id=107900).

Второе направление — аналитика в социальной сети. Задача — построение персональной траектории обучения и настройка её посредством рекомендуемых предметов. Рекомендации формируются на основе анализа учебной истории студента. Кроме того, в задачи анализа также входит фиксация состояния обучаемого в целях прогнозирования ситуаций, связанных с возможным прекращением обучения. Именно на бизнес-аналитику, встроенную в социальный софт, возлагаются надежды на персонализацию образования и более эффективное взаимодействие преподавателей и студентов. В этой сфере отмечается следующая тенденция: индустрия образования находится на начальном этапе ИТ трансформации. Конкретные признаки такой тенденции:

- спрос на квалифицированных выпускников значительно превышает предложение, особенно на развивающихся рынках;

- увеличение разрыва между образованием и потребностью в навыках;

- растущее недовольство в связи с неэффективностью систем образования;

- огромные массивы данных создаются, но в основном не анализируются.

Возможности, предоставляемые аналитикой, для решения отмеченных проблем:

- образование, основанное на ИТ, выходит на новый уровень детализации данных в процессе обучения — диагностика и прогностический анализ;

- строить предпочтительные траектории обучения и критерии для оценки необходимости вмешательства со стороны администраторов и других заинтересованных лиц;

- устанавливать более тесную связь между образованием и наймом/переподготовкой;

- улучшать метрики для использования в процессах управления подготовкой выпускников, трудоустройством, поиском талантов и затратами на социальные пособия.

Применение средств аналитики (SPSS и Cognos) осуществляется на разных этапах учебного процесса и преследует различные цели (рис. 2).

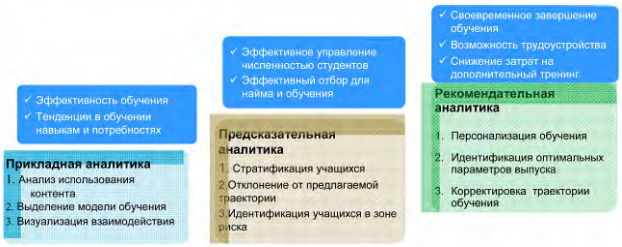


Рис. 2. Использование аналитики в учебном процессе

В этом процессе задействованы три вида аналитики:

- прикладная аналитика;

- предсказательная аналитика;

- рекомендательная аналитика.

Эти аналитические инструменты позволяют последовательно решать задачи выделения модели обучения, идентификации учащихся в зоне риска и персонализации обучения. В качестве источников данных для используемых аналитических инструментов выступают самые различные накапливаемые в процессе обучения сведения о студенте. В их числе результаты тестов на приемных экзаменах, посещаемость занятий, оценки успеваемости, выбираемые курсы, статистика взаимодействия в социальных учебных сетях с преподавателями и студентами, активность на форумах, создание собственных учебных блогов и вики и т.д.

Внедрение этого подхода в школах штата Алабама позволяет измерять состояние учащихся по 150 метрикам. В графстве Гамильтон департамент образования сообщает о снижении количества отчисляемых студентов на 25 %.

Третье направление — облачная платформа, интегрирующая сервисы и приложения, создаваемые или арендуемые для обеспечения образовательного процесса, а также управления университетом. Кроме свойств интеграции такая платформа обладает возможностями динамического регулирования нагрузки на физических серверах, а также перестройки конфигурации системы в достаточно короткие сроки (часы и дни).

Использование облачных платформ в образовании рассмотрено в [1]. Недавно IBM опубликовала сообщение о выпуске собственного продукта на основе Виртуальной облачной лаборатории Virtual Computing Lab (VCL) — IBM VCL. В IBM-ской версии продукта с открытым кодом значительно усилена функция защиты контента, снижены общая стоимость владения (TCO) и усовершенствовано управление облачной инфраструктурой. Менее проработанными являются функциональная поддержка учебного процесса, а также управления им [2, 3].

Важнейшим ресурсом отечественной высшей школы являются преподавательские кадры. С учетом конкретной, сложившейся в настоящее время в России демографической ситуации, нужна ускоренная целевая программа обучения преподавателей использованию электронных средств, образовательных ресурсов и созданию электронного контента. Более того, необходимо решать проблемы интеллектуальной собственности в отношении разрабатываемых электронных курсов, а также выработки стимулирующей государственной политики по созданию рынка контента. В перспективе такой рынок мог бы стать источником экспорта и дополнительных средств развития национального образования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Необходима хорошо продуманная и обоснованная государственная политика в области реформирования высшей школы, определяющая место и концепции электронного обучения.

2. Цели обучения всех студентов должны быть одинаковыми и направленными на получение качественных знаний и современных, востребованных экономикой, навыков.

3. Необходимо создавать условия для привлечения венчурного капитала к созданию киберуниверситетов.

4. Концепция киберуниверситета должна исходить из единства платформы, поддерживающей все виды обучения в целях повышения его качества, и быть тесно увязана с политикой в области образования, а также задачами каждого отдельного образовательного учреждения.

5. Платформа должна поддерживаться СОА и облачными технологиями, а также аналитикой.

6. Студенты включаются в студент-центрированный учебный процесс, обеспечивающий визуализацию обучения, аналитику результатов (контроль качества) и индивидуальную траекторию обучения.

7. Кадры преподавателей надо готовить! Нужна стимулирующая политика министерства и университетов.

8. Учебный контент должен быть объектом патентного права, регистрироваться и защищаться в качестве интеллектуальной собственности. Государство должно стимулировать развитие рынка образовательного контента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сорокин А.В.** Использование облачных технологий в образовании / Труды ИНФОРИНО 2012, — М. МЭИ, 2012. — С. 240—243.

2. **IBM** VCL Solutions for Cloud. URL: http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/education_technology/nextsteps/solution/I107694Y71151L33.html.

3. **IBM** Smarter Education. URL: http://www-935.ibm.com/industries/education/.

И.Д. Столбова, А.Б. Шахова, К.Г. Носов
stolbova.irina@gmail.com, sab_perm@mail.ru, designprosu@gmail.com
ФБГОУ ВПО Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь

ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ХОДЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы организации базовой графической подготовки студентов университета в рамках ФГОС ВПО. Обосновывается необходимость введения лабораторного практикума в курсе дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» для формирования инструментальных компетенций проектно-конструкторской деятельности.

ВВЕДЕНИЕ

Переход на ФГОС ВПО установил в качестве идеологической основы образовательного процесса в высшей школе компетентностный подход, что означает целенаправленное формирование заявленных компетенций выпускника на всех этапах обучения студента, в рамках каждого предметного обучения как составной части реализации вузовской основной образовательной программы (ООП) по определенному направлению подготовки [1, 2]. Отметим, что базовая графическая подготовка в Пермском национальном исследовательском политехническом университете осуществляется при реализации более 80 основных образовательных программ очной формы обучения и 62 — заочной. В силу этого встает вопрос о необходимости унификации компетентностно- ориентированного обучения графическим дисциплинам и разработке уровневых программ освоения предметной области [3].

1. КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Основой организации образовательного процесса обучения графическим дисциплинам является разработанная компетентностная модель графической подготовки студентов. С учетом проведенных обобщений были даны инвариантные формулировки компетенций, которые можно считать универсальными по отношению к любому из направлений подготовки в области техники и технологии, в формировании которых участвуют графические дисциплины. К ним относятся:

– профессиональная компетенция (обобщающая все компетенции, относимые к проектно-конструкторской деятельности): **готовность к проектно-конструкторской деятельности;**

– инструментальная компетенция (в различных стандартах отнесенная к общекультурным или общепрофессиональным): **владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией; способность использовать современные информационные технологии в профессиональной деятельности.**

Если первая компетенция определяет содержание изучаемой дисциплины, то вторая предполагает выбор определенных форм проведения учебных занятий, применение новейших образовательных и компьютерных технологий, освоение в процессе обучения прикладных программных продуктов, необходимых для формирования профессиональной компетентности будущих специалистов.

Сегодня оценка качества разработанных программ подготовки студентов происходит с участием работодателей, необходимо учитывать потребности и ожидаемые возможности молодых специалистов при их вливании в процессы современного производства и проектирования [4]. Так, недавнее совещание представителей Пермского ВПК и политехнического университета выявило недостаточный уровень владения молодыми специалистами информационными технологиями и применяемыми пакетами прикладных программ, требуемыми в современном производстве.

Таким образом, в настоящее время актуализируется инструментальная подготовка студентов не только в рамках отдельных дисциплин, таких как «Информатика» или «Системы автоматизированного проектирования», но и в любом предметном обучении, в том числе и базовой графической подготовке студентов, осуществляемой в ходе изучения студентами университета дисциплины «Инженерная и компьютерная графика».

2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ В СТРУКТУРЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

В связи с переходом на ФГОС ВПО и массовым сокращением учебных часов на изучение дисциплин встает вопрос об интенсификации учебного процесса, интегративном подходе при освоении учебных программ. В силу этого авторы считают нецелесообразным раздельное изучение курсов инженерной и компьютерной графики. Компьютерная графика является составной частью графической подготовки студентов и предусматривает, помимо лекционных и практических занятий, обязательный лабораторный практикум в компьютерных классах кафедры (рис. 1). Программа графической подготовки студентов университета в рамках ООП различных направлений предусматривает 4 уровня сложности: односеместровый курс объемом в 3 за-

четные единицы (з.е.); двухсеместровые курсы в 4 з.е. и 6 з.е.; трехсеместровый курс в 8 з.е.

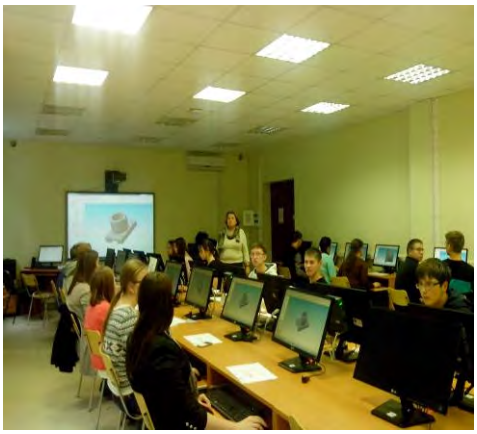


Рис. 1. Лабораторный практикум в компьютерном классе

Для каждого семестра обучения разработаны задания лабораторного практикума различного уровня сложности в форме тренажной технологии. За короткий период времени студенты под руководством преподавателя получают навыки работы в одной из графических сред по выполнению геометрических построений, редактированию чертежей, выполнению сборок, освоению основных приемов трехмерного моделирования и построения ассоциативного чертежа (рис. 2). Тренажная технология позволяет организовать процесс обучения с учетом индивидуальной подготовленности студента, учитывает различие в скорости выполнения упражнений студентами, позволяет предусмотреть дополнительные задания для «продвинутых» студентов. Лабораторный практикум позволяет привить студентам рациональные приемы работы в графических средах, формирует оптимальные алгоритмы построения при параметрическом моделировании типовых деталей.

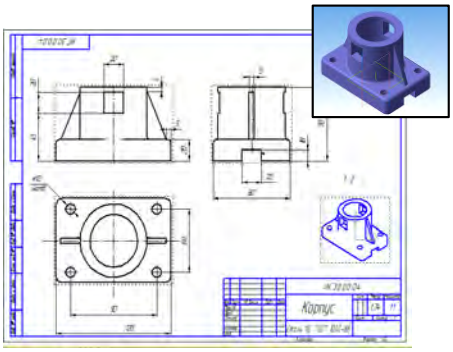


Рис. 2. Построение ассоциативного чертежа по модели детали

Лабораторный практикум проходит в компьютерном классе с сетевой организацией и выходом в Интернет. Преподаватель может осуществлять контроль на центральном (преподавательском) компьютере (с возможностью корректировки) выполнения задания студентом на каждом рабочем месте. Используются возможности интерактивной доски с двумя рабочими окнами, когда параллельно можно демонстрировать как, например, текущие построения в графическом редакторе, так и требуемые дополнительные иллюстративные материалы.

Инструментальные компетенции, формирование которых начинается в рамках лабораторного практикума, студенты продолжают развивать при выполнении заданий по инженерной графике, как на практических заданиях, так и в ходе самостоятельной работы над учебными проектами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хотелось бы отметить, что обучение по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» студенты проходят на 1—2 курсах обучения. В ходе лабораторного практикума студенты приобретают навыки работы в одном из графических пакетов AutoCAD, КОМПАС, Solid Works. Учитывая интенсивность развития современных технологий, безусловно, необходимо дальнейшее совершенствование инструментальных компетенций студентов, связанных с разработкой проектно-конструкторской документации. На кафедре создается Центр развития графических компетенций, где студенты по своему желанию могут продолжить освоение дополнительных графических сред, получить консультации по возможностям работы в новых версиях графических пакетов или рекомендации по выполнению собственных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Столбова И.Д.** Управление качеством предметного обучения на основе компетентностного подхода // Университетское управление: практика и анализ. 2011. № 3. С.55—61.

2. **Столбова И.Д.** Организация предметного обучения: компетентностный подход // Высшее образование в России. 2012. № 7. С. 10—20.

3. **Столбова И.Д., Александрова Е.П., Крайнова М.Н.** Об унификации компетентностно-ориентированного предметного обучения в условиях ФГОС ВПО // Инновации в образовании. 2012. № 12. С. 85—98.

4. **Матушкин Н.Н., Столбова И.Д.** Прагматизм как лейтмотив отношений: формирование компетентностной модели выпускника с учетом требований регионального рынка труда (на основе исследовательских материалов Пермского государственного технического университета) // Аккредитация в образовании. 2008. № 27. С. 58—61.

В.И. Тельной, А.В. Рычкова
tvi_007@mail.ru, angel_rych@mail.ru
Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, Москва

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению электронной формы представления конструкторских документов.

Раскрыто понятие электронной модели детали. Отмечены некоторые проблемы исполнения требований стандартов ЕСКД при ее создании.

Приводятся варианты представления конструкторских документов в электронной форме, используемые в учебном процессе ВА РВСН имени Петра Великого.

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие компьютерной техники в последние годы привело к активному внедрению современных информационных технологий во все области жизнедеятельности и производства. Этот процесс затронул также и конструкторскую документацию (КД).

За рубежом работа над стандартами для создания и ведения КД в электронной форме ведется уже в течение нескольких десятков лет. Россия долгое время оставалась в стороне от этого процесса, поэтому возникло определенное отставание, к ликвидации которого приступили в последние годы. Так, в течение последних восьми лет было переработано большинство стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), при этом часть стандартов разработана вновь [1, 2, 3, 4 и др.]. Особенностью этих стандартов является использование относительно новой терминологии, которая не нашла должного отражения в используемых нами учебниках и учебных пособиях. Это электронная модель детали (ЭМД), электронная модель сборочной единицы (ЭМСЕ), электронная структура изделия, ведомость электронных документов, электронный чертёж, аудиовизуальный документ (мультимедийный документ) и другие относительно новые термины. Рассмотрим более подробно понятие «электронная модель детали».

1. ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДЕЛИ ДЕТАЛЕЙ

ГОСТ 2.052−2006 ЕСКД [2] устанавливает требования к выполнению, составу информации и визуальному представлению ЭМД. Электронная модель детали по ГОСТу 2.102—68 ЕСКД — это документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю (включая предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.) [5]. Состав ЭМД представлен на рис. 1.

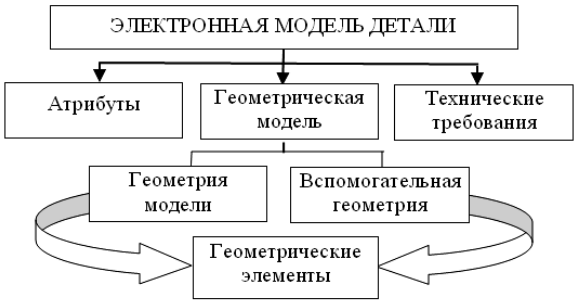


Рис. 1. Состав электронной модели детали

Известно, что создать компьютерную модель можно двумя способами: с помощью специализированных программных средств и с помощью программирования.

Рассмотрим особенности построения модели детали по двум её проекциям, представленным на рис. 2, с использованием программы КОМПАС-3D.

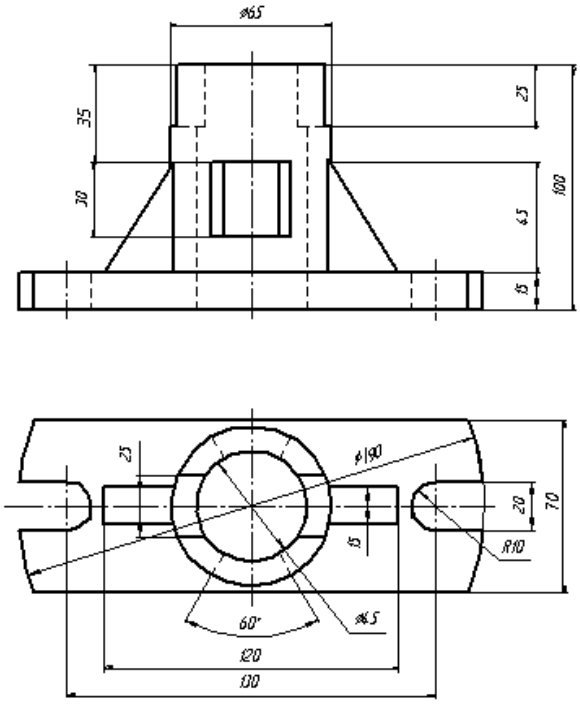


Рис. 2. Исходные данные для построения модели

Данный графический пакет полностью поддерживает требования стандартов ЕСКД при создании чертежей, что выгодно отличает его от зарубежных аналогов и является его большим преимуществом. Программа располагает широким набором различных опций, позволяющих индивидуально настроить

рабочую среду для комфортной работы, а также автоматизировать решение различных специализированных задач с помощью дополнительных библиотек различного назначения.

В системе КОМПАС-3D модели твердого тела создаются в два этапа (рис. 3).

Рис. 3. Этапы создания твердотельной модели в программе КОМПАС-3D

При разработке модели детали следует придерживаться определенной последовательности операций. Соблюдение этой последовательности способствует ускорению создания модели детали, т.к. предупреждает многие ошибки. Начинается работа с анализа формы детали, в ходе которого определяются её элементы и соответствующие им операции моделирования. Результаты проведенного анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1

Возможная последовательность выполнения модели детали

№ операции	Элемент детали	Операция	Плоскость построения эскиза
1	Основание	Выдавливание	ZX
2	Цилиндр	Приклеить выдавливанием	ZX
3	Рёбра	Приклеить выдавливанием	XY
4	Отверстие	Вырезать выдавливанием	ZX
5	Прямой вырез	Вырезать выдавливанием	YZ
6	Секторный вырез	Вырезать вращением	YZ

Выполнение отдельных операций построения 3D-модели показано на рис. 4.

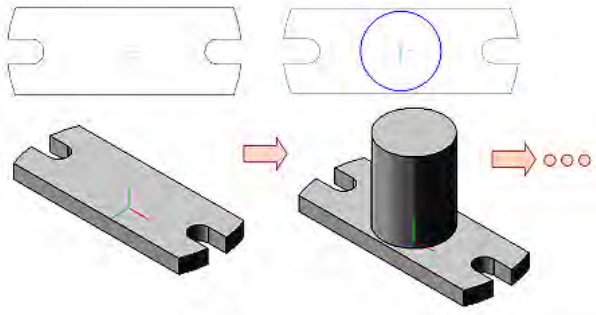


Рис. 4. Применение к эскизам операций «Выдавливание» и «Приклеить выдавливанием»

Пример созданной по данному алгоритму геометрической модели детали с учетом некоторых новых требований стандартов ЕСКД представлен на рис. 5.

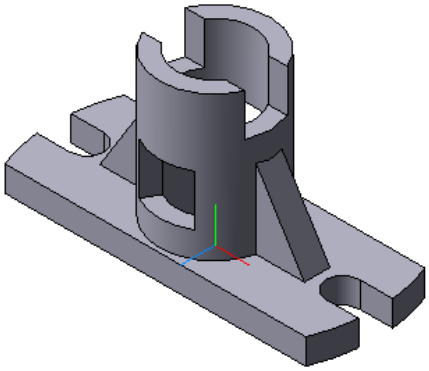
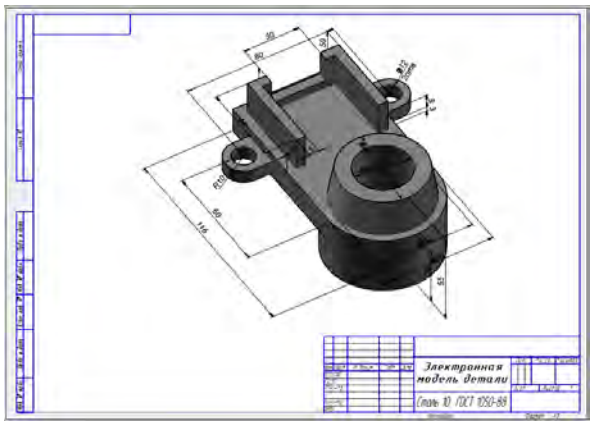
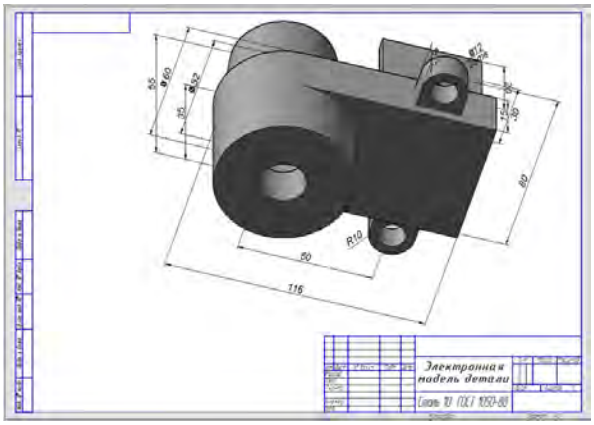


Рис. 5. Электронная геометрическая модель детали

Необходимо подчеркнуть, что построение 3D модели является творческим процессом, поэтому последовательность выполняемых операций может отличаться от предложенной в табл. 1. Добавив к геометрической модели детали данные, необходимые для ее изготовления и контроля (размеры, шероховатость и др.), можно получить ЭМД. В этом случае она может рассматриваться как самостоятельный графический документ (рис. 6) [5, 6].



а)



б)

Рис. 6. Пример оформления электронной модели детали в качестве самостоятельного графического документа

При ее разработке авторы и курсанты столкнулись с рядом трудностей по выполнению требований стандартов ЕСКД. Учитывая необходимость простановки всех размеров на модели детали, не всегда представляется возможность корректного размещения размеров, удобных для восприятия. Например, размеры радиуса *R10*, диаметров *ø12*, *ø30*, *ø46*. Кроме того, стандарт не оговаривает варианты с относительно сложными деталями, где имеют место подобные случаи и не достаточно одной модели для простановки обозначений, особенно на закрытых внутренних поверхностях (например, линейный размер *42*). При этом в стандарте не указано, допускается ли выполнять разрезы и как их обозначать [7].

2. ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Геометрическая модель детали может использоваться для создания электронного чертежа детали [5, 8]. Для этого в автоматическом режиме генерируются ассоциативные виды созданной трехмерной модели детали (рис. 7) и проводится построение необходимого и достаточного количества стандартных основных видов, расположенных в проекционной связи (рис. 8).

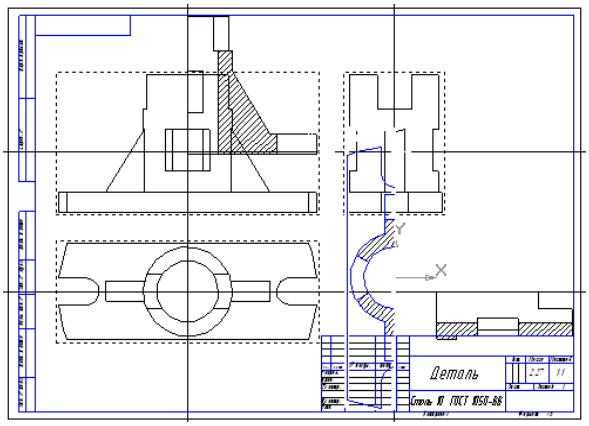


Рис. 7. Ассоциативные виды детали

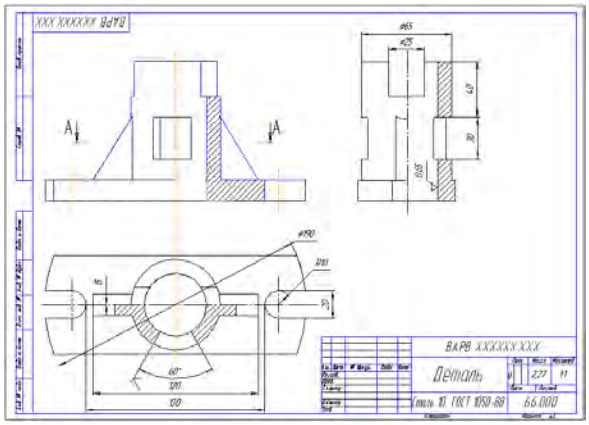


Рис. 8. Электронный чертеж детали

Специальными командами могут создаваться различные разрезы и сечения, дополнительные виды, местный вид, выносной элемент, а также аксонометрическая проекция детали с вырезом ¼ части (рис. 9).

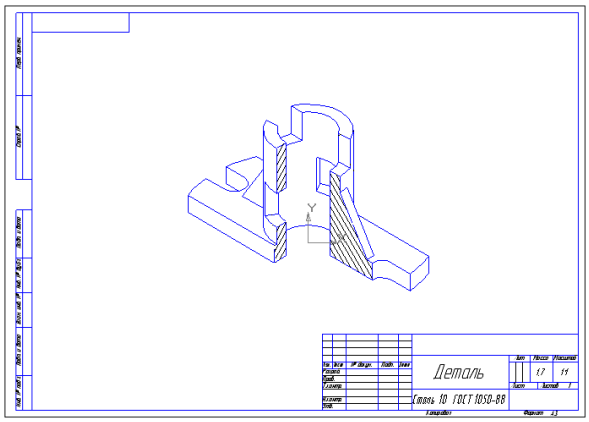


Рис. 9. Аксонометрическая проекция детали с вырезом ¼ части

Все изображения ассоциированы с моделью. Поэтому изображения на чертеже автоматически перестраиваются с внесением изменений в формы и размеры ЭМД.

Одним из преимуществ электронного чертежа является несложная корректировка. В поле такого чертежа всегда легко вставить уже готовые конструкторские элементы или даже целые модули, ранее разработанные в ходе выполнения смежных работ. Электронные документы можно архивировать с помощью специальных программ, причём файлы, используемые в универсальных векторных редакторах, с расширениями cdw, dwg и dxf. весьма хорошо сжимаются, что позволяет значительно уменьшить общий объем материала для передачи по сети Интернет при дистанционной форме обучения [9].

3. ОБМЕН ЭЛЕКТРОННЫМИ КОНСТРУКТОРСКИМИ ДОКУМЕНТАМИ

В рамках изучения графических дисциплин в ВА РВСН имени Петра Великого обучаемым предоставляется возможность освоить несколько программных продуктов различных САПР, в основном это используемые в конструкторской работе системы КОМПАС, AutoCAD, Inventor. В ходе учебного процесса возникает необходимость обмена графической информацией, созданной в различных системах, для дальнейшей доработки, редактирования и использования [10]. Как было отмечено выше, система КОМПАС-3D использует ряд графических форматов, позволяющих осуществлять обмен электронными конструкторскими документами с другими компьютерными программами [10].

Для обмена электронными моделями используются форматы:

– IGES (*.igs) — передаются поверхности, тела, кривые;

– AutoCAD DXF (*.dxf), AutoCAD DWG (*.dwg) — передаются поверхности, тела, отрезки, дуги;

– ACIS (*.sat) — передаются поверхности, тела;

– растровые форматы (GIF, JPEG, Windows Metafile);

– формат для просмотра VRML (*.wrl);

– формат математического ядра C3D (*.c3d).

Для обмена электронными чертежами используются форматы:

– IGES (*.igs);

– AutoCAD DXF (*.dxf);

– AutoCAD DWG (*.dwg);

– растровые (GIF, JPEG);

– Windows Metafile (*.wmf), Enhanced Metafile (*.emf);

– txt (для текстовых документов).

Практика показала, что не существует универсального формата способного передать параметрическую электронную модель или чертеж детали в полном объеме с поддержкой всех элементов и геометрии. Так, при переносе чертежа, например, из КОМПАС-3D в AutoCAD в зависимости от используемых версий и расширений может быть потеряна часть свойств. Наиболее характерными ошибками являются:

- превращение сплошной толстой основной линии в сплошную тонкую;

- окружности заменяются восьмиугольниками;

- частичное искажение текста и «залезание» букв друг на друга в некоторых местах;

- цвета линий не отображаются.

Для устранения этих ошибок необходимо будет потратить определенное время. Поэтому без особой необходимости конвертировать чертежи из одной программы в другую нет смысла.

В настоящее время дорабатываются методологии конвертирования графической информации. Решение этого вопроса в первую очередь зависит от разработчиков различных САПР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для того, чтобы электронная модель детали могла использоваться в качестве основного конструкторского документа, необходимо более детально разработать стандарты нанесения размеров на модель, и с учетом этого доработать графические программы.

Выполнение чертежей с использованием компьютерных средств, несомненно, более привлекательно для обучаемых по сравнению с традиционным черчением в бумажной форме. Однако эффективность использования системы КОМПАС-3D возможна лишь при наличии у студентов уверенных базовых знаний по начертательной геометрии, инженерной графике, а также при знании и понимании специфики построения графических объектов на «электронных кульманах».

Полученные навыки курсанты используют в дальнейшем при выполнении курсовой работы «Проектные и рабочие графические конструкторские документы» по инженерной графике, а также при выполнении курсовых проектов по специальным кафедрам и выпускной квалификационной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 2.051-2006 ЕСКД**. Электронные документы. Общие положения.

2. **ГОСТ 2.052-2006 ЕСКД**. Электронная модель изделия. Общие положения.

3. **ГОСТ 2.053-2006 ЕСКД**. Электронная структура изделия. Общие положения.

4**. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД**. Основные надписи.

5. **ГОСТ 2.102-68* ЕСКД**. Виды и комплектность конструкторских документов.

6. **Вольхин К.А., Головнин А.А., Маркова Т.В., Токарев В.А.** Стандарты ЕСКД как основание для обновления структуры и содержания графической подготовки в техническом вузе. URL: http://dgng.pstu.ru/conf2011/papers/73/. Дата обращения: 14.11. 2013.

7. **Токарев В.А., Токарев В.В.** Некоторые проблемы исполнения стандартов ЕСКД в компьютерной графике // Проблемы качества графической подготовки в техническом вузе в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: доклады Междунар. Интернет-конф. КГП-2010. - Пермь, 2010. С. 69—73. URL: http://dgng.pstu.ru/conf2010/papers/77/. Дата обращения: 14.11.2013.

8. **Тельной В.И.** Использование дидактических принципов при изучении государственных стандартов ЕСКД и СПДС в курсе инженерной графики // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С. 255—262.

9. **Губина Н.А., Монахов Б.Е., Тельной В.И.** Особенности и перспективы развития дистанционного обучения в МГСУ // Информатизация инженерного образования: тр. Междунар. науч.-метод. конф. — М.: МЭИ, 2012. С. 357—360.

10. **Рычкова А.В.** Совершенствование методики преподавания дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» // Совершенствование подготовки IT – специалистов по направлению «Прикладная информатика» для инновационной экономики: сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.–практ. конф. — М.: МЭСИ, 2012. С. 140—144.

В.А. Токарев, Ю.П. Шевелев
tokarev@rsatu.ru
ФГБОУ ВПО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», Рыбинск

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

АННОТАЦИЯ

Разработана и применена в учебном процессе в курсе «Компьютерная графика» методика создания и редактирования геометрических моделей сложных изделий, а также природных объектов для обеспечения требуемой фотореалистичности, размерной и геометрической точности.

В результате использования комплекса графических программ студенты приобретают навыки применения прикладных программных средств для решения практических задач по разработке информационных моделей объектов, а также работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.

ВВЕДЕНИЕ

В инженерной практике очень часто требуется комплексное использование различных специализированных приложений, предоставляемых компанией Autodesk. В связи с этим на кафедре графики Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П.А. Соловьева (РГАТУ) предложена методика комплексного использования приложений Autodesk в учебном процессе.

ПОЛУЧЕНИЕ СТУДЕНТАМИ НЕОБХОДИМЫХ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Основы компьютерной графики студенты изучают в РГАТУ в первом или втором семестре, поэтому учитываются знания учащихся, приобретенные в школе. Большинство студентов еще со школьной скамьи знакомы с продуктом Autodesk 3ds Max. В дополнение к этому продукту в данной методике используются приложения Autodesk 123D Catch, Autodesk SketchBook, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD.

Работа студентов начинается с кругового фотографирования объекта (рис. 1), в результате работы в дальнейшем должна быть решена комплексная задача моделирования, представленная на рис. 2. Этот первый этап позволяет им приобрести навыки получения набора цифровых растровых изображений объектов моделирования.

После загрузки фотографий в Autodesk 123D Catch с использованием облачных Интернет-технологий автоматически получается сеточная модель объекта в векторном формате и текстура объекта в растровом формате, показанная на рис. 3. Это позволяет приобрести навыки работы с прикладными программами, как средством управления и получения геометрической информации различного типа в цифровом виде.

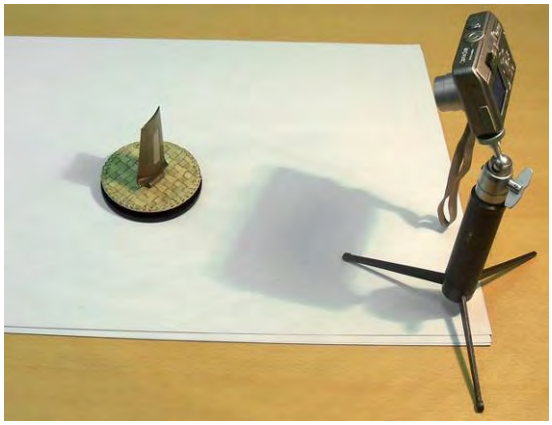


Рис. 1. Получение комплекта фотографий исследуемого изделия

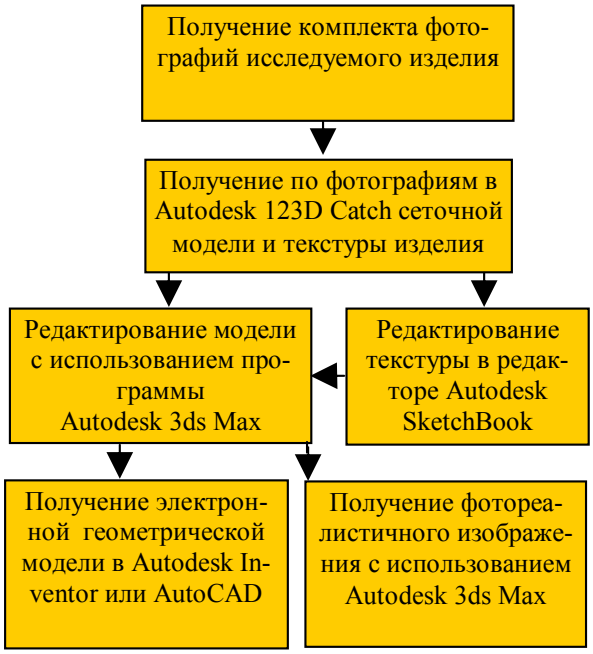


Рис. 2. Схема примера комплексного использования продуктов Autodesk в учебном процессе на кафедре графики РГАТУ

Ввиду того, что модель и текстура получены автоматически и не всегда имеют требуемую фотореалистичность, размерную и геометрическую точность, выполняется их редактирование в векторной и растровой программах, например, Autodesk 3ds Max и Autodesk SketchBook. На данном этапе студенты получают навыки обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирования реализации проекта доработки трехмерной геометрической модели и растровой текстуры её поверхности.

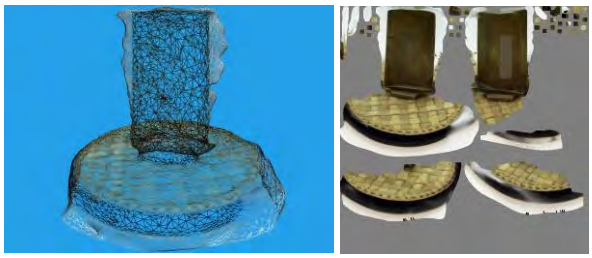


Рис. 3. Получение файлов геометрической модели и текстуры из Autodesk 123D Catch

На последнем этапе отредактированные модель и текстура используются для их визуализации в виде фотореалистичных статических и анимированных изображений (рис. 4). Это может быть использовано при разработке дизайн-проектов.

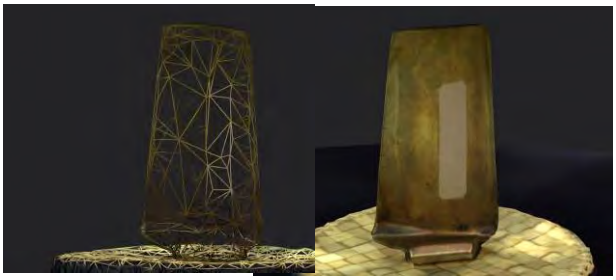


Рис. 4. Получение электронной геометрической модели и фотореалистичного изображения с использованием Autodesk 3ds Max

В отличие от промышленных изделий, природные объекты моделировать «с нуля» бывает крайне трудно, а иногда и невозможно. Поэтому применение данной методики особенно актуально для природных объектов (рис. 5 и 6).

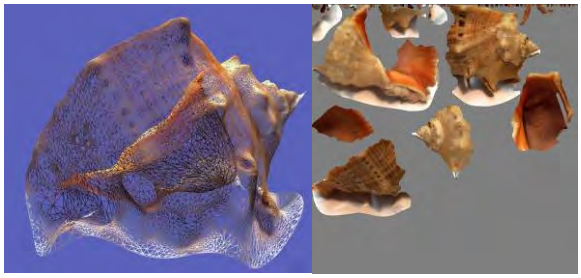


Рис. 5. Получение файлов геометрической модели и текстуры природного объекта из Autodesk 123D Catch

В данной методике в целом студенты приобретают навыки применения прикладных программных средств для решения практических задач по разработке информационных моделей объектов, а также работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.

Рис. 6. Получение фотореалистичного изображения природного объекта с использованием Autodesk 3ds Max

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате использования этой методики в учебном процессе студенты приобретают следующее:

– знания современных методов и средств компьютерной графики и геометрического моделирования;

– умения ставить задачу и разрабатывать алгоритм ее решения, получать цифровые изображения объектов моделирования, работать с прикладными программами, как средством управления и получения информации в цифровом виде, обобщать варианты решения проблемы, анализировать эти варианты, прогнозировать последствия, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности, неопределенности, планировать реализацию проекта доработки трехмерной геометрической модели и растровой текстуры её поверхности;

– навыки (владения) использования современных информационных технологий при разработке и производстве новых изделий.

Г.А. Фомин
FominGA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ОБУЧЕНИЯ АНАЛИЗУ ДАННЫХ И КОГНИТИВНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются программное, информационное и методическое обеспечение, используемые при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Системы поддержки принятия решений». Анализируется роль средств моделирования сложных объектов при выработке рекомендаций по принятию решений. Дается характеристика общей структуры и отдельных компонент комплекса средств обучения когнитивному моделированию сложных объектов управления.

ВВЕДЕНИЕ

Важной составной частью решения задачи автоматизации управления сложными объектами является анализ и моделирование этих объектов. Когнитивное моделирование — это один из современных подходов к изучению сложных объектов управления, используемых при создании автоматизированных систем управления и систем поддержки принятия решений. Здесь когнитивная модель (КМ) представляет собой качественное (неколичественное) описание объекта, составленное на основе знаний эксперта, строящего такую модель, и оформленное в виде графа или таблицы [1]. Во многих исследованиях создание КМ предшествует построению более детальных математических моделей объекта управления.

Изучение методов и средств построения КМ является важной составной частью подготовки специалистов по автоматизации и управлению. На кафедре управления и информатики НИУ «МЭИ» разработан комплекс информационно-аналитических и методических средств, используемых при проведении лабораторных занятий и при выполнении исследовательских и квалификационных работ студентов.

1. ОБЩАЯ МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторные занятия по дисциплине «Системы поддержки принятия решений (СППР)» проводятся в форме деловой игры, в ходе которой осуществляется исследование некоторого объекта и формирование макета СППР на этом объекте. В работе выделяются традиционные этапы: анализ объекта — проектирование системы — реализация. Выполнение работ осуществляется бригадами из 2 или 3-х человек с разделением задач между членами бригады таким образом, чтобы каждый из них участвовал как в проведении исследований, так и в создании компонент СППР.

Задание каждой бригады направлено на разработку средств поддержки принятия управленческих решений, относящихся к конкретному объекту, имеющему реальный прототип. В качестве таких прототипов используются объекты из ранее выполненных на кафедре управления и информатики научно-исследовательских проектов. На этих объектах решаются, например, такие задачи, как обеспечение эффективного использования приборной базы, сосредоточенной в центрах коллективного пользования, принятие решений о возможности продолжения эксплуатации газовой скважины на основе комплексной диагностики ее состояния и некоторые другие.

В исследовательских частях заданий предусматривается выполнение анализа данных, полученных на объекте, с целью выработки ряда суждений, важных для обоснования управленческих решений. В бригадных заданиях одной из целей анализа данных является оценка связей между факторами, характеризующими объект управления, и построение когнитивных моделей этих объектов. При этом студенты используют готовые информационно-аналитические средства, а также выполняют разработку дополнительных программных компонент для решения поставленных задач. Следует отметить, что основной упор здесь делается не на изучение программирования, а на выработку навыков системной интеграции с максимальным использованием готовых программ и программных компонент. При оценке результатов работы студентов применяется балльно-рейтинговая система.

2. СТРУКТУРА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Когнитивные модели — это субъективные модели, отражающие знания эксперта, занимающегося построением модели. Если для какой-то части объекта такие знания у эксперта отсутствуют или он сомневается в их достоверности, то в этих случаях используется анализ данных, полученных на объекте управления. КМ простых объектов может строиться без привлечения информационных технологий, но при моделировании сложных объектов использование таких технологий становится обязательным. При этом информационные технологии используются в следующих операциях:

– формирование образа КМ в виде когнитивного графа или таблицы;

– анализ КМ, выявление в ней циклов, общая верификация КМ;

– анализ данных с целью определения отдельных связей в составе КМ.

Для выполнения этих операций необходимо иметь набор средств, которые не всегда удается найти в широко распространенных пакетах программ анализа данных. Поэтому для поддержки процесса выполнения лабораторных работ студентам предлагается комплекс информационно-аналитических средств в следующем составе:

– библиотека программных компонент для анализа межфакторных связей в составе КМ;

– лицензионная версия пакета статистического анализа данных Statistica;

– программа формирования образа КМ в виде когнитивного графа или таблицы;

– программа выявления и анализа циклов в составе КМ;

– программа-имитатор объекта управления для получения навыков использования программ анализа межфакторных связей;

– совокупность баз данных, отражающих различные реальные объекты, используемые в бригадных заданиях;

– электронные методические пособия: регламент работ, задания, учебно-методические пособия.

3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

При выполнении лабораторных работ студенты используют данные, хранящиеся в базах данных, полученных на реальных объектах. В каждом наблюдении, сохраняемом в одной записи отдельной таблицы базы данных, представлены значения набора факторов, характеризующих состояние объекта в момент наблюдения. Здесь проявляются следующие типичные особенности сложных объектов управления:

– большое число факторов, характеризующих объекты;

– наличие большого числа межфакторных связей, причем в некоторых из них одни и те же факторы могут выступать в роли влияющих, а в других — в роли зависимых факторов;

– значения разных факторов представлены с помощью разных типов шкал: количественных, порядковых или номинальных.

Эти особенности усложняют построение КМ, приводят к значительной нагрузке на экспертов, занимающихся построением данных моделей. Несмотря на то, что в КМ обычно используется лишь простая характеристика межфакторной связи — её сила, для определения этой характеристики по данным наблюдений приходится применять разные меры в зависимости от типов шкал представления значений факторов, участвующих в связи [2]. Это предъявляет повышенные требования к квалификации экспертов.

4. ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Библиотека программных компонент разработана в среде MATLAB. Поскольку большинство компонент разработано сотрудниками кафедры и студентами, имеется возможность предоставить исходные коды компонент на m-языке. Из этих компонент студенты должны выбрать подмножество, адекватное полученному заданию и включить их в макет СППР.

Программы формирования образа КМ и выявления и анализа циклов предоставляются в виде загрузочных файлов. Пример сформированной КМ для одного из заданий показан на рис. 1. Здесь X1—X4 — факторы, характеризующие объект, стрелками отмечены связи между факторами, причем толщина стрелки пропорциональна силе связи, а стиль начертания кодирует знак связи.

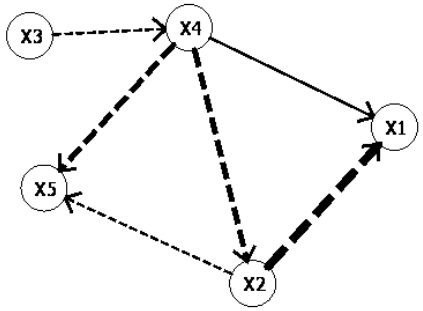


Рис. 1. Пример сформированной когнитивной модели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные средства обучения должны оказать большое влияние на формирование у студентов навыков исследования и разработки систем управления сложными объектами. Поскольку их применение обусловлено предшествующей основательной математической и информационно-технологической подготовкой, применение указанных средств целесообразно при обучении магистров, а также при выполнении их квалификационных работ. Отдельные компоненты этих средств могут также использоваться в ряде других дисциплин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Трахтенгерц Э.А**. Компьютерная поддержка принятия решений. — М.: СИНТЕГ,1998.

2. **Полотнов М.М., Фомин Г.А.** Методы построения и использования когнитивных моделей объектов принятия решений: Учебное пособие. — М.: Изд-во МЭИ, 2014.

А.Л. Хейфец
heifets@yandex.ru
Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ AUTOCAD

АННОТАЦИЯ

Показано построение поверхностей, заданных аналитическими выражениями, как в явной, так и параметрической форме. Построение выполняется в пакете AutoCAD. Приведены примеры. Работа рассмотрена как контрольно-графическое задание по курсу компьютерной графики.

ВВЕДЕНИЕ

Разделы компьютерной графики прочно вошли в учебный процесс кафедр графики. Их традиционным наполнением являются задания на построение чертежей средствами компьютерных технологий. Все большее применение находят 3d технологии, предусматривающие первоначальное построение реалистичных пространственных моделей деталей и узлов, а на их основе — получение чертежей в автоматическом режиме.

Автор является сторонником применения пакета AutoCAD в учебном процессе кафедр графики. Это обусловлено широкими возможностями этого пакета САПР [1, 3], позволяющими рассматривать его и как «букварь» в современной инженерной подготовке, и как пакет, позволяющий обучать специальным вопросам, например фотореалистичной визуализации и программированию.

Примером специальных возможностей AutoCAD является построение и исследование в этом пакете поверхностей, заданных аналитическими выражениями или уравнениями.

1. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание на построение поверхностей входит в завершающий этап инженерной компьютерно-графической подготовки и предусматривает знакомство с программированием на языке AutoLisp [1], методикой исследования поверхностей, фотореалистичной визуализацией и элементами создания дизайн-композиций в пакете Photoshop.

Уравнения для построения поверхностей студенты находят в литературе, например [2], или Интернете. Далее они знакомятся с элементами языка AutoLisp, входящего в поставку пакета AutoCAD, и составляют на этом языке уравнение выбранной поверхности. Уравнение включают в выдаваемую им базовую программу построения поверхности. Программа создает сетевую поверхность. От студента требуется определить оптимальные, с позиций наглядности, параметры построения сети и исследовать поверхность.

Исследования поверхности выполняются по одному из трех направлений. Например, исследовать поверхность методом сечений, то есть построить различные характерные сечения созданной поверхности. Второе направление — изучить «поведение» поверхности на различных участках области ее определения. Третий вариант — изучить влияние одного-двух параметров, входящих в уравнение поверхности.

2. БАЗОВАЯ ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Базовая программа [1], формирующая поверхность, выдается студентам. Студенту требуется лишь включить в нее функцию *fp1*, содержащую составленное им выражение для визуализируемой поверхности. Программа строит поверхности, как явно заданные, так и параметрические. Функция *fp1* содержит уравнения f_x, f_y, f_z создаваемой поверхности, по ним и по u, v — координатам узлов сети *fp1* — рассчитывает *x,y,z*-координаты узлов. Граничные значения сети, параметры ее дискретности и постоянные параметры уравнений поверхности задаются в функции *getdata* .

Функция *list_mesh* рассчитывает u, v — координаты всех узлов сети — и передает их функции *fp1* для определения *x,y,z*-координат узлов. Координаты заносятся в список *mesh*.

Чтобы обеспечить наглядность визуализации, список *mesh* переопределяется с целью масштабирования поверхности по z-координате. Отсек поверхности вписывается в параллелепипед, высота которого H задается по отношению к длине $L = (Xmax–Xmin)$ как $H = kz/L$. Коэффициент масштабирования *kz* подбирается экспериментально.

Функция *mesh_1* генерирует сеть по списку *mesh* координат ее узловых точек. Каждое из значений *nu, nv* не должно превышать 256. Более широкие возможности генерирования сети дают модули [1].

Главная функция *fp* рассматриваемой программы выполняет начальные настройки и последовательно вызывает рассмотренные функции.

```
;;; Построение поверхности, заданной уравнением
;;;            z = f(x,y)
;;;==========================================
 (defun fp1 (u v / z) ;_ поверхность (1)
   (setq      x  u           y  v
 z  (+ (/  (* x  (sin (1+   y))) (1+   (abs y))) (/ (*  y  (cos (1+  x)))
(1+  (abs  x))))
   )
   (list  x y z) ;_координаты uv- узла сети
)
;;;==== Ввод данных для поверхностей (1) и (2)
(defun  getdata (  )
  (setq
```

```
   umin   –10.     umax    10.
   nu       50  ;_ дискретность сети по u–координате
   vmin   –10.     vmax    10.
   nv       50   ; дискретность сети по v–координате
   kz       0.7  ;_коэфф. масштабирования по z
  )
)
;;;=======Создать список узлов сети
(defun list_mesh (umax umin vmax vmin nu nv kz / i  j  k
     mesh mesh1 pt stepu stepv u v xmax xmin zmax zmin)
  (setq     stepu (/ (– umax umin) (1–  nu)) ;_шаг по
                                                ;_параметру u
    stepv (/ (–  vmax vmin) (1–  nv)) ;_шаг по параметру v
            i    0 ;_счетчик по u
  )
  (repeat nu ;_цикл по u
   (setq j 0) ;_счетчик по v
   (repeat nv ;_цикл по v
    (setq u              (+ umin (* i stepu))
              v          (+ vmin (* j stepv))
        mesh (cons (fp1 u v) mesh) ;_включить узел в список
                                          ;_ сети
              j          (1+  j)
    )
   )
   (setq i (1+ i))
  )
;;;Масштабирование сети  по z-координате
  (if kz
   (setq
    ;;упорядочить список mesh по убыванию
    ;; z–координаты
     mesh1 (vl–sort mesh (function (lambda (e1 e2) (> (caddr
                                          e1) (caddr e2)))))
     zmax  (caddr (car mesh1))
     zmin  (caddr (last mesh1))
    ;;упорядочить список mesh по убыванию
    ;; x–координаты
     mesh1 (vl–sort mesh (function (lambda (e1 e2) (> (car e1)
                                          (car e2)))))
     xmax  (car (car mesh1))
     xmin  (car (last mesh1))
     k          (/ (* kz (–  xmax  xmin)) (–  zmax  zmin))
     mesh  (mapcar '(lambda (pt) (list (car pt) (cadr pt) (* k
                                          (caddr pt)))) mesh)
   )
  )
  (reverse mesh);_возвращаемый список сети
)
;;;======Модуль генерирования сети  mesh, заданной на
прямоугольной сетке nu*nv
(defun mesh_1 (mesh     nu    nv )
  (command "_3dmesh" nu nv)
  (foreach p mesh (command p))
)
;;;======Главная функция
(defun c:fp (/ umax umin  vmax   vmin    nu nv  kz)
  (setvar "cmdecho"  0) ;_отключить эхо–вывод
  (setvar "osmode"  0) ;_отключить объектную привязку
  (getdata) ;_ввод данных
  (setq mesh (list_mesh umax umin  vmax   vmin    nu nv
                                  kz)) ;_составить список сети
  (mesh_1  mesh  nu nv) ;_сгенерировать сеть
 )
 (princ "\n Для построения набери (c:fp)  ")
```

3. ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ВИДА z = f (x,y)

Рассмотрим построение двух поверхностей, математический анализ которых сопряжен с немалыми трудностями. Уравнение (1) приводит к поверхности (рис. 1*а*). Уравнение (2) — к поверхности (рис. 1*в*):

$$z = \frac{x \cdot \sin(1+y)}{1+|y|} + \frac{y \cdot \cos(1+x)}{1+|x|} \qquad (1)$$

$$z = \frac{\sin x^2}{\pi\sqrt{x^2+y^2}} \qquad (2)$$

В тексте базовой программы, в функции *fp1*, предусмотрено построение поверхности, заданной уравнением (1). Для поверхности по уравнению (2) необходимо функцию *fp1* заменить на следующую:

```
(defun fp1 (u v / kxy x y z) ;_ функция поверхности (2)
  (setq kxy   0.5 ;_коэфф. масштабирования по u,v
        x  (* kxy u)        y  (* kxy v)
        z  (/ (sin (* x y)) (expt pi (sqrt (+ (* x x) (* y y)))))
  )
  (list u v z)
)
```

Получаемую полигональную сеть командой **Meshsmooth** преобразуем в современный тип «MESH». После этого можно строить сечения командой **Section** и проекции командой **Flatshot** (рис. 1*г*).

После следующего конвертирования в объект «SURF» поверхность можно применить в качестве режущей грани в команде **Slice** (рис. 1*б*), обрезать сеть по произвольному контуру, выполнять в ней отверстия и т.д.

Совместив поверхности (рис. 1*д*) и применив команду **Intersect** или **Interfere**, получим пространственную линию пересечения поверхностей. Эту линию можно рассматривать как графическое решение системы уравнений (1), (2) в среде пакета AutoCAD.

4. ПРИМЕРЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Рассмотрим два красивых примера.

Винт Штейнбаха. Эта поверхность задается уравнениями (3), отражающими зависимость x,y,z-координат ее точек от параметров *u,v* [2]:

$$x = u \cdot \cos v;\ y = u \cdot \sin v\ ;\ z = v \cdot \cos u \qquad (3)$$

Заменив в базовой программе функции *fp1* и *getdata* на функции, приведенные ниже, получим поверхность (рис. 2*а*), напоминающую олимпийский факел. После конвертирования полисети в объект MESH поверхность можно исследовать, построив ее сечения. Осевое сечение (рис. 2*б*) наряду с кривыми линиями содержит две прямые: отрезок *m*, расположенный по оси X, и отрезок *n*, расположенный по оси Z. Поперечное сечение (рис. 2*в*) отражает причудливые завихрения этой поверхности.

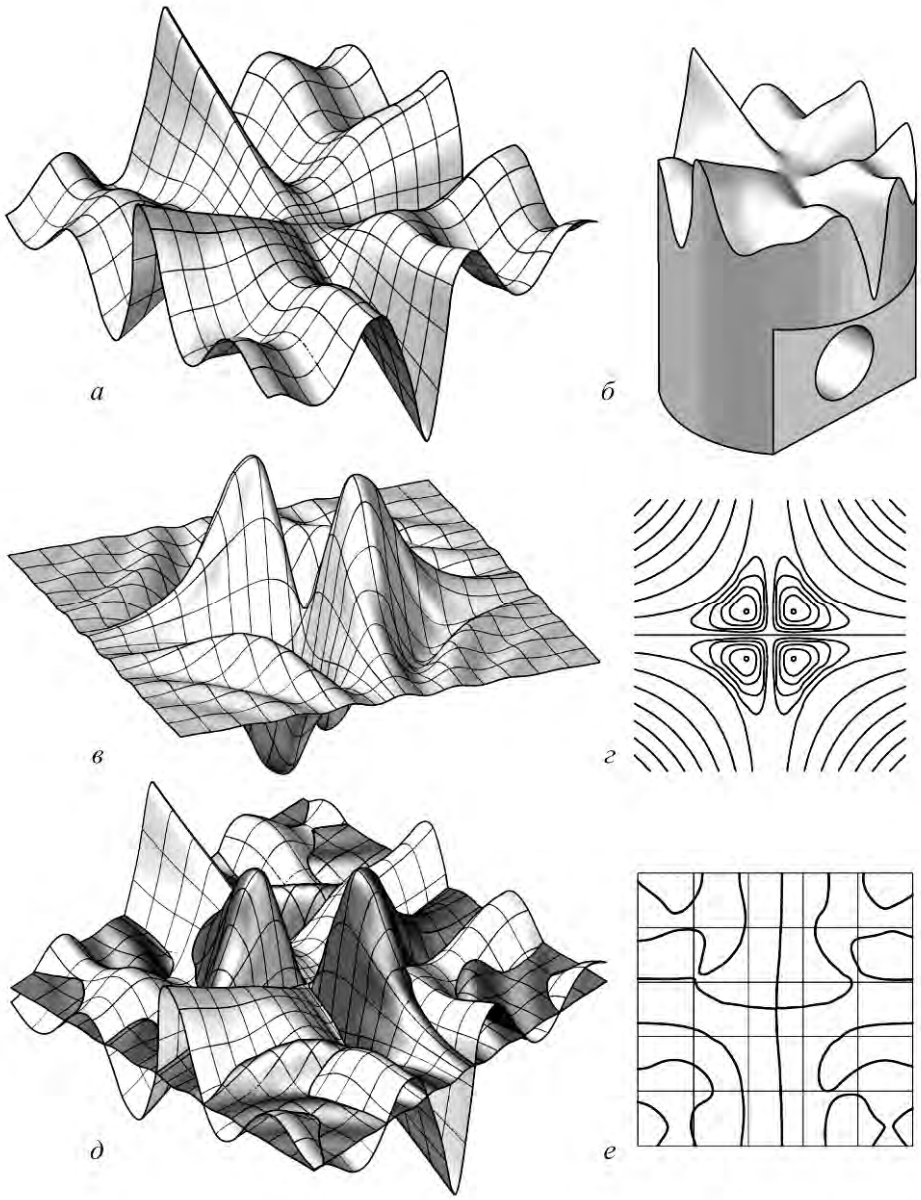


Рис. 1. Аналитические поверхности z = f (x, y): *а* — поверхность (1); *б* — «технологический» пример; *в* — поверхность (2); *г* — горизонтальные сечения поверхности 2; *д* — пересечение поверхностей; *е* — линия пересечения

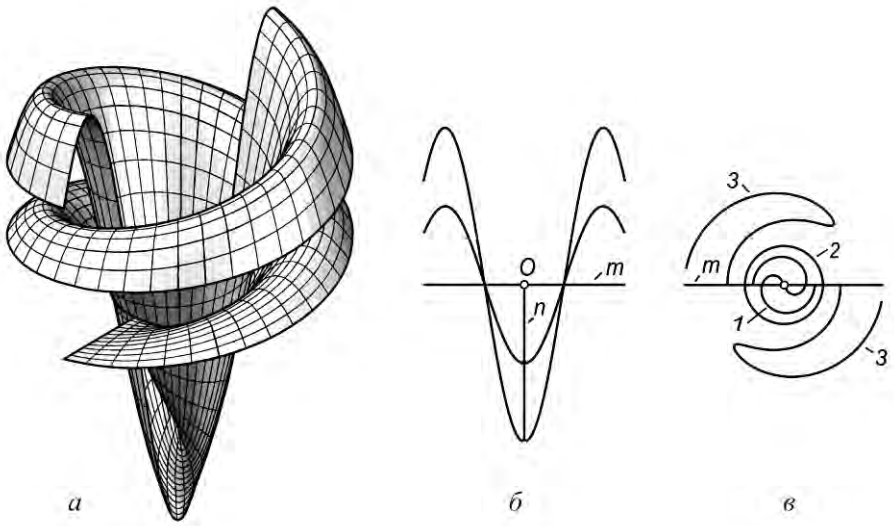


Рис. 2. Параметрическая поверхность «Винт Штейнбаха»: *а* — сеть; *б* — вертикальное осевое сечение плоскостью ZOX; *в* — горизонтальные поперечные сечения на уровне z = –2 (кривая 1); z = 0 (кривая 2); z = 2 (кривая 3)

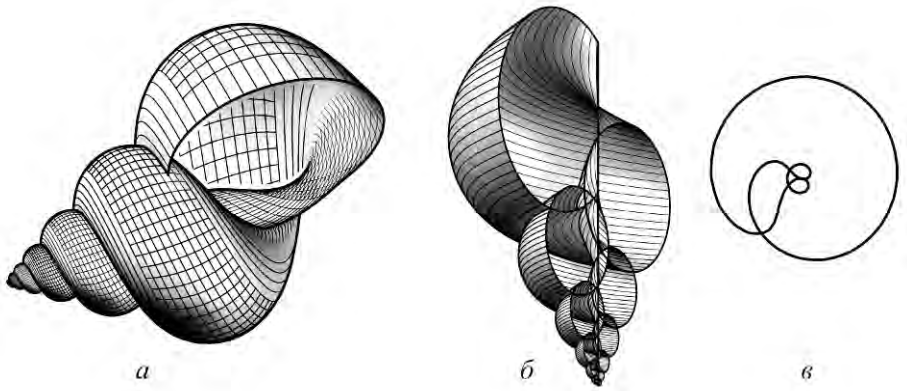


Рис. 3. Ракушка: *а* – поверхность; *б* – разрез плоскостью ZOX; *в* – горизонтальное поперечное сечение (z = 88)

```
;;; ====Винт Штейнбаха
(defun fp1 (u v / x y z)
  (setq   x (* u (cos v))
          y (* u (sin v))
          z (* -1 v (cos u))
  )
  (list x y z)
)
;;;==== Ввод данных для винта Штейнбаха
(defun getdata ()
  (setq    umin  –4.
           umax  4.
           nu      40;_ дискретность сети по параметру u
           vmin    0.
           vmax   (* 2 pi)
           nv              40;_дискретность сети по параметру v
            kz      nil;_без масштабирования по z-координате
  )
)
```

Ракушка. Эта спиралевидная поверхность образована перемещением окружности по конической спирали, радиус окружности снижается по мере приближения к вершине спирали. Аналитически поверхность задана уравнениями (4*а, б, в*), определяющими *x*, *y*, *z*-координаты точек поверхности, зависимые от параметров *u*, *v* [2, стр. 217]:

$$x = [a \bullet e^{mu} + b \bullet e^{pu} \bullet \cos v] \bullet \cos u\,; \qquad (4, a)$$

$$y = [a \bullet e^{mu} + b \bullet e^{pu} \bullet \cos v] \bullet \sin u\,; \qquad (4, б)$$

$$z = a \bullet \lambda \bullet e^{mu} + b \bullet e^{pu} \bullet \sin v. \qquad (4, в)$$

Для построения поверхности следует в базовой программе заменить функцию *fp1*, записав ее согласно уравнениям (4, *а…в*). Следует также заменить функцию *getdata*. Новые функции приведены ниже. При параметрах, указанных в функции *getdata*, получим поверхность морской ракушки (рис. 3*а*). Выполнив конвертацию полисети в объект SURF, можно получить продольный разрез ракушки (рис. 3б) и ее поперечные сечения (рис. 3*в*). Задав другие наборы параметров, приведенные в [2], получим иные не менее интересные варианты поверхности.

```
;;; ====Ракушка
(defun fp1 (u v / x y z)
  (setq   emu          (exp (* m u))
          epu          (exp (* p u))
          h (+ (* a emu) (* b epu  (cos v)))
          x  (* h (cos u))
          y  (* h (sin u))
          z   (+ (* a g emu) (* b epu (sin v)))
  )
  (list x y z)
)
;;;==== Ввод данных для ракушки
(defun getdata ()
  (setq    a              1.   g  4.    b  1.5      m  0.1     p   0.1
          umin    0.  umax   (* 10 pi)
             nu    150 ;_дискретность сети по параметру u
          vmin    0.   vmax   (* 2 pi)
             nv     25 ;_дискретность сети по параметру v
             kz    nil;_ без масштабирования по z-координате
  )
)
```

Различные формы каркаса поверхностей, например, строгий сеточный (рис. 1, 2) или художественный (рис. 3), зависят от настройки визуального стиля и типа объекта: MESH или SURF.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершающим этапом работы является создание студентами фотореалистичных изображений [3], их перемещение в пакет Photoshop, формирование из них цветовой дизайн-композиции, содержащей изображения поверхности, ее сечения и уравнение.

Задание расширяет кругозор студентов и их представление о возможностях инженерной графики AutoCAD.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хейфец А.Л.** Инженерная компьютерная графика AutoCAD. Опыт преподавания и широта взгляда. — М.: Диалог-МИФИ, 2002. — 432 с.

2. **Кривошапко С.Н.**, **Иванов В.Н.**, **Халаби С.М.** Аналитические поверхности: материалы по геометрии 500 поверхностей. — М.: Наука, 2006. — 544 с.

3. **Хейфец А.Л., Логиновский А.Н., Буторина И.В., Васильева В.Н.** Инженерная 3D-компьютерная графика: учебное пособие для бакалавров; под ред. А. Л. Хейфеца. — М. Изд-во Юрайт, 2012. — 464 с.

Шорникова Д.А.
daria-chan@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОЧЕЧНО-ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТЕМПОРАЛЬНОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается применение алгоритмов временного вывода на основе точечно-интервальной темпоральной логики для построения прототипа системы временных рассуждений для интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени на примере задачи составления расписаний.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка современных интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени (ИСППР РВ) предполагает учет специфики решаемых задач: наличие временных ограничений при поиске решения задачи, неопределенность в исходных данных и знаниях. Необходимость представления знаний, меняющихся со временем (показаний датчиков, значений управляющих параметров, выполняемых операторами действий), возникает при решении многих задач ИСППР РВ. Например, в задачах диагностики, мониторинга, планирования, прогнозирования [1].

Такие системы обычно оперируют большим количеством информации и являются помощниками лицам, принимающим решения, в условиях жестких временных ограничений. Поэтому одним из важных критериев качества подобных систем является приемлемое время реакции на запрос пользователя или изменение информации, поступающей в систему.

ИСППР РВ, оперирующие информацией о времени, могут использоваться в задачах составления расписаний, когда необходимо разрешить возможные противоречия между временными ограничениями на длительность определенных событий. В рамках данной работы рассматривается использование точечно-интервальной темпоральной логики и реализация алгоритмов вывода для задачи составления расписаний.

1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О ВРЕМЕНИ

Современные подходы представления времени и временных зависимостей в программных системах можно разбить на два класса — основанные на моделировании изменений во времени и основанные на явном моделировании времени. Для первого класса подходов время представляется неявно посредством моделирования изменений состояний системы во времени, которые рассматриваются как мгновенные снимки мира, не обладающие длительностью.

Явное моделирование времени дает возможность строить формализованные языки, позволяющие осуществлять рассуждения на основе высказываний, истинностные значения которых приурочены к определенному моменту или интервалу времени и могут с течением времени изменяться. Время представляется явно с учетом его свойств. При явном моделировании времени возникают специфические задачи временных рассуждений:

– поддержка согласованности информации о времени, проверка согласованности БЗ при добавлении в нее новой информации;

– ответы на запросы, касающиеся временных аспектов знаний, от нахождения факта, справедливого в заданный момент времени, до определения, когда некоторое множество утверждений истинно в некоторый момент времени.

Для решения задачи временных рассуждений необходимо формализовать понятие времени. Одним из способов явного моделирования времени является представление информации как зависимостей, или ограничений, между временными примитивами [2]. Множество временных примитивов и ограничений между ними представляется в виде задачи согласования временных ограничений (ЗСВО).

ЗСВО задается как $Z = (V,D,BTR,C)$ [3]:

– $V = \{V_1, V_2, \ldots, V_m\}$ — конечное множество временных переменных;

– D – область значений временных переменных;

– $BTR = \{r_1, r_2, \ldots r_n\}$ — конечное множество взаимоисключающих бинарных базовых временных ограничений, полное объединение которых является универсальным ограничением U (не накладывающим каких-либо ограничений);

– $C = \{C_{ij} \mid C_{ij} = \{r_1, r_2, \ldots r_k\};\ k \rangle 0;\ r_1, r_2, \ldots r_k \in BTR;\ i, j \le m\}$, конечное множество ограничений, где C_{ij} — ограничение над временными переменными V_i и V_j, интерпретируемое как (V_i, r_1, V_j) … (V_i, r_k, V_j). Если C_{ij} состоит только из одного дизъюнкта, то оно называется *точным*.

Элементы множества V могут интерпретироваться как моменты, интервалы времени или длительности. Область значений переменных D, соответствующих моментам времени и длительностям, представляет собой множество чисел, а для интер-

вальных переменных — множество упорядоченных пар значений. Ограничения между временными примитивами представлены в виде качественных бинарных ограничений.

Таким образом, основными подзадачами в ЗСВО являются [4]:

– *определение согласованности* (или *задача выполнимости*, состоящая в проверке, существует ли путь построения из множества *C* множества *C**, являющегося решением ЗСВО);

– *нахождение согласованных сценариев* (задача определения всех возможных множеств *C**);

– *поиск минимального представления* (задача преобразования исходной ЗСВО в минимальную ЗСВО);

– *определение выполнимых ограничений* между заданной парой временных переменных (для заданных временных переменных V_i и V_j определить множество выполнимых ограничений).

2. ТОЧЕЧНО-ИНТЕРВАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВРЕМЕНИ

Точечно-интервальная модель времени является синтезом двух моделей времени: точечной и интервальной. В этой модели времени временными примитивами являются моменты времени и временные интервалы — упорядоченные пары моментов времени. Момент обозначает мгновенное событие, а интервал – длящееся во времени. Обозначим моменты времени как *pZ*, *pV*, а интервалы — *X=(sX, eX)*, где *sX* — момент времени, определяющий начало временного интервала, а *eX* — момент времени, определяющий конец временного интервала. Соответственно, возможны следующие бинарные временные ограничения между примитивами: «момент-момент», «момент-интервал», «интервал-интервал», которые в конченом итоге сводятся к ограничениям типа «момент-момент».

Базовые точечные ограничения: одновременно (=), раньше (<), позже (>), раньше или одновременно (≤), позже или одновременно (≥), не одновременно (≠).

Базовые интервальные ограничения: *before, after, meets, overlaps, during, starts, finishes, equal* были определены в интервальной логике Алена [5]. Их графическая интерпретация показана на Рис. 1.

Базовые точечно-интервальные ограничения: *before, after, starts, finishes, during*. Их графическая интерпретация показана на рис. 2.

Точечно-интервальная темпоральная логика позволяет оперировать всеми тремя видами бинарных ограничений.

Для измерения метрической информации, содержащейся в системе, которая может быть описана с помощью точечно-интервальной темпоральной логики, введем следующие функции [6]:

$Length\left[sX, eY\right] = d, d \in R^{+}$ — длина интервала

$Stamp\left(pX\right) = t, t \in R$ — точное положение момента времени.

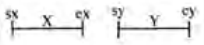
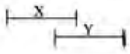
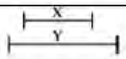
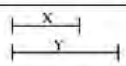
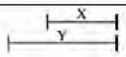
X before Y	*X b Y*	
Y after X	*Y a X*	
X meets Y	*X m Y*	
X overlaps Y	*X o Y*	
X during Y	*X d Y*	
X starts Y	*X s Y*	
X finishes Y	*X f Y*	
X equals Y	*X = Y*	

Рис. 1. Ограничения интервальной модели времени

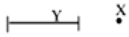
X before Y	*b, <*	
X after Y	*a, >*	
X starts Y	*s*	
X finishes Y	*f*	
X during Y	*d*	

Рис. 2. Ограничения точечно-интервальной модели времени

Ограничения, заданные в точечно-интервальной модели, благодаря их графической интерпретации, имеют интуитивно-понятный смысл. При разработке системы временных рассуждений (СВР) на основе точечно-интервальной темпоральной логики несложно интегрировать дружественный пользовательский интерфейс, позволяющий вводить временные ограничения и метрическую информацию простым для пользователя образом. Базовые бинарные ограничения, введенные пользователем, не нуждаются в особой обработке со стороны системы.

После получения информации в виде ограничений для применения механизма вывода в точечно-интервальной темпоральной логике необходимо преобразовать эту информацию в бинарные ограничения «момент-момент» и запомнить метрические данные. Одним из эффективных методов хранения и использования временной информации является представление ее в виде точечного графа.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОЧЕЧНЫХ ГРАФОВ В ЗАДАЧАХ ВРЕМЕННОГО ВЫВОДА

Механизм вывода на языке точечно-интервальной темпоральной логики может быть ре-

ализован с использованием точечного графа. Интервал определяется парой конечных определяющих его моментов, которые в свою очередь представляются в виде вершин графа, а ограничения между ними задают ребра графа [6].

Точечный граф *PG (V, E_a, D, T)* — это орграф, где:

V — множество вершин, каждая из которых представляет момент времени на числовой шкале. Моменты $p_i, p_j, \ldots, p_n$ могут быть представлены одним моментом $[p_i; p_j; \ldots; p_n]$, если обозначают одну и ту же точку на числовой шкале времени.

E_a : $E_a = E \cup E_{\leq}$, где:

E — множество ребер, и каждое ребро e_{12} между вершинами v_1 и v_2, также обозначаемое (v_1, v_2), представляет ограничение $v_1 < v_2$ (такие ребра называют *LT-ребрами*);

$E_{\leq}$ — множество ребер, и каждое ребро e_{12} между вершинами v_1 и v_2, также обозначаемое (v_1, v_2), представляет ограничение $v_1 \leq v_2$ (такие ребра называют *LE-ребрами*);

D — функция, обозначающая длину ребра: $E \to R$;

T — функция точного положения момента времени вершины: $E \to R$.

Если между двумя вершинами p и q находится LT-ребро, то точка, представленная вершиной p, находится на шкале времени строго раньше точки, представленной вершиной q. Если же между вершинами p и q находится LE-ребро, точка, соответствующая вершине p, находится на временной шкале раньше или одновременно с точкой, соответствующей вершине q. Если ребро взвешено значением D, это означает, что длина временного интервала составляет D.

Рассмотренный в работе алгоритм вывода использует метрическую информацию для уменьшения количества вершин в точечном графе и сокращения поискового пространства. Любые две вершины, обладающие одним и тем же значением функции *T*, склеиваются. Для всех вершин v_i, v_j, таких, что $T(v_i) < T(v_j)$ необходимо построить LT-ребро длины $D(v_i, v_j) = T(v_j) - T(v_i)$.

Вершина *vi* может быть склеена, если для вершин v_j, v_k из множества v_i* выполнено:

1. $D(v_i, v_j) < D(v_i, v_k)$. Ребро (v_i, v_k) заменяется ребром (v_j, v_k), притом $D(v_j, v_k) = D(v_i, v_k) - D(v_i, v_j)$, и вершина v_k удаляется из v_i*.

2. $D(v_i, v_j) = D(v_i, v_k)$. Тогда вершины v_j и v_k могут быть объединены в 'v_j:v_k'; $D(v_i, v_j : v_k) = D(v_i, v_k) = D(v_i, v_j)$, и вершина v_k удаляется из v_i*.

3. Если существует несколько ребер (v_i, v_j) одного типа LE или LT, то сохраняется только одно ребро данного типа, а остальные удаляются. Если хотя бы одно ребро имело длину, то его следует сохранить.

На рис. 3 показан пример точечного графа, составленного на основе некоторой темпоральной информации, со взвешенными и невзвешенными ребрами. Для момента p1 задана функция Stamp = 4500, для интервала (p1, p2) длина D. Благодаря наличию ограничения p1 < p2 и метрической информации можно вычислить, что p2 имеет значение Stamp, равное 4600.

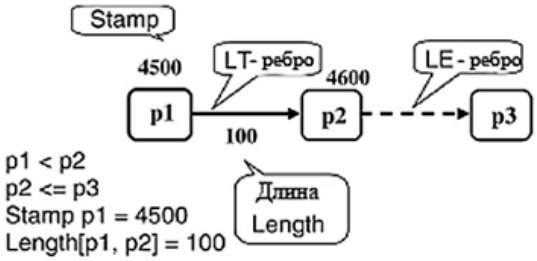


Рис. 3. Пример точечного графа

Задача определения выводимых ограничений и согласованности ЗСВО заключается в определении ограничений для всевозможных пар временных переменных (моментов или интервалов). В частности, будем решать задачу определения ограничений «момент-момент».

Так как путь между вершинами p и q может содержать ребра, как имеющие, так и не имеющие длины, для каждого пути необходимо вычислить два параметра: длину пути и флаг, указывающий на наличие в пути ребер неопределенной длины. Если оба сравниваемых пути одержат только рёбра неопределенной длины, то ограничение между вершинами не определено. В противном случае, максимальным будет считаться самый длинный путь.

Чтобы определить ограничение между двумя точками p и q, необходимо:

1. Выяснить, существует ли ограничение (p,{<},q).

2. Найти длину интервала (p, q).

3. Найти точные отметки моментов времени p, q на временной шкале.

Для поиска путей в ориентированном графе можно использовать алгоритмы Флойда или Дейкстры, но следует помнить, что при решении задачи возникает необходимость искать путь в инвертированном графе (графе, в котором все ребра имеют противоположное направление). Для проверки согласованности темпоральной информации следует проверить граф на ацикличность. Наличие циклов в графе указывает на несогласованность данных и противоречивость временных ограниче-

ний.

4. РЕАЛИЗУЕМЫЙ ПРОТОТИП

В рамках работы рассмотрены базовые принципы построения систем временных рассуждений (СВР). СВР должна выполнять следующие задачи:

– Представление и хранение временной информации, как качественной, так и метрической (например, «событие А произошло раньше события В» и «Событие А произошло на 1 час раньше события В»).

– Визуализация графового представления промежуточных этапов решения задачи.

– Решение задачи согласованности ЗСВО.

– Решение задачи вычисления выполнимых ограничений.

– Ответы на запросы пользователя относительно метрической информации.

Кроме того, интерфейс программы должен позволять пользователю представлять знания естественным и понятным для него образом.

Упрощенная архитектура СВР изображена на рис. 4. Основной элемент системы – решатель, который получает информацию от интерфейса с пользователем и передает ее подсистеме распознавания темпоральной информации.

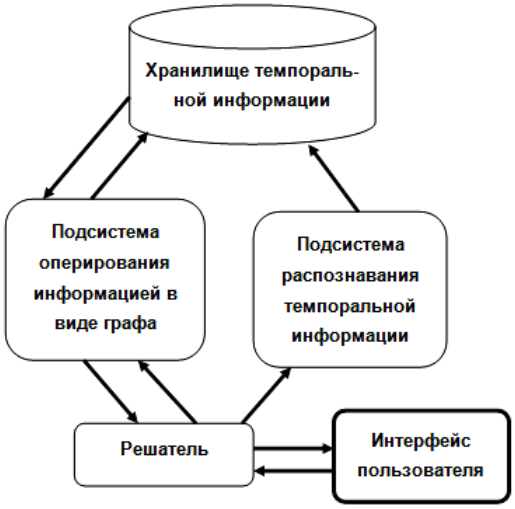


Рис. 4. Архитектура СВР

Подсистема распознавания темпоральной информации преобразовывает введенную пользователем информацию во внутреннее представление и передает в хранилище. Из хранилища информация считывается и трансформируется в форму графа для применения к ней алгоритмов вывода.

Система поддерживает интерактивное взаимодействие с пользователем. Пользователь может дополнять информацию, и система автоматически будет проверять ее непротиворечивость. В случае возникновения внутренних противоречий между временными ограничениями система выдаст пользователю предупреждения.

Пользователь может задавать поиск выполнимых ограничений для любых двух временных примитивов: как моментов, так и интервалов. Если для этих примитивов доступна метрическая информация, она будет представлена вниманию пользователя. Если между заданными примитивами невозможно определить точное бинарное ограничение или их свертку, пользователь получит ответ *undefined.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе представления временной информации в точечно-интервальной темпоральной логике создан прототип системы временных рассуждений. Разработанный прототип использует вывод на точечных графах для решения задач согласованности временной информации и поиска выполнимых ограничений.

Данный прототип системы временных рассуждений обладает дружественным интерфейсом пользователя и возможностью ввода информации на языке, близком к естественному, и может использоваться в задачах планирования и составления расписаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Башлыков А.А., Еремеев А.П**. Экспертная диагностическая система как компонент интеллектуальной системы поддержки принятия решений реального времени // Новости искусственного интеллекта. 2001. № 3. С. 35—40.

2. **Ladkin P.B.** The Logic of Time Representation. – Ph.D. thesis. University of California at Berkeley. Berkeley, CA, US, 1987.

3. **Еремеев А.П., Троицкий В.В.** Концепции и модели представления времени и их применение в интеллектуальных системах // Новости искусственного интеллекта. 2004. № 1. С. 6—29.

4. **Троицкий В.В.** Временные рассуждения, как задача согласования ограничений // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Седьмая международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тез. докл. В 3-х т. — М.: Изд. МЭИ, 2001.

5. **Allen J.F.** Maintaining Knowledge about Temporal Intervals. – Communications of the ACM. 1983. Vol. 26, no. 11. P. 832—843.

6. **Zaidi, A.K., LeeW.Wagenhals,** Planning Temporal Events Using Point Interval Logic. Special Issue of Mathematical and Computer Modeling: 43, Elsevier, 2006. P. 1229—1253.

Секция 2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

H.-J. Kretzschmar, I. Stoecker, M. Kunick, S. Herrmann, M. Nicke
hj.kretzschmar@hszg.de
Zittau/Goerlitz University of Applied Sciences, Department of Technical Thermodynamics, Zittau, Germany

CALCULATION OF THERMODYNAMIC PROPERTIES ON POCKET CALCULATORS, SMART PHONES, TABLETS, NOTEBOOKS, AND ONLINE

ABSTRACT

Program libraries and software for calculating the thermophysical properties for working fluids of heat cycles, steam or gas turbines, boilers, heat pumps, or other thermal or refrigeration processes are presented. Thermodynamic properties, transport properties, thermodynamic derivatives and backward functions can be calculated. Student versions of certain property libraries and software are available.

INTRODUCTION

The program libraries and software developed for calculating the thermodynamic and transport properties for water and steam, mixtures with water and steam, and other working fluids have been designed for very convenient use by engineers who routinely calculate heat cycles, steam or gas turbines, boilers, heat pumps, or other thermal or refrigeration processes.

1. PROPERTY CALCULATION SOFTWARE FOR POCKET CALCULATORS

The software for calculating fluid properties software on Texas Instruments®, Hewlett Packard®, and Casio® pocket calculators is particularly interesting for students. Fig. 1 shows the programmable pocket calculators the software has been developed for.

Fig. 1. Pocket calculators property calculation software has been developed for

2. STEAM TABLES FOR SMART PHONES AND TABLETS

Steam tables are available for iPhone, iPad, and iPod touch, as well as for Android smart phones and tablets. Fig. 2 shows the main menu of the "International Steam Tables IAPWS-IF97" App on an iPhone, iPad, and an Android smart phone or tablet.

Fig. 2. iPhone, iPad, and Android smart phone with the "International Steam Tables IAPWS-IF97" App

3. PROPERTY LIBRARIES FOR NOTEBOOKS

The following property libraries are presented:

– *LibIF97* for water and steam,

– *LibIF97_META* for metastable steam,

– *LibICE* for ice including melting and sublimation,

– *LibSeaWa* for seawater, also at high temperatures and salinities, for desalination and cooling processes,

– *LibHuGas* for humid combustion-gas mixtures, also at high pressures,

– *LibHuAir* for humid air, also at high temperatures and pressures,

– *LibAmWa* for ammonia/water mixtures in absorption processes and in the Kalina process,

– *LibWaLi* for water/lithium bromide mixtures in absorption processes,

– *LibIDGAS* for combustion-gas mixtures,

– *LibIdGasMix* for 25 ideal gases and their mixtures,

– *LibRealAir* for real dry air including liquid air,

– *LibCO2* for carbon dioxide including dry ice,

– *LibNH3* for ammonia,

– *LibR134a* for the refrigerant R134a,

– *LibPropane* for propane,

– *LibButane_Iso* and *LibButane_n* for isobutane and normal butane,

– *LibD4*, *LibD5*, *LibD6*, *LibMDM*, *LibMD2M*, *LibMD3M*, *LibMD4M*, and *LibMM* for siloxanes used as ORC working fluids,

– *LibC2H5OH* for ethanol,

– *LibH2* for hydrogen,

– *LibN2* for nitrogen,

– *LibHe* for helium,

– *LibSecRef* for secondary coolant mixtures.

In addition, property libraries for a number of hydrocarbons are available.

The libraries contain the most recent and accurate algorithms for calculating thermodynamic and transport properties.

The following thermodynamic and transport properties can be computed:

– Vapor pressure p_s, saturation temperature T_s,

– Density ρ and specific volume v,

– Specific enthalpy h and internal energy u,

– Specific entropy s,

– Specific exergy e,

– Specific isobaric heat capacity c_p,

– Specific isochoric heat capacity c_v,

– Isentropic exponent κ and speed of sound w,

– Dynamic viscosity η and kinematic viscosity ν,

– Thermal conductivity λ and Prandtl number Pr.

In addition, backward functions which are used in process simulations are calculable:

– $T, v, s(p, h)$,

– $T, v, h(p, s)$,

– $p, T, v(h, s)$,

– $p, T(v, h)$,

– $p, T(v, u)$.

For non-stationary process modelling, partial derivatives of the thermodynamic properties can be computed.

The property libraries can be used in user-specific programs written in Fortran, C/C++, C#, Java, Pascal (Delphi), Python, Visual Basic or other programming languages under the operating systems Windows®, Unix®/Linux® or Mac OS®.

The following add-ins and add-ons for the comfortable use of the property libraries in Windows applications have been developed:

1) Add-In *FluidEXL*^{Graphics} for Excel® (Fig. 3).

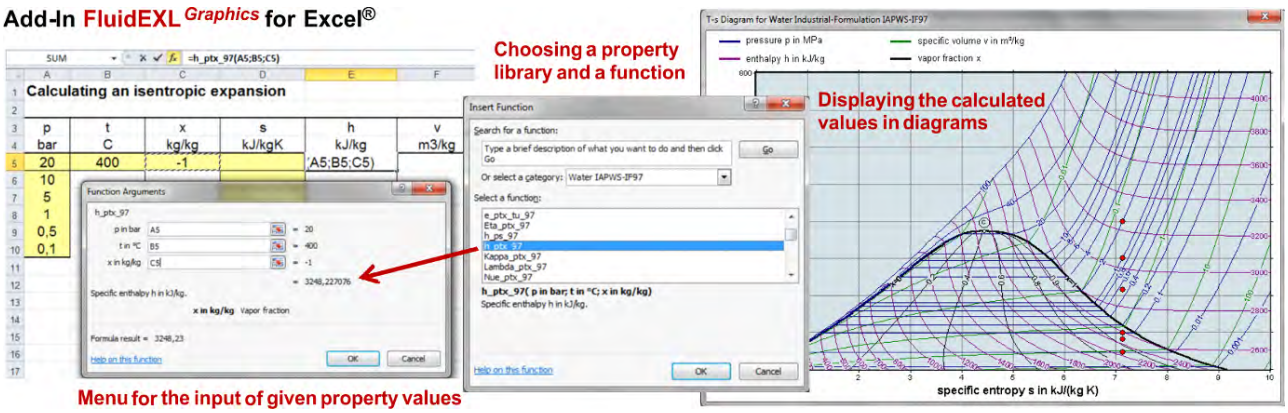


Fig. 3. Using FluidEXL^{Graphics} in Excel®

2) Add-On *FluidLAB* for MATLAB® (Fig. 4).

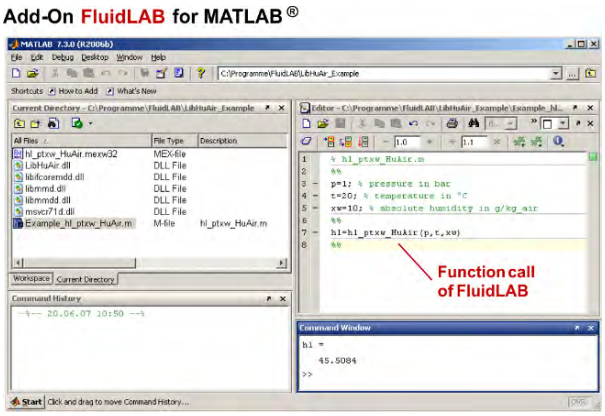


Fig. 4. Using FluidLAB in MATLAB®

3) Add-On *FluidMAT* for Mathcad® (Fig. 5).

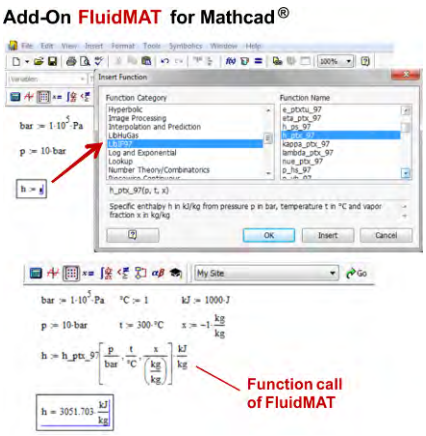


Fig. 5. Using FluidMAT in Mathcad®

4) Add-On *FluidDYM* for Dymola® (Modelica) and SimulationX® (Fig. 6).

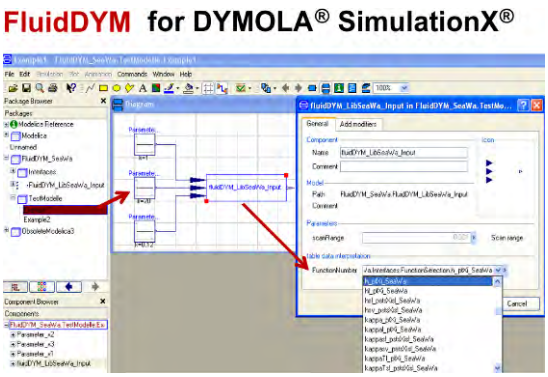


Fig. 6. Using FluidDYM in Dymola®

5) Add-On *FluidVIEW* for LabVIEW™ (Fig. 7).

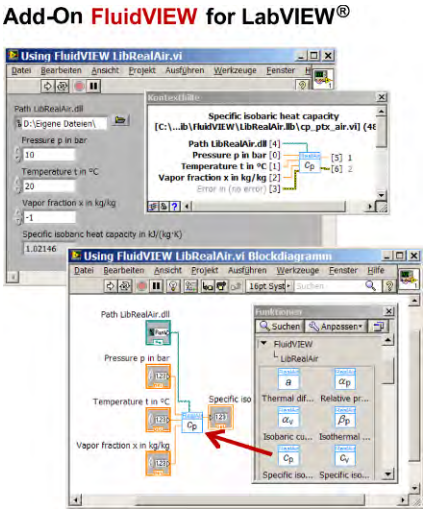


Fig. 7. Using FluidVIEW in LabVIEW™

6) Add-On *FluidEES* for the Engineering Equation Solver® (EES) (Fig. 8).

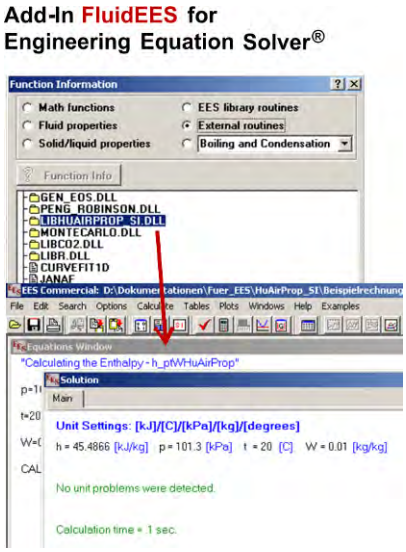


Fig. 8. Using FluidEES in the Engineering Equation Solver®

4. ONLINE PROPERTY CALCULATION

The properties of several working fluids can be calculated at the website:

www.fluid-property-calculator.com

Fig. 9 shows the main menu of the Zittau's Property Calculator.

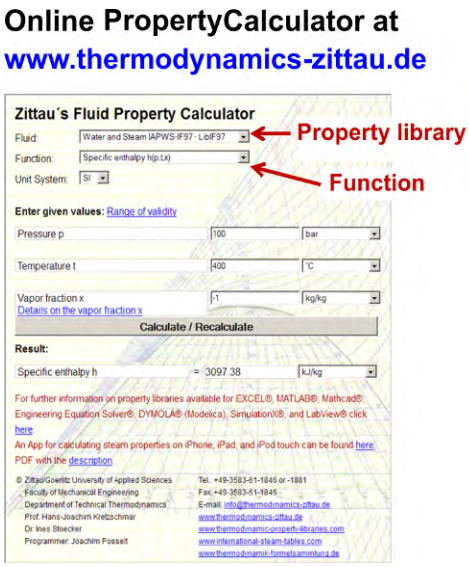


Fig. 9. Main menu of Zittau's Property Calculator

5. THERMODYNAMIC DIAGRAMS

For calculating and plotting large-size and camera-ready thermodynamic charts, such as the Mollier *h-s* diagram for steam and the *h-x* diagram for humid air, the program *FluidDIA* was developed. Fig. 10 shows the strongly reduced Mollier *h-s* diagram for steam and Fig. 11 the Mollier *h-x* diagram for humid air. The original size of the diagrams is A2. These diagrams can be used by students in their studies on heat cycles, steam turbines, and air conditioning systems.

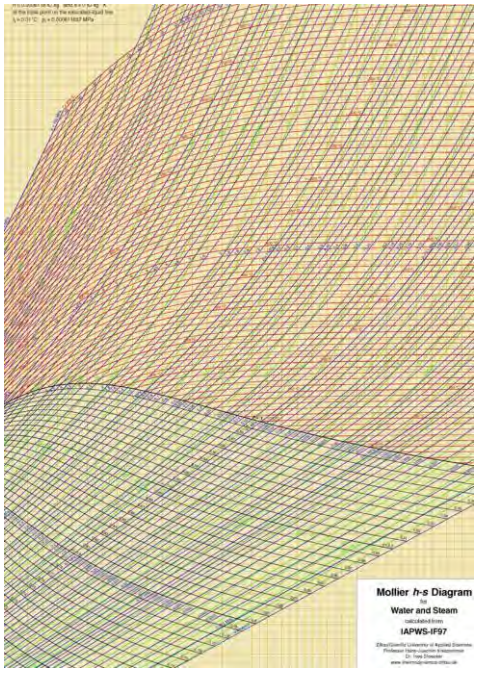


Fig. 10. Mollier *h-s* diagram for steam (original size A2)

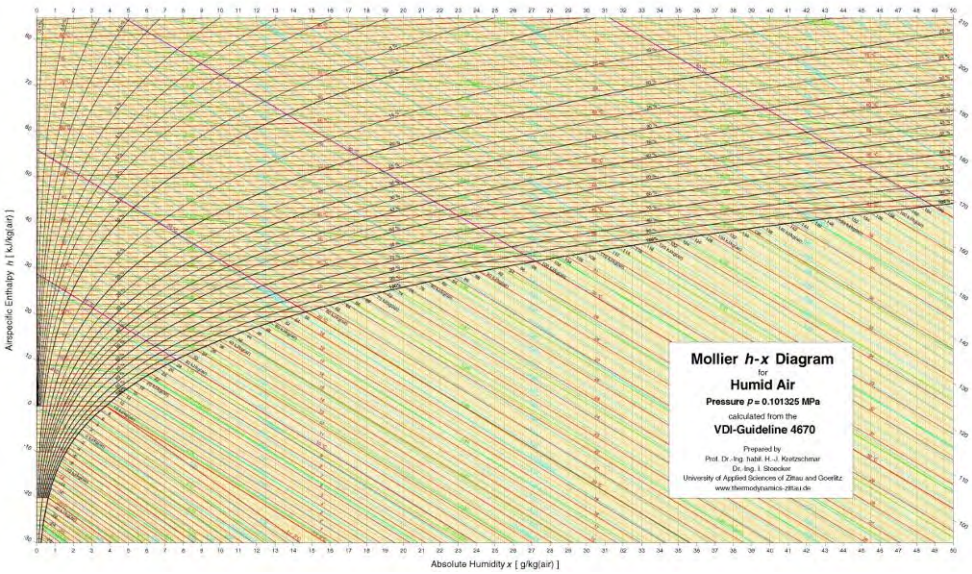


Fig. 11. Mollier *h-x* diagram for humid air (original size A2)

SUMMARY

The described property libraries, software solutions, and diagrams are available at the website: www.thermodynamics-zittau.de

Е.Г. Акимов, Е.П. Курбатова, П.А. Курбатов
redaeg@yandex.ru, kurbatovaep@mail.ru, kurbatov@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ MATLAB ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен вопросам совершенствования подготовки студентов в области проектирования электрических аппаратов на базе современных программных средств, таких как Matlab и Easymag 3D. Приводятся примеры выполнения расчетных операций элементов электрических аппаратов с использованием данных программных средств.

ВВЕДЕНИЕ

Курс «*Проектирование электрических аппаратов*» является последним и завершающим в системе обучения студентов-аппаратчиков практическому проектированию. Он объединяет полученные ранее знания и навыки практически всех курсов, от общих до специальных, по электроаппаратостроению. Несмотря на крен в системе обучения в сторону применения и использования электрических аппаратов (ЭА), остается повышенный спрос в проектировщиках ЭА как со стороны отечественных производителей, так и со стороны зарубежных фирм, представленных на российском рынке электротехники. Качественно готовить специалистов-проектировщиков в области ЭА невозможно без применения современной вычислительной техники и программного обеспечения. Одним из таких универсальных программных средств является пакет *Matlab R2012b* (и более ранние версии *Matlab 6, Power System Blockset*) [1], ориентированный на моделирование конкретных устройств и содержащий набор блоков для имитационного моделирования электротехнических устройств. Библиотека SimPower Systems содержит большой набор блоков пассивных и активных электротехнических элементов и источников энергии. Это позволяет описать электромагнитные, тепловые, дуговые и механические процессы, которые происходят в ЭА в стационарных и нестационарных режимах их работы.

Описание этих процессов лежит в основе создания моделей элементов ЭА, с помощью которых выполняются проектные операции на стадиях предварительного, эскизного и технического проектирования. Подобные модели лежат и в основе САПР.

Этим вопросам посвящен настоящий доклад.

1. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

Применительно к электромеханическим аппаратам автоматики и управления расчет электромагнитных процессов в приводе и механических процессов в контактной системе является одним из основных этапов проектирования. Причем в слаботочных аппаратах (например, в реле) на первый план выходят электромагнитные и механические процессы в приводах, в то время как в сильноточных аппаратах управления (в контакторах и магнитных пускателях) главенствующую роль играют явления на контактах и дуговые процессы коммутации.

Рассмотрим подход к расчету приводного электромагнита, размеры которого предварительно известны, например, на основе аналога. Наиболее распространенной является клапанная система электромагнита, применяемая в качестве привода аппарата. Ее модель можно представить в программном комплексе *Easymag 3D* [2] (рис. 1).

Рис. 1. Модель электромагнита реле в программном комплексе *Easymag 3D*

Задача состоит в анализе динамики работы реле при включении и выключении электромагнита.

С этой целью строится аппроксимирующая функция потокосцепления и момента, действующего на якорь, от тока и угла поворота якоря φ при различных токах *i* в обмотке электромагнита

$$\hat{\Psi}(x,i) = a_2 i + a_3 \varphi i + a_5 i^2 + a_6 \varphi^2 i,$$

$$\hat{M}(x,i) = b_2 i + b_3 \varphi i + b_5 i^2 + b_6 \varphi^2 i + b_7 \varphi i^2.$$

Задаваясь диапазоном варьирования параметров *i* и φ, рассчитается семейство однофакторных зависимостей потокосцепления и момента от угла поворота якоря при различных фиксированных токах. В качестве аппроксимирующих функций выбираем неполные полиномы третьего порядка. Задача решается с использованием программы анализа поля по составленному полиному, а также по значениям относительной приведенной к максимальному значению функции погрешности в плановых точках расчета.

Конечными результатами расчета являются коэффициенты полинома для потокосцепления ка-

тушки: a_2; a_3; a_5; a_6 и электромагнитного момента, действующего на якорь: b_2; b_3; b_5; b_6; b_7.

Подобное представление приводного электромагнита позволит создать модель электромеханической системы реле в программной среде *Matlab Simulink*. Полная модель реле приведена на рис. 2.

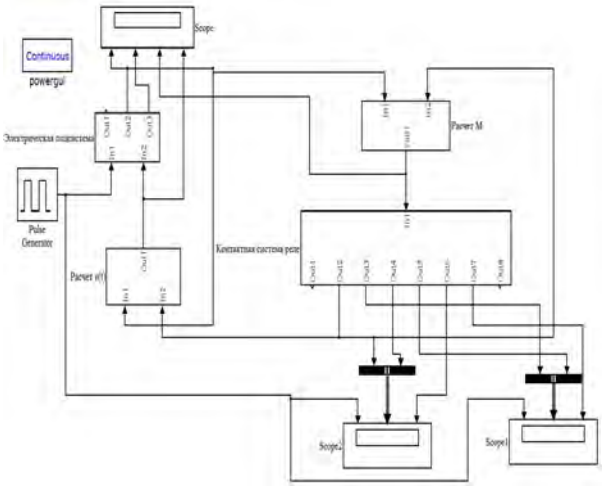


Рис. 2. Полная модель электромеханической системы реле

Она составлена из подсистем (*Subsystem*): *электрической, контактной системы реле, блоков расчетов момента* и *индуцируемой в катушке ЭДС*. В модель включены импульсный генератор для управления ключом, коммутирующим источник питания электромагнита, и осциллограф для визуализации временных зависимостей исследуемых параметров. Модель электрической подсистемы составлена в *SimPowerSystems,* а модель контактной системы реле — в *Simscape Mechanical.*

Некоторые результаты расчетов процесса включения и последующего отключения электромагнита реле приведены на осциллограммах рис. 3.

По осциллограммам определяются динамические характеристики время реле (срабатывания и время отпускания) и проверяется правильность выбора геометрических размеров электромагнита и контактной системы реле.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДУГОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

Создание модели дугогасительного устройства коммутационного аппарата связано не только с описанием процессов горения и гашения дуги, но и с математическим представлением этих процессов, адекватно подтверждающих экспериментальные данные. Чтобы спроектировать такое дугогасительное устройство, необходимо обладать информацией о времени горения дуги, энергии, выделившейся в дуге, уровне возникающих перенапряжений, количестве электричества за нулем тока, величине теплового воздействия дуги (интеграле Джоуля), величине давления и температуры газа в камере и ряде других параметров.

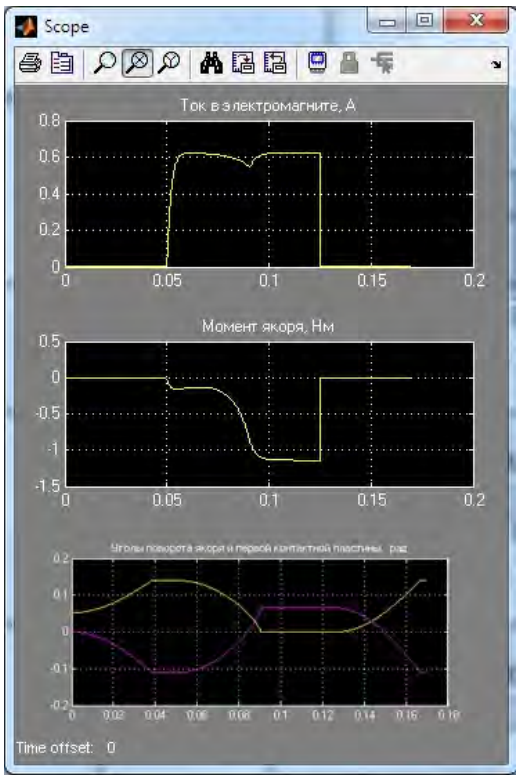


Рис. 3. Осциллограммы тока электромагнита, момента якоря, угла поворота якоря и контактной пластины

Пока не существует точного аналитического представления модели дуги, и большинство авторов идут по пути создания упрощенных математических моделей, либо используют адаптивные модели с введением эмпирических зависимостей. При этом для описания динамической дуги используются цилиндрическая, гидроаэродинамическая или газодинамическая (термодинамическая) модели дуги.

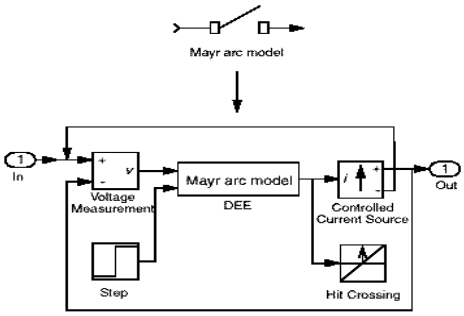
Одна из таких моделей была заложена в *Matlab* еще в 2001 году в Power System Blockset применительно к дуговым процессам в аппаратах высокого напряжения [3]. Цилиндрическая модель дуги *Mayr-Cassie* связывает электрические параметры дуги (ток, градиент напряжения, сопротивление дуги) с теплофизическими параметрами (постоянная времени дуги, теплоёмкость дуги), т.е. представляет собой баланс мощностей, подводимых и отводимых от дуги.

Уравнения модели дуги *Mayr* были выведены посредством блока DEE (редактора дифференциальных уравнений) Simulink. Причем система уравнений представляется в явном виде Коши (подробнее [3])

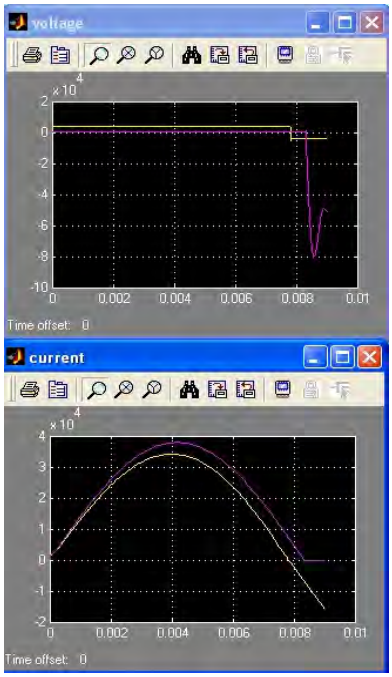
$$\frac{\mathrm{d}x(1)}{\mathrm{d}t} = \frac{u(2)}{\tau}\left[\frac{e^{x(1)}u(1)^2}{P} - 1\right]; \frac{\mathrm{d}\ln g}{\mathrm{d}t} = \frac{u(2)}{\tau}\left(\frac{gu^2}{P} - 1\right);$$

$$y = e^{x(1)}u(1); i = gu.$$

Ряд независимых параметров модели дуги *Mayr* установлены посредством диалога. Таким образом, имеем модель дуги «черного ящика», как математические описания электрических свойств дуги. На рис. 4 показана реализация модели *Mayr* и тип контрольной осциллограммы отключения цепи с дугой.



а



б

Рис. 4. Реализация модели дуги *Mayr*: *а* — блок-схема; *б* — осциллограмма отключения

Аналогично в библиотеке представлены модели *Cassie, Kema, Habedank, Schavemaker, Schwarz* и ряд разновидностей модели *Mayr*.

Но эти модели не учитывают изменение длины дуги в процессе расхождения контактов, изменение ее формы, а также влияние на дуговые процессы дугогасительных устройств (ДУ) аппарата. Поэтому в практике проектирования ДУ аппаратов низкого напряжения модель *Mayr-Cassie* не используется.

По аналогичным причинам, не нашли применение кибернетическая модели дуги *Hochrainer*, вариационная модель дуги *Lee*, модели неравновесной термодинамики *Rieder* и *Urbanek*. Все сходятся к выводу о том, что та или иная модель применимы в ограниченных условиях и требуется их экспериментальное подтверждение.

Как отмечалось ранее, расчет процесса коммутации электрической цепи сводится к решению уравнений (1) — свободная дуга (например, модель *Suits*) или системы дифференциальных уравнения (2) (модель *Beer*) — дуга в дугогасительной камере, в которой описывается изменение тока дуги $i_д$, давления $P_д$ и температуры газа T.

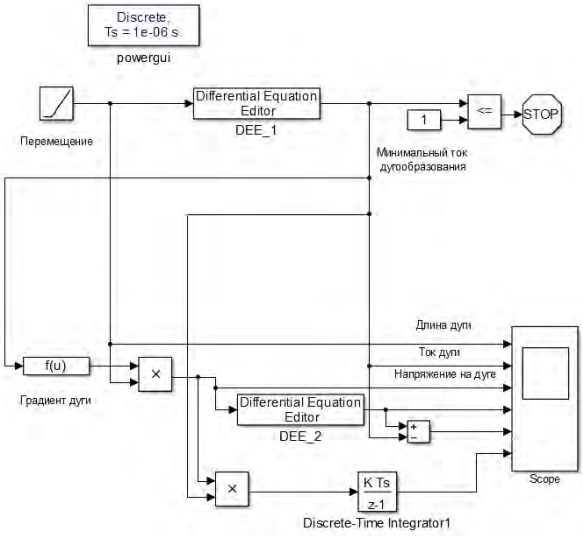
$$\left\{\begin{aligned} &U_m \sin(\omega t+\varphi+\Psi) = i_д R + L\frac{di_д}{dt} + U_д(i_д,t),\\ &\frac{di_д}{dt} = \frac{1}{L}\left[U_0 - i_д R - U_д\left(i_д;t\right)\right]; \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{di_д}{dt} = \frac{1}{L}\left[\sqrt{\frac{2}{3}}\cdot U_л \cdot \sin\left(\omega t+\varphi+\gamma\right) - i_д R - U_д\left(t;i_д\right)\right],\\ &\frac{dP}{dt} = \frac{R_Г}{V}\left[\frac{10{,}2\cdot C\cdot P_д}{C_V} - 6469{,}53\cdot S\cdot P\cdot\psi\sqrt{\frac{2}{R_Г\cdot T}}\left[(\chi+1)T-\chi T_0\right]\right],\\ &\frac{dT}{dt} = \frac{R_Г T}{PV}\left[\frac{10{,}2\cdot C\cdot P_д}{C_V} - 6469{,}53\cdot S\cdot P\cdot\psi\sqrt{\frac{2}{R_Г\cdot T}}\chi\left(T-T_0\right)\right]. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

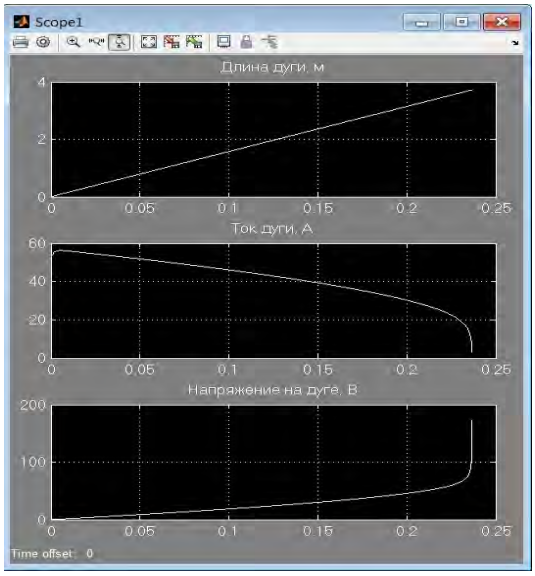
Все параметры уравнений представлены в [4].

Реализация модели (1) показана на рис. 5, а модели (2) — на рис. 7.

Процесс гашения дуги реализуется путем сопоставления процессов восстановления прочности ($U_{вп}$) и напряжения ($U_в$) на контактах аппарата (рис. 6) [4].



а



б

Рис. 5. Реализация модели дуги *Suits*: *а* — блок-схема; *б* — осциллограмма отключения

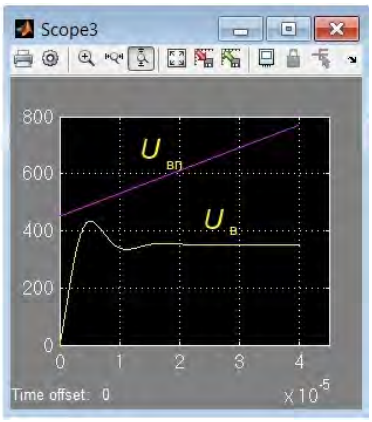
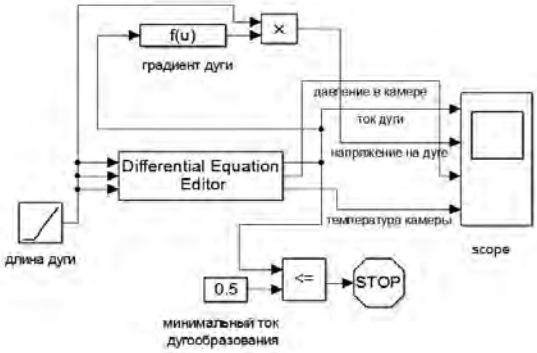
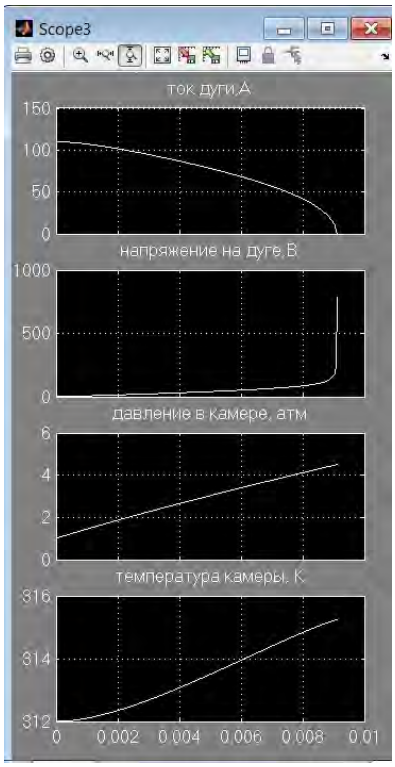


Рис. 6. Реализация процесса гашения дуги по *Таеву И.С.* [4]



а



б

Рис. 7. Реализация модели дуги *Beer*: *а* — блок-схема; *б* — осциллограмма отключения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инженерное проектирование является составной и значимой частью образовательного процесса, как для специалистов, так и для магистров. Основная роль в курсе проектирования отводится курсовому проекту, который немыслимо в настоящее время проводить без использования современной вычислительной техники и программного обеспечения. Программный комплект *Matlab* идеально подходит для решения задач проектирования на всех его стадиях. Создание обобщенной модели электрического аппарата с использованием пакета *Matlab* в совокупности с другими программными средствами (например, *Easymag 3D*) позволит существенно поднять уровень подготовки студентов в области проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Герман-Галкин С.Г.** Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. — СПб.: КОРОНА-Век, 2008.

2. **Курбатов П.А.** Математическое моделирование электромеханических систем электрических аппаратов: учеб. пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

3. **Schavemaker P.H.** ArcModel Blockset for use with MATLAB Simulink and Power System Blockset. — Delft University of Technology, 2001.

4. **Акимов Е.Г., Попова Е.П.** САПР контакторов. — М.: Изд-во МЭИ, 1993.

Д.П. Андрианов
andrianov@vlsu.ru
Владимирский государственный университет, Владимир

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ 3D-МОДЕЛЕЙ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается методика моделирования тепловых процессов вентильного электродвигателя на основе его объемной модели в программном комплексе SolidWorks.

ВВЕДЕНИЕ

Решение задач проектирования на современном уровне требует комплексного подхода, учитывающего:

- подробное рассмотрение физических особенностей процесса;

- использование оптимальных алгоритмов численных методов и их программную реализацию;

- удобство ввода информации и минимальные затраты на обработку результатов расчета.

Отличительной особенностью пакета SolidWorks является базирование на объемное представление конструкции. 3D-модель устройства дает возможность получения как чертежей, так и формализованного описания граничных условий для решения физико-математических задач, в число которых входит моделирование тепловых процессов.

1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

С физической точки зрения тепловой процесс включает в себя кондуктивный и конвективный теплообмен, а также радиационное излучение. Кондуктивный теплообмен, то есть теплопередача от одного тела к другому, определяется поверхностями непосредственного контакта соприкасающихся тел. Конвективный теплообмен, то есть теплопередача от тела в окружающую газообразную среду, зависит от особенностей газовых потоков (принудительная или естественная конвекция, режим течения газа).

С математической точки зрения рассматриваемая область описывается уравнением теплопередачи в частных производных, которое аппроксимируется в конечные элементы. SolidWorks использует модификацию метода конечных элементов — метод конечных объемов, при этом значения независимых переменных рассчитываются в центрах элементов, а не в их узлах, как это делается в традиционном методе.

С точки зрения объемного моделирования электродвигатель представляется как цилиндрический статор с обмотками возбуждения на внутренних ребрах статора, образующих продольные полости, и ротора (рис.1).

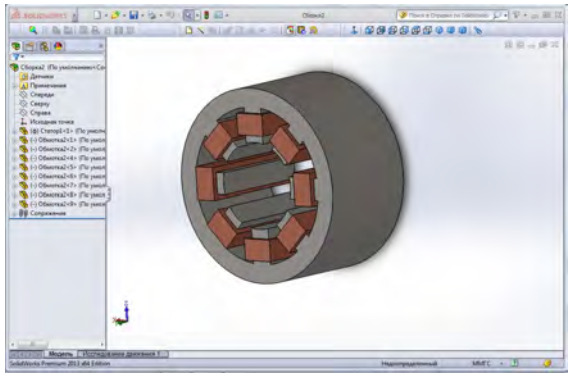


Рис. 1. 3D-модель статора электродвигателя с обмотками возбуждения

За критерий оценки картины теплообмена целесообразно брать максимальную температуру для рассчитываемой области, так как именно она определяет условия функционирования изоляции проводов обмотки электродвигателя.

2. ДОПУЩЕНИЯ

Обмотка возбуждения представляется как сплошное однородное тело, ограниченное гладкими поверхностями.

Радиусы закруглений проводов обмотки возбуждения не учитываются, изгиб проводов представляется как сочетание граней под прямым углом.

Статор рассматривается как сплошное однородное тело.

Решается стационарная задача.

С точки зрения задания границ расчетной области рассматривается внешняя задача, то есть расчетная область ограничивается плоскостями расчетной сетки, параллельными координатным плоскостям и полностью лежащими в текучей среде, которая обтекает модель. Размер расчетной области определяется автоматически программным комплексом.

Исключаются из рассмотрения варианты, когда зона контакта обмотки возбуждения и ребра статора мала или вырождалась в линию.

Шероховатость поверхностей, контактирующих с текучей средой, принималась 50 мкм.

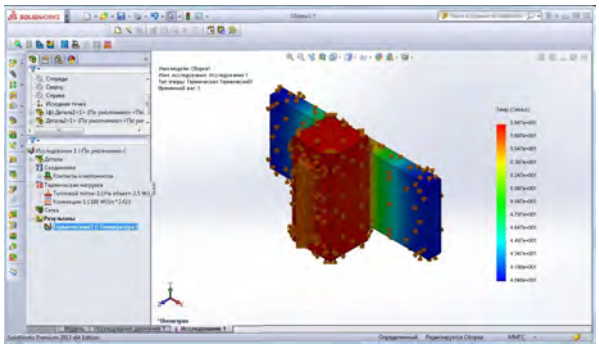


Рис. 2. Представление результатов моделирования тепловых процессов в локальной области вентильного электродвигателя

3. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Численный эксперимент дает возможность моделировать как «в большом» — объект в целом,, так и «в малом» — локальные области, стендовые испытания которых затруднены или невозможны.

Применительно к электродвигателям моделирование «в малом» представляется как рассмотрение процесса теплообмена в локальной области: обмотка возбуждения — ребро статора (рис.2).

Уровень решения (критерий завершения расчета и параметры расчетной сетки) принимался изначально рекомендуемый 3 (средний).

Тело обмотки возбуждения рассматривалось в качестве источника тепла с тепловой нагрузкой в виде мощности, определяемой тепловыми потерями от прохождения электрического тока.

При расчетах тепловых процессов принимались во внимание кондуктивный теплообмен между поверхностями контакта обмотки возбуждения и ребром статора и свободный конвективный теплообмен между открытыми поверхностями обмотки и статора с воздухом.

Рассматривались следующие варианты контакта обмотки возбуждения и ребра статора:

- обмотка охватывает ребро без соприкосновения с постоянным зазором вдоль всего профиля ребра, то есть исключается кондуктивный теплообмен между обмоткой и статором;

- обмотка имеет ограниченный контакт на углах ребра, то есть обеспечивается ограниченный кондуктивный теплообмен;

- обмотка плотно, без зазора, охватывает ребро статора.

Дополнительно рассматривался вопрос влияния удаленности расположения обмотки от внутренней поверхности полости статора.

После проведения нескольких серий расчетов результаты можно сформулировать следующим образом:

- при полном, без зазора, обхвате обмоткой ребра статора наименьшая из температур получена при полностью утопленной обмотке и ее соприкосновении с внутренней поверхностью паза: 58,4 ^{o}C против 66,6 ^{o}C для обмотки, удаленной от поверхности паза;

- при отсутствии контакта поверхностей обмотки и ребра (кольцевой зазор = 1 мм) температура обмотки повысилась до 98,6 ^{o}C;

- при частичном контакте обмотки с ребром статора (соприкосновение по торцу и зазор вдоль боковой поверхности ребра) температура обмотки составила 66,3 ^{o}C;

- замена материала статора на пластмассу вследствие худшей теплопроводности последней привела к повышению температуры обмотки до 72,9 ^{o}C при полном, без зазора, обхвате обмоткой ребра статора.

Моделирование тепловых процессов «в большом», то есть рассмотрение теплообмена для статора с обмотками возбуждения (рис. 3), дает возможность оценить взаимное влияние источников тепловыделения.

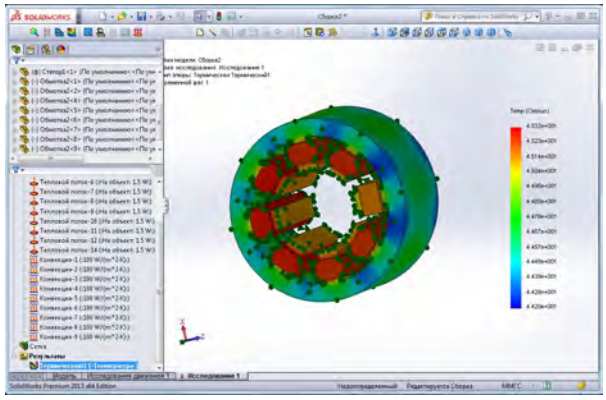


Рис. 3. Представление результатов моделирования тепловых процессов для статора электродвигателя с обмотками возбуждения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная методика моделирования тепловых процессов электродвигателя может быть использована в качестве практикума дисциплин «Математический аппарат современной техники» и «Компьютерные технологии в науке и образовании».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алямовский А.А.** SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной графике. / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 1040 с.

А.Ф. Антипин
andrejantipin@mail.ru
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета, Стерлитамак

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ МНОГОМЕРНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается инструментарий и принцип работы системы автоматизированной разработки многомерных логических регуляторов с переменными в виде совокупности аргументов двузначной логики.

ВВЕДЕНИЕ

Современные инструментальные комплексы для программирования промышленных контроллеров и устройств интеллектуального управления, такие как TRACE MODE, SIMATIC STEP 7, TwidoSoft и др. не содержат в своем составе средств, позволяющих в необходимой мере реализовывать и анализировать структуру многомерных логических регуляторов с переменными в виде аргументов двузначной логики (МЛР), что вызвано их относительной новизной. В связи с этим возникла необходимость создания системы автоматизированной разработки МЛР, описываемой в докладе.

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Система автоматизированной разработки МЛР «САР МЛР» фактически представляет собой один исполнительный файл, созданный в среде объектно-ориентированного языка программирования Delphi, с названием CAD M-DLR *x*.exe, где *x* — порядковый номер версии системы, который предназначен для работы в среде Microsoft Windows XP и выше.

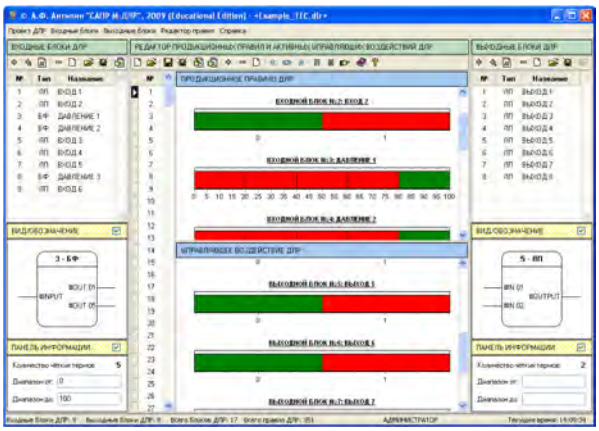


Рис. 1. Главное окно системы «САР МЛР»

Функционально «САР МЛР» состоит из:

1) редакторов фаззификаторов (рис. 1, слева) и дефаззификаторов (справа), предназначенных для создания, редактирования и интегрирования блоков фаззификации и дефаззификации в МЛР, а также для преобразования их внутреннего кода в формат языков программирования контроллеров стандарта IEC 61131-3 [1];

2) редактора продукционных правил (рис. 1, по центру) и управляющих воздействий МЛР. Для «САР МЛР» разработан специальный графический язык программирования «STEP-GRAPH». При создании продукционного правила в среде «STEP-GRAPH» отображаются отрезки числовой оси всех функциональных блоков МЛР, разбитые на области (термы), отмеченные красным цветом.

Принцип работы с языком программирования «STEP GRAPH» основан на создании системы правил, путем выделения необходимых областей, которые будут автоматически окрашены в зеленый цвет. Главной особенностью языка «STEP GRAPH» является наглядное представление правил МЛР, что не требует от пользователей системы навыков в области программирования;

3) подпрограммы для семантического анализа (ПСА) структуры программного кода МЛР (рис. 2), без которого невозможно преобразование программ МЛР в формат языков стандарта IEC 61131-3.

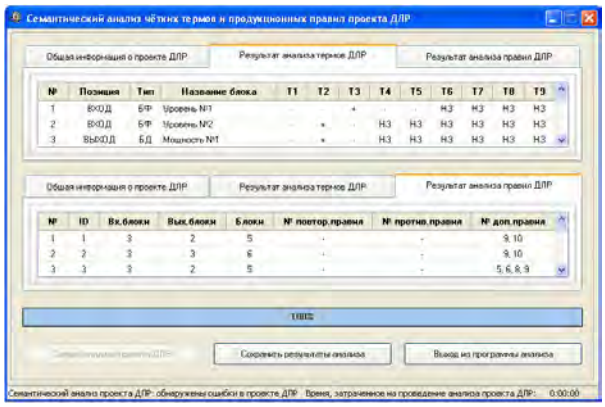


Рис. 2. Подпрограмма для анализа МЛР

На вкладке ПСА (рис. 2, сверху) «Результат анализа термов» размещена таблица с результатом анализа термов МЛР, где поля T1…T9 служат для вывода информации об использования первых 9 термов непрерывных физических величин МЛР. В таблице используются следующие обозначения: «+» — показывает, что терм задействован и используется в системе правил МЛР; «–» — показывает, что терм не используется в системе правил МЛР; «НЗ» — отражает незадействованные термы МЛР.

На вкладке ПСА «Результат анализа правил» расположена таблица с результатом анализа правил МЛР (рис. 2, снизу), где поля «№ повтор.правил», «№ против.правил», «№ доп.правил» предназначены для вывода идентификационных номеров пра-

вил, которые повторяют, дополняют другие правила МЛР или противоречат им соответственно.

2. ПРИНЦИП РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ

Принцип работы в среде «САР МЛР» основан на составленной автором методике разработки МЛР, которая включает следующую последовательность этапов:

1) определяется максимальное число входных и выходных переменных, их номинальные значения и числовой диапазон;

2) задается точность МЛР, путем представления физических величин эквивалентной совокупностью термов. Логические переменные будут иметь не более 2 термов, обозначающих соответствующие состояния переменных — 0 и 1. Для непрерывных физических величин необходимо выбрать характер и порядок распределения термов на универсальной числовой оси;

3) формируется требуемое количество блоков фаззификации (фаззификаторов) и дефаззификации (дефаззификаторов) МЛР, согласно информации, собранной на предыдущем этапе;

4) в среде разработки «САР МЛР» составляется перечень входных и выходных параметров МЛР с учетом обратных связей, и система фаззификаторов и дефаззификаторов;

5) производится настройка блока фаззификации МЛР, которая заключается в определении значений интервалов термов переменных МЛР, согласно способу интерпретации непрерывных физических величин в виде аргументов двузначной логики, с выбором характера и порядка распределения термов на универсальной числовой оси;

6) выполняется выбор функции дефаззификации для каждой выходной непрерывной величины;

7) для каждой переменной МЛР определяется система продукционных правил, при которых те или иные термы будут равны логической единице и логическому нулю;

8) на основе информации предыдущего этапа формируется база данных продукционных правил и управляющих воздействий, которая представляет собой систему массивов (или таблиц) значений выходных переменных МЛР для каждой ситуации;

9) экспериментально снимаются зависимости управляющих воздействий от задающих параметров в автономном (или сепаратном) и многосвязном режимах работы МЛР;

10) на основе информации, полученной на предыдущем этапе, формируется компенсационная система продукционных правил, предназначенная для исключения в установившемся режиме системы взаимного влияния контуров регулирования МЛР;

11) производится анализ структуры МЛР на предмет выявления «пустых», противоречащих или дополняющих друг друга продукционных правил, а также неиспользуемых блоков фаззификации и/или дефаззификации [2];

12) в «САР МЛР» реализован расчет основных параметров МЛР, таких как:

а) максимальное число продукционных правил R и операций сравнения L МЛР;

б) максимальный размер базы данных правил МЛР с n входными и m выходными параметрами.

Результатом работы подпрограмм «САР МЛР» является законченный код МЛР в формате языков программирования промышленных контроллеров стандарта IEC 61131-3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка многомерных логических регуляторов с переменными в виде совокупности аргументов двузначной логики в инструментальной среде «САР МЛР» позволяет снизить затраты времени в плане:

– разработки и создания систем фаззификаторов и дефаззификаторов МЛР с требуемым числом, характером и порядком распределения термов физических величин;

– корректировки параметров фаззификаторов и дефаззификаторов с последующим их введением в структуру МЛР;

– импорта и экспорта параметров блоков МЛР, преобразования их программного кода в форматы языков программирования стандарта IEC 61131-3;

– разработки системы продукционных правил и управляющих воздействий на графическом языке программирования «STEP GRAPH», основанном на системе фаззификаторов и дефаззификаторов МЛР;

– формирования элементов массивов (таблиц) базы данных продукционных правил МЛР;

– проведения семантического анализа структуры МЛР на предмет выявления логических ошибок или отклонений от концепции построения;

– составления компенсирующей системы правил, необходимой для исключения взаимного влияния контуров регулирования МЛР;

– генерации программы МЛР в формате языков программирования стандарта IEC 61131-3. В «САР МЛР» реализована генерация программного кода МЛР в формате языка программирования SIMATIC S7-SCL для контроллеров SIMATIC S7-300/S7-400.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров И.В. Программируемые контроллеры. — М.: Солон-Пресс, 2004.

2. Антипин А.Ф. Об одном способе анализа структуры многомерного логического регулятора // Прикладная информатика. 2012. № 5. С. 30—36.

О.Л. Ахремчик, А.И. Митрофанов
axremchic@mail.ru
Тверской государственный технический университет, Тверь

АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМУЛЯТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

АННОТАЦИЯ

Обобщается практический опыт применения прикладного программного обеспечения в инженерном образовании для эмуляции функционирования программируемых контроллеров при изучении операций их настройки для функционирования в составе систем управления.

ВВЕДЕНИЕ

Тенденция ускоренного развития и постоянного обновления модельных рядов, регулирующих приборов и сред для их программирования не позволяет региональным вузам, не входящих в число национальных исследовательских и федеральных университетов, осуществлять постоянное обновление лабораторной базы такими же темпами. Изучение процедур настройки и программирования новых поколений приборов производится с использованием стендов удаленного доступа и на основе вебинаров производителей.

В методическом плане удаленный доступ ограничивает пользователя номенклатурой приборов. Имеются значительные ограничения при проектировании траектории обучения исходя из индивидуальных особенностей обучаемых и целевых функций подготавливаемой группы.

Выполнявшиеся ранее авторами работы по модернизации лабораторных практикумов по специальным дисциплинам подготовки бакалавров по направлению «Автоматизация и управление» были ориентированы на имитацию объектов реального мира и интерактивного взаимодействия с пользователем [1]. Активная разработка эмуляторов программируемых приборов ведущих производителей позволяет использовать их для формирования компетенций, направленных на построение и программно-техническую реализацию алгоритмов управления технологическими объектами различного назначения и решение задач с разветвленным деревом допустимых решений.

1. ВИДЫ ЗНАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРАКТИКУМА НА БАЗЕ ЭМУЛЯТОРОВ

Цели и задачи учебной деятельности при применении эмуляторов промышленных контроллеров следующие:

– формирование у обучаемого адекватной модели процесса создания алгоритмической структуры, обеспечивающей функции управления режимными параметрами, сигнализации об отклонениях значений параметров, передачи данных между различными уровнями управления;

– трансформация и кодирование созданной структуры в набор описаний для программно-технической реализации;

– изучение характера связей и отношений между аппаратными средствами, программными модулями, алгоритмической структурой.

В процессе обучения конфигурации и настройки программных сред и программируемых приборов для управления технологическими объектами выделяются классы синтаксических и семантических ошибок [2]. Класс семантических ошибок при использовании эмуляторов в составе лабораторного практикума по специальным дисциплинам дополняется следующими ошибками:

– нарушение условий подачи сигналов на непредназначенные входы-выходы алгоритмической структуры при ее эмуляции;

– неправильные установка адресного пространства и настройка информационного обмена при недостаточном владении навыками конфигурации и настройки контроллера в используемой программной среде.

Класс синтаксических ошибок расширяется ошибками, связанными с неправильным кодированием разработанных алгоритмов управления, сигнализации и передачи данных.

Для диагностики ошибок разных типов в ходе проведения практикума в информационное и методическое обеспечения лабораторного практикума закладываются такие типы знаний как:

– собственно категориальный аппарат в виде концептов предметной области приборов и средств автоматизации и связей между ними;

– эвристические приемы сравнительного анализа, методы анализа, используемые для выбора вариантов подключения контроллера к внешним устройствам и конфигурации модулей контроллера;

– сведения по использованию прикладного программного обеспечения (среды) для конфигурации и настройки программируемых приборов при функционировании в составе систем контроля и управления.

Выделенные типы знаний используются при создании моделей средств автоматизации и управления (контроллеров) не только с точки зрения имитации приборов и процессов взаимодействия с ними, но и для изучения процедур программирования и настройки прибора на тестовых примерах.

Модель промышленного контроллера, ориентированная на использование эмуляторов при обучении описывается так:

$$K = \langle Name, \{M\}, \{O\}\rangle, \quad (1)$$

где Name — имя, присваиваемое прибору в составе практикума; {M} — множества входов, выходов, операторов преобразований входов в выходы, настроечных параметров; {O} — множества кодовых обозначений элементов множеств {M} в средах, предназначенных для программирования прибора.

Модель (1) дополняется ограничениями:

$$R = \{Ogr\}, \quad (2)$$

где {Ogr} — множество ограничений на соединения входов-выходов элементов для построения функциональных и алгоритмических структур систем управления, контроля и сигнализации на базе промышленных контроллеров.

При выполнении заданий практикума на базе эмуляторов контроллеров Сименс при изучении элементов множеств {M} и {O} рассматриваются:

– виды центральных процессоров стандартного исполнения (CPU1212, CPU 1214, CPU1215 и др.);

– система команд, коды переменных и базовые блоки для формирования основных элементов алгоритмических структур на языке программирования промышленного контроллера (STEP 7/MicroWin);

– технологии создания и отладки простых программ, для реализации функций управления и сигнализации.

Для повышения эффективности освоения выделенных знаний и моделей (1)—(2) необходимо формирование набора ситуационных задач кодирования процессов ввода-вывода сигналов и описания динамических преобразований сигналов в средах, ориентированных на обмен данными и программирование промышленных контроллеров.

Решение данных задач при обучении осуществляется на основе многоступенчатых переходов от набора функциональных моделей к структурированным моделям объектов, представленным с использованием различных языков.

2. СОСТАВ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭМУЛЯТОРОВ

Учебно-тренажерный комплекс на базе эмулятора промышленного контроллера включает учебное пособие с описанием контроллера, языка и среды программирования, тест и набор прикладных программ. В состав прикладных программ входят программное обеспечение эмуляции собственно контроллера, OPC серверы для информационного обмена программных компонентов, среда программирования контроллера, программы имитаторов датчиков и исполнительных устройств.

Процедура использования имитаторов в инженерном образовании включает декомпозицию задачи создания программно-технической реализации систем сигнализации и управления на подзадачи ввода сигналов, преобразования входных сигналов и вывода сформированных значений по адресам исполнительных устройств. Акценты эффективного использования информационного обеспечения смещаются на вопросы кодирования переменных и адресации каналов ввода-вывода.

Сценарий работы при применении эмуляторов включает процедуры создания и объединения в функциональную структуру алгоритмических блоков, интерпретируемых как ввод сигналов различной физической природы в программируемый прибор, формирование выходных сигналов на основе преобразований входных значений, кодирование операций ввода-вывода и преобразований, имитация процедур информационного обмена.

Для получения навыков формального синтеза и овладения методами перехода от одного уровня представления системы к другому используются набор функциональных моделей управляющих устройств на базе эмулятора и процедуры структурного синтеза.

Для получения навыков написания и отладки прикладных программ используются методы построения на базе функциональных моделей структур более высокого уровня иерархии в среде программирования контроллера.

Для получения навыков исследования функционирования объектов и оценки их параметров используются программно-реализованные модели систем управления и методики исследования программно-реализованных моделей в различных ситуациях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение в составе практикума эмуляторов позволяет получить навыки решения типовых задач с применением процедур структурного синтеза составляющих контроллер модулей ввода, обработки и вывода сигналов, а также навыки многоступенчатого кодирования задач ввода-вывода и преобразования сигналов.

Модель промышленного контроллера для практикума с использованием эмуляторов содержит множества свойств входов-выходов и кодовых обозначений свойств и процедур их преобразования в прикладных программах и средах для конфигурации приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Филатова Н.Н., Ахремчик О.Л., Вавилова Н.И.** Проектирование тренажерных комплексов для технического образования. — Тверь: Изд-во ТвГТУ, 2005.

2. **Ахремчик О.Л.** Особенности моделей средств автоматизации для диагностики семантических ошибок при проектировании // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2009. № 4. С.17—20.

В.А. Борхаленко
vadikhide@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ (НА ПРИМЕРЕ ПРОТОКОЛА SET)

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен созданию математической модели криптографического протокола электронной коммерции SET на основе аппарата сетей Петри.

ВВЕДЕНИЕ

В Интернете есть уже почти все, что может понадобиться человеку. Товары, услуги, общение, игры и т.д. Конечно, за некоторые услуги надо платить, и чем быстрее и проще система платежей, тем лучше. Потребность в подобной платежной системе начали ощущать и продавцы и покупатели. Поэтому были придуманы электронные деньги. Но с развитием технологий, обеспечивающих безналичный расчет, начали развиваться методы, угрожающие корректному проведению электронных транзакций, например, подмена информации, попытки несанкционированного доступа к активам продавца или покупателя. Одним из решений данной проблемы является SET-протокол защиты транзакций по банковским картам, проводимых через открытые сети типа Интернет. Спонсором протокола выступают Visa и Mastercard в сотрудничестве с основными игроками на IT-рынке, такие как IBM, Microsoft и др.

SET предназначен только для осуществления платежа и не применяется для поиска или выбора товара. По протоколу SET транзакция производится держателем карты без непосредственного считывания данных с карты, вместо этого он предоставляет сертификат, подписанный организацией, в ведении которой находится оформление, регистрация и выдача сертификатов центром сертификации или удостоверяющим центром. Сертификат хранится на жестком диске компьютера и позволяет производить аутентификацию пользователя с помощью криптоалгоритмов с открытым ключом. SET обеспечивает безопасность программными средствами, хотя существуют два проекта по развитию возможности использования SET вместе с микропроцессорными картами (смарт-картами) — C-SET и E-Comm. В данной работе осуществление транзакции по протоколу SET описывается в виде математической модели асинхронного процесса, основанной на использовании аппарата моделирования дискретных систем — сетей Петри.

1. АРХИТЕКТУРА SET

Участниками информационного взаимодействия в рамках SET являются:

- владелец карты;
- сервер продавца;
- платежный шлюз;
- центр сертификации;
- эмитент карты;
- эквайер (банк продавца).

Держатель (владелец) карты, продавец, центр сертификации и платежный шлюз соединены через Интернет. Клиент не устанавливает прямое соединение с платежным шлюзом, он использует туннельные протоколы для соединения через сервер продавца. Каждый из участников информационного обмена должен предварительно получить от центра сертификат, соответствующий спецификации SET. Эти сертификаты включаются в каждое сообщение, передаваемое между держателем карты, продавцом и платежным шлюзом.

Эмитент и эквайер соединены через закрытую банковскую сеть. Шлюз имеет два интерфейса: со стороны сети Интернет (соответствующий спецификации SET) и со стороны защищенной сети финансовых организаций.

SET защищает обмен данными как между покупателем и продавцом, так и между продавцом и платежным шлюзом. Платежный шлюз управляет платежами по поручению банка-эквайера и банка-эмитента. Как следствие, использование платежного шлюза должно быть одобрено банком или находиться под ответственностью финансовой организации.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОВЕДЕНИИ ТРАНЗАКЦИИ ПО ПРОТОКОЛУ SET

1) Регистрация владельца карты:

Сообщение	Направление передачи	Смысл
CardCinitReq	Владелец карты->CCA	Запрос начала регистрации
CardCinitRes	CCA->Владелец карты	Ответ на запрос о начале транзакции
RegFormReq	Владелец карты->CCA	Запрос регистрационной формы
RegFormRes	CCA->Владелец карты	Ответ на запрос регистрационной формы
CertReq	Владелец карты->CCA	Запрос сертификата открытого ключа
CertRes	CCA->Владелец карты	Ответ на запрос сертификата

2) Регистрация продавца:

Сообщение	Направление передачи	Смысл
Me-AqCinitReq	Продавец->МСА	Запрос на сертификацию
Me-AqCinitRes	МСА->Продавец	Ответ на запрос сертификации
CertReq	Продавец->МСА	Запрос сертификата открытого ключа
CertRes	МСА->Продавец	Ответ на запрос сертификата

Аналогичным образом с помощью двухэтапной процедуры осуществляется генерация сертификата открытого ключа и для платежного шлюза. Разница состоит в том, что платежный шлюз обращается за сертификатом своего открытого ключа в РСА.

В отличие от владельца карты, торговая точка и платежный шлюз должны получить сертификаты открытых ключей типов Digital Signing Key и Key-Exchange Key.

3) Проведение транзакции:

Сообщение	Направление передачи	Смысл
PInitReq	Владелец карты ->Продавец	Инициализация и запрос сертификатов продавца и платежного шлюза
PInitRes	Продавец ->Владелец карты	Ответ на сообщение PInitReq
PReq	Владелец карты -> Продавец	Заказ товара
PRes	Продавец ->Владелец карты	Ответ на заказ
AuthReq	Продавец ->Платежный шлюз	Авторизационный запрос
AuthRes	Платежный шлюз-> Продавец	Ответ на авторизационный запрос
CapReq	Продавец ->Платежный шлюз	Запрос на проведение сбора информации об авторизациях и отсылку клирингового запроса в банк
CapRes	Платежный шлюз-> Продавец	Ответ на запрос о сборе информации

3. МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ПЛАТЕЖА, ОСНОВАННАЯ НА АППАРАТЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Рассмотрим сеть Петри, описывающую процесс проведения электронной транзакции по протоколу SET (рис. 1).

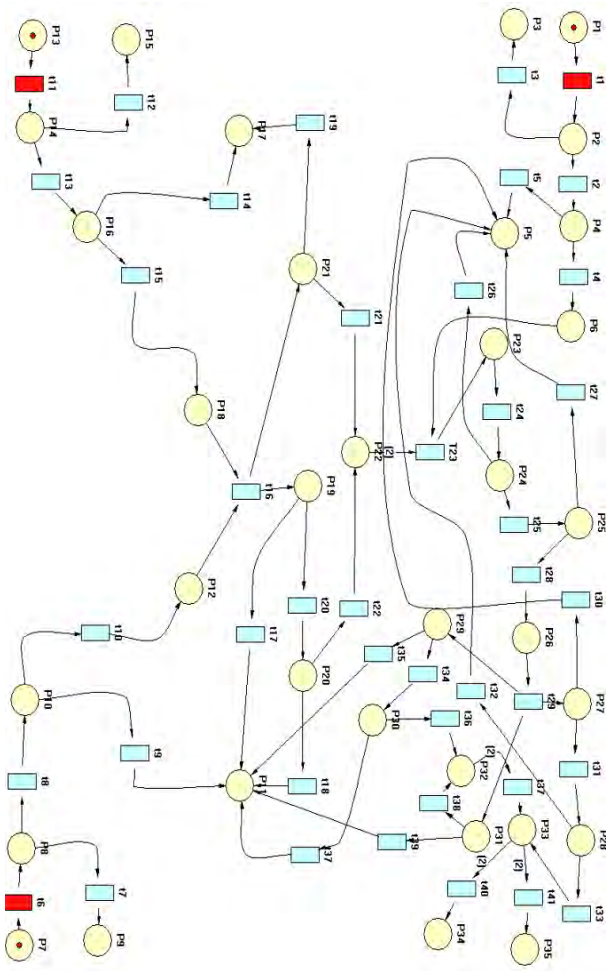


Рис. 1. Сеть Петри, описывающая процесс проведения электронной транзакции по протоколу SET

Рассмотрим позиции данной сети:

Имя позиции	Смысл
P1	Отправка CardCinitReq клиентом
P2	Проверка ЭЦП ССА в сообщении CardCinitRes
P3	ССА является нарушителем
P4	Проверка RegFormRes на достоверную информацию
P5	Покупатель является нарушителем
P6	Сертификат открытого ключа покупателя получен
P7	Отправка продавцом сообщения Me-AqCinitReq
P8	Проверка ЭЦП МСА в сообщении Me-AqCinitRes
P9	МСА является нарушителем (три попытки использованы)
P10	Проверка подлинности продавца центром сертификации МСА CertRes
P11	Продавец является нару-

	шителем
P12	Получение сертификата открытого ключа продавца
P13	Отправка Me-AqCinitReq шлюзом
P14	Проверка ЭЦП PCA в сообщении Me-AqCinitRes
P15	PCA является нарушителем
P16	Проверка подлинности шлюза центром сертификации PCA CertRes
P17	Шлюз является нарушителем
P18	Получение сертификата открытого ключа шлюза
P19	Проверка сертификата открытого ключа продавца в PInitRes
P20	Проверка ЭЦП продавца в PInitRes
P21	Проверка сертификата шифрования ключей шлюза в PInitRes
P22	Число прошедших аутентификацию покупателем
P23	Отправка PReq
P24	Проверка сертификата открытого ключа покупателя продавцом
P25	Проверка ЭЦП покупателя продавцом
P26	Отправка AuthReq шлюзу
P27	Проверка сертификата подписи покупателя в AuthReq
P28	Проверка ЭЦП продавца
P29	Проверка сертификата подписи продавца в AuthReq
P30	Проверка ЭЦП продавца
P31	Проверка сертификата шифрования продавца в AuthReq
P32	Наличие подлинных ключей продавца
P33	Число участников прошедших аутентификацию шлюзом
P34	Ответ: недостаточно средств на карте
P35	Ответ: транзакция совершена

Рассмотрим входную и выходную функции сети (рис. 2, 3).

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	p31	p32	p33	p34	p35
t1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
t36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
t37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
t38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
t39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
t40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
t41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Рис. 2. Входная функция сети

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30	p31	p32	p33	p34	p35
t1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
t36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
t37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
t38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
t39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
t40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
t41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Рис. 3. Выходная функция сети

На рис. 4 представлен вектор начальной маркировки.

P1	1	P19	0
P2	0	P20	0
P3	0	P21	0
P4	0	P22	0
P5	0	P23	0
P6	0	P24	0
P7	1	P25	0
P8	0	P26	0
P9	0	P27	0
P10	0	P28	0
P11	0	P29	0
P12	0	P30	0
P13	1	P31	0
P14	0	P32	0
P15	0	P33	0
P16	0	P34	0
P17	0	P35	0
P18	0		

Рис. 4. Вектор начальной маркировки

4. СВОЙСТВА СЕТИ

Укажем свойства данной сети:

– сеть потенциально живая, так как каждый из переходов может быть запущен хотя бы один раз;

– сеть не является живой, так как в ней достижимы тупиковые маркировки;

– сеть ограничена: максимальное число маркеров не превышает двух, следовательно, не безопасная;

– сеть не является устойчивой, так как существуют переходы, запуск которых делает невозможным срабатывание других переходов;

– данная сеть не является консервативной: сумма ее маркеров не постоянна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование аппарата сетей Петри для представления проведения электронного платежа по протоколу SET придает данному процессу наглядный характер. Далее при удалении некоторых дуг возможна декомпозиция данного процесса на подпроцессы, например, получение сертификата каждого из участников протокола или же проведение покупателем аутентификации продавца и шлюза. Также в дальнейшем исследовании для данной модели планируется ввести дополнительные состояния, характеризующие возможное поведение системы при введении в нее нарушителя, поведение которого описывается моделью Долева-Яо, и ее анализ, основанный на методе model checking.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Деднев М.А, Дыльнов Д.В, Иванов М.А.** Защита информации в банковском деле и электронном бизнесе. — М.: Изд-во КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004.

2. **Панасенко С.П., Батура В.П.** Основы криптографии для экономистов. — М.: Финансы и статистика, 2005.

3. **Хорев П.Б.** Криптографические интерфейсы и их использование. — Горячая линия-Телеком, 2007.

4. **Леоненков А.В.** Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — М.: БХВ-Петербург, 2005.

5. **Питерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирование систем. — М.: Мир, 1984.

6. **Абдикеев М.Н.** Проектирование интеллектуальных систем в экономике. — М.: Изд-во Экзамен, 2004.

7. **Нагирняк Б.** Документация к средству VisualPetri. URL: http://binmount.com.

8. **Балюкевич Э.Л, Ковалева Л.Ф, Романников А.Н.** Дискретная математика. — М.: МЭСИ, 2007.

И.В. Брейдо, А.В. Сичкаренко, Е.С Котов
jbreido@mail.ru
Карагандинский государственный технический университет, Караганда

ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОДСТАНЦИЙ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

АННОТАЦИЯ

Описаны информационные комплексы автоматического контроля режимов работы подстанций угольных разрезов, созданные и внедренные в Казахстане.

ВВЕДЕНИЕ

Для систем электроснабжения горнодобывающих предприятий, в том числе подстанций угольных разрезов, характерными являются частые аварийные ситуации. С учетом того, что подстанции размещаются непосредственно на бортах разрезов, на значительном удалении от диспетчерских пунктов, поиск и устранение отказов связаны со значительными трудностями.

Специалистами кафедры автоматизации производственных процессов Карагандинского Государственного технического университета для угольного разреза АО «Шубарколь-Комир» разработаны и внедрены информационные комплексы контроля режимов работы (ИККРРП) на 3-х подстанциях.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА, ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ИККРРП

Электроснабжение угольного разреза представляет собой разветвлённую многокилометровую сеть воздушных линий, трансформаторных подстанций на напряжение 100/35/10 и 6 кВ, переключательных пунктов, электроприемников, содержащих экскаваторы, насосные станции, буровые станки, водоотливные установки и другое специализированное оборудование [1,2]. Добыча угля на угольном разрезе АО «Шубарколь-Комир» осуществляется экскаваторами, оснащенными электроприводами большой мощности.

Каждая подстанция имеет четыре питающих фидера, к каждому из которых может подключаться до пяти единиц оборудования одновременно. Напряжение каждого питающего фидера составляет 6 кВ. Питание подстанций осуществляется через вводные фидеры от линии высокого напряжения 35 кВ, приходящей с подстанции «Шубарколь Новая», которая, в свою очередь, подключена к высоковольтной линии напряжением 110 кВ.

2. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИККРРП

ИККРРП выполняют следующие функции:

а) контроль и передачу в режиме реального времени технологических параметров электроэнергии: тока фидера, напряжения фидера, значения входного напряжения на фидере, значения входного напряжения 35 кВ на входе трансформатора, количества активной и реактивной накопленной энергии по каждому фидеру;

б) контроль и передачу в режиме реального времени сигналов технологических защит: включения/отключения фидера, максимальной токовой защиты фидера, замыкания на землю каждого фидера, температуры масла трансформатора;

в) индикацию текущего местоположения оборудования в виде графических мнемосхем на экране персонального компьютера;

г) отображение, архивирование и удаление аварийных сообщений и предупреждений;

д) архивирование всех сообщений системы на внешнем носителе [3].

На рис. 1 представлена структура ИККРРП.

Рис. 1. Структура ИККРРП

ИККРРП размещается в шкафах управления, расположенных на подстанциях и диспетчерских пунктах приема. Съем и передача информации о состоянии параметров электроэнергии и технологических защит осуществляется радиомодемами. В системе использованы контролеры FX3U-16MR/ES и мультиметры ME96NSR фирмы «Mitsubishi», радиомодемы «Невод-М5» фирмы «Геолинк», шкафы фирмы «Rittal». В шкафах фидеров с напряжением 6 кВ смонтированы электросчетчики ME96NSR, по одному на каждый фидер. На диспетчерском пункте собирается и отображается информация с подстанций разреза. Здесь размещены шкаф управления и персональный компьютер, на котором установлено программное обеспечение «CitectSCADA» [4].

SCADA — система, которая обеспечивает мониторинг параметров электроэнергии в режиме реального времени, мониторинг состояния коммутационной аппаратуры технологических защит в режиме реального времени, мониторинг состояния нагрузки фидеров подстанций, оповещение оператора об аварийных ситуациях в режиме реального времени, с последующим архивированием, представление измеряемых показаний в графической форме, генерацию отчетов по измеряемым параметрам.

В функции мониторинга и представления измеряемых показаний параметров электроэнергии в графической форме входит обработка и вывод на экран показаний, принимаемых со счетчиков в виде трендов.

В функции мониторинга состояния коммутационной аппаратуры технологических защит входит обработка и вывод на экран соответствующих сигналов.

В функции мониторинга состояния нагрузки фидеров подстанций входит отображение текущего распределения добычного оборудования между подстанциями разреза и их отводящими фидерами.

В функции оповещения оператора об аварийных ситуациях с последующим архивированием входит визуальная и звуковая сигнализация о срабатывании технологических защит, с их последующей записью в базе регистрации аварий.

В функции генерации отчетов по измеряемым параметрам входит формирование отчетности по потреблению электрической энергии за определенный период и вывод в необходимой форме в файл формата Excel и Access. Возможно составление отчетов по аварийным ситуациям.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В процессе эксплуатации комплекса на угольном разрезе «Шубарколь-Комир» с ноября 2010 г. выявлено следующее:

– система показала работоспособность в тяжелых эксплуатационных условиях, имеющихся на угольном разрезе, в течение всего года;

– подсистема визуализации позволяет в удобной форме отслеживать полную картину работы подстанций разреза, осуществлять мониторинг энергетических параметров;

– подсистема визуализации позволяет дежурным энергоучастков оперативно реагировать на аварийные ситуации, происходящие на обслуживаемых подстанциях;

– разработанная специально для этой системы функция автоматизированного контроля оборудования, подключенного к фидерам подстанции, дает полную картину о состоянии загруженности подстанции и о местах подключения оборудования на всей территории угольного разреза;

– система открыта и легко расширяется;

– система постоянно модернизируется и улучшается.

По результатам эксплуатации комплекса была выявлена низкая скорость передачи данных по радиоканалу. Недостаточная мощность передающего канала в условиях больших расстояний приводила к частичной потере данных, особенно при сильных атмосферных осадках. Однако при циклическом опросе пропадание отдельных пакетов не столь критично для системы в целом. В процессе доработки комплекса была повышена скорость опроса до 1 опроса в 4 сек., что было необходимо для качественного анализа трендов мгновенной мощности фидеров подстанций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение системы обеспечивает значительное увеличение эффективности мониторинга параметров электроэнергии и технологических защит подстанции. Анализ графиков потребляемой мощности позволяет отслеживать эффективность использования подключённого оборудования на данном фидере. За счет объединения данных в единую картину на экране у диспетчеров повысилась оперативность реагирования на любые внештатные ситуации, связанные с аварийными отключениями подстанций

По результатам эксплуатации комплекса обеспечена экономия электроэнергии в объеме 360 000 кВт·ч/год, на одну подстанцию за счет исключения работы горного оборудования на холостом ходу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федоров А.А.** Электроснабжение промышленных предприятий. — М.: Госэнергоиздат, 1961. — 744 с.

2. **Андреева Л.В., Осика Л.К., Тубинис В.В.** Коммерческий учет электроэнергии на оптовом и розничном рынках. — АВОК, 2010. — 384 с.

3. **Гисин Б.С., Жак А.В., Меркурьев Г.В., Окин А.А.** Автоматизация принятия решений по оперативно-диспетчерскому управлению энергообъединениями в аварийных режимах. — М.: Известия АН СССР, Энергетика и транспорт, 1989. — 109 с.

4. **Андреев Е.Б., Куцевич Н.А., Синенко О.В.** SCADA-системы: взгляд изнутри. — РТСофт, 2004. — 176 с.

Ф.Н.Булатбаев, А.Д.Мехтиев, Ю.Ф.Булатбаева
Felix4965@mail.ru
Карагандинский государственный технический университет, Караганда

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Использование информационных технологий предоставляет широкие возможности для проведения исследований по определению путей совершенствования конструкции отдельных элементов тормозного устройства шахтных подъемных машин.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших элементов в технологической цепочке добычи полезных ископаемых на шахтах и рудниках является подъемно-транспортное оборудование. С увеличением производительности шахтных подъемных установок возрастает значение обеспечения нормативной надежности, так как в этих условиях отказы грузовых подъемных установок приводят к значительной потере добычи полезного ископаемого, а отказы людских подъемов — к появлению опасности для жизни людей. Решение задачи повышения технического уровня, износостойкости и надежности конструктивных частей подъемно-транспортного оборудования, является одним из основных приоритетов развития горного машиностроения [1].

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ СОПРЯЖЕНИЯ ШАРНИРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА

Тормозное устройство шахтных подъемных машин — одно из самых сложных и ответственных устройств подъемной установки, являющееся конечным звеном в цепи защитных средств. К нему предъявляются повышенные требования, так как от его совершенства зависит надежность и безопасность работы подъемной установки [2].

В процессе эксплуатации подъемных установок возникают значительные тормозные усилия в элементах тормозного устройства, как в нормальных режимах, так и в аварийных ситуациях при резких остановках подъемного сосуда в шахтном стволе. Заедание шарниров или чрезмерный их износ может стать причиной серьезной аварии.

Износ шарнирных соединений тормозного устройства шахтных подъемных машин может быть результатом конструктивных особенностей, механических свойств материала контактирующих поверхностей, технологии и качества изготовления, вида трения, наличия на поверхности трения абразивных частиц, условий эксплуатации и режимов работы.

Между тем не используются возможности обеспечения нормативной надежности шарнирных соединений за счет увеличения площади контактных поверхностей. Исходя из вышесказанного, установление рациональных конструктивных параметров элементов шарнирных соединений является актуальной задачей. Для решения этой задачи на первом этапе необходимо определение напряжений на поверхности сопряжения шарнира. С помощью имитационного моделирования (ANSYS) проводился анализ возникновения контактных напряжений в зависимости от геометрической формы и площади поверхности контакта втулок.

Исследовались типовые шарниры с цилиндрической внутренней поверхностью. Кроме этого были предложены втулки с частичной конической расточкой (с разными отношениями цилиндрической и конической части) и втулки с полной конической расточкой на всю длину [3].

Эксперимент проведен с пятью имитационными моделями шарниров с различными конструктивными параметрами (рис. 1).

Имитационные модели имеют следующие различия:

– первый вариант — типовая конструкция с цилиндрической внутренней поверхностью втулки по линии АК с диаметром d2;

– второй вариант имеет частичную коническую расточку внутренней поверхности втулки L2 на 0,1 ее длины L1 по линии АВС с диаметрами d2 и d3;

– третий вариант имеет частичную коническую расточку внутренней поверхности втулки L2 на 0,35 ее длины L1 по линии АВС с диаметрами d2 и d3;

– четвертый вариант имеет частичную коническую расточку внутренней поверхности втулки L2 на 0,7 ее длины L1 по линии АВС с диаметрами d2 и d3;

– пятый вариант имеет полную коническую расточку внутренней поверхности втулки на всю ее длину по линии АС с диаметрами d2 и d3.

Благодаря использованию конической поверхности увеличивается площадь контакта поверхностей втулки и пальца, в результате снижаются контактные напряжения при эксплуатационных нагрузках, и уменьшается износ контактных поверхностей втулки. Исследования имитационной модели пары «втулка-палец» с использованием универсальной программной системы ANSYS пока-

зали, что приложение внешних нагрузок изменит распределение напряжений в зоне, подверженной износу.

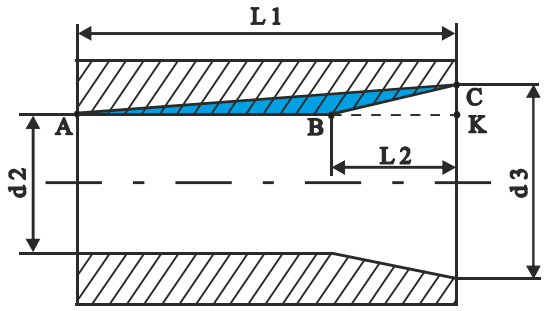


Рис. 1. Продольное сечение втулки

Анализ полученных зависимостей напряжений на контактной поверхности втулок различных конструкций позволил определить рациональную форму втулки шарнира. Глубины расточки конической части составляет 0,35—0,7 от общей длины втулки.

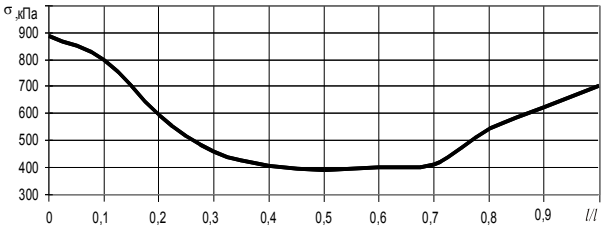


Рис. 2. Зависимость напряжений на контактной поверхности втулки от глубины расточки по отношению к ее общей длине

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ ТОРМОЗНОЙ БАЛКИ

Исследование модели тормозной балки шахтной подъемной машины в рамках реального диапазона нагрузок позволяет определить характер деформации ее элементов. Возможности ANSYS используются для исследования различных моделей тормозных балок шахтных подъемных машин и способов создания более совершенной конструкции.

Исследовались две разработанные модели тормозной балки подъемной машины типа 2Ц–4х2,3 и 2Ц–6х2,4 с толщиной стенки 20 и 40 мм соответственно. Тормозная балка выполняется сварной из листовой стали. Модели балок шахтных подъемных машин 2Ц–4х2,3 и 2Ц–6х2,4 выполнены с учетом конструкторских размеров, приведенных в чертежной документации, по которым они были изготовлены.

В процессе эксперимента моделировалась работа тормозной балки с учетом переменного характера нагрузок, тем самым создавались реальные условия ее работы.

Выполненные исследования позволяют разработать методику определения напряжений, возникающих в конструкции тормозной балки при ее работе в процессе торможения. Можно довольно точно определить возникающие напряжения в любом месте конструкции при определенной нагрузке. Это позволяет определить места возникновения критических напряжений, приводящих к разрушению конструкции. Выявляются зоны образования усталостных трещин, которые возникают в процессе эксплуатации шахтных подъемных машин и могут быть невидимы при визуальном осмотре [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS позволяет в лабораторных условиях решать линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные пространственные задачи механики деформируемого твердого тела и механики конструкций. Моделирование и анализ при проведении исследований по совершенствованию электромеханического оборудования в угольной промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование-изготовление-испытания».

Проведенные исследования позволяют определить рациональные конструктивные параметры отдельных элементов тормозного устройства шахтных подъемных машин для проведения реконструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Булатбаев Ф.Н., Мехтиев А.Д., Булатбаева Ю.Ф.** Метод восстановления втулок рычажной передачи тормозного устройства шахтных подъемных машин // Горное оборудование и электромеханика. 2012. № 7. С. 37—41.

2. **Грузутин Р.Я., Калинин В.Г., Чайка Б.Н.** Неисправности шахтных подъёмных установок / Под ред. Бежок В.Р. — М.: Недра, 1991. — 368 с.

3. **Булатбаев Ф.Н.** Совершенствование работы шарнирных соединений тормозного устройства шахтных подъемных машин. — Караганда: Издательско-Полиграфический Центр Казахстано-Российского университета, 2011. — 172 с.

4. **Мехтиев А.Д.** Исследование виртуальной модели тормозной балки подъемной установки типа 2Ц–4х2,3 и 2Ц–6х2,4 // Республиканский научный журнал. Изд–во КГИУ. 2008. № 2 (14). С.120—126.

В.Д. Буров, А.А. Дудолин
BurovVD@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЭС

АННОТАЦИЯ

Приводится сравнение и основные особенности современных программных комплексов используемых на различных стадиях реализации проектов создания энергообъектов.

Показаны основные достоинства программных комплексов Thermoflow, Gate Cycle, Boiler Designer, KPRO, OMEGA, UNITED CYCLE, используемых на стадиях термодинамического анализа и различных этапах проектирования. Представлены основные пути использования программного обеспечения (ПО).

Для исследования режимов работы, а также получения реального опыта управления современными парогазовыми блоками используются различные тренажеры. На примере наиболее апробированного парогазового блока ПГУ-450Т показаны особенности «Программного комплекса по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС (ПГУ-450Т)».

ВВЕДЕНИЕ

Стратегический курс на увеличение доли современных высокотехнологичных типов ТЭС и АЭС, а также использование нетрадиционных источников энергии диктует необходимость в разработке большого числа вариантов тепловых схем, достоверном анализе различных технических предложений, оперативном и качественном проектировании энергообъектов, моделировании эксплуатационных особенностей вновь разрабатываемых и модернизируемых электростанций. При этом основой проектирования любой электростанции являлись и являются расчеты тепловых схем ТЭС [1]. Практически все известные программные решения включают в себя средства для расчета пароводяных термодинамических свойств рабочих тел, традиционных элементов тепловых схем ТЭС (котлы, турбины, теплообменники и др.), а некоторые имеют еще и модули для расчета специальных установок, например, термоопреснителей морской воды, солнечных термоустановок, газификаторов и т.д. Большинство программных продуктов позволяют выполнять балансовые расчеты тепловых схем, а более углубленные расчетные средства, такие как *Thermoflow* и *Boiler Designer*, позволяют выполнять конструкторские и поверочные, анализировать нерасчетные и динамические характеристики блоков. Модуль *Peace* системы *Thermoflow*, позволяет также проводить финансово-экономический анализ. Что же касается удобства использования таких программных решений, а также эффективности их применения, то эти два аспекта во многом зависят от совершенства заложенных в эти программы алгоритмов, от наличия в составе соответствующих программ или программных пакетов специальных модулей для решения возникающих специфических задач, а также от полноты включаемых в комплект поставки библиотек с принципиальными схемами (мнемосхемами) электростанций и компонентами энергоустановок.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЭС

Одним из важных вопросов при проектировании и строительстве энергообъектов ТЭС является определение расчетных и гарантийных показателей. От точности такого расчета, учета многих факторов влияющих на показатели станции, такие как, к примеру, климатические условия, характеристика оборудования, величина собственных нужд, наличие специальных устройств, оборудования и т.д., будут зависеть гарантии и та доля ответственности, которую на себя возьмет компания по их исполнению. Неверная оценка таких показателей в сторону их завышения на стадии подписания контракта может привести к значительным штрафам и издержкам на последующих стадиях, а сильное занижение этих показателей может вообще привести к исключению организации из претендентов на строительство еще на конкурсной стадии.

Одним из наиболее удобных и автоматизированных средств для определения расчетных и гарантированных показателей является программный комплекс *Thermoflow*. Данный софт позволяет учесть характеристики оборудования, его конструктивные особенности, сопротивления по трактам, оценить величину собственных нужд и другие факторы влияющие на точность расчета. *Thermoflow* (рис. 1) позволяет выполнять расчеты при создании нового энергообъекта как в автоматизированном режиме на основании заданных критериев, таких как максимальная эффективность либо минимальная цена, при этом заложенные в программу алгоритмы предложат конструктивную компоновку тепловой схемы, руководствуясь этими критериями. Это повлияет на недогревы в котле-утилизаторе, расположение поверхностей, выбор параметров генерируемого пара, собственные нужды и др. В программе предусмотрена возможность передачи полученных результатов конструкторского расчета с найденными значениями поверхностей теплообмена из модулей автоматизированного проектирования *GT PRO*, *STEAM PRO* в специальные программы *GT MASTER*, *STEAM MASTER*, обеспечивающие поверочные расчеты, в которых значения поверхно-

стей теплообмена зафиксированы и используются в качестве опорного режима. Эта возможность позволяет в переменных режимах работы оборудования рассчитывать значения температурных напоров и недогревов и получать более точные результаты показателей работы оборудования в целом.

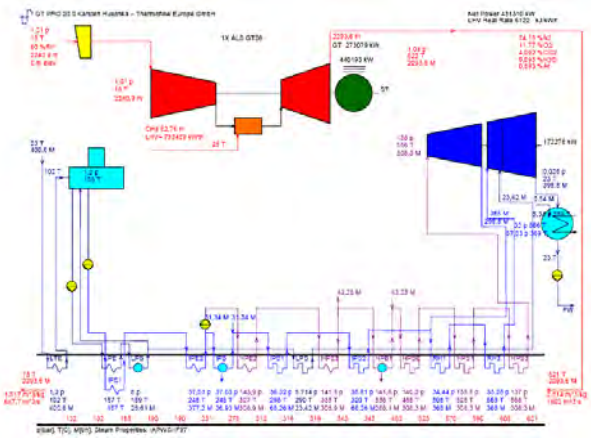


Рис. 1. Пример интерфейса программного комплекса *Thermoflow*

Второй путь использования программы *Thermoflow* — это моделирование и расчет тепловой станции по характеристикам оборудования, полученным от производителей. Это является одним из сложных и трудоемких расчетов, требующих получения доскональной информации по оборудованию, моделированию, расчету режимов, проверке сходимости и увязки всей схемы в целом.

Помимо описанных выше возможностей *Thermoflow* имеет в своем составе модуль *Peace* (рис. 2), обеспечивающий проведение технико-экономических расчетов по блоку в целом и по отдельным видам оборудования. Помимо этого данный модуль позволяет получить предварительную спецификацию на основное и вспомогательное оборудование, а также габаритные характеристики оборудования. Этими возможностями не обладает ни одна из других программ.

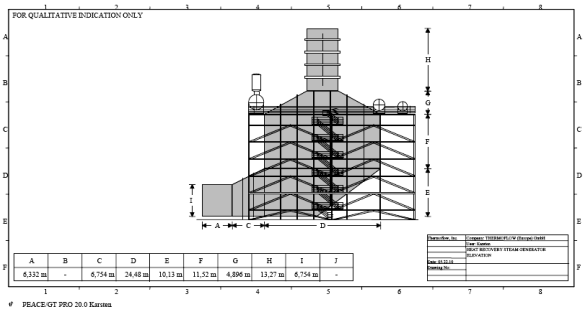


Рис. 2. Пример получения предварительной компоновки котла-утилизатора с помощью модуля *Peace*

Программное обеспечение *Gate Cycle* (рис. 3) позволяет проводить расчеты тепловых балансов в проектных и непроектных условиях работы для любого типа тепловой электростанции. Данный софт позволяет разработать оптимальный проект для вновь проектируемого энергообъекта или сделать правильные модификации на существующем блоке, либо всей станции в целом. Используя обширные способности к моделированию возможно эмулировать работу станции, чтобы определить оптимальный способ к ее управлению.

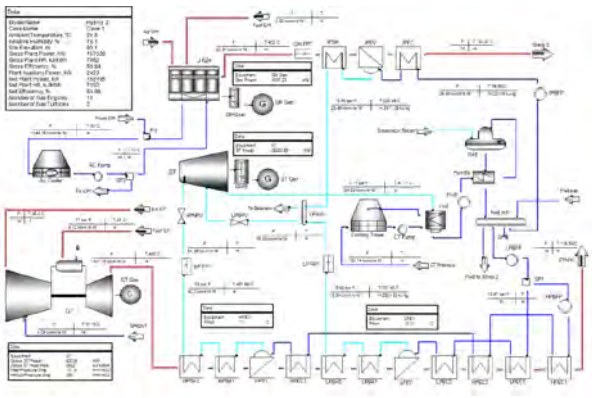


Рис. 3. Пример интерфейса программного обеспечения *Gate Cycle*

Программное обеспечение *Gate Cycle* позволяет эмулировать работу на режимах различных тепловых циклов: котельных установок на угле, атомных электростанций, систем когенерации, ГТУ, ПГУ и многих других типов энергообъектов. Использовать программное обеспечение *Gate Cycle* можно как для быстрых оценок, так и детальной проработки проекта на стадиях модернизации, повторно проводя расчеты с большой скоростью и высокой точностью.

Ряд программных комплексов выполняют функции только конструкторского расчета и служат для определения технических показателей в номинальном режиме работы блока, где вычисления ведутся по заданным значениям температурных напоров в оборудовании, которые принимаются по нормируемым или рекомендуемым величинам. Оценка показателей переменного режима работы в таких программах считается весьма приближенной, так как значения недогревов воды и температурных напоров, а также КПД проточных частей в зависимости от нагрузок в этом случае необходимо задавать, что может сделать только опытный технолог, и то с определенной степенью погрешности. К таким программным комплексам относятся отечественные программы *OMEGA* (ver. 3.1 ИГЭУ, Россия), *UNITED CYCLE* (С-Пб, ГТУ, Россия). Достоинством данных разработок является наличие банка данных готовых технологических схем отечественных блоков, а также возможность внесения структурных изменений в технологическую схему для сравнительной оценки показателей альтернативных вариантов [2].

Современное программное обеспечение позволяет производить расчёты не только обычных электростанций и электростанций комбинированного цикла, но и электростанций, тепловая энергия которых используется для опреснения морской воды, также как и для расчёта солнечных теплоэлектростанций, техпроцессов и оборудования для газификации угля, топлив-

ных элементов и мини-ТЭЦ. Применительно к моделированию таких установок и схем программное обеспечение может либо позволять индивидуально моделировать каждый элемент, либо (при использовании готовых мнемосхем) могут отображаться на схемах в виде своего рода «чёрных ящиков». В последнем случае искомые величины определяются вычислительными методами в зависимости от КПД [3].

Вновь проектируемые электростанции, как правило, работают по комбинированному циклу, и в этих случаях весьма полезной бывает функция простого определения возможности выработки электростанцией, исходя из заданного количества пара, требуемого в техническом задании количества электроэнергии. Соответственно необходимо наличие функций автоматического вычисления программным обеспечением значений различных ключевых параметров — например, параметров, характеризующих работу газовых турбин с неполной нагрузкой, параметров расходов через байпасные каналы, а также параметров производительности вспомогательных котлов. Для решения всех этих задач наиболее целесообразно использовать программное обеспечение, основанное на применении замкнутых алгоритмов.

Инженерная компания *Фихтнер*, специализирующаяся в области энергетики развивает свою собственную программу *KPRO*® для расчета термодинамических циклов. Эта программа работает в среде *Windows* и использует систему уравнений для расчета теплофизических свойств воды и водяного пара в соответствии с формуляром *IAPWS-IF97*. За многие годы существования программы существенно выросла относящаяся к программе база данных мнемосхем, включающая в себя на сегодняшний день более 3 000 единиц.

Программа *KPRO*® имеет весьма гибкую библиотеку компонентов. Благодаря использованию в программе замкнутых алгоритмов она позволяет простыми средствами моделировать управляющие воздействия. С учетом вышесказанного можно утверждать, что данная программа соответствует всем современным требованиям, выдвигаемым к функциональности подобных программ их пользователями. Программа является эффективным средством проектирования как обычных угольных ТЭЦ, так и электростанций, работающих по комбинированному циклу, и позволяет рассчитывать поведение оборудования электростанции под различной нагрузкой. В числе прочего программа позволяет рассчитывать параметры работы газовых турбин с неполной нагрузкой, характерной для работы ТЭЦ в теплофикационном режиме, причем благодаря использованию замкнутых алгоритмов такие расчеты не представляют особой сложности и могут проводиться с опорой на имеющиеся характеристики газовых турбин, без применения итеративных циклов.

Программа *Boiler Designer* предназначена для конструирования и последующего статического и динамического расчетов теплоэнергетических объектов (котлов, энергоблоков и пр.). В ней содержится свыше 100 унифицированных элементов (топка, поверхности нагрева различного типа, впрыски, турбина, подогреватели, насосы, трубопроводы с различными видами гидравлических сопротивлений, регуляторы и др.). С помощью этих элементов может быть собрана любая схема, для чего в удобном графическом режиме можно выбирать из заданного набора пиктограммы элементов, перемещать их по экрану, объединять соответствующими связями в схемы пароводяного и газовоздушного трактов, при необходимости удалять и т.д. Некоторые из элементов являются иерархическими, т.е. содержат группы, в которые помещаются другие элементы. Такая иерархическая структура позволяет собирать схемы самых сложных объектов без ограничения количества элементов.

Для решения задач, связанных с более точным конструированием котельного оборудования (энергетических котлов любого типа, котлов-утилизаторов, топок и т.д) в составе тепловых схем ТЭС используется ПО *Boiler Designer* (рис. 4), признаваемый всеми российскими проектными фирмами и производителями котельного оборудования.

Не вызывает сомнения, что применение математического моделирования позволяет поднять уровень эксплуатации электростанции на новый более качественный уровень. Однако до последнего времени внедрение математических моделей было весьма ограниченным из-за больших трудозатрат на их разработку и, следовательно, очень большой стоимости (100 000 € и более).

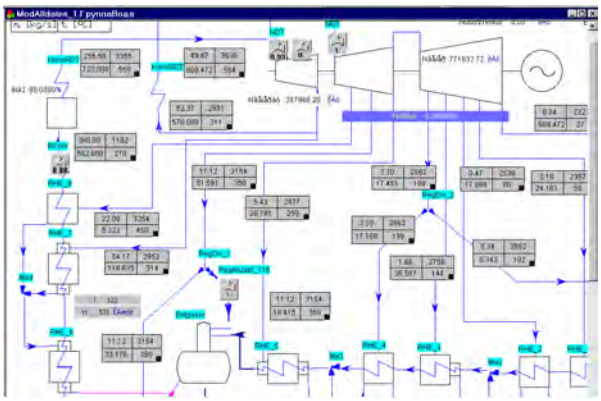


Рис. 4. Пример интерфейса программного комплекса *Boiler Designer*

Программа *Boiler Designer* позволяет преодолеть эти трудности, т.к. создание математической модели из унифицированных хорошо отработанных элементов требует значительно меньших трудозатрат. Особо следует отметить, что при этом создается всережимная математическая модель, позволяющая рассчитывать режимы и переходные процессы при любом сочетании возмущающих воздействий.

Задача отработки технологии пуска оборудования энергоблока для вновь вводимого в эксплуатацию комплекса является приоритетной, поскольку правильное ведение пускового режима предполагает эксплуатацию оборудования в соответствии с

требованиями заводов-изготовителей с обеспечением при этом максимальной эффективности и экономичности его работы. Автоматизация пусковых процессов не позволяет нарушать эти требования и правила. Примером реализации таких процессов является «Программный комплекс по исследованию режимов работы парогазовых ТЭС (ПГУ-450Т)», который построен, в основном, на базе практических результатов по освоению первого энергоблока СевероЗападной ТЭЦ в г. Санкт-Петербурге. Сама по себе парогазовая установка мощностью 450 МВт представляет собой первый образец технологии нового типа в российской энергетике, основную долю которого составляет российское оборудование. Алгоритмы управления котлов-утилизаторов, паровой турбины, технологических узлов БРОУ и ГПЗ, а также их взаимосвязь с алгоритмами управления ГТУ являются уникальными разработками прикладного программного обеспечения [4].

Программный комплекс позволяет проводить соответствующие расчеты начального уровня нагружения газовых турбин для предварительного прогрева паропроводов ВД и прогрева ЦВД паровой турбины, позволяет адаптировать алгоритмы ГТУ к решению взаимосвязанных задач управления оборудованием энергоблока.

Софт позволяет проводить исследования совместной работы алгоритмов нагружения ГТУ и ПТУ, а также оптимизировать пусковые режимы энергоблока на основе пошаговой логики.

Полученные в результате таких исследований данные представляют интерес для дальнейшего развития логических пошаговых программ функционально группового управления и отработки навыков по управлению крупными парогазовыми блоками.

Используя в своих работах описанные расчетные средства кафедра ТЭС проводит разработку, исследование и оптимизацию ТЭС различных типов в первую очередь на базе самой современной парогазовой технологии. Оказывает консультационные услуги по вопросам применения ГТУ и ПГУ на ТЭС. «Центр подготовки и переподготовки по общей энергетике и ТЭС» проводит повышение квалификации и переподготовку специалистов в области применения газотурбинных и парогазовых технологий на ТЭС. Только за 2010—2013 гг. на кафедре прошло обучение более 200 специалистов с различных предприятий энергетики, а также студентов старших курсов, обучающихся по специальности «Тепловые электрические станции».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение современных расчетных средств в российскую энергетику позволит поднять качество проектной документации на новый технический уровень, сократить время подготовки проектной документации и исключить возможные технические ошибки на стадии реализации.

Создание оснащенных расчетно-технических баз в ВУЗах на основе современных программных комплексов позволит внедрить их в учебный процесс и систему повышения квалификации специалистов, обеспечивая тем самым энергетические предприятия подготовленными высоко квалифицированными кадрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Газотурбинные** энергетические установки: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 428 с.

2. **Расчет** котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов: учеб. пособие / Г.И. Доверман, Б.Л. Шелыгин, А.В. Мошкарин, Ю.В. Мельников. — Иваново.: УИУНЛ ИГЭУ, 2007. — 272 с.

3. **Технология** проектирования ТЭС и методы ее комньтеризации / Н.Б. Ильичев и др.; под ред. А.В. Мошкарина, В.Н.Нуждина. — М.: Энергоатомиздат, 1997. — 234 с.

4. **Невзгодин В.С., Радин Ю.А., Панько М.А.** Алгоритмические основы автоматизации пуска парогазовых установок большой мощности // Теплоэнергетика. 2007. № 10. С. 46—51.

В.Д. Буров, Г.В. Сойко, А.С. Каретников
BurovVD@mail.ru, SoykoGV@gmail.com, ASKoretnikov@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ПГУ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен актуальной сегодня задаче — построению математических моделей тепловых схем парогазовых установок (ПГУ), а также оптимизации их параметров и созданию инструментов совершенствования этого процесса. В докладе описывается разработанный программный комплекс многопараметрической оптимизации термодинамических параметров тепловых схем ПГУ.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время парогазовая установка является единственным видом конденсационной энергоустановки, позволяющим достичь КПД на уровне 55—60 %. Самый высокий конденсационный КПД по производству электроэнергии на ПГУ составляет 60,75 %. Рекордное значение было зафиксировано в 2011 г. на ПГУ SCC5-8000H (Иршинг-4, Германия). Достижение столь высоких значений КПД невозможно без комплексной и многопараметрической оптимизации параметров тепловой схемы, однако инструменты для столь сложной задачи в настоящее время требуют совершенствования.

1. ВЫБОР ОПТИМИЗИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ПГУ-КЭС

Парогазовая установка является сочетанием двух термодинамических циклов: газотурбинного цикла Брайтона и парового цикла Ренкина. Такое сочетание приводит к тому, что многие определяющие параметры связаны между собой. По этой причине расчетные исследования парогазовых циклов и схем имеют некоторые особенности, по сравнению с традиционными паротурбинными установками (ПТУ).

Газотурбинная установка является основным элементом тепловой схемы любой парогазовой установки и определяет характеристики всего остального оборудования. В частности котел-утилизатор генерирует пар в количестве и с параметрами, соответствующими потенциалу теплоты уходящих газов ГТУ. Паротурбинная установка вырабатывает электроэнергию в количестве, зависящем в первую очередь от нагрузки котла-утилизатора, от пропускной способности и эффективности проточных частей паровой турбины, работы конденсаторе и др.

Основными параметрами трехконтурной парогазовой установки являются давления пара в контурах высокого, среднего и низкого давлений, расходы пара в контурах высокого, среднего и низкого давлений, и температуры острого пара на выходе из пароперегревателей низкого, среднего и высокого давления, а также температура пара на выходе из промежуточного пароперегревателя. Эти параметры являются основными термодинамическими параметрами. Задача определения этих параметров является основной при построении парогазового цикла. В общем случае существует бесконечное количество комбинаций параметров давлений, расходов пара и температур пара в трех контурах КУ, при которых термодинамический цикл ПГУ определен и разрешим. В общем случае для проведения оптимизационного исследования трехконтурной схемы парогазовой установки с промежуточным перегревом пара по известному критерию необходимо рассмотрение следующих термодинамических параметров:

1) $P_{вд}$ — давление пара в контуре высокого давления КУ;

2) $T_{пе_вд}$ — температура перегрева пара в пароперегревателе контура высокого давления;

3) $D_{сд}$ — расход перегретого пара в контуре среднего давления КУ;

4) $P_{сд}$ — давление пара в контуре среднего давления КУ;

5) $T_{пе_сд}$ — температуры перегрева пара в пароперегревателе контура среднего давления;

6) $D_{нд}$ — расход перегретого пара в контуре низкого давления КУ;

7) $P_{нд}$ — давление пара в контуре низкого давления КУ;

8) $T_{пе_нд}$ — температуры перегрева пара в пароперегревателе контура низкого давления;

9) $D_{вд}$ — расход перегретого пара в контуре низкого давления КУ.

2. ВЫБОР ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ПГУ

Основным показателем работы парогазовой установки является ее коэффициент полезного действия $\eta^{Э}_{ПГУ}$, который в общем виде определяется как отношение полезной выработанной мощности $N^{Э}_{ПГУ}$ к затраченной тепловой энергии в цикле ПГУ $Q^{топлива}_{ГТУ}$ (1).

$$\eta^{Э}_{ПГУ} = \frac{N^{Э}_{ПГУ}}{Q^{топлива}_{ГТУ}}. \qquad (1)$$

Мощность парогазовой установки $N^{Э}_{ПГУ}$ складывается из мощности газовой турбины $N^{Э}_{ГТУ}$ и мощности паровой турбины $N^{Э}_{ПТУ}$ с учетом электрической мощности, потребляемой на собственные нужны ПГУ $N^{Э}_{СН}$ (2).

$$N^{Э}_{ПГУ} = N^{Э}_{ПТУ} + N^{Э}_{ГТУ} - N^{Э}_{СН}. \qquad (2)$$

Электрическая мощность, вырабатываемая газовой турбиной, определяется конструкцией и параметрами газовой турбины, принятой в качестве базы для реализации парогазового блока. Следовательно, все характеристики газовой турбины известны и зависят лишь от параметров атмосферного воздуха и аэродинамического сопротивления на трактах всаса воздуха и выхлопа ГТУ. Аэродинамическое сопротивление тракта всаса воздуха, а также климатические параметры площадки размещения ПГУ не изменяются в процессе оптимизации и могут быть исключены из целевой функции.

Значение аэродинамического сопротивления котла-утилизатора (КУ) оказывает влияние на параметры работы газотурбинной установки и определяется конструкцией котла-утилизатора, оребрением трубных пучков, количеством секций котла, его габаритными размерами и прочим. Однако при известных термодинамических параметрах рабочей среды по тракту котла-утилизатора всегда можно скомпоновать котел-утилизатор из условия заданного суммарного аэродинамического сопротивления. Таким образом, параметры аэродинамического сопротивления котла-утилизатора, наряду с параметрами аэродинамического сопротивления всаса воздуха и климатическими параметрами площадки размещения, являются константами и могут быть исключены из целевой функции.

Как следствие, значения электрической мощности ГТУ, мощности, потребляемой ей на собственные нужны, а также значения параметров расхода топлива на ГТУ, температуры и расхода уходящих газов ГТУ являются величинами постоянными в рамках задачи оптимизации.

Следовательно, при проведении оптимизационных исследований, целью которых является определение комбинации параметров тепловой схемы ПГУ, при которых достигается максимальное значение КПД, можно утверждать, что максимум значения тепловой экономичности соответствует максимуму значения разности вырабатываемой электрической мощности ПТУ и электрической мощности, потребляемой ПТУ на собственные нужны.

Электрическая мощность паровой турбины определяется, как сумма произведений расходов пара в отсеках паровой турбины на приведенный теплоперепад данного отсека (3).

$$N^{Э}_{ПТУ} = \eta_{мех} \cdot \eta_{ЭГ} \cdot \sum_i (D^i_{ПЕ} \cdot H^i_{ПТ}), \qquad (3)$$

где $D^i_{ПЕ}$ — расход пара в i-ом отсеке ПТУ, $H^i_{ПТ}$ — теплоперепад в i-ом отсеке ПТУ, $\eta_{мех}$ — механический КПД паровой турбины; $\eta_{ЭГ}$ — электрический КПД электрогенератора.

Мощность ПТУ, потребляемая на собственные нужды $N^{Э}_{СН,ПТУ}$ (4), складывается из мощности питательных насосов ($N^{Э}_{ПН}$ — определяется по (5)), мощности циркуляционных насосов ($N^{Э}_{ЦН}$ — определяется по (6)) и потерь мощности в трансформаторах ($N^{потерь}_{трансф}$ — определяются по (7)).

$$N^{Э}_{СН,ПТУ} = N^{Э}_{ПН} + N^{Э}_{ЦН} + N^{потерь}_{трансф}; \qquad (4)$$

$$N^{Э}_{Н,i} = \frac{D_i \cdot \left(p_{вых,\,i} - p_{вх,\,i}\right)}{\rho_{ср} \cdot \eta_{н,i}}, \qquad (5)$$

где $N^{Э}_{Н,i}$ — электрическая мощность i-ого насоса, D_i — расход рабочей среды через i-тый насос, $\left(p_{вых,\,i} - p_{вх,\,i}\right)$ — разница давлений среды на выходе и входе из насоса, $\rho_{ср}$ — средняя плотность среды в i-ом насосе, $\eta_{н,i}$ — коэффициент полезного действия i-ого насоса.

$$N^{Э}_{ЦН} = (\sum_i D_i) \cdot m \cdot N^{удельн}_{цн}, \qquad (6)$$

где $\sum_i D_i$ — сумма расходов пара сгенерированных контурам КУ, m — кратность циркуляции системы охлаждения конденсатора ПТУ, $N^{удельн}_{цн}$ — удельная мощность затрат на циркуляционные насосы.

$$\begin{aligned} N^{потерь}_{трансф} &= N^{Э}_{ПТУ} \cdot \alpha_{эл.потерь} = \\ &= \eta_{мех} \cdot \eta_{ЭГ} \cdot \sum_i (D^i_{ПЕ} \cdot H^i_{ПТ}) \cdot \alpha_{эл.потерь} \end{aligned}, \qquad (7)$$

где $\alpha_{эл.потерь}$ — величина потерь мощности в трансформаторе ПТУ.

В итоге целевая функция оптимизационного исследования по критерию максимальной тепловой эффективности будет иметь вид (8). Выбранная целевая функция оптимизации включает основные характеристики тепловой схемы парогазового блока, влияние изменения термодинамических параметров тепловой схемы на которые будет самым существенным. При этом комбинация термодинамических параметров тепловой схемы ПГУ, обеспечивающая максимум значения целевой функции, будет являться оптимальной и в поставленной задаче оптимизации. Выбранная целевая функция оптимизации справедлива для проведения оптимизационных исследований любой конфигурации парогазового блока.

$$\Phi_{оптимизации} = N^{Э}_{ПТУ} \cdot (1 - \alpha_{эл.потерь}) - \\ - \sum_i \frac{D_i \cdot \left(p_{вых,\,i} - p_{вх,\,i}\right)}{\rho_{ср} \cdot \eta_{н,i}} - \\ - (\sum_i D_i) \cdot m \cdot N^{удельн}_{цн} \qquad (8)$$

3. МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИОННОГО РАСЧЕТА ПГУ-КЭС

Очевидно, что оптимизационное исследование параметров тепловой схемы наиболее современной ПГУ (трехконтурной с промежуточным перегревом пара) является задачей многопараметрической оптимизации. При этом количество независимых переменных (параметров) достигает девяти, а область определения этих параметров задаются условиями существования термодинамического цикла, которые, в свою очередь, также являются функциями этих же девяти параметров, что делает задачу поиска оптимума значений параметров тепловых схем ПГУ-КЭС комплексной, решение которой аналитическими методами практически невозможно.

Ранее применяемые для оптимизационного исследования тепловых схем ПГУ-КЭС методы опираются на методы последовательного перебора и вариантные расчеты, поскольку система, описывающая взаимосвязь оптимизируемых параметров (система уравнений тепловых балансов КУ), имеет бесконечное количество решений, в области определения. А область определения, в свою очередь, зависит от значения оптимизируемых параметров. Применяемые ранее методы являются слишком трудоемкими и ресурсозатратными, и при рассмотрении задач многопараметрической оптимизации многоэкстремальной целевой функции количество необходимых расчетов параметров тепловой схемы возрастает в геометрической прогрессии при вводе нового параметра оптимизации. В настоящее время наиболее предпочтительными методами многопараметрической оптимизации многоэкстремальных функций являются генетические алгоритмы (ГА), реализующие постулаты теории эволюции и опыта селекции растений и животных. Стратегия поиска оптимального решения в генетических алгоритмах опирается на гипотезу селекции: чем выше приспособленность особи, тем выше вероятность того, что у ее потомков признаки, определяющие приспособленность, будут выражены сильнее. Если принять, что каждая особь популяции является точкой в координатном пространстве оптимизационной задачи $X_i\left[x_{1i}, x_{2i} \ldots x_{ni}\right]$, а приспособленность особи — соответствующим значением целевой функции $\hat{O}_{ñòèìèçàöè\ \ è}(X_i)$, то популяцию особей можно рассматривать как множество координатных точек в пространстве, а процесс эволюции — как движение этих точек в сторону оптимальных значений целевой функции. Для решения инженерных задач оптимизации разработан модифицированный генетический алгоритм (МГА) поиска глобального экстремума, позволяющий с требуемой вероятностью достигнуть глобального экстремума с наименьшим числом обращения к функции цели. Разработанный модифицированный генетический алгоритм содержит в себе генетические качества статистической селекции популяции поисковых точек. Для исключения «неудачных» потомков в МГА реализована процедура регулярного поиска локальных экстремумов с использованием операции деформируемого многогранника. При смене поколений в алгоритме заложена 10-процентная замена неперспективных особей (элиминирование) [1].

4. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПГУ-КЭС

Разработанная на базе модифицированного генетического алгоритма методика оптимизации параметров тепловой схемы ПГУ-КЭС реализована в виде программного комплекса. Программный комплекс включает в себя несколько модулей: модуль ввода исходных данных и диапазона по оптимизируемым параметрам, модуль системы балансовых уравнений поверхностей КУ и формирования целевой функции, модуль модернизированного генетического алгоритма, модуль расчета показателей принципиальной тепловой схемы, соответствующих оптимальной комбинации оптимизируемых параметров.

Модуль ввода исходных данных и диапазона по оптимизируемым параметрам предполагает ввод основных исходных данных и границ поиска для проведения исследования. В состав исходных данных входят: температура атмосферного воздуха, минимальные температурные напоры в испарительных поверхностях КУ, температурная разница между паром на выходе из испарителя СД и параметрами насыщения в контуре ВД, температура, расход и химический состав газов на входе в КУ, КПД отсеков ПТУ, давление пара в конденсаторе ПТУ, кратность циркуляции в конденсаторе ПТУ, температура питательной воды на входе в ГПК (после рециркуляции), коэффициенты потерь давления в экономайзерных и пароперегревательных поверхностях КУ.

Модуль системы балансовых уравнений поверхностей КУ и формирования целевой функции проводит определение основных теплофизических параметров в «узловых» точках принципиальной тепловой схемы, составляет в соответствии с принципиальной тепловой схемой системы уравнений тепловых балансов для поверхностей КУ и вычисляет значения целевой функции в соответствии с поступающей информацией о значении исходных данных.

Модуль модернизированного генетического алгоритма производит статистическое задание «особей» в популяции, сортировку и элиминирование неперспективных «особей», вероятностную селекцию групп «особей» для начала регулярного поиска локальных экстремумов, а также процедуру завершения работы алгоритма с проверкой дисперсии целевой функции на i-ом шаге с заданным значением.

Модуль расчета показателей принципиальной тепловой схемы производит термодинамический расчет принципиальной тепловой схемы по заданным в исходных данных параметрам и полученной в результате работы МГА комбинации оптимальных параметров. Данный модуль выводит в качестве результатов значения основных параметров расчетной тепловой схемы, а также ключевые термодинамические параметры, к которым, в частности, относятся конечная влажность в конце процесса расширения пара в ПТУ, температура уходящих газов КУ и прочее.

Алгоритм работы разработанного программного комплекса оптимизации параметров тепловых схем ПГУ-КЭС приведен на рис. 1.

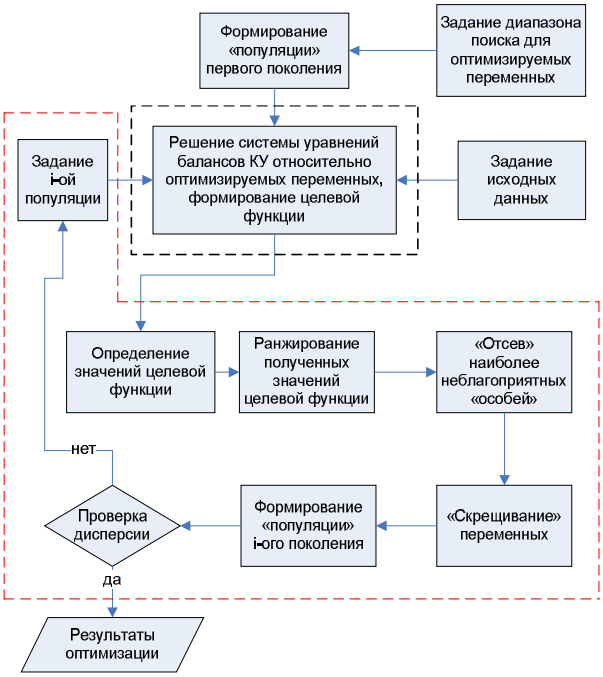


Рис. 1. Алгоритм работы программного комплекса

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях современной энергетики, работающей по законам рынка, повышение эффективности генерации электроэнергии, снижение топливной составляющей затрат, а также снижение экологического воздействия крупных энергоблоков, таких как ПГУ-КЭС, является весьма актуальной задачей. А решение этой задачи невозможно без соответствующих инструментов анализа и оптимизации параметров тепловых схем.

Существующие в настоящее время программные комплексы по расчету показателей тепловой экономичности тепловых схем позволяют определять показатели тепловой экономичности в изначально заданной точке, а это позволяет решать задачи многопараметрических оптимизационных исследований либо методами последовательного вариативного перебора, либо частные случаи задачи оптимизации.

Разработанная методика, реализованная в виде программного комплекса многопараметрической оптимизации параметров тепловых схем ПГУ-КЭС, позволяет решить имеющиеся проблемы и получать оптимальные комбинации параметров тепловых схем ПГУ-КЭС по критерию максимальной тепловой эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сабанин, В.Р.** Модифицированный генетический алгоритм для задач оптимизации в управлении / В.Р. Сабанин, Н.И. Смирнов, А.И. Репин // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3—4. С.78—85.

2. **Программа для ЭВМ** «Программа оптимизации параметров тепловой схемы трехконтурной парогазовой конденсационной установки» / Г.В. Сойко, В.Д. Буров, С.М. Крашенинников. Свидетельство № 2013613803 от 16.04.13. М.: Роспатент, 2013г.

С.Р. Галеев
galeev_sergei@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Башкирский Государственный Университет», Уфа

WEB-ИНТЕРФЕЙС БАЗЫ ДАННЫХ ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ И ОСЛОЖНЕНИЯМ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена описанию web-интерфейса информационной системы по буровым растворам и осложнениям на месторождениях Республики Башкортостан (ИС). Рассматриваются основные преимущества предлагаемого интерфейса перед существующей PC-версией программы. Представлены инструменты и технологии реализации функционала и интерфейса приложения, описана структура ИС. Приведено описание планов реализации ИС с помощью web-технологий.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время web-технологии приобретают все большую популярность, поскольку они предлагают решения, реализовать которые раньше не было возможности. Web-технологии позволяют создавать различные приложения, которые могут составить реальную конкуренцию стандартным PC-версиям.

Основными преимуществами web-технологий являются простота, мобильность, доступность, безопасность, а также отсутствие необходимости установки дополнительного программного обеспечения, поскольку для их работы нужен только браузер (программное обеспечение для просмотра веб-сайтов, то есть для запроса веб-страниц, их обработки, вывода и перехода от одной страницы к другой). Это дает возможность доступа к приложению из любой точки мира, где есть доступ к Интернету, с любого компьютера, планшета и даже с мобильного телефона.

1. ПРОБЛЕМАТИКА СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ И ОСЛОЖНЕНИЯМ

При проектировании строительства скважин все большее значение приобретает накопление и обработка промыслового материала по ранее пробуренным скважинам, что обусловливает необходимость создания и использования соответствующей базы данных. В ООО «БашНИПИнефть» разработана ИС по параметрам бурения, реализующая хранение, извлечение и обработку промысловой информации [1]. Разработанная ИС реализована на PC, что порождает определенные неудобства. Во-первых, из-за сложной архитектуры организации обращения к базе данных снижается скорость обработки передачи информации, также на скорость работы приложения влияет загрузка оболочки ИС. Во-вторых, для того, чтобы начать работу с ИС, нужно установить множество дополнительных программ и плагинов, которые осуществляют работу программной среды. В-третьих, ограниченный доступ к системе не позволяет работать с ней удаленно. Кроме того, права доступа к приложению организованы небезопасно, что делает его доступным для вмешательства посторонних.

В разрабатываемой web-системе применяются современные технологии, которые позволяют решить проблемы PC-версии: Во-первых, они позволяют увеличить скорость обработки информации и операций с ней. Во-вторых, за счет того, что ИС хранится на сервере, пользователям не требуется установка программного обеспечения, достаточно иметь браузер на своем компьютере и подключение к сети Интернет, что позволяет работать удаленно. Наконец, права доступа к системе организованы более безопасно и хранятся в базе данных, у каждого пользователя системы имеется личный аккаунт с определенными правами, что дает более надежную защиту данных от утечки или повреждения.

Преимуществами разрабатываемой системы так же являются: обновленный интерфейс, удобный поиск, система авторизации.

2. СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ

Одна из важнейших задач при разработке ИС — проектирование базы данных, реализующей хранение необходимой информации, обеспечение возможности получения данных по всем необходимым запросам, обеспечение целостности и сокращение избыточности и дублирования данных. Для рассматриваемой области была выбрана реляционная структура баз данных, позволяющая достаточно лаконично описать основные операции над данными.

Предложенная база данных (БД) реализована в СУБД PostgreSQL. На рис. 1 представлена упрощенная логическая модель БД, отображающая ее объекты и связи [1].

Для работы с БД предусмотрены следующие возможности: сортировка по определенному полю, поиск данных по любым параметрам, просмотр данных, редактирование данных, удаление записей, вывод данных в виде таблицы.

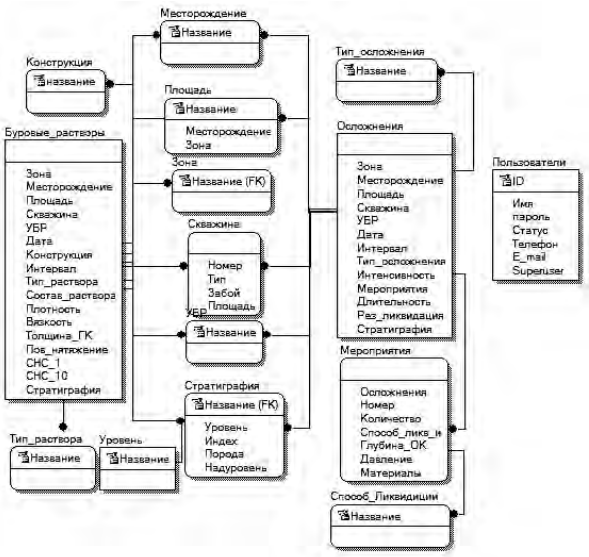


Рис. 1. Логическая модель БД

3. ИСПОЛЬЗУМЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Приложение реализовано с помощью Yii Framework [2]. Yii — это высокоэффективный, основанный на компонентной структуре PHP-фреймворк для разработки масштабных веб-приложений, т.е. одна из разновидностей MVC (Model-view-controller, «модель-представление-контроллер»). Он позволяет максимально эффективно применить концепцию повторного использования кода и может существенно ускорить процесс веб-разработки. На рис. 2 представлена концепция MVC.

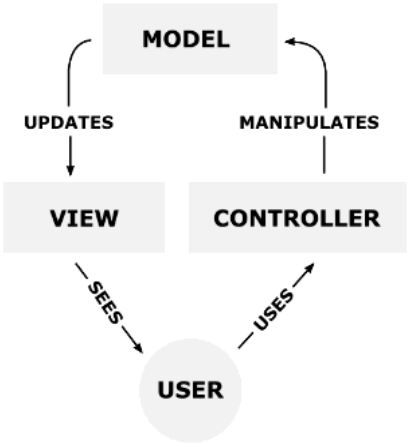


Рис. 2. Концепция MVC

Для ускорения загрузки данных используется AJAX-подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером [3]. В результате при обновлении данных веб-страница не перезагружается полностью, за счет чего веб-приложение становится быстрее и удобнее. На рис. 3, 4 представлена модель классических приложений для сети (рис. 3) в сравнении с применением Ajax (рис. 4).

Рис. 3. Модель классических приложений для сети в сравнении с применением Ajax

Рис. 4. Модель классических приложений для сети в сравнении с применением Ajax

AJAX базируется на двух основных принципах:

- использование технологии динамического обращения к серверу «на лету», без перезагрузки всей страницы полностью, например:
  - с использованием XMLHttpRequest (основной объект);

- через динамическое создание дочерних фреймов;
- через динамическое создание тега <script>;
- через динамическое создание тега <img>, как это реализовано в google analytics;

- использование DHTML для динамического изменения содержания страницы.

Для реализации интерфейса используется HTML, CSS, и Javascript инструментарий — Twitter Bootstrap [4].

Twitter Bootstrap — свободный набор инструментов для создания сайтов и веб-приложений. Включает в себя HTML и CSS шаблоны оформления для типографики, веб-форм, кнопок, меток, блоков навигации и прочих компонентов веб-интерфейсов, включая JavaScript расширения.

Bootstrap использует самые современные наработки в области CSS и HTML.

4. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

В настоящее время осуществляется разработка web-интерфейса и функционала информационной системы по буровым растворам и осложнениям. Интерфейс системы становится еще более дружелюбным к пользователю. Появится личный кабинет авторизированных пользователей и административная панель для администраторов приложения (рис. 5).

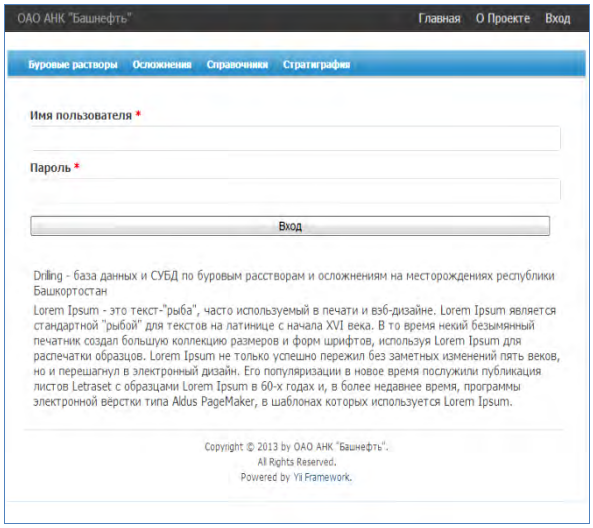


Рис. 5. Административная панель web-приложения

ИС обладает базовым функционалом: просмотр, редактирование справочников (рис. 6), удаление полей таблиц, полноценная авторизация с ограниченным доступом незарегистрированных пользователей. Появились модальные окна, которые дают возможность не покидая страницы просмотреть или изменить данные ИС, что очень удобно и экономит время.

Система прав пользователей (рис. 7, 8) позволяет администратору создавать и назначать те или иные права.

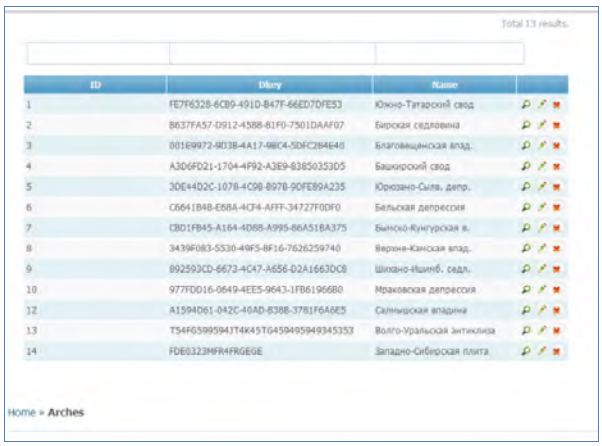


Рис. 6. Вид справочника

Рис. 7. Управление ролями приложения

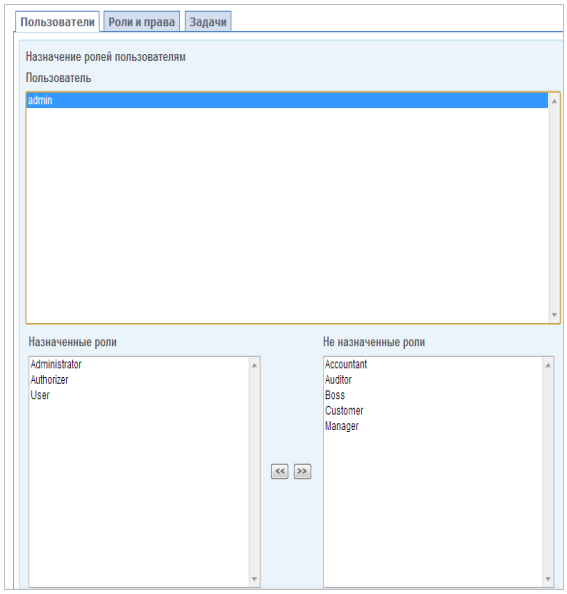


Рис. 8. Управление ролями приложения

Например, пользователь со статусом «гость», т.е. не авторизованный, имеет право просматривать только главную страницу и страницу авторизации. Авторизованный пользователь имеет право просматривать данные, генерировать отчеты, но не может работать с базой данных, авторизованный пользователь со статусом «менеджер» может все то же, что и обычный пользователь, но имеет также возможность редактировать данные. Пользователь с правами администратора может удалять или создавать пользователей, назначать их права, имеет полный доступ к операциям с базой данных ИС, и все это делается из административной панели.

В личном кабинете пользователь может отслеживать последнюю активность и пользоваться определенным меню, различным для каждой роли.

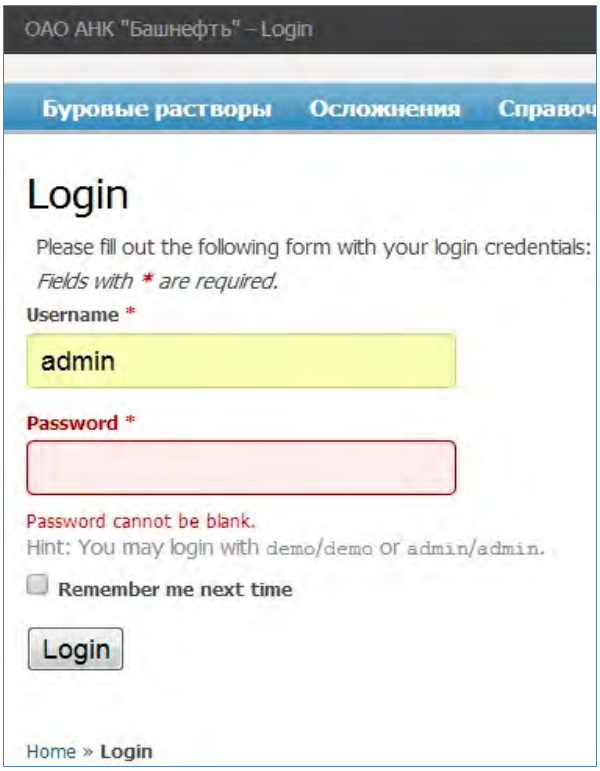


Рис. 9. Валидация формы авторизации

Форма авторизации имеет валидацию полей. Валидация — это проверка данных заполненных полей на соответствие какому-то шаблону, например, в базе данных хранится информация о пользователях с определенным набором полей: id, username, password и т.д. В данном случае, поскольку нам нужно два поля (username и password) при заполнении форма определяет пустые обязательные поля и, если пользователь пропустил поле, то форма его выделяет и сообщает об ошибке пользователю (рис. 9).

Для повышения безопасности пароли хранятся в базе данных в хешированном виде, хеширование осуществляется с помощью алгоритма MD5 RSA. Для удобства пользователя есть возможность запомнить логин и пароль в cookie .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ближайшем будущем планируется расширение web-системы, по результатам которого она воспримет весь функционал PC версии, а в некоторых направлениях будет превосходить ее. Планируется добавление местоположения месторождений на карте РБ, интеграция системы автоматического заполнения базы данных. Обновленный интерфейс будет более дружелюбен к пользователю и корректно отображаться как на мониторах компьютеров, так и на планшетах. Далее планируется постоянное сопровождение и развитие ИС для повышения эффективности ее применения при проектировании строительства скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Линд Ю.Б.** База данных по параметрам строительства скважин на месторождениях Республики Башкортостан // Системы управления и информационные технологии. 2012. № 3 (49). С. 91—94.

2. **Winesett J.** Web Application Development with Yii and PHP. — Packt Publishing, 2012.

3. **Маклафлин Б.** Изучаем Ajax = Head Rush Ajax. — СПб.: Питер, 2007.

4. **David Cochran** Twitter Bootstrap Web Development How-To. — Birmingham, 2012.

Ю.П. Гусев, Е.П. Окнин, В.А. Трофимов
GusevYP@mpei.ru, OkninEP@gmail.com, trofi_va@bk.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

АННОТАЦИЯ

Дается представление о современных программных комплексах, используемых для создания моделей электроэнергетических систем.

Представлен опыт использования кафедрой «Электрические станции» НИУ «МЭИ» современных специализированных программных комплексов для планирования развития интеллектуальных распределительных электрических сетей и для подготовки высококвалифицированных кадров.

ВВЕДЕНИЕ

Обусловленные развитием экономики рост спроса на электроэнергию, увеличение требований потребителей к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии обуславливает необходимость развития и модернизации российских распределительных сетей. Расширяется использование экранированных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена, электромеханические реле релейных защит заменяются современными микропроцессорными терминалами, расширяется использование сетей с резистивно-заземленной нейтралью. Принципиально новым для распределительных сетей является появление распределенной генерации. Новые условия эксплуатации и трансформация требований к планированию развития распределительных сетей обуславливают необходимость применения современных компьютерных технологий для планирования развития сетей [1]. Использование современных общепризнанных программных комплексов позволяет выполнять расчеты в соответствии с мировыми стандартами.

1. СОВРЕМЕННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС NEPLAN

На кафедре «Электрические станции» НИУ «МЭИ» уделяется большое внимание освоению зарубежного опыта моделирования и расчета режимов электроэнергетических систем. Был проведен анализ возможностей большого числа специализированных программ. Наибольшее внимание привлек программный продукт NEPLAN, швейцарской компании BCP. Программа NEPLAN локализована в России, имеет хорошую функциональность и удобный интерфейс пользователя.

Программа NEPLAN представляет собой набор из 42 модулей [3], каждый из которых предназначен для решения конкретной задачи, например: «расчет токов короткого замыкания», «надежность», «оптимизация потоков мощности» и т.д. Задачи, решаемые в рамках большинства модулей, входят в учебные программы базовых дисциплин, изучаемых студентами кафедры «Электрические станции».

Эффективность использования программы NEPLAN для решения задач эксплуатации и планирования развития сетей среднего напряжения подтверждена опытом создания расчетной модели распределительной сети московского региона, содержащей около 300 тысяч узлов.

2. МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Разработанная расчетная модель содержит информацию, как о первичном (шины, линии, трансформаторы, коммутационные аппараты), так и вторичном оборудовании (измерительные трансформаторы, реле). В модель также включена информация об уставках защит и времятоковых характеристиках предохранителей и реле. Фрагмент схемы расчетной модели представлен на рис. 1.

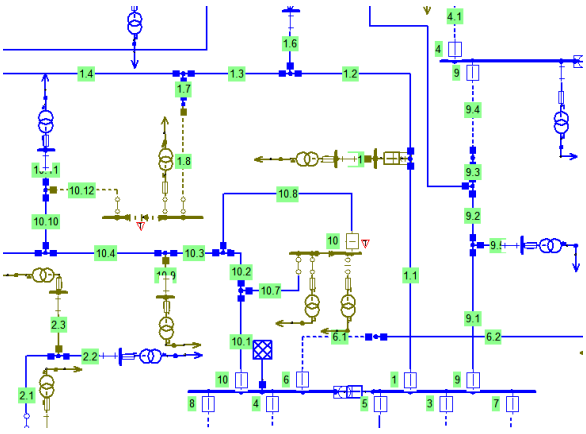


Рис. 1. Фрагмент схемы расчетной модели в программе NEPLAN

Разработанная модель позволила, на основе единого комплекта исходных данных, решить ряд задач, среди которых:

– расчет токов короткого замыкания;

– проверка термической стойкости и невозгораемости кабелей;

– проверка чувствительности и селективности защитных аппаратов, а также разработка рекомендаций по замене электромеханических реле защит микропроцессорными терминалами;

– выявление слабых мест в сетях, перегрузок, отклонений от нормативного качества электроэнергии.

Стоит отметить, что к созданию модели активно привлекались аспиранты, а также студенты старших курсов кафедры. Это позволило внедрить программный комплекс NEPLAN в учебный процесс и сделать эффективной работу студентов с моделью.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В рамках курса обучения бакалавров студенты получают навыки работы с тремя базовыми модулями — модулем создания модели (Network Reduction), модулем расчетов токов короткого замыкания и модулем расчета установившихся режимов:

– модуль создания модели, располагает инструментами для ввода электрической сети в модель и её отображения в исходном, текущем и планируемом состоянии;

– модуль расчета токов КЗ позволяет рассчитывать КЗ в соответствии со стандартами ANSI и МЭК, а также по методу суперпозиции;

– модулем расчета установившихся режимов позволяет проводить расчёт токораспределений и напряжений в установившихся режимах.

Полученные знания студенты используют при подготовке курсовых работ и написании дипломной работы бакалавра.

Работа с остальными модулями может проводиться магистрами и аспирантами индивидуально в рамках выполнения диссертационных работ.

4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

Параметризация элементов является главным и наиболее трудоемким этапом создания модели, ведь качество и полнота исходных данных оказывают прямое воздействие на полученные результаты. На рис. 2 приведена экранная форма для ввода исходных параметров силового трансформатора, и, как видно из этого примера, окно ввода параметров содержит ряд вкладок: основные параметры (parameters), (reliability), (earthing) и т.д., каждое из которых содержит несколько полей ввода.

Одним из требований к современным программам является возможность обмена информацией с программными продуктами других представителей. Для этих целей в Европе был разработан стандарт МЭК 61970 (CIM), который в настоящее время активно внедряется крупнейшими российскими электроэнергетическими компаниями. Для взаимодействия с другими CIM-совместимыми программными продуктами NEPLAN предоставляет возможность экспорта и импорта базы данных в формате SQL, содержащей полную информацию о расчетной модели электрической сети.

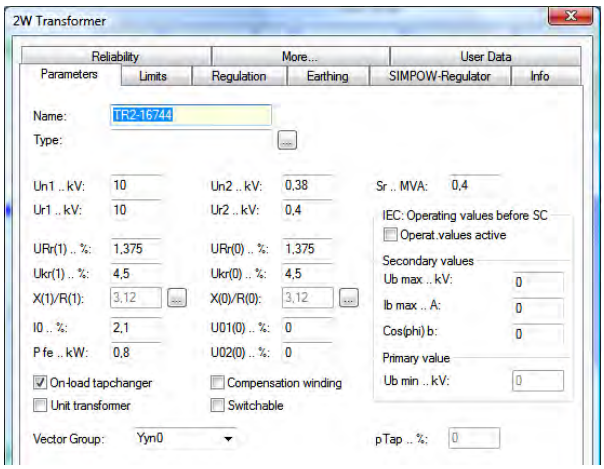


Рис. 2. Окно ввода параметров силового трансформатора

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование современных программных комплексов, в том числе зарубежных, позволяет, кроме прямого эффекта, улучшить взаимопонимание специалистов, унифицировать терминологию и совершенствовать методы исследований.

Для широкого и успешного внедрения современных информационных и расчетных моделей распределительных сетей необходимо создание методического центра для сопровождения расчетных моделей и подготовки персонала для работы с ними.

Опыт кафедры «Электрические станции» МЭИ позволяет значительно улучшить подготовку специалистов электроэнергетиков в области создания расчетных моделей электрических станций и сетей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гусев Ю.П., Трофимов В.А.** Информационные модели распределительных сетей 0,4 – 20 кВ и расчетные модели коротких замыканий // Электроэнергетика глазами молодёжи: научные труды III международной научно-технической конференции: сборник докладов. В 2 т. — Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 37—41.

2. **Гусев Ю.П.** Интеллектуальным сетям России комплексную интеллектуальную поддержку МЭИ // Труды Второй Всероссийской научно-практической конференции «Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем» — ЭНЕРГО-2012 (Москва, 4-6 июня 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 26—31.

3. **NEPLAN** Packages // NEPLAN Power System Analysis and Engineering. Zurich, Switzerland. URL: http://www.neplan.ch/html/e/e_electricity_packages_default.htm.

И.И. Дзегеленок
Dzegelii@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РЕШАТЕЛЬ ОТКРЫТЫХ ЗАДАЧ В РАЗВИТИИ НАВЫКОВ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются принципы построения и особенности применения Решателя открытых задач, направленного на активное формирование искомого причинно-следственного знания. Отражается опыт его применения в обеспечении развития навыков инженерного творчества в части воспроизведения технологии поискового проектирования сложных систем.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества высшего образования в современных условиях уже не представляется возможным с применением традиционных образовательных технологий. Безнадежно устаревают дидактические принципы, методы, формы и приемы, направленные на усвоение готового знания [1].

Если же говорить об их информатизации, то передовые образовательные технологии могут служить качественному образованию в том случае, если станут работать на раскрытие творческого дарования человека. А это значит, что ключевую роль должны играть процессы вовлечения человека в технологию добывания новых знаний, составляющих основу всякого осмысленного творения [2].

При определенных оговоренных далее ограничениях данная проблема может быть решена применением методологии «открытий», где «открытие» рассматривается с позиций субъекта в виде ранее неизвестных ему областей существования эффективных проектных решений.

Раскрытию этих возможностей как раз и посвящена данная работа. Начнем ее изложение с определения, казалось бы, непреодолимых трудностей в постижении Истины.

1. ИСХОДНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

В отличие от традиционной педагогики усвоения готового знания, которая берет свое начало от Великой дидактики Яна Амоса Коменского (XVII век), предлагаемый класс технологий направлен на формирование причинно-следственного знания, составляющего основу открытия нового. Под «открытием» понимается нахождение плана, объекта или проекта, обладающего той или иной степенью новизны при обязательном наличии полезных свойств.

Учебный процесс не исключает субъективного восприятия новизны учащимся, решающим свою, выстраданную им открытую задачу. Общность открытых задач состоит в их проектной направленности: нужно увидеть, найти, открыть, обнаружить нечто новое, в идеале, ранее неизвестное решение. Однако это нужно сделать осмысленно, опираясь на сформированное знание. Добывание последнего носит познавательный характер, что и является аргументом в пользу поисково-познавательного проектирования. Таким образом, мы приходим к идее построения открытых математических моделей, способных к самосовершенствованию. Их воспроизведение мы будем связывать с решением нового класса открытых задач [3], направленных на автоматизированное получение искомого причинно-следственного знания.

Искомое знание будем представлять в виде некоторой закономерности «профессионального успеха» $g(x_1,...,x_n)$ относительно варьируемых переменных $x_i, i=\overline{1,n}$, отображающих свойства предметной области. Конкретные проявления каждого свойства условимся отображать именными (качественными) значениями a_{ij}, что позволяет абстрагироваться от задания в явном виде значений физических величин при построении искомой модели. Определяемым таким образом предметным переменным, а точнее, их именным значениям можно придать причинную интерпретацию, определяющую их взаимосвязь и степень влияния на скалярную величину $g(x_1,...,x_n)$ обобщенного показателя качества. В таком понимании искомую модель можно также трактовать как некоторое каузальное или причинно-следственное знание. Понятно и то, что с ходу построить такую модель не представляется возможным.

2. УПРЯМЫЕ ФАКТОРЫ «НЕ»

В теории искусственного интеллекта сложилась такая традиция. Сложность плохо формализуемых задач определяется наличием «упрямых» факторов «**НЕ**». К ним, например, можно отнести:

- **НЕ**определенность цели;

- **НЕа**налитичность предъявляемых требований-ограничений;

- **НЕ**достаточность системного видения рассматриваемых свойств в виде определяемых предметных переменных;

- **НЕ**монотонность сохранения качественных оценок прошлого при введении новых предметных переменных;

- **НЕ**реализуемость ряда комбинаций при вариации значений предметных переменных;

- **НЕ**полнота фактов, представляющих искомое знание;

- **НЕ**линейность выявляемого знания в целом.

Наличие столь серьезных факторов указывает и на то, что формализованное построение искомого знания должно быть многоэтапным посредством целенаправленного диалога человека с машиной. Можно говорить лишь о частичной автоматизации этого процесса. Пальма первенства остается за человеком. Главное — выработать технологию открытия нового, которая должна носить познавательный характер [2].

3. ПОНЯТИЕ ОТКРЫТОЙ ЗАДАЧИ

Открытая задача — это конструкция, включающая:

– жестко не фиксированный набор предметных переменных x_i, представляющих свойства изучаемого мира объектов $\vec{x}$, как правило, в виде разрозненных фактов;

– имеющиеся «рядом» примеры удачных / неудачных, возможно, разрозненных фактов, индуктивное обобщение которых приводит к получению искомого причинно-следственного знания $g(\vec{x}) = 0$;

– свободно задаваемое правило качественной оценки $Q(\vec{x})$ эмпирических гипотез $\vec{x}_0$, выдвижение и оценка которых работает на повышение достоверности искомого знания.

Пусть зафиксирован набор внутренних параметров $p_i, i = \overline{1,n}$, определяющий возможные альтернативы строения объектов, предметов, процессов или явлений, рассматриваемых в поисковом пространстве D^n мерности n. Каждому параметру p_i сопоставляется предметная (качественная) переменная $x_i \subset M_i$ на базовом множестве M_i имен a_{ij}, где $j = \overline{1,k_i}$, сопоставляемых или оговоренным значениям, или интервалам значений параметра p_i, или любым его возможным проявлениям (например, вид, тип аппаратных или программных средств).

Полагая, что порядок задаваемых имен зафиксирован по индексу j, каждую переменную x_i можно рассматривать как именную переменную, принимающую соответствующие именные значения $j = \overline{1,k_i}$, где $i = \overline{1,n}$. Тогда каждой альтернативе сопоставляется упорядоченный набор значений именных переменных в виде вектора $\vec{x} = (x_1,...,x_n)$.

Не исключено, что свободно определяемое поисковое пространство D^n — противоречиво, то есть существуют комбинации значений a_{ij} именных переменных x_i, которые определяют «вредное» множество $\Phi_{запр}$ запрещенных фигур (не имеющих физического смысла альтернатив): $\vec{x} \subset \Phi_{запр} \subseteq V$, где $V = M_1 \times ... \times M_n$, и тогда $\Omega = V / \Phi_{запр}$ — множество допустимых решений.

Пусть далее существует следующий способ свободного задания цели. Предлагается ограничиться лишь вынесением качественных оценок об альтернативах $\vec{x}$ с помощью некоторого правила-предиката $Q(\vec{x})$, имеющего лишь две градации: $Q(\vec{x}) = 1$, если **x** признается как удачное решение, и $Q(\vec{x}) = 0$ в противном случае. Здесь и далее через T обозначим множество удачных, а через F — неудачных решений. Если же принято соглашение об оценке $\vec{x}$ с помощью набора внешних показателей качества $f_l(\vec{x}) \to \min$, то для определения области истинности предиката $Q(\vec{x})$ можно ограничиться заданием набора граничных значений f_l°, где $l = \overline{1,L}$, $T = \left\{x \middle| \quad f_l(x) \le f_l^0, x \in \Omega\right\}$.

И, наконец, принципиальный момент. Текущие сведения об «удачах» и «неудачах» ограничены, что можно выразить заданием соответствующих множеств: $T^{(u)} \subset T$, $F^{(u)} \subset F$, где u — порядковый номер сеанса приобретения эмпирических знаний. Таким образом, список $\left\langle T^{(u)}, F^{(u)} \right\rangle$ определяет текущую базу фактов $Ex^{(u)}$ (от англ. example). Индуктивное обобщение последних составляет основу для получения приближений $g^{(u)}(\vec{x})$ к искомой закономерности “удачи” $g(\vec{x})$. Однако на практике приходится считаться с тем, что обычно: $\left|T^{(1)}\right| << |T|$, $\left|F^{(1)}\right| << |F|$ и потому первое приближение $g^{(1)}(\vec{x})$ может оказаться слишком далеким от Истины. Следовательно, нужен некоторый механизм целенаправленного пополнения фактов. Представим его в виде оператора порождения $\mathrm{P} \to \{\vec{x}_0\}$, где $\vec{x}_0$ — эмпирические гипотезы проверки достоверности $g^{(u)}(\vec{x})$, требующие экспериментального оценивания по двуальтернативному критерию.

Нужно лишь подчеркнуть следующее. Разрешимость открытых задач определяется выполнимостью следующего важного свойства.

Свойство представительности: в поисковом пространстве D^n существуют такие наиболее информативные множества T_0, F_0 опорных решений $x_0 \in T, F$, которые достаточно полно представляют множества T, F и границу их разбиения $g(\vec{x}) = 0$ такую, что $g(\vec{x}) \ge 0$, если $\vec{x} \in T$; $g(\vec{x}) < 0$, если $\vec{x} \in F$.

Данное свойство, толкуемое как **постулат**, хорошо согласуется с представлением о существовании внутреннего порядка в виде «островов» и «архипелагов», а точнее — многомерных многообразий удачных решений в поисковом пространстве D^n [4]. Образно говоря, «всякая разумная деятельность упорядочена».

Только тогда можно говорить о существовании именно закономерности «удачи» в классе $\{g(x)\}$, обладающей панорамным видением всех решений. Только тогда обнаруженный порядок может оказать влияние на степень сокращения числа эмпирических гипотез x_0 в практически неограниченной области $\Omega \setminus Ex^{(u)}$.

Постановка открытой задачи является первым и наиболее важным этапом решения, от которого зависит конечный успех выявления скрытого знания. Именно на этом этапе в наибольшей степени проявляется творческий характер решаемых задач и талант проектировщика [4].

4. СТРАТЕГИЯ ВЫДВИЖЕНИЯ ГИПОТЕЗ

Вместе с тем, подавляющее большинство объектов удобно описывать булевыми переменными $x_{ij} \in \{0,1\}$ с двойной индексацией, где i – номер параметра, j – номер его именного значения. Тогда интересующее нас знание или закономерность «удачи» $g(\vec{x})$ можно представить в виде обобщённой скалярной функции выбора с весовыми коэффициентами c_{ij} при каждой вспомогательной булевой переменной x_{ij} с возможным включением в состав порога c_0 и, что важно, нелинейной компоненты Z сколь угодно высокого порядка: $g(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} x_{ij} - c_0 - Z$.

Преимущество предлагаемого способа представления искомого знания в виде обобщённой скалярной функции выбора $g(\vec{x})$ заключается в возможности достижения эффекта приоритетного различения альтернатив-решений, а именно: $\vec{x}_\alpha$ ***«лучше»*** $\vec{x}_\beta$, если только $g(\vec{x}_\alpha) > g(\vec{x}_\beta)$.

С точки зрения выполнимости некоторой обобщённой цели, заложенной в определяемое правило $Q(\vec{x})$, такая возможность возникает не просто так. Она является результатом выявления ***«островов удачи»***, существование которых ***постулируется свойством представительности.***

Продолжением этого рассуждения является нахождение наилучшего решения $x^* = Arg \max_x g(\vec{x})$ среди $\vec{x} \in T$, которое можно трактовать как ***«открытие»***, если окажется, что $\vec{x} \notin T^{(1)}$.

Для синтеза искомого знания $g(\vec{x})$ нужна информация об опорных множествах T_0, F_0. Но их нахождение возможно лишь при наличии уже синтезированной функции $g(\vec{x})$ [2]. Для выхода из, казалось бы, заколдованного круга предлагается следующая стратегия.

В общем случае, u-й уровень знаний индуктивно обобщается в виде приближения $g^{(u)}(\vec{x})$ к искомой функции выбора. Для этого решается открытая к пополнению система неравенств: $g(\vec{x}) > 0$ для всех $\vec{x} \in T^{(u)}$ и $g(\vec{x}) \le -1$ для всех $\vec{x} \in F^{(u)}$.

Не исключено, что текущее приближение к искомому знанию – далеко от совершенства. Для проверки этого факта относительно $g^{(u)}(\vec{x})$ порождаются ***эмпирические гипотезы***, определяемые в виде опорных решений двух сортов: положительные гипотезы $\vec{x}_0^{\,+} \in S_0^{(u)}$, для которых $g(\vec{x}_0) \ge 0$, и отрицательные гипотезы $\vec{x}_0^{\,-} \in E_0^{(u)}$, когда $g(\vec{x}_0) < 0$.

Механизм выдвижения гипотез строго формализован. В основе их выдвижения лежит критерий топологической полноты обследуемых подпространств. В первом приближении — это точки $\vec{x}_0$, находящиеся вблизи гиперповерхности $g^{(u)}(\vec{x}) = 0$.

Полученные таким образом гипотезы подвергаются качественной оценке с применением правила $Q(\vec{x})$. Если окажется, что все $\vec{x}_0^{\,+} \in T$ и все $\vec{x}_0^{\,-} \in F$, то есть все гипотезы полностью подтвердятся по знаку, то $g^{(u)}(\vec{x})$ — искомое знание. Однако на начальных стадиях u=1,2,…индуктивного обобщения фактов появляются ***противоречия***, т.е. часть решений $\vec{x}_0^{\,+} \in F$, а часть решений $\vec{x}_0^{\,-} \in T$ и потому искомое знание недостоверно.

Тогда выявленные противоречия автоматически превращаются в факты в виде соответствующих множеств-пополнений: $\Delta F^{(u)} = \{\vec{x}_0^{\,+} \in F\}$, $\Delta T^{(u)} = \{\vec{x}_0^{\,-} \in T\}$, что позволяет перейти на следующий $(u+1)$ уровень пополнения знаний. Сами же гипотезы выдвигаются по критерию полноты тестирования искомого знания или закономерности «удачи».

Описанный процесс порождения и качественной оценки эмпирических гипотез повторяется многократно. Критерий остановки итеративного процесса — отсутствие новых гипотез.

Стратегия выдвижения гипотез основана на выявлении и сканировании лишь только этой границы, а не всего поискового пространства. В результате резко сокращается число выдвигаемых гипотез или вопросов к эксперту при одновременном повышении достоверности искомого знания.

Практическая польза от применения предлагаемой стратегии заключается в следующем.

Во-первых, она направлена на выявление как можно большего числа противоречий для функции

выбора, что означает, что $g^{(u+1)}(\vec{x})$ не может быть по достоверности хуже $g^{(u)}(\vec{x})$.

Во-вторых, при благоприятном стечении обстоятельств (многократное подтверждение гипотез при отсутствии противоречий) обеспечивается резкое сокращение числа рассматриваемых альтернатив по сравнению с полным перебором.

Важно и то, что рассмотренные принципы и технологические особенности активного формирования искомого знания обладают большой степенью инвариантности к предметным областям (техника, архитектура и строительство, биология, медицина, психология, педагогика, военное дело и т.д.).

5. РЕШАТЕЛЬ ОТКРЫТЫХ ЗАДАЧ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОЗНАНИЯ

В пределах данной технологии человек (учащийся, слушатель, исследователь-аналитик) выполняет следующие функции:

1) фиксирует поисковое пространство;

2) задает начальную базу фактов;

3) оценивает гипотезы по правилу качественной оценки.

Тем самым человек ставит открытую задачу.

Наиболее трудоемкие в вычислительном и логическом отношении функции: синтез текущего и искомого знания и, главное, выдвижение гипотез берет на себя такой мощный инструмент, реализованный программно, как Решатель открытых задач.

Основные блоки Решателя — блок индуктивных обобщений и генератор эмпирических гипотез.

Успех применения Решателя определяется пользовательским интерфейсом, в состав которого входят редактор поискового пространства, редактор запрещённых фигур, а также средства наглядной визуализации добываемого знания. Одна из наиболее продвинутых версий Решателя — «Аргонавт v.3.0» подробно представлена в сборнике [4].

Применение решателя позволяет высветить следующие моменты:

- Каждое значение определенной именной переменной автоматически приобретает некоторый вес. По величине этого веса можно судить о степени его влияния на обобщенный показатель качества.

- По величине значений закономерности «удачи» (которая является скалярной функцией) можно дать экспертную оценку ранее «незнакомых» объектов, если только их свойства определяются заданным поисковым пространством.

- Можно проранжировать все интересующие объекты (в смысле «лучше–хуже») по оговоренному обобщенному показателю качества.

- Нетрудно найти лучшие решения, которые занимают первые позиции во взвешенном мире допустимых объектов. Если часть этих решений не принадлежит начальной, а еще лучше, конечной базе фактов, накопленной в Решателе, то они приобретают статус «открытие».

- Следует отметить и такую замечательную возможность, как условное «открытие» при выполнении лишь определенных свойств познаваемого мира объектов. Важно отметить, что данная возможность достигается благодаря формированию нелинейности в искомом знании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исторически необходимость решения открытых задач возникла при выполнении ряда НИР и НИОКР, связанных с поиском вариантов алгоритмической и структурной организации мультикомпьютерных систем. Относительная простота в применении решателя позволила внести вклад в совершенствование учебного процесса. Так, в МЭИ на протяжении ряда лет изучается поставленная автором дисциплина «Поисковое проектирование вычислительных систем». Особый интерес представляет курсовое проектирование, организованное на конкурсной основе [5]. В дальнейшем накопленный опыт был перенесен и в другие вузы, среди которых Московский государственный горный университет (кафедра САПР), бывшая Военная Краснознаменная академия ПВО имени маршала Жукова Г.К., Калужский филиал МГТУ им. Баумана Н.Э. (кафедра САУ), Институт безопасности бизнеса при МЭИ. Так, в рамках дисциплины «Интеллектуальные информационные технологии и стратегии» ставились и решались учебные задачи в таких далёких от вычислительной техники областях, как ранжирование банковских технологий, прогнозирование финансовых рисков, оценка недвижимости, выбор бытовой техники, качественная оценка военной техники и объектов гражданского строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шадриков В.Д.** Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход. // Высшее образование сегодня. 2004. № 8. С.26—31.

2. **Половинкин А.И**. Основы инженерного творчества: уч. пособие. — Спб.: Издательство: Лань, 2007. — 368 с.

3. **Дзегеленок И.И.** Открытые задачи поискового проектирования. — М.: МЭИ, 1991 . — 66 с.

4. **АРГОНАВТ** — система приобретения эмпирических знаний // Справочно-практическое издание «СОФТЕЛЬ — Сто компьютерных программ для бизнеса». Вып. 1997-1998. — М.: ХАМТЕК ПАБЛИШЕР, 1997. С. 117—125

5. **Дзегеленок И.И., Кондратьев М.А., Аляева Ю.В.** Применение решателя открытых задач: методическое пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 48 с.

Г.Ф. Долгов
dolgov@vlsu.ru
Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ SOLIDWORKS ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

АННОТАЦИЯ

Рассматривается методика проведения практических занятий с использованием САПР SolidWorks и его модулей, реализующих метод конечноэлементного анализа.

ВВЕДЕНИЕ

Государственный образовательный стандарт третьего поколения [1], внедряемый в настоящее время, предполагает владение навыками использования современных систем автоматизированного проектирования (САПР). Подобное требование продиктовано в первую очередь современными подходами к разработке электронных средств, когда сокращение сроков разработки напрямую зависит от степени внедрения САПР на предприятии и от качества владения ими инженерно-технического персонала. Одна из возможностей организации практических занятий с будущими бакалаврами по изучению САПР SolidWorks рассматривается в этой работе.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Выпускники направления «Проектирование и технология электронных средств» должны уметь разрабатывать конструкции электронных средств (ЭС), работающие в условиях воздействия различных дестабилизирующих факторов. При эксплуатации ЭС подвергаются интенсивным механическим нагрузкам: вибрациям, ударам, линейным ускорениям; при этом они работают в широком температурном диапазоне. Указанные дестабилизирующие факторы значительно снижают надежность ЭС и приводят к их отказу. На этапе проектирования ЭС необходимо показать, что элементная база и элементы конструкции не разрушатся, а ЭС будет нормально функционировать в заданных условиях эксплуатации.

Перед дисциплиной «Основы проектирования ЭС» стоит задача обеспечить студентов знаниями и навыками в области конструкторского проектирования ЭС, работающих в условиях дестабилизирующих факторов. Учебным планом по данной дисциплине предусмотрены лекции, лабораторные и практические занятия, а также курсовой проект, на базе которого идет подготовка выпускной работы бакалавра.

На практических занятиях студенты учатся оценивать работоспособность различных вариантов конструкции, работающих в условиях дестабилизирующих факторов и выбирать наилучшие варианты. Традиционно указанные задачи решались путем математического моделирования с использованием аналитических моделей.

Аналитически тепловые, механические и электрические поля, описываемые системами дифференциальных уравнений в частных производных, решаются только для отдельных упрощенных вариантов конструкций и с существенными погрешностями. Раньше расчеты проводились (а в ряде проектных организаций и сейчас проводятся) по упрощенным формулам, в которые входят различные коэффициенты, чаще всего полученные экспериментально на основе исследования упрощенных вариантов конструкций. К таким вариантам в первую очередь относятся блоки в форме прямоугольных параллелепипедов и ячейки ЭС с прямоугольными печатными платами. Элементы при этом по площади платы и по объему блока считаются распределенными равномерно.

Реально же конструкции ЭС могут значительно отличаться от их упрощенных вариантов. Для расчета тепловых и механических полей реальных конструкций применяют программное обеспечение, в котором заложены численные методы анализа, и особенно метод конечных элементов, как наиболее универсальный метод моделирования.

2. SOLIDWORKS — ОСНОВНАЯ САПР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭС

Владимирский государственный университет имеет лицензионное программное обеспечение, в котором реализуется метод конечных элементов. Это такие программные комплексы как ANSYS, SolidWorks. Для подготовки чертежей на различных специальностях ВлГУ используют такие системы, как КОМПАС, AutoCAD, SolidWorks. Различные кафедры отдают предпочтение отдельным системам. Также университет обладает необходимой вычислительной техникой: персональными компьютерами и суперкомпьютером «СКИФ Мономах».

Кафедра, выпускающая бакалавров по направлению «Конструирование и технология электронных средств», в инженерных расчетах основной упор сделала на систему SolidWorks. Во многих дисциплинах профессионального цикла использу-

ется система SolidWorks [2]. Выбор именно этой САПР основан на следующих соображениях:

– система широко применяется в конструкторских отделах предприятий, как города Владимира, так и других городов России, да и зарубежные предприятия активно пользуются указанной САПР;

– система позволяет создавать электронные модели ЭС и формировать чертежи;

– система позволяет проводить конечноэлементный анализ;

– SolidWorks может успешно работать на современных персональных компьютерах.

3. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия строятся в игровой форме. На них моделируется работа конструкторского подразделения при решении задачи, реально возникающей при конструировании ЭС. Для этого из студентов учебной группы формируются бригады по 4-5 человек. Перед каждой бригадой преподавателем ставится конструкторская задача. В бригаде на каждое занятие выбирается свой бригадир, выполняющий роль главного конструктора. При этом каждый из студентов за цикл практических занятий успевает выступить в роли главного конструктора. За остальными членами бригады закрепляются обязанности рядовых конструкторов и расчетчиков. Бригада, получив конкретное задание, организует совещание, на котором определяется круг решаемых вопросов и распределяются поручения по членам бригады. Всем процессом руководит бригадир — «главный конструктор». Он определяет состав, форму и размеры изделия, ставит конкретные задачи перед членами бригады, помогает урегулировать противоречия, возникающие при взаимодействии членов бригады.

В качестве примера рассмотрим занятие, на котором разрабатываются виброустойчивые ячейки ЭС (платы с микросхемами), имеющие собственные частоты колебаний, выходящие за диапазон частот возмущающих вибраций для различных условий эксплуатации ЭС. Бригаде из 4-х человек предлагается сконструировать ячейку с габаритными размерами не более заданных, на которой должно быть размещено определенное количество микросхем. Бригадир оценивает возможность размещения указанного количества микросхем на одной либо двух сторонах ячейки и распределяет работу по членам бригады. Одному студенту предлагается создать электронные модели платы, другому — микросхем, третьему — несущих рамок. Созданные «рядовыми конструкторами» модели передаются бригадиру, который проверяет их и либо возвращает на доработку, либо дорабатывает сам, и если замечаний по моделям деталей нет, то бригадир на базе полученных моделей формирует несколько моделей ячеек ЭС.

Созданные модели ячеек передаются членам бригады для проведения расчета собственных частот. Члены бригады рассчитывают собственные частоты в модуле SolidWorks Simulation. По окончании расчета бригада оценивает полученные варианты конструкций ячеек ЭС и определяет возможность их эксплуатации в различных условиях. Если задача не решена, то разрабатывается план модификации конструкции и бригада начинает процесс его реализации.

Фактически на любых занятиях можно проводить моделирование либо различных вариантов конструкций, либо одного варианта конструкции при различных параметрах дестабилизирующих факторов. Небольшое время моделирования вибрационных, ударных, тепловых и прочих процессов (порядка 10 минут для простых конструкций на современных компьютерах) позволяет использовать SolidWorks для проведения практических занятий, время которых ограничено двумя академическими часами.

Научившись на практических занятиях работать в SolidWorks, студенты используют полученные компетенции и при выполнении курсового проекта и выпускной работы бакалавра. А в период трудоустройства такие студенты устраиваются на более высокооплачиваемые места.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная методика проведения практических занятий проходит апробацию на выпускниках бакалавриата 2014 г. Проведение практических занятий в игровой форме привлекает студентов и стимулирует их к овладению необходимыми компетенциями, а работа студентов в роли специалистов различного уровня (расчетчик, конструктор, главный конструктор) помогает сформировать представление о будущей работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования** по направлению подготовки 211000 «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» (квалификация (степень) бакалавр). — М.: М-во образования и науки Российской Федерации, 2009. — 27 с. URL: http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/prm789-1.pdf (дата обращения: 28.11.2013).

2. **Долгов Г.Ф.** Изучение САПР, использующих конечноэлементный анализ при подготовке бакалавров и специалистов по направлению «Проектирование и технология электронных средств» // Труды Международной научно-методической конференции ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10-11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 167—168.

Е.В. Дорохов
DorokhovYV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЛЕКС ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ДИСЦИПЛИНЫ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ» НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»

АННОТАЦИЯ

Рассматривается содержание практических занятий образовательной дисциплины «Управление качеством» для студентов теплоэнергетического профиля, которые выполняются в компьютерных системах MS Excel и Mathcad.

Имеется достаточное количество учебных пособий по общим темам дисциплины «Управление качеством», в которых практические компоненты обучения ограничены описанием примеров расчета статистических показателей, применяемых в менеджменте качества [1].

При подготовке специалистов для теплоэнергетики необходима разработка расчетно-аналитических учебных материалов соответствующего профиля.

На кафедре ТЭС МЭИ разработан комплекс учебных упражнений в программных системах MS Excel и Mathcad [2].

В инженерной деятельности доминируют технические расчеты. *Качество записи числового показателя* свидетельствует о профессиональной культуре специалиста и влияет на качество производимой технической документации. Поэтому на первом практическом занятии студенты осваивают правила записи числовых значений рассчитываемых теплотехнических показателей, исходя из знания погрешностей исходных данных.

При выполнении расчетов на компьютере результаты вычислений отображаются с количеством разрядов, принятым в настройке по умолчанию. Например, при расчете в электронных таблицах MS Excel отображается восемь разрядов числа справа от десятичного разделителя. Такое количество разрядов может создавать иллюзию высокой точности результатов.

При расчетах с малыми величинами, наоборот, требуется увеличивать разрядность вычислений. Поэтому перед расчетчиком стоит задача правильно назначить разрядность чисел промежуточных вычислений и конечных показателей.

Например, при определении энтальпии пара регенеративных отборов турбины на основе измерений его температуры и давления предельная погрешность не превышает ± 5 кДж/кг, а запись величины энтальпии, например, 2816 кДж/кг.

Расчетом расхода греющего пара в сетевой подогреватель по уравнению теплового баланса получено значение

$$(36{,}4493794 \pm 1{,}9)\ \text{кг/с}.$$

Предел абсолютной погрешности определяется произведением относительной погрешности на вычисленное значение расхода.

Действует правило: значащая цифра числа верная, если абсолютная погрешность этого числа не превышает пяти единиц разряда, стоящего справа от этой цифры. Следовательно, в вычисленном значении верным является только второй разряд слева от десятичного разделителя.

В итоговой записи результата следует оставить один сомнительный разряд [2]:

36 кг/с.

Анализ рядов данных удобно выполнять в MS Excel, применяя эффективную встроенную функцию ЧАСТОТА(…).

При выполнении расчетов технико-экономических показателей ТЭС требуется определять показатели за годовой период времени. Режимы работы котлов и турбин зависят от погоды. Следовательно, для расчета годовых показателей необходимо располагать статистическими данными погоды в районе расположения ТЭС. По данным наблюдений за погодой в течение 2—3 лет рассчитывается и строится гистограмма распределения продолжительностей стояния температуры наружного воздуха (рис. 1). На эрозионный износ лопаток последних ступеней турбин влияет степень влажности пара. На рис. 2 показана характеристика распределения времени работы турбины Т-250-23,54 одной из ТЭЦ Москвы по интервалам влажности пара на выходе из последней ступени ЦНД.

Задачи энергосбережения в теплоэнергетике реализуются многими техническими и организационными решениями. Для снижения потери теплоты в окружающую среду трубопроводы покрываются теплоизоляционными материалами. Методика расчета необходимой толщины слоя теплоизоляции реализуется методом последовательного приближения (СНиП 2.04.14-88*, СНиП 41-03-2003, СП 41-103-2000). Поэтому расчет по типовому последовательному алгоритму требует много времени. Возможности Mathcad позволяют эти расчеты выполнять за несколько минут.

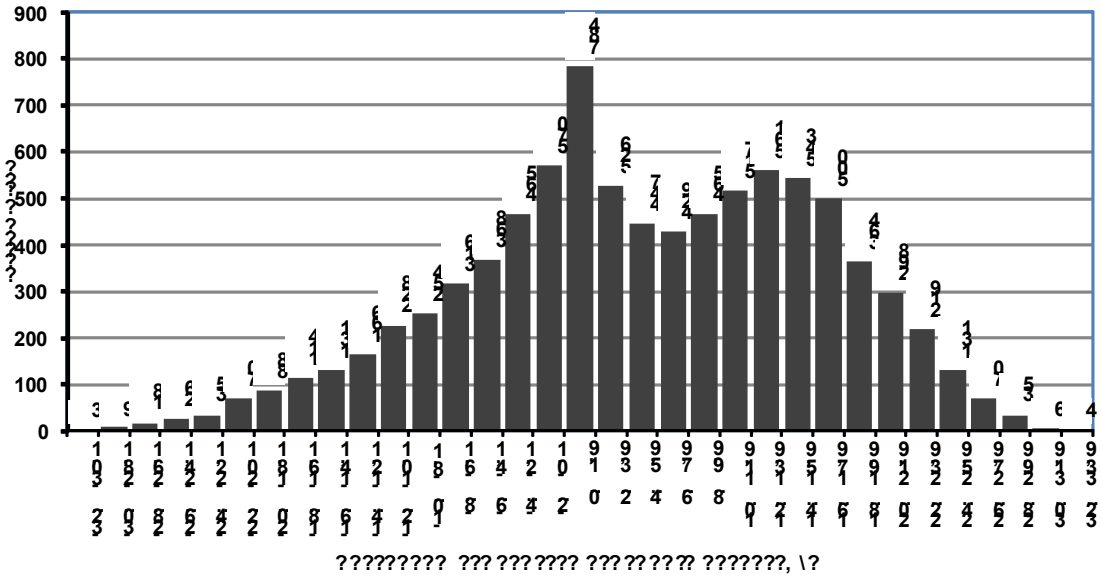


Рис. 1. Распределение продолжительностей стояния температур наружного воздуха в течение года в Московском регионе

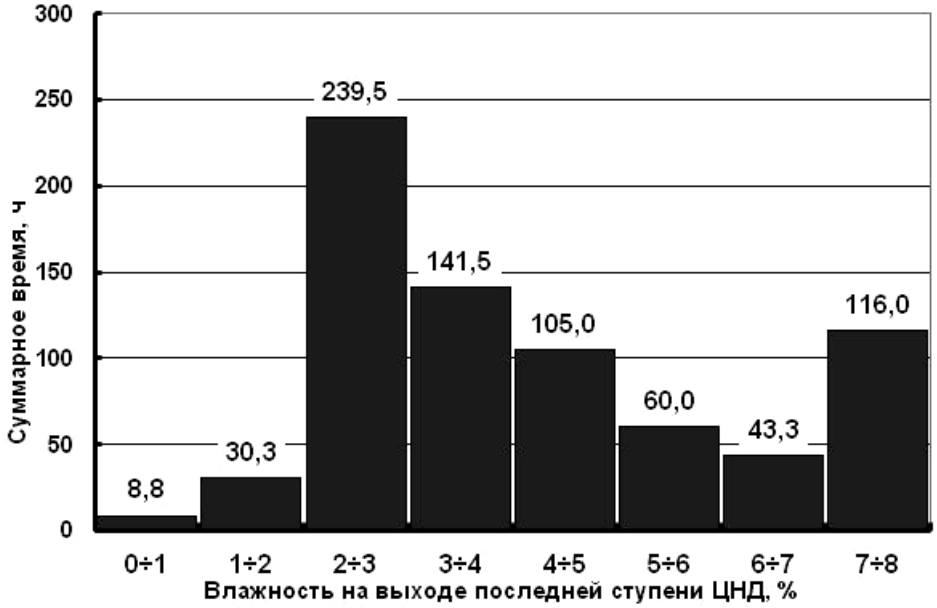


Рис. 2. Распределение времени работы турбины Т-250-23,54 (в январе) по интервалам влажности пара на выходе из последней ступени ЦНД (применение функции ЧАСТОТА(...) MS Excel для обработки данных)

На рис. 3 приведен скан монитора компьютера с программным модулем расчета толщины слоя теплоизоляции магистрали сетевой воды. При использовании другого теплоизоляционного материала достаточно заменить формулу теплопроводности в этом программном модуле.

Рассчитывая и строя контрольные карты Шухарта (ГОСТ Р 50779.42-99), студенты углубляют знания и нарабатывают умения анализировать выборки регулярных технологических измерений на ТЭС. На рис. 4 приведен рабочий лист Excel контроля температуры свежего пара перед турбиной в суточном цикле. В дополнение к графику, приведенному на рис. 4, рекомендуется построить график среднеквадратичных отклонений (*S*-карту) в характерных зонах суток (в подгруппах данных).

Определить толщину слоя теплоизоляции из минераловатных прошивных матов марки 100 (ГОСТ 21880-86) трубопровода, подающего горячую воду в теплосеть города

Исходные данные

Наружный диаметр трубопровода $d := 0.82$ м

Температура внешней поверхности теплоизоляции $t_i := 45$ °C

Максимальная температура теплоносителя $t_w := 130$ °C

Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца года $t_e := 22.3$ °C

Решение

Оценка средней температуры теплоизоляции (СНиП 2.04.14-88*)

$$t_m := \frac{t_w + t_i}{2} \qquad t_m = 87.5 \text{ °C}$$

Теплопроводность теплоизоляционного материала, Вт/(м*°С)

$$\lambda_k := 0.045 + 0.00021 \cdot t_m \qquad \lambda_k = 0.0634 \text{ Вт/(м*°С)}$$

Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции по приложению 9 СНиП 2.04.14-88*

$$\alpha_e := 6 \text{ Вт/(м}^2\text{*°С)}$$

Расчетный комплекс связи парметров для определения расчетной величины отношений характерных диаметров B (отношение наружного диаметра теплоизоляции к наружному диаметру трубопровода)

$$BlnB := 2 \cdot \lambda_k \cdot \frac{(t_w - t_i)}{\alpha_e \cdot d \cdot (t_i - t_e)} \qquad BlnB = 0.096$$

где $B = d_{iz}/d$; d_{iz} - наружный диаметр теплоизоляционного слоя, м

Принимаем начальное значение B $B := 1.05$

Given

$$B \cdot \ln(B) = BlnB$$

$$B_{расч} := \text{Find}(B) \qquad B_{расч} = 1.0923$$

Тогда расчетная толщина слоя теплоизоляции

$$\delta_{iz} := \frac{d}{2} \cdot (B_{расч} - 1) \qquad \delta_{iz} = 0.038 \text{ м}$$

Исходя из номенклатуры индустриальных теплоизоляционных конструкций принимаем толщину слоя теплоизоляции **40 мм** (СНиП 2.04.14-88*).

Рис. 3. Моделирование и расчет толщины слоя теплоизоляции в Mathcad

Для надежной эксплуатации теплоэнергетического оборудования необходим качественный плановый ремонт. В учебном пособии [2] приведены моделирование и расчет напряжения начальной затяжки резьбовой пары «шпилька-гайка» фланцевого соединения ЦВД турбины.

Для обеспечения качественного теплоснабжения ЖКХ города требуется правильный выбор оборудования индивидуальных тепловых пунктов зданий. В [2] приведен пример моделирования и расчета необходимых параметров элеватора (струйного насоса) в тепловом пункте здания.

Контрольная карта Шухарта (ГОСТ Р 50779.42-99)

Тип контрольной карты:

карта средних арифметических при заданной номинальной величине температуры и пределов

Пар подаётся по двум паропроводам. На каждом паропроводе установлены по два датчика температуры, от которых сигналы поступают в базу данных АСУ ТП

Номинальное значение температуры свежего пара, ' 555

Допустимое превышение температуры, °С 5

Допустимое снижение температуры, °С -10

Номер выборки данных	Зона суток	Температура пара, °С				Среднее арифметическое в выборке, °С	Среднее квадратическое отклонение в выборке	Контрольные границы		Номинальная величина температуры, °С CL
		t_1	t_2	t_3	t_4			UCL, °С	LCL, °С	
1	Утренний максимум нагрузки ТЭС 10-11 ч	549	550	548	547	548,5	1,29			555
2		545	546	545	550	546,5			545	555
3		544	547	546	549	546,5	2,08	560	545	555
4		543	549	544	549	546,3	3,20	560	545	555
5		546	548	543	549	546,5	2,65	560	545	555
6	Обеденный период 13-14 ч	557	559	560	557	558,3	1,50	560	545	555
7		557	555	554	556	555,5	1,29	560	545	555
8		555	558	559	555	556,8	2,06	560	545	555
9		558	559	556	556	557,3	1,50	560	545	555
10		558	559	557	557	557,8	0,96	560	545	555
11	Вечерний максимум нагрузки ТЭС 18-22 ч	547	547	546	551	547,8	2,22	560	545	555
12		546	546	545	550	546,8	2,22	560	545	555
13		547	547	546	548	547,0	0,82	560	545	555
14		546	546	547	548	546,8	0,96	560	545	555
15		545	546	547	549	546,8	1,71	560	545	555
16	Ночной период 23-6 ч	555	556	557	555	555,8	0,96	560	545	555
17		556	555	559	556	556,5	1,73	560	545	555
18		557	556	558	556	556,8	0,96	560	545	555
19		557	556	555	557	556,3	0,96	560	545	555
20		554	554	555	556	554,8	0,96	560	545	555

=СТАНДОТКЛОН(D10:G10)

=СРЗНАЧ(D10:G10)

$\bar{X}$ - карта Шухарта температуры свежего пара энергоблока

при заданной номинальной температуре и пределах отклонений

Заключение: процесс стабилен по разбросу, но есть неслучайные вариации по положению среднего арифметического

Рис. 4. Рабочий лист Excel расчета и построения контрольной карты Шухарта

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебный материал приведен в форме, позволяющей его использовать в других вузах с направлением подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ефимов В.В., Барт Т.В.** Статистические методы в управлении качеством продукции. — М.: КНОРУС, 2006.

2. **Дорохов Е.В.** Управление качеством в теплоэнергетике. — М.: Издательство МЭИ, 2013.

Г.Г.Елкибаева
galiyaelka@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

При оптимизации состава буровых растворов в процессе строительства скважин возникает необходимость решения обратных оптимизационных задач. Такие задачи могут быть решены только посредством построения адекватной математической модели состава буровых растворов. В работе предлагается решение задачи определения состава раствора по его технологическим параметрам с использованием технологии параллельных вычислений.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, определение технологических параметров бурового раствора является необходимым еще на этапе проектирования бурения, т.к. оптимальный для одной скважины буровой раствор может оказаться непригодным для другой скважины в других условиях бурения.

Основными трудностями, с которыми приходится сталкиваться при решении поставленной задачи, являются, во-первых, варьирование достаточно большого числа входных факторов при проектировании буровых растворов и, во-вторых, невозможность определения их компонентного состава в промысловых условиях в режиме реального времени из-за попадания в них многообразных примесей и различных физико-химических превращений.

Эффективное решение данной проблемы состоит в построении на основе данных промыслового эксперимента математической модели свойств бурового раствора и решении на ее основе обратной задачи — определения состава раствора по его технологическим параметрам [1].

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Для оптимизации состава бурового раствора ставятся и решаются прямая и обратная задачи. Прямая задача — построение математической модели технологических параметров БР — заключается в построении на основании экспериментальных точек регрессионной зависимости технологических параметров раствора от содержания его компонентов. Формализованная постановка прямой задачи такова:

Имеется k компонент $x_1,\dots,x_k$ (% мас.), составляющих буровой раствор. В качестве выходных параметров рассматриваются n технологических свойств бурового раствора $Y_1,\dots,Y_n$. Требуется составить математическую модель свойств раствора $Y_1,\dots,Y_n$ для нахождения значений свойств раствора без проведения дополнительных экспериментов.

Поскольку исследование процесса ведется при неполном знании механизма явлений, естественно считать, что аналитическое выражение целевой функции неизвестно, в связи с чем ее приходится представлять в виде уравнения регрессии, коэффициенты которого находятся на основании экспериментальных данных. Для учета синергетических эффектов между компонентами раствора предлагается уравнение регрессии в виде полинома второй степени:

$$Y = b_{0\dots0} + b_{10\dots0}x_1 + \dots + b_{0\dots1}x_k + \dots + b_{0\dots11}x_{k-1}x_k, \quad (1)$$

где $b_{i1i2\dots ik}$, $i_l=0,1$, $l=1,\dots,k$ — искомые коэффициенты уравнения регрессии, которые указывают на силу влияния факторов, Y — определяемая функция. На основе матрицы планирования эксперимента составляется u уравнений (1), в которых неизвестные коэффициенты $b_{i1i2\dots ik}$ определяются, исходя из экспериментальных данных с использованием метода наименьших квадратов.

На основании построенной математической модели технологических параметров бурового раствора решается обратная задача оптимизации его состава, которая состоит в подборе такого компонентного состава раствора, при котором достигаются требуемые ограничения на его технологические параметры при одновременной минимизации выбранного технологического критерия (например, коэффициента нелинейности) [1]. Математически эта задача означает следующее:

Имеется k переменных $x_1, x_2,\dots, x_k$ (компоненты раствора), которые можно варьировать при постановке эксперимента, и n дискретно заданных функций $\eta_i=\varphi_i(x_1,x_2,\dots,x_k)$ (математические модели технологических параметров БР (1)), $i=1,\dots,n$.

Требуется в k-мерном факторном пространстве найти точку $x^*=(x_1^*,x_2^*,\dots,x_k^*)$, удовлетворяющую условиям:

$$\eta_i^{min} \le \varphi_i(x^*) \le \eta_i^{max}, i = 1,\dots,n \quad (2)$$

$$Y^* = \varphi_i(x^*) \to \min \quad (3)$$

2. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВА БР

Наиболее простым методом поиска минимума является метод перебора области изменения параметров по равномерной сетке с запоминанием наименьшего значения минимизируемого функционала (3), то есть выполняется перебор с малым шагом точек факторного пространства, отображенного в единичный гиперкуб, с минимизацией коэффициентов нелинейности внутри колонны при одновременном выполнении ограничений на остальные функции [2]. При этом для увеличения точности расчета после однократного перебора может производиться дробление рассматриваемой области с уменьшением шага перебора. Также на каждом шагу необходимо производить проверку ограничений (2) на технологические параметры раствора с отбрасыванием значений, не попадающих в заданный интервал. Модификацией метода перебора является метод покоординатного спуска, в котором производится минимизация функции по одной координате при фиксированных значениях остальных [2], т.е. при уточнении компоненты x_k происходит смещение по прямой, параллельной оси x_k, до точки с наименьшим по этой прямой значением $F(x) = c$. В качестве функции F выступает регрессионная модель технологического параметра (1).

3. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТАВА БР

Решение задачи оптимизации состава буровых растворов предполагает значительный объем вычислений, обеспечивающих, тем не менее, достаточно низкую точность, что вызывает необходимость использования для ее решения технологии высокопроизводительных параллельных вычислений. Для эффективной организации вычислительного процесса при решении поставленной задачи разработана трехуровневая модель распараллеливания, объединяющая следующие стадии [3]:

- распараллеливание по экспериментальной базе (проведение однотипных вычислений для разных наборов начальных данных);

- использование внутреннего параллелизма задачи (построение математической модели разных технологических параметров производится независимо от других);

- распараллеливание численных методов решения обратной задачи (декомпозиция расчетной области с поиском оптимального значения выбранного критерия).

При этом для распараллеливания вычислений используется подход, основанный на параллелизме данных, заключающийся в применении одной и той же операции к множеству массива данных. Распределение данных при этом осуществляет главная программа. В настоящее время производится реализация указанной модели с использованием платформы параллельных вычислений NVIDIA CUDA (Compute Unified Device Architecture), позволяющей существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию GPU (графических процессоров). CUDA обеспечивает набор расширений для языков C и C++, позволяющих выражать как параллелизм данных, так и параллелизм задач на уровне мелких и крупных структурных единиц. Это позволяет реализовать предложенную трехуровневую модель распараллеливания на платформе CUDA. Поскольку на основании корреляционного анализа можно исключить из рассмотрения взаимозависимые параметры, построение математической модели разных технологических параметров производится независимо от других, что дает возможность распараллелить решение прямой задачи с использованием внутреннего параллелизма данных, где CUDA-ядро определяет коэффициенты модели и передает результаты CPU. Для решения обратной задачи проводится реализация декомпозиции расчетной области на блоки с поиском наименьшего значения выбранного критерия, при этом алгоритм оптимизации состава БР хорошо масштабируется с ростом числа ускорителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании построенных математических моделей программно реализовано вычисление значений технологических параметров раствора при любых сочетаниях его компонентов в пределах факторного пространства, а также решение обратной задачи — оптимизации состава бурового раствора. Программа, реализующая предложенные алгоритмы, при вводе требуемых значений технологических параметров выводит состав раствора, необходимый для их достижения. В настоящее время производится реализация алгоритмов решения задачи с использованием технологии CUDA. Использование разработанного ПО позволяет повысить скорость и точность принятия решений при проектировании строительства скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Линд Ю.Б., Клеттер В.Ю., Ахматдинов Ф.Н., Мулюков Р.А.** Оптимизация состава буровых растворов и оперативное управление их свойствами // Нефтяное хозяйство. 2009. № 5. С. 90—93.

2. **Аоки М.** Введение в методы оптимизации: Основы и приложения нелинейного программирования. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. — 344 с.

3. **Линд Ю.Б., Губайдуллин И.М., Спивак С.И.** Математическое моделирование и решение производственных задач на основе параллельных вычислений. — Уфа: Изд-во БашГУ, 2011. — 91 с.

В.П. Зверьков
ZverkovVP@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы повышения качества обучения студентов на базе решения сложной учебной задачи, требующей комплексного использования знаний, полученных в процессе подготовки специалистов по автоматизации технологических процессов и производств.

ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние управления сложными технологическими объектами, к которым относятся тепловые и атомные электрические станции, требует высокой квалификации оперативного и эксплуатационного персонала и надежной работы технических средств автоматизации. Подготовка специалистов в этой области имеет специфику, заключающуюся в необходимости приобретения знаний как по технологии производства, так и методов и технических средств управления.

Программа подготовки специалистов по автоматизации технологических процессов и производств предполагает освоение комплекса специальных дисциплин, где особое внимание уделяется изучению оборудования и производимому на нем конечному продукту. Только основываясь на знаниях и понимании физических основ производственного процесса и работы оборудования можно говорить о критериях оптимального управления этим технологическим процессом.

1. ФОРМАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОБУЧЕНИЯ

Формальная постановка задачи обучения может быть представлена в следующем виде [1]: пусть L представляет собой множество обучаемых в количестве n человек; J — множество профессиональных признаков (характеристик) человека с общим числом k признаков. Элемент множества $L_i \in L$ определяет конкретного человека, а элемент множества $l_{i,j}$, $j \in J$ — конкретную характеристику обучаемого. Тогда каждый обучаемый характеризуется вектором $\boldsymbol{L}_i$ $(l_{i,1}, l_{i,2}, \ldots, l_{i,k})$, определенным на множестве J исходных признаков.

В процессе обучения требуется обеспечить такой уровень подготовки человека, при котором выполняется условие $l_{i,j} \in [min_j, max_j]$, для всех i, где min_j, max_j — соответственно нижняя и верхняя границы диапазона, в котором должно находиться значение j-ой характеристики i-го обучаемого.

Решение задачи разбивается на два этапа: предварительный и этап обучения.

На предварительном этапе необходимо:

- определить набор признаков J, характеризующих уровень подготовки человека в соответствии с должностными инструкциями;

- определить требования к уровню подготовки в соответствии с квалификационными характеристиками, т.е. задать значения нижней и верхней границы min_j и max_j.

Этап обучения состоит из следующих шагов:

- оценка начальных значений выявленной совокупности признаков (исходного уровня подготовки);

- выработка рекомендаций по индивидуальной подготовке;

- обучение в составе группы по совпадающим рекомендациям;

- оценка новых значений выявленной совокупности признаков отдельного обучаемого (достигнутого уровня индивидуальной подготовки);

- выработка рекомендаций по продолжению обучения или его окончание.

Оценка достигнутого уровня индивидуальной подготовки осуществляется проведением аттестации в виде выполнения контрольного задания, теста, экзамена и т.п. При этом окончание процесса обучения для отдельного его участника производится по индивидуальным характеристикам человека по условию достижения требуемого уровня подготовки.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) такого сложного с точки зрения управления объекта как энергоблок строятся на базе распределенных систем управления, включающих в себя соответствующие технические средства, выполняемые, как правило, на базе микропроцессорной техники и локальных вычислительных сетей. Основным принципом построения АСУ ТП, как известно, является принцип иерархичности, при котором осуществляется распределение функций управления и принятия решений между оператором и техническими средствами автоматизации. Причем роль

технических средств неуклонно возрастает, что не снижает ответственности человека за функционирование системы. При этом в основе построения иерархической системы управления лежат функциональные группы управления — выделенные по определенным функциональным или технологическим признакам элементы или некоторая совокупность оборудования связанные в единый комплекс и объединенные целью оптимального управления.

Выделение функциональных групп связано в первую очередь с объемом информации и управляющих функций, необходимых для принятия и реализации решения по управлению технологическим объектом управления (ТОУ). Поэтому, при формировании алгоритмов управления функциональной группой и ТОУ в целом необходимо подробно изучать структуру информационных потоков и анализировать объем информации, предъявляемой оператору в наиболее сложных ситуациях.

Следует отметить, что в современных системах управления, ориентированных на использование распределенных программно-технических микропроцессорных средств и вычислительных сетей, реализуется представление информации оператору через видеомониторы с использованием видеограмм с динамически изменяющимися значениями технологических параметров. Через мониторы реализуются и управляющие действия оператора, в том числе управление исполнительными устройствами, а также работой автоматических регуляторов и систем логического управления. При этом происходит изменение функций оператора в связи с перераспределением задач управления между человеком и машиной.

Одним из направлений совершенствования системы подготовки специалистов по автоматизации технологических процессов и производств является приведение ее в соответствие с современными требованиями на основе интенсивного использования тренажеров, причем имеется ввиду самостоятельная разработка тренажера в процессе обучения, что обеспечивает закрепление получаемых знаний и навыков по специальности.

3. СОВОКУПНОСТЬ ЗНАНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРЕНАЖЕРА

Основой компьютерных тренажеров сложных технологических объектов являются математические модели, которые, как правило, включают в себя модели физических процессов, происходящих в системе, а также модели технологической автоматики, защит, блокировок и управления, т.е. модели логико-динамических систем [2].

Для создания таких моделей необходимо обладать знаниями математического описания объектов, регуляторов, синтеза систем автоматического управления, программирования на одном из алгоритмических языков, умения реализовать интерфейс пользователя, включающий в себя основные этапы проектирования видеограмм статических и динамических элементов и т.д. То есть, обладать знаниями, в большинстве соответствующими квалификационным требованиям специалиста по автоматизации технологических процессов и производств.

Создание моделей логико-динамических систем управления может строиться на основе набора динамических звеньев и функциональных преобразователей аналоговых и логических сигналов, соединенных друг с другом определенным образом.

При постановке учебной задачи создания тренажера преподаватель должен определить только выходные параметры создаваемого программного продукта, т.е. определить круг вопросов, которые позволяет решать тренажер, а техническая сторона реализации полностью ложится на студента, использующего полученные в процессе обучения знания и применяющего их на практике.

Одним из основных требований, предъявляемых к компьютерным тренажерам, является соответствие форм и методов доступа к информации и органам управления для реального процесса и тренажера. Важным моментом в процессе создания тренажера является способ подачи процесса обучения. Здесь он выражен в создании удобного, интуитивно понятного интерфейса пользователя(обучаемого). Разработчик должен отдавать себе отчет, что обучаемый учится своей предметной области, а не тому, как работать с программой-тренажером. В связи с этим приходится решать задачу воссоздания рабочего места обучаемого на мониторе компьютера с разумной степенью абстрагирования от реального и обобщения, т.е. создавать так называемое виртуальное рабочее место.

Другим важным моментом является возможность использования активных методов обучения и мотивационных предпочтений обучаемых. Поэтому в разрабатываемых учебных тренажерах желательно предусмотреть моменты выбора совокупности условий функционирования объекта управления и реализации оценки действий обучаемого в виде текстовых сообщений и/или количественной оценки его деятельности.

Кроме того, развитие коммуникационных систем делает актуальной задачу дистанционного обучения через глобальные сети, когда обучаемые и обучающий (контролирующий) могут находиться друг от друга на значительном расстоянии. Это способствует применению знаний межсетевого взаимодействия пользователей, создания и использования веб-ресурсов и соответствующих технологий обмена информацией.

Реализация компьютерных тренажеров для новых программно-технических средств дает возможность исследовать особенности применения этих средств перед внедрением их на объекте.

Следует отметить, что для компьютерных тренажеров подобие модели и оригинала может достигаться без точного соответствия в плане реализации щитов и пультов управления при обязательной информационной эквивалентности [3]. При этом создается новая среда, соответствующая функциям и свойствам предметной области, в которой появляется возможность реализовать деятельность человека и создается возможность дополнить детерминированную алгоритмическую деятельность человека-оператора, регламентированную правилами и инструкциями эксплуатации объекта, неформализованными эвристиками — следствиями возможных неправильных действий обучаемого в процессе его оперативной деятельности.

При моделировании технологических процессов и оборудования вычислительные программы организуются в виде множества отдельных программных модулей, информационно связанных между собой массивами данных (информационными потоками).

Информационная связь между модулями осуществляется путем формирования в одном модуле выходного массива, содержащего результаты расчета, и использования его в качестве входного массива данных для выполнения расчетов в другом модуле. Особенностью информационных потоков в компьютерном тренажере является постоянное обновление массивов данных, характеризующих состояние параметров оборудования в реальном масштабе времени.

4. ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ТРЕНАЖЕРА

Тренажеры в рамках учебного процесса могут создаваться для таких основных объектов теплофикационного оборудования как:

– основное оборудование блочной части станции (прямоточные паровые котлы, турбоагрегаты, сетевые подогреватели, питательная и конденсационная установки и др.);

– основное оборудование части станции с поперечными связями (барабанные паровые котлы, турбоагрегаты ПТ, основные и пусковые бойлеры и др.);

– общестанционное оборудование (пиковые водогрейные котлы, циркуляционная система, система подпитки, газораспределительные пункты, мазутное хозяйство и др.).

Видеограммы теплофикационного оборудования для компьютерных тренажеров должны отражать главные конструктивные особенности и связи оборудования без потери адекватности восприятия обучаемыми процессов, происходящих в реальном оборудовании. Должны быть предусмотрены обзорные видеограммы основного и вспомогательного оборудования (например, упрощенная тепловая схема энергоблока) с возможностью выбора того или иного участка технологического процесса и соответствующего теплофикационного оборудования.

Примером разработки тренажера является выполненное задание на дипломное проектирование «Тренажер ручного управления котлом», в котором после краткого описания представляемых возможностей по управлению котлом и выбора желаемого режима работы открывается видеограмма с упрощенной тепловой схемой энергоблока, на которой необходимо выбрать котел для последующего ручного дистанционного управления.

Видеограмма основного окна тренажера приведена на рис. 1.

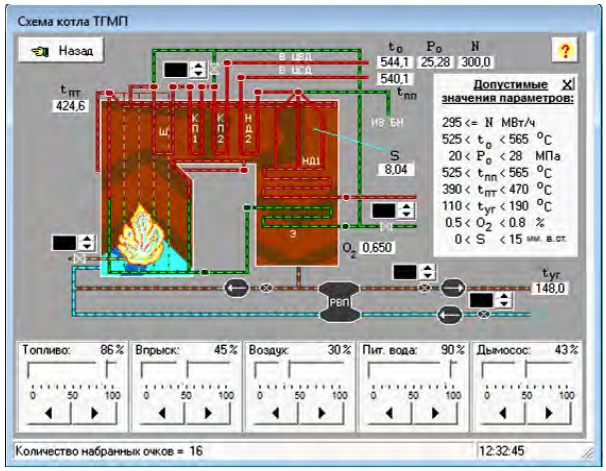


Рис. 1. Видеограмма основного окна тренажера

В распоряжении пользователя имеется пять блоков дистанционного управления исполнительными механизмами, воздействуя на которые необходимо поддерживать максимальную паропроизводительность котла ТГМП-344А и соответственно мощность энергоблока, учитывая ограничения на изменения контролируемых технологических величин.

В процессе создания тренажера использовались знания по следующим дисциплинам:

1. Вычислительные системы и сети.

2. Котельные установки и парогенераторы.

3. Тепловые электрические станции.

4. Программирование алгоритмов управления.

5. Теория автоматического управления.

6. Системы автоматизации и управления.

7. Математические модели теплоэнергетических объектов.

8. Технические средства автоматизации.

9. Планирование эксперимента.

10. Оптимальное управление режимами работы оборудования.

11. Автоматизация технологических процессов и производств.

Приведенный перечень дисциплин показывает комплексное использование знаний, полученных в процессе подготовки специалистов по автоматизации технологических процессов и производств, при решении задачи разработки тренажера управления теплоэнергетическим оборудованием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение студентами вопросов разработки компьютерных тренажеров для управления технологическими процессами является эффективным методом обучения, обеспечивающим комплексное применение знаний, полученных в процессе подготовки специалистов по автоматизации технологических процессов и производств.

Появляющиеся в процессе разработки тренажера вопросы, не имеющие стандартных способов решения, способствуют развитию познавательно-научных навыков обучающихся, что несомненно является основой дальнейшей деятельности специалиста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сетевой** компьютерный тренажер для комплексной подготовки оперативного персонала тепловых электрических станций / Э.К. Аракелян, В.П. Зверьков, В.Ф. Кузищин и др. // Вестник МЭИ. 1998. № 3. С. 15—20.

2. **Рубашкин А.С.** Компьютерные тренажеры для операторов тепловых электростанций // Теплоэнергетика. 1995. № 10. С. 38—46.

3. **Охотин В.В., Хозиев В.Б.** Психолого-педагогическое обеспечение и компьютеризация подготовки персонала энергоблоков. — М., 1992.

А.Р. Кабирова
Arish-07@mail.ru
Институт нефтехимии и катализа РАН, Уфа

БАЗА ДАННЫХ ПО ОСЛОЖНЕНИЯМ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается процесс создания базы данных по осложнениям, возникающим при бурении нефтегазовых скважин, с целью систематизации имеющейся информации и использования ее для прогнозирования осложнений при проектировании строительства скважин.

ВВЕДЕНИЕ

Осложнения, возникающие в процессе бурения скважины, во многом определяются геологией горных пород, слагающих ее стенки. Поэтому при прогнозировании осложнений большое значение приобретает накопление и обработка промыслового материала по ранее пробуренным скважинам. Особенность объектов рассматриваемой области состоит в необходимости извлечения информации из разных информационных систем и баз данных, зачастую неполной по отдельным скважинам, и в то же время имеющей большой объем для месторождения в целом.

1. СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В БУРЕНИИ

База данных (БД) — это компьютеризированная система хранения записей, предоставляющая пользователям средства для ее извлечения и модификации [1]. Для рассматриваемой задачи наиболее приемлемой является реляционная структура базы данных, при которой данные предоставляются в виде таблиц. В них собраны данные по месторождениям, необходимые для построения и анализа карт осложнений. Поскольку на данном этапе работы рассматриваются только геологические факторы возникновения осложнений, то нас в первую очередь интересует информация о координатах скважин конкретных месторождений, наличии и виде осложнений, возникших при их бурении, глубине залегания и стратиграфическом подразделении объектов осложнения. На основании анализа промыслового материала, содержащегося в базе данных, производится разработка и реализация математического аппарата по прогнозированию возможных осложнений при строительстве новых скважин.

База данных по осложнениям содержит как справочную информацию (таблицы «Месторождение», «Тип осложнения», «Стратиграфия»), так и промысловую информацию по месторождениям (таблицы «Объект», «Скважина», «Осложнение»). Структурная схема БД представлена на рис. 1.

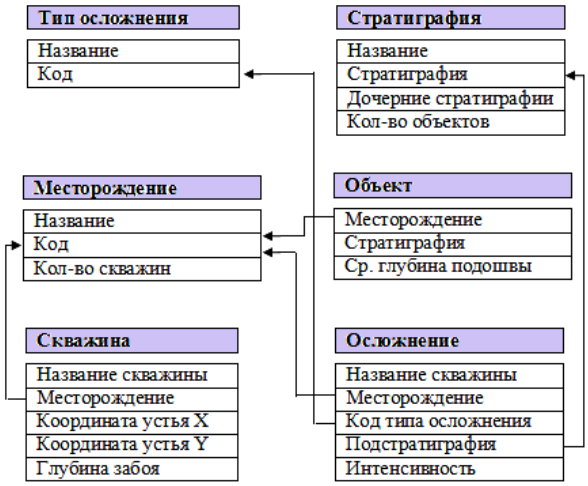


Рис. 1. Структура базы данных по осложнениям

2. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БД

Задача прогнозирования осложнений решается на основе данных, предоставленных сотрудниками ООО «БашНИПИнефть» [2]. Необходимая информация содержится в разных источниках, поэтому разработана программа, позволяющая собрать данные воедино и проанализировать их. В качестве исходных данных используются выгрузки из существующих БД компании в виде xls-файлов.

На первом этапе поочередно загружается имеющаяся информация по месторождениям. При этом имеется возможность сохранить данные в формате dat — универсальном формате для хранения данных, открываемых любым текстовым редактором. Структура записей следующая:

– каждая запись имеет уникальный код, формируемый исходя из общего числа элементов таблицы. Например, для таблицы «Месторождение» коды записей имеют вид 1001, 1002, …, т.к. всего по республике Башкортостан около 200 месторождений. Поскольку рассматривается 9 типов осложнений, коды записей для одноименной таблицы имеют вид 21, 22, …, 29, и т.д.;

– количество элементов в записи;

– значения элементов.

При загрузке информации по новому месторождению делается резервная копия имеющегося dat-файла, а новые данные дописываются в конце соответствующих таблиц.

Одна и та же скважина разбуривает различные геологические породы, при этом на разных глубинах, относящихся к разным стратиграфическим подразделениям, могут возникать разные осложнения. Поэтому на втором этапе загруженную информацию необходимо структурировать по стратиграфическим объектам (совокупности горных пород, обладающие общими составом и свойствами и залегающими в определенной последовательности). Для этого выполняются следующие действия:

– на основе сопоставления данных по координатам всех скважин месторождения и скважинам, при бурении которых возникли осложнения, определяются те из них, которые были пробурены без осложнений (т.е. интенсивность осложнений в них равна 0);

– для каждого стратиграфического подразделения отбираются входящие в него осложненные скважины (с учетом иерархии стратиграфических подразделений), а также добавляются неосложненные скважины, добуренные до данного объекта.

Сформированные данные можно выгрузить по месторождениям в удобном формате xls-файлов. Также их можно визуализировать в виде карт осложнений [2], которые представляют собой совокупность маркеров, соответствующих различным классам интенсивности осложнений и нанесенных на плоскость согласно координатам скважин (рис. 2).

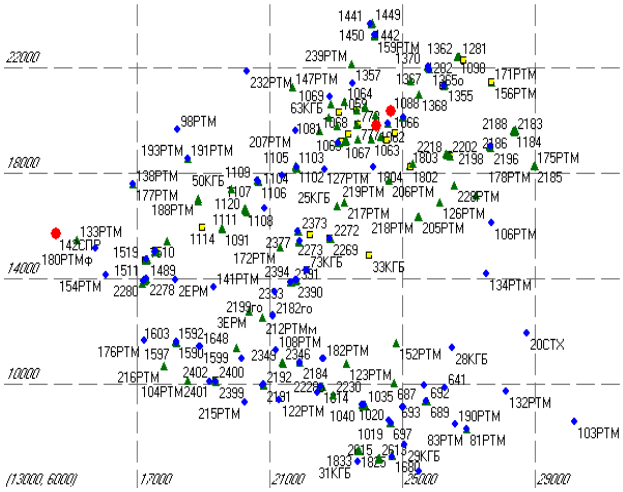


Рис. 2. Карта интенсивности поглощений бурового раствора для объекта С

Поскольку данные уже структурированы по стратиграфическим объектам, то появляется возможность отслеживания тенденции распространения осложнений, как по горизонтали, так и в глубину. Информация, полученная на втором этапе, используется для построения прогноза.

Особенность информации об осложнениях, зафиксированных при бурении скважин, состоит в том, что она является неполной. Месторождение в среднем включает 1000—1500 скважин, в каждой скважине может возникнуть до 10 осложнений. При этом для каждого объекта только по 5—50 % скважин имеется информация об осложнениях, и зачастую она свидетельствует только о наличии, без указания класса интенсивности, технологических параметров и т.п. Также большая доля скважин имеет нулевую интенсивность: для некоторых объектов она достигает 90 %. Таким образом, промысловая выборка является непредставительной для статистического анализа и требует более гибкого, интеллектуального подхода. В настоящее время для адекватного анализа имеющихся данных при построении прогноза осложнений предлагается рассматривать только скважины с известной интенсивностью, а также делать выборку неосложненных скважин по следующей формуле:

$$N_в = N_0 \cdot \frac{N_и}{N_и + N_н}$$

где $N_в$ — число скважин в выборке, N_0, $N_и$, $N_н$ — число скважин с нулевой, известной или неизвестной интенсивностью соответственно. Случайным образом выбранные $N_в$ скважин с нулевой интенсивностью добавляются к скважинам известной интенсивностью.

На основе построенной базы данных методами искусственного интеллекта осуществляется прогнозирование осложнений, точность которого составляет порядка 80 % [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная база данных по осложнениям в бурении позволяет объединить и структурировать имеющуюся промысловую информацию по месторождениям. На ее основе становится возможным анализ тенденций распространения осложнений и их прогнозирование на этапе проектирования строительства скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **К. Дж. Дейт** Введение в системы баз данных. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.

2. **Линд Ю.Б., Кабирова А.Р.** Применение современных информационных технологий для прогнозирования осложнений в бурении нефтегазовых скважин // Искусственный интеллект. 2012. № 3. С. 451—457.

А.В. Кандауров
KandaurovAV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ СЭС СРЕДСТВАМИ MICROSOFT

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен анализу электроснабжения распределенных объектов с помощью средств Microsoft. В рассмотренном примере показаны возможности учета и оценки системы электроснабжения.

ВВЕДЕНИЕ

Рост применения интеллектуальных технологий в различных сферах деятельности (МЧС, Минобороны, сельское хозяйство и пр.) влечет за собой развитие обеспечивающих их систем электроснабжения (СЭС). Ответственность СЭС за функционирование оборудования повышает значимость вопросов энергосбережения и качества электроэнергии.

Все сказанное в первую очередь относится к иерархически организованным распределенным объектам (ИОРО) площадью до 100 км^2, имеющим в своем составе высокотехнологичную технику, состоящим из потребителей, нуждающихся в бесперебойном питании, и постоянно перемещающихся (хотя бы частью подразделений). Так образовывается большая и сложная техническая система, требующая гарантированного электроснабжения потребителей.

1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СЭС ИОРО

В последние годы для питания потребителей электроэнергии в СЭС распределенных объектов все больше применяют дополнительно размещаемые автономные электроагрегаты мощностью до 4 кВт и / или химические источники тока емкостью до 50 А·ч. Необходимо отметить, что применение таких источников имеет пока хаотичный и бессистемный характер.

Поэтому для построения сбалансированной СЭС необходимо провести анализ работы оборудования распределенного объекта, сформулировать в новой постановке задачи, а также изменить подходы к развитию и реконструкции систем электроснабжения.

В информационном плане СЭС можно представить как многоуровневую, многослойную структуру достаточно большой размерности со сложной многосвязной системой отношений. Такая модель должна быть построена на основе многомерной, иерархичной информационной системы, состоящей из подсистем, объединенных множеством функциональных связей. Функциональное состояние СЭС может характеризоваться следующими показателями: количество вырабатываемой/потребляемой электроэнергии, качество электроэнергии, расход топлива системой, время и расстояние, необходимые для перемещения химических источников тока от потребителя к средству заряда и обратно, и др.

Создание модели СЭС должно обеспечить оценку состояния и режимов ее работы, а также анализ распределения ресурсов.

Сложность анализа технического состояния элементов СЭС связана с необходимостью исследования подсистем, функционирующих по индивидуальным правилам и принципам. Необходимость такого разделения единой системы на подсистемы (уровни) объясняется, во-первых, трудностью обработки разнородной информации, во-вторых, спецификой структуры исходных данных. Изменение режима работы какого-либо элемента может существенным образом повлиять на режим работы другого элемента и/или всей СЭС в целом [1].

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим систему электроснабжения организации, состоящей из 5 иерархических уровней. Каждый уровень характеризуется количеством и типами эксплуатируемой техники, а также используемым высокотехнологичным оборудованием. Техника и оборудование для обеспечения своей работы используют различные источники электроэнергии: генераторы отбора мощности, электростанции, электроагрегаты, аккумуляторные батареи, а также альтернативные источники электроэнергии. Необходимо создать систему учета электротехнических средств (ЭТС) для оценки вариантов оснащения организации с последующим выбором оптимального по любому уровню иерархии. Объем структурированной информации, представленный в таблице, позволяет получать необходимую информацию о СЭС как по отдельным уровням, так и за организацию в целом.

В таблице представлен объем структурированной информации об организации (количество записей).

Уровни организации				
Ур1	Ур2	Ур3	Ур4	Ур5
3	23	88	242	570

Перечень		
техника	оборудование	ЭТС
200	41	19

Данные в таблице отражают лишь базовую информацию — количество типов подразделений и технических средств.

3. СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ СЭС

Вариант представления структуры СЭС представлен на рис. 1, где реестр «организация (ур1)» содержит варианты состава органов управления организации и закрепленных за ними технических средств (реестры «техника ур1» и «оборудование ур1», связанные с реестрами соответственно «Перечень техники» и «Перечень оборудования»).

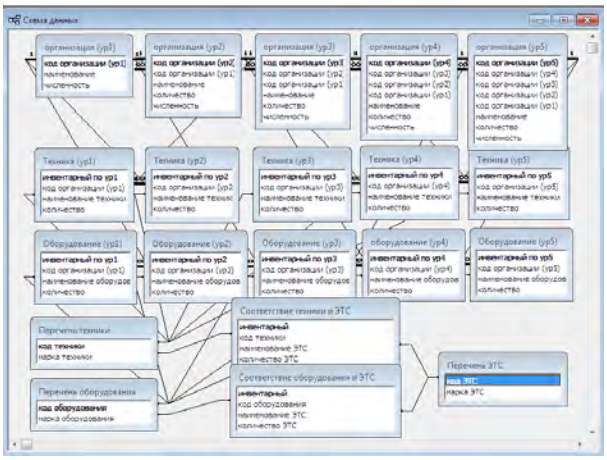


Рис. 1. Схема данных БД СЭС организации

Структура учитывает, что каждое должностное лицо (подразделение) может иметь свое уникальное оснащение. Образцам техники соответствует количество электротехнических средств (реестры «Соответствие техники и ЭТС» и «Соответствие оборудования и ЭТС»).

Аналогично представлена информация о нижестоящих уровнях «организация (ур2)», «организация (ур3)», «организация (ур4)» и «организация (ур5)».

В среде Microsoft Access 2000 структура СЭС представлена таблицами с полями «Код подразделения» («Код техники», «Код оборудования» и т.д.) «Наименование подразделения» («Наименование техники», «Наименование оборудования» и т.д.). Для отражения необходимых характеристик используются поля числового или текстового формата.

Заполнение таблиц можно производить, открыв необходимую из них, либо с помощью формы, что представляется более удобным способом, так как позволяет производить записи сразу в несколько таблиц.

Наличие любого объема данных в таблицах позволяет сформировать для их анализа запросы. Применительно к структуре СЭС сложность заключается в необходимости учета разнородной информации. Например, определение количества источников электроэнергии техники и оборудования объединением таблиц даст неадекватные данные.

Для анализа и оценки иерархичной СЭС необходимо сформировать промежуточные (временные) материалы, а затем на их основе получить требуемые данные.

Поэтому был выбран способ, заключающийся в том, что были созданы группы запросов на создание таблиц, содержащих сведения по определенному уровню, на добавление данных в созданные таблицы, а также на удаление данных в этих таблицах.

Количество типов техники, оборудования и электротехнических средств накладывает ограничения на использование запросов. Для эффективных исследований по определению оптимальной структуры СЭС необходимо автоматизировать расчеты по уровням 2 и 1.

Поэтому была создана вспомогательная база. В ней с помощью связанных таблиц от основной базы были созданы макросы по количеству подразделений уровня 2. Макросы содержат команды на удаление данных итоговой таблицы, добавление данных в промежуточные таблицы по уровням 5, 4, 3 и 2, а также в итоговую таблицу, формирование файла Excel и вывод данных на экран для обработки.

4. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БД СЭС ОРГАНИЗАЦИИ

Особенностью всех БД является возможность постоянного ее наращивания и уточнения, а также создания новых данных на основе иных параметров анализа.

Созданная БД СЭС организации позволяет оценивать влияние изменений в оснащении на любых уровнях. Для работы неподготовленного пользователя, не владеющего навыками управления БД, необходима кнопочная форма, которая позволит автоматизировать процессы обработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждая база данных уникальна по-своему в силу специфики предназначения. Поэтому исследователю сложно представить и реализовать все необходимые взаимосвязи, а также характер входной и выходной информации. Microsoft Access позволяет провести анализ структурированной информации и передавать данные в другие приложения Office для дальнейшей обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кокин С.Е.** Информационное обеспечение задачи перспективного развития электросетевого предприятия // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2008. №11—12/1. С. 103—111.

А.Б. Кувалдин, М.А. Федин
KuvaldinAB@mpei.ru, FedinMA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОЦЕССОВ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

АННОТАЦИЯ

Приводится описание специализированных компьютерных программ, используемых при изучении студентами специальности «Электротехнологические установки и системы» оборудования и процессов индукционного нагрева. Отмечаются особенности методики применения компьютерного моделирования в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

В ряде дисциплин («Установки индукционного и диэлектрического нагрева», «Электротехнологические установки и системы», «Основы электротехнологии»), а также при выполнении типовых расчетов, дипломных работ и магистерских диссертаций студенты 4—6 курсов специальности «Электротехнологические установки и системы» (кафедра АЭТУС НИУ «МЭИ») изучают вопросы расчета и конструирования различных видов индукционных электротермических установок (ЭТУ) для проведения технологических процессов нагрева и плавки металлов. В рамках данных дисциплин в 8—10 учебных семестрах предусматривается выполнение студентами типовых расчетов и выполнение курсового проекта.

С учетом особенностей технологических процессов в индукционных ЭТУ для их изучения используются компьютерные программы как специализированные, так и универсальные, позволяющие выполнять расчеты по определению электрических и энергетических характеристик установок, параметров электромагнитных и температурных полей, движения расплавленного металла, термических напряжений и др.

1. ТИПОВЫЕ РАСЧЕТЫ

При выполнении типовых расчетов студентами используются следующие специализированные расчетные программы, разработанные на кафедре АЭТУС:

1. Программа *WELLE*-2, используемая для изучения закономерностей распространения электромагнитного поля в проводящей среде [1].

2. Программа Overheat, позволяющая проводить расчеты электрических, энергетических и тепловых характеристик индукционных тигельных миксеров (ИТМ) и печей (ИТП) с учетом переменного уровня расплава в тигле. Заданием на типовой расчет является исследование влияния исходных данных (геометрические параметры, частота тока, электрофизические свойства используемых материалов индуктора и загрузки) на электрические, энергетические и тепловые характеристики ИТП и ИТМ.

3. Программа Menisk, предназначенная для расчета формы свободной поверхности расплава в ИТП и ИТМ. Заданием на типовой расчет является исследование влияния исходных параметров на высоту и форму свободной поверхности расплава в ИТП и ИТМ [2, 3].

4. Программа Induction Systems, позволяющая рассчитывать характеристики установок скоростного индукционного нагрева с учетом возникающих при нагреве внутренних термических напряжений.

Программа *WELLE*-2 дает возможность рассчитать в установившемся режиме распределения значений напряженностей магнитного H и электрического полей E и вектора плотности потока электромагнитной энергии S (вектора Умова-Пойнтинга) в проводящих телах, имеющих форму бесконечно длинного полого цилиндра, т.е. без учета краевых эффектов (рис. 1).

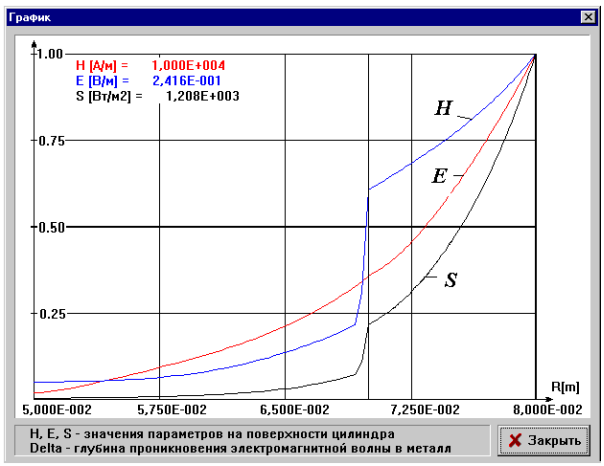


Рис. 1. Зависимости напряженностей магнитного H и электрического E полей и действительной части потока Умова-Пойнтинга S от координаты R

Исходное дифференциальное уравнение в цилиндрических координатах имеет вид

$$\frac{\partial^2 H}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial H}{\partial r} = j2\pi f \frac{\mu_0 \mu}{\rho} H, \qquad (1)$$

где H — напряженность магнитного поля (комплексная величина), r — координата (радиус), f — частота, μ — относительная магнитная проницаемость, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ Гн/м, ρ — удельное электрическое сопротивление, j — мнимая единица.

При расчете учитывается нелинейная зависимость $\mu(H)$ для углеродистых ферромагнитных сталей при применении сильных электромагнитных полей ($H_0 >$ 4000 А/м на поверхности). Варьируя значениями наружного и внутреннего радиуса полого цилиндра, а также значениям электрофизических параметров ма-

териала, можно исследовать электромагнитные поля в проводящих цилиндрах и трубах при различных значениях H_0 и f. Программа позволяет рассчитывать параметры электромагнитного поля также для двухслойного тела (трубы), в частности, моделировать процесс поверхностной закалки, когда наружный слой стального цилиндра нагрет выше точки Кюри, т.е. не является ферромагнетиком ($\mu = 1$), а внутренний слой сохраняет ферромагнитные свойства ($\mu > 1$).

Программа *Overheat* разработана для анализа тепловых и электрических режимов работы ИТМ. Программа разработана в среде *Delphi* 7 и состоит из нескольких исполняемых файлов.

Программой предусматривается возможность проведения предварительного, геометрического, электрического и теплового расчетов ИТМ, выбора частоты тока индуктора и питающего трансформатора.

Анализ тепловых режимов работы миксера (как, собственно, и тепловой расчет при номинальном заполнении миксера) проводится численным методом, получившем название метода взаимных поверхностей облучения.

На рис. 2 представлен фрагмент окна программы *Overheat* с результатами теплового расчета ИТМ.

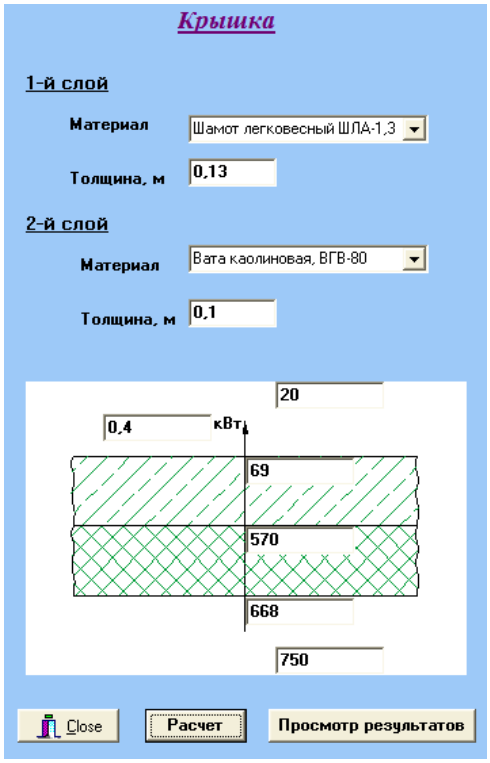


Рис. 2. Фрагмент окна программы Overheat с результатами теплового расчета ИТМ

Анализ электрических режимов работы миксера с использованием программы *Overheat* можно провести как численным методом индуктивно-связанных контуров, так и аналитическим методом общего магнитного потока.

В программе реализован метод индуктивно-связанных контуров в двухмерной постановке. При этом для витков индуктора предусмотрен постоянный шаг дискретизации, а для загрузки — переменный. Помимо этого, загрузка разбивается на три области (боковая, а также верхняя и нижняя торцевые), для каждой из которых можно задать свой минимальный размер шага дискретизации, а также коэффициент его изменения.

Для расчета высоты и формы поверхности расплава в ИТП был разработан специализированный пакет программ *Menisk*-2008. Программа разработана в среде *Delphi* 7 и состоит из нескольких исполняемых файлов.

Исходными данными для расчета являются геометрические параметры индуктора и загрузки, частота и ток индуктора, свойства материалов индуктора и загрузки, параметры дискретизации.

Для оценки влияния формы расплава на энергетические и электрические характеристики установки пакет программ осуществляет их расчет для исходной и конечной (с учетом мениска) формы поверхности расплава.

В качестве примера объектом исследования рассмотрена ИТП для чугуна емкостью 4 т (рис. 3). На рис. 3 представлены результаты расчета формы поверхности расплава в зависимости от уровня расплава в ИТП при токе индуктора $I_1 = 8000$ А.

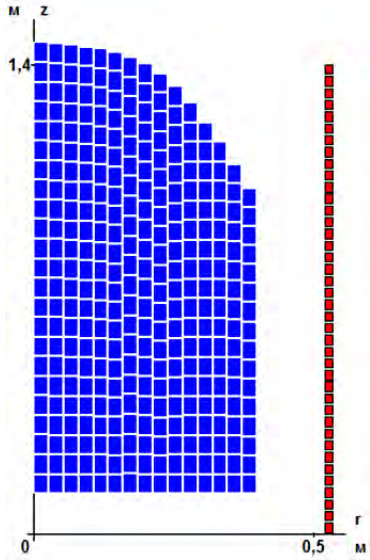


Рис. 3. Форма свободной поверхности расплава в ИТМ

Разработанный пакет программ *Induction Systems* предназначен для решения связанных задач расчета электромагнитных и температурных полей, а также определения распределения термических напряжений в нагреваемых металлических заготовках. При нагреве металлических заготовок под обработку давлением существенным фактором является скорость их нагрева, что определяется высокопроизводительным кузнечно-прессовым оборудованием. Однако повышение скорости нагрева приводит к значительным температурным перепадам в заготовках и увеличению термических напряжений вплоть до значений, вызывающих остаточную деформацию или превышающих предел прочности. Пакет содержит несколько программ-модулей: модуль решения электромагнитной задачи,

модуль расчета температурного поля в загрузке, модули расчета термических напряжений при нагреве загрузки и, специально для режима поверхностной закалки, при ее охлаждении с учетом фазовых превращений. Пакет *Induction Systems* решает связанную электротепловую задачу, т.е. учитывается изменение удельного сопротивления загрузки при нагреве.

2. КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ

Заданием на курсовой проект по курсу «Установки индукционного и диэлектрического нагрева» является проектирование индукционной тигельной или канальной печи (ИТП или ИКП).

Исходными данными являются расплавляемый металл и напряжение питающей сети, а также для плавильной печи: производительность, время расплавления и вспомогательное, режим работы (число смен), а для миксера: емкость и мощность.

С использованием компьютерных программ осуществляется определение основных параметров печи: геометрических размеров, необходимой мощности, частоты тока и др., электрический расчет печи, определение геометрических размеров и числа витков индуктора, выбор индуктирующего провода (трубки), расчет магнитопровода, определение электрических потерь и др., выбор электрооборудования, в том числе источника питания и конденсаторной батареи.

Проектирование ведется с использованием пакета ***INDALBUM2*,** в состав которого входят следующие программы, разработанные на кафедре АЭТУС НИУ «МЭИ»**:**

1. **Программы для расчёта электрических и энергетических параметров:**

- ***SYSTEM*** — расчет системы «индуктор-загрузка» по методу А.М. Вайнберга и методу общего магнитного потока;

- ***RAMISK*** — расчет по методу индуктивно связанных контуров (в двухмерной постановке);

- ***OVERHEAT*** — расчет индукционных тигельных печей и миксеров;

- ***CANAL*** — расчет индукционной канальной печи по методу А.М. Вайнберга и методу ВНИЭТО;

2. **Программы для расчета мениска в тигельной печи промышленной частоты: DYNAMICS** и ***MENISK-2008***

3. **Программа для расчета тепловых потерь в ИТП и ИКП:** ***WVERLUST***.

4. **Программы для расчета водяного и воздушного охлаждения**

- ***WATER*** — расчет водяного охлаждения индуктора ИТП и ИКП.

- ***LUFTER*** — расчет воздушного охлаждения индукционной единицы ИКП.

По указанию преподавателя могут быть использованы и другие расчётные программы. Для выбора материала футеровки, электрооборудования и т.д. используются разработанные базы данных.

Чертежи и схемы выполняются в средах для 2D (***AutoCAD*** и др.) или 3D (**SolidWorks**, **Autodesk Inventor, Pro/ENGINEER** и др.) геометрического моделирования. Среду **AutoCAD** можно использовать с приложением **Mechanics**. **MechaniCS** — приложение к **AutoCAD**, предназначенное для оформления чертежей в соответствии с ЕСКД, инженерного анализа, создания пользовательских библиотек. В качестве образцов студенты используют чертежи в базе данных пакета ***INDALBUM2*** (рис. 4, 5).

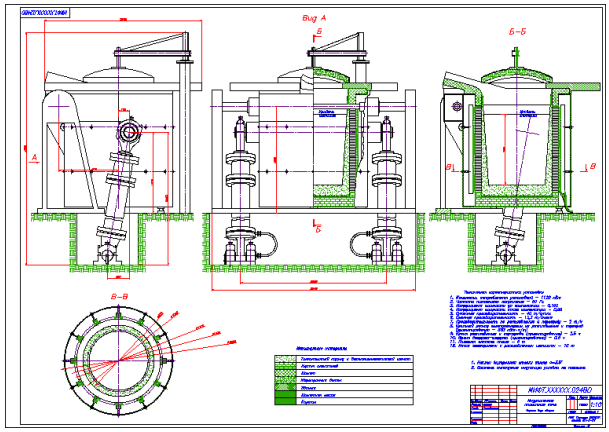


Рис. 4. Чертеж общего вида индукционной тигельной печи для плавки меди емкостью 6 т

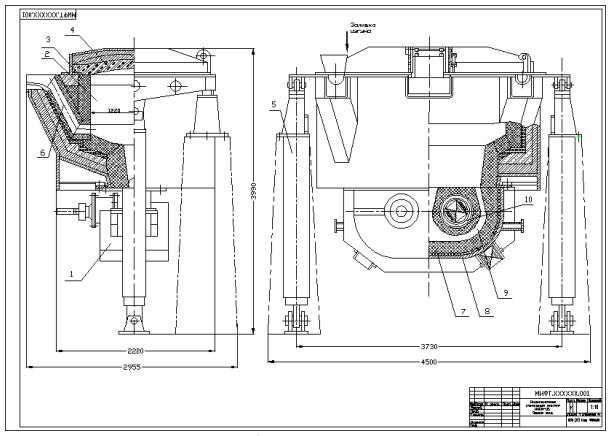


Рис. 5. Чертеж общего вида индукционной канальной печи для чугуна емкостью 12 т

3. ДИПЛОМНЫЕ ПРОЕКТЫ И МАГИСТЕРСКИЕ РАБОТЫ

При дипломном проектировании и работе над магистерскими диссертациями студенты также используют среды для 3D геометрического моделирования. Системы **SolidWorks** и **Autodesk Inventor** содержат встроенные приложения для проведения механических, тепловых и электромагнитных (начиная с последней версии SolidWorks 2014) расчетов, проводимых на этапе проектирования индукционных установок.

На рис. 6 в качестве примера представлена геометрическая модель в среде **SolidWorks** индукционной установки для плавки металла в графитовом тигле на базе транзисторного преобразователя высокой частоты мощностью 2,5 кВт.

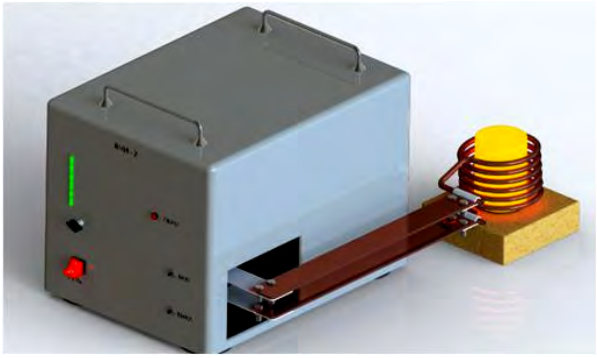


Рис. 6. Геометрическая модель индукционной установки для плавки металла в **SolidWorks**

При выполнении дипломных проектов студентами, обучающимися по программе подготовки специалистов, и магистерских диссертационных работ студенты используют не только указанные выше специализированные программы, но и целый ряд универсальных коммерческих пакетов программ, предназначенных для решения электромагнитных, тепловых и гидродинамических задач. В частности, при исследовании, расчетах и проектировании индукционных установок наиболее часто используются пакеты ***ELCUT***, ***FEMM***, ***MATHCAD***, ***MATLAB*** и ***ANSYS***.

Пакет ***ELCUT*** дает возможность расчета двухмерных электромагнитных и температурных полей и отличается простотой использования и наглядностью, что делает его применение в учебном процессе особенно эффективным. Этот пакет использован при выполнении дипломных проектов (расчет стационарных температурных полей) и в исследовательских работах по выбору режимов индукционного градиентного нагрева алюминиевых заготовок перед прессованием и расчету электрических и энергетических характеристик индукционных нагревательных систем со стержневыми индукторами для обогрева резервуаров больших размеров.

В качестве примера на рис. 7 представлены результаты расчета мощности тепловыделения в индукторе и загрузке для плавильной индукционной установки, изображенной на рис. 6.

Пакет ***FEMM***, так же как и ***ELCUT***, дает возможность расчета двухмерных электромагнитных и температурных полей, отличается простотой использования и наглядностью, но позволяет, в отличие от ***ELCUT***, учитывать тепловыделение за счет гистерезиса (перемагничивания) при низкотемпературном индукционном нагреве в слабых электромагнитных полях и содержит большую базу данных по ферромагнитным материалам и их электрофизическим свойствам.

Пакет ***ANSYS*** оказывается существенно более трудным для использования, однако с его помощью можно моделировать практически любые сложные комбинированные задачи расчета режима работы плавильных и нагревательных индукционных установок.

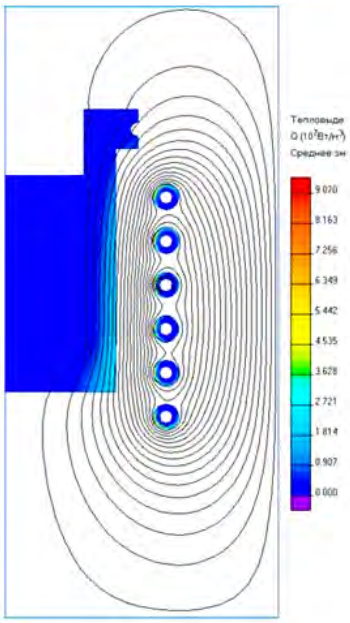


Рис. 7. Результаты решения задачи магнитного поля переменных токов в пакете ***ELCUT***

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование компьютерного моделирования дает возможность более глубоко и наглядно изучать процессы индукционного нагрева, анализировать их качественные и количественные характеристики и исследовать влияние различных параметров на ход процесса. Компьютерное моделирование повышает производительность труда при проектировании и улучшает качество разработок, так как облегчает выполнение многовариантных расчетов.

Многолетний опыт применения компьютерного моделирования в МЭИ при изучении и разработке индукционных установок показал целесообразность использования широкого спектра программ — от простых специализированных до универсальных профессиональных программ, овладение которыми требует достаточно серьезной подготовки пользователя.

Несмотря на эффективность компьютерного моделирования процессов и установок индукционного нагрева, необходимо отметить то обстоятельство, что оно не перечеркивает возможность и целесообразность использования других методов исследования: аналогового и физического моделирования, а также натурного эксперимента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кувалдин А.Б.** Компьютерное моделирование при изучении и расчете индукционных установок / Электрометаллургия. 2011. № 1. С.37—45.

2. **Кувалдин А.Б., Федин М.А.** Расчет формы поверхности расплава и ее влияние на электрический режим работы индукционной тигельной печи / Электричество. 2009. № 4. С.47—53.

3. **Кувалдин А.Б., Погребисский М.Я., Федин М.А.** Расчет тепловых и электрических характеристик индукционных тигельных миксеров / Электрометаллургия. 2007. № 12. С. 18—26.

П.Г. Леонов, М.Н. Кирсанов
sqrle@mail.ru, mpei2004@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ В СИСТЕМЕ MAPLE

АННОТАЦИЯ

Приводится аналитическое решение для усилий в стержнях пространственной фермы. Для получения решения системы в случае произвольного числа стержней используется метод вырезания узлов, который позволяет оценить предельные свойства конструкции и найти характерные ее особенности. Используется система компьютерной математики Maple, позволяющая получать решение системы уравнений в символьной форме. Определяются усилия и прогиб фермы. Анализ решения дает возможность оптимизировать конструкцию по величине прогиба.

ВВЕДЕНИЕ

Аналитические решения для пространственных стержневых конструкций имеют большое значение в практике конструирования. В настоящее время расчет стержневых конструкций осуществляется в основном достаточно точными численными методами с использованием специализированных программ. Но в отличие от этих решений, аналитические решения могут обнаружить некоторые неуловимые и неочевидные особенности конструкции, невидимые в численных методах. Эти особенности позволяют оптимизировать жесткость конструкции.

Рассмотрим получение аналитического решения в системе Maple на примере расчета пространственной фермы. Главное отличие Maple от схожих программ состоит в том, что здесь не нужна строгая формализация данных. Анализ переменных и формализация производятся в автоматическом режиме.

1. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Рассматривается конструкция, образующая собой двухслойное покрытие при произвольном значении количества граней конструкции *n*.

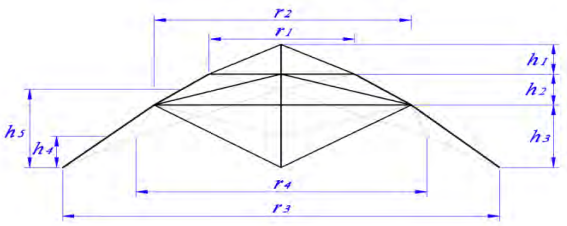


Рис. 1. Пример конструкции при *n*=4, вид сбоку

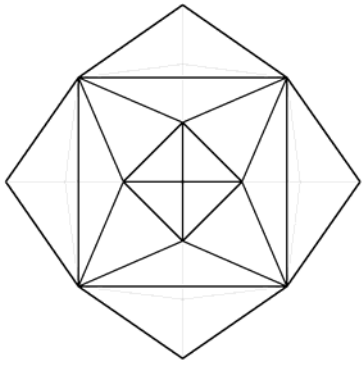


Рис. 2. Пример конструкции при *n*=4, вид сверху

Ферма состоит из трех внешних и двух внутренних контуров. Конструкция симметричная, контуры представляют собой правильные *n*-угольники. Стержни предполагаются упругими, возможность потери устойчивости и исчерпание прочности здесь не изучаются. Шарниры, соединяющие стержни, идеальные.

Геометрические размеры фермы:
h_1 — высота купола;
h_2 — высота среднего контура;
h_3 — высота среднего контура;
h_4 — высота внутреннего контура;
h_5 — высота внутреннего узла;
r_1 — радиус описанной окружности верхнего контура;
r_2 — радиус описанной окружности среднего контура;
r_3 — радиус описанной окружности нижнего контура;
r_4 — радиус описанной окружности внутреннего контура.

Каждая точка нижнего контура является опорной. Конструкция нагружена вертикальной силой *P*, которая приложена к вершине фермы.

2. РАСЧЕТ УСИЛИЙ В СТЕРЖНЯХ И ПРОГИБА КОНСТРУКЦИИ

Для расчета усилий в стержнях воспользуемся методом вырезания узлов. Так как конструкция симметрична, уравнения статики записываются для произвольного числа граней.

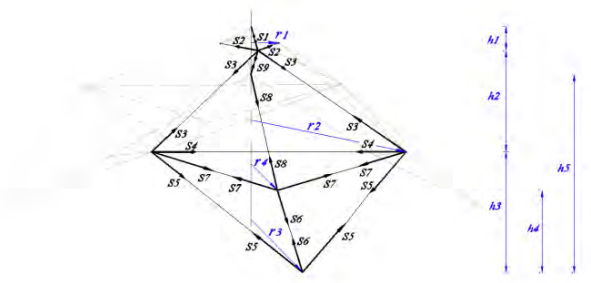


Рис. 3. Пример конструкции при $n = 4$

Запишем систему уравнений статики, принимая $\phi = \pi / n$:

$$\begin{cases} P + \dfrac{nS_1h_1}{l_1} = 0, \\ \dfrac{S_1r_1}{l_1} + \dfrac{S_9r_1}{l_9} + 2S_2\cos\left(\phi(n-2)/2\right) - \dfrac{2S_3\left(r_2\cos\phi - r_1\right)}{l_3} = 0, \\ \dfrac{S_1h_1}{l_1} - \dfrac{S_9\left(h_2+h_3-h_5\right)}{l_9} - \dfrac{2S_3h_2}{l_3} = 0, \\ 2S_4\cos\left(\phi(n-2)/2\right) + \dfrac{2S_3(r_2 - r_1\cos\phi)}{l_3} - \\ -\dfrac{2S_7(r_4\cos\phi - r_2)}{l_7} - \dfrac{2S_5(r_3\cos\phi - r_2)}{l_5} = 0, \\ \dfrac{2S_3h_2}{l_3} - \dfrac{2S_7(h_3-h_4)}{l_7} - \dfrac{2S_5h_3}{l_5} = 0, \\ \dfrac{2S_5(r_3 - r_2\cos\phi)}{l_5} + \dfrac{S_6(r_3-r_4)}{l_6} = 0, \\ \dfrac{2S_5h_3}{l_5} + \dfrac{S_6h_4}{l_6} - Z = 0, \\ \dfrac{2S_7(r_4 - r_2\cos\phi)}{l_7} + \dfrac{S_8r_4}{l_8} - \dfrac{S_6(r_3-r_4)}{l_6} = 0, \\ \dfrac{2S_7(h_3-h_4)}{l_7} + \dfrac{S_8(h_5-h_4)}{l_8} - \dfrac{S_6h_4}{l_6} = 0, \\ \dfrac{nS_9\left(h_2+h_3-h_5\right)}{l_9} - \dfrac{nS_8(h_5-h_4)}{l_8} = 0, \end{cases}$$

где $S_1,\ldots,S_9$ — усилия в стержнях, Z — реакция опоры, P — нагрузка.

Выразим длины стержней через заданные радиусы и высоты:

$$l_1 = \sqrt{r_1^2 + h_1^2},\ l_2 = 2r_1\sin\phi,$$

$$l_3 = \frac{1}{2}\sqrt{l_2^2 + 4h_2^2 + 4(r_2 - r_1\cos\phi)^2},\ l_4 = 2r_2\sin\phi,$$

$$l_5 = \frac{1}{2}\sqrt{l_4^2 + 4h_3^2 + 4(r_3 - r_2\cos\phi)^2},$$

$$l_6 = \sqrt{r_3^2 - 2r_3r_4 + r_4^2 + h_4^2},$$

$$l_7 = \frac{1}{2}\sqrt{l_4^2 + 4(h_3-h_4)^2 + 4(r_4 - r_2\cos\phi)^2},$$

$$l_8 = \sqrt{r_4^2 + h_5^2 - 2h_4h_5 + r_4^2 + h_4^2},$$

$$l_9 = \sqrt{r_1^2 + h_2^2 + 2h_2h_3 - 2h_2h_5 + h_3^2 - 2h_3h_5 + h_5^2}$$

Решая систему алгебраических уравнений, получаем аналитическое решение для усилий в стержнях для произвольного значения n. Выпишем полученные выражения для усилий в стержнях фермы, принимая

$$h_1 = \frac{h_2}{3} = \frac{h_3}{6} = \frac{h_4}{5} = \frac{h_5}{7} = h \text{ и } r_1 = \frac{r_2}{2} = \frac{r_3}{4} = \frac{r_4}{2\sqrt{2}} = r:$$

$$Z = \frac{P}{n},\ S_1 = -\frac{P\sqrt{h^2+r^2}}{nh},\ S_2 = \frac{Pa_1r\,(\cos\phi - a_2)}{nh\,H_1\cos((n-2)\phi/2)},$$

$$S_3 = \frac{Pa_3\sqrt{r^2 + a_4h^2 - a_5r^2\cos\phi}}{nhH_1},$$

$$S_4 = \frac{Pa_6r(\cos^2\phi - a_7\cos\phi - a_8)}{nhH_1H_2\cos((n-2)\phi/2)},$$

$$S_5 = \frac{Pa_9\sqrt{r^2 + a_{10}h^2 - a_{11}r^2\cos\phi}}{nhH_1H_2},$$

$$S_6 = \frac{P(a_{12} - \cos\phi)\sqrt{a_{13}r^2 + a_{14}h^2}}{nhH_2},$$

$$S_7 = \frac{Pa_{15}\sqrt{r^2 + a_{16}h^2 - a_{17}r^2\cos\phi}(a_{18}\cos\phi - a_{19})}{nhH_1H_2},$$

$$S_8 = \frac{Pa_{20}(a_{23} - \cos\phi)\sqrt{a_{21}r^2 + a_{22}h^2}}{nhH_1},$$

$$S_9 = \frac{Pa_{24}(a_{27} - \cos\phi)\sqrt{a_{25}r^2 + a_{26}h^2}}{nhH_1}$$

где $a_1,\ldots,a_{27}$ — рациональные числа, $H_1 \cdot H_2$ — определитель матрицы направляющих косинусов.

Для расчета прогиба (вертикального перемещения силы P) воспользуемся формулой Максвелла-Мора, предполагая, что стержни имеют одинаковую жесткость EF:

$$\Delta = \frac{Pn(S_1^2l_1 + S_2^2l_2 + S_4^2l_4 + S_6^2l_6 + S_8^2l_8 + S_9^2l_9)}{EF} + \frac{2Pn(S_3^2l_3 + S_5^2l_5 + S_7^2l_7)}{EF},$$

где S_i — усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, l_i — длины стержней, E — модуль упругости, F_i — площади сечений стержней.

Подставляя значения длин и усилий, получаем:

$$\Delta = \frac{P}{nh^2}\left((r^2+h^2)^{3/2} + \frac{b_1r^3\sin\phi(\cos\phi - b_2)^2}{H_1^2\cos^2(\phi(n-2)/2)} + \right.$$

$$+\frac{b_3r^3\sin\phi(\cos^2\phi - b_4\cos\phi - b_5)^2}{H_1^2H_2^2\cos^2(\phi(n-2)/2)} +$$

$$+\frac{(\cos\phi - b_6)^2(H_1^2(b_7r^2 + b_8h^2)^{3/2} + H_2^2(b_9r^2 + b_{10}h^2)^{3/2})}{H_2^2H_1^2} +$$

$$\left. +\frac{b_{11}(\cos\phi - b_{12})^2(b_{13}r^2 + b_{14}h^2 - b_{15}r^2\cos\phi)^{3/2}}{H_1^2H_2^2}\right),$$

где $b_1,\ldots,b_{15}$ — рациональные числа.

3. АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ

Запишем систему в векторном виде: $G\overline{S} = \overline{A}$, где $A = \{P_{x,1}, P_{y,1}, P_{z,1}, ..., P_{x,m}, P_{y,m}, P_{z,m}\}$ – вектор внешних нагрузок, приложенных к узлам, $S = \{S_1, ..., S_n\}$ — вектор усилий в стержнях, G — матрица направляю-щих косинусов.

Вычисляя определитель матрицы G, получаем, что $\det G = H$. Следовательно, при:

$$H \equiv (h_4 r_2 \cos\varphi + r_3 h_3 - h_4 r_3 - h_3 r_4) \cdot$$

$$\cdot (h_4 r_2 \cos\varphi + r_2 h_5 \cos\varphi - h_5 r_4 - h_3 r_4) \equiv 0$$

значения усилий в стержнях и прогиб стремятся к бесконечности, конструкция становится геометрически изменяемой.

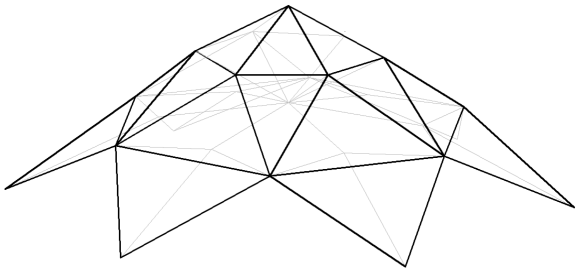


Рис. 4. Пример геометрически изменяемой конструкции при n = 6

Таким образом, проектная ошибка в конструкции возникает при:

$$r_4 = \frac{r_3(h_3 - h_4) + r_2 h_4 \cos\phi}{h_3} \text{ или } r_4 = \frac{r_2 \cos\phi (h_5 - h_4)}{h_5 - h_3}$$

Далее исследуем конструкцию на предельные значения прогиба. Для этого построим зависимости: $\Delta(n)$ и $\frac{d\Delta(n)}{dn}$:

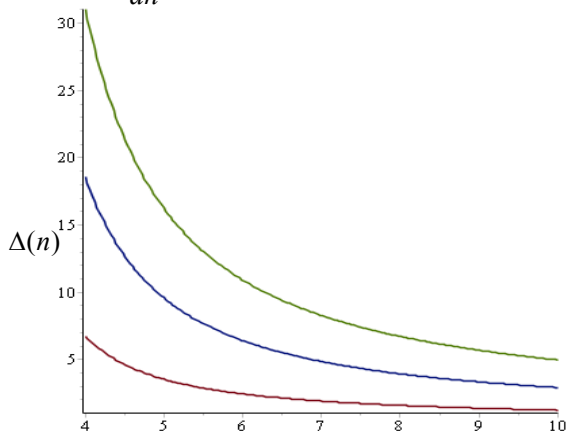


Рис. 5. Зависимость прогиба конструкции от количества граней n

Заметим, что график функции прогиба представляет собой гиперболу, а график производной не пересекает ось абсцисс, что указывает на отсутствие экстремумов у функции прогиба по переменной n.

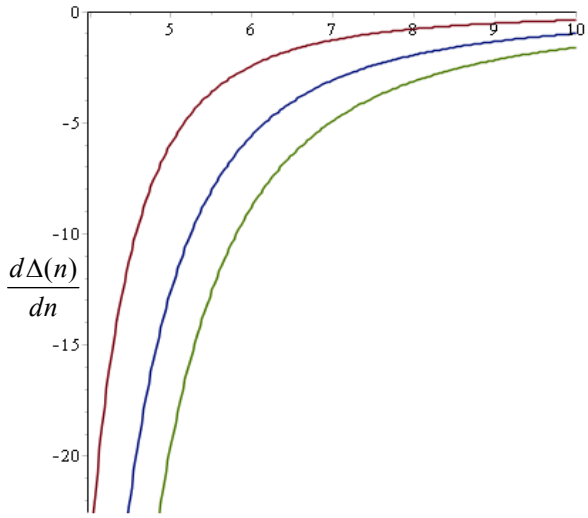


Рис. 6. Зависимость производной прогиба конструкции от количества граней n

Также при увеличении числа ребер фермы прогиб закономерно уменьшается, но к нулю не стремится, так как усилия в окружных стержнях имеют конечный ненулевой предел:

$$\lim_{n\to\infty} \Delta = \frac{P\left(h_2 r_4 (r_2 - r_3) + h_3 r_4 (r_2 - r_1) + h_4 r_3 (r_1 - r_2)\right)}{2\pi h_2 \left(r_2 (h_5 - h_4) + r_4 (h_5 + h_3)\right)} +$$

$$+ \frac{P\left(h_5 r_3 (r_2 - r_1) + h_5 r_4 (r_1 - r_2)\right)}{2\pi h_2 \left(r_2 (h_5 - h_4) + r_4 (h_5 + h_3)\right)}$$

4. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГИБА ФЕРМЫ

Проводя анализ полученных усилий стержнях фермы, заметим, что основная нагрузка приходятся на стержни внутреннего контура под узлом. Следовательно, укрепление данных стержней будет вести к уменьшению прогиба фермы и увеличению жесткости конструкции. Примем жесткость стержней S_9 равную $EF_9 = (EF + \frac{k}{l_9})$, где k — коэффициент перераспределения масс. Тогда для сохранения изначального объема фермы жесткость стержней S_7 будет равна: $EF_7 = (EF + \frac{k}{l_7})$.

Получим прогиб системы, зависящий от коэффициента перераспределения масс:

$$\Delta = P\left[n\left(\frac{S_1^2 l_1}{EF} + \frac{S_2^2 l_2}{EF} + \frac{S_4^2 l_4}{EF} + \frac{S_6^2 l_6}{EF} + \frac{S_8^2 l_8}{EF} + \frac{S_9^2 l_9}{EF_9} \right) + \right.$$

$$\left. + 2n\left(\frac{S_3^2 l_3}{EF} + \frac{S_5^2 l_5}{EF} + \frac{S_7^2 l_7}{EF_7} \right) \right].$$

Меняя коэффициент k можно добиться минимума прогиба при сохранении постоянного объема конструкции. Условия минимума прогиба получаем из условия: $\frac{d\Delta(k)}{dk} = 0$.

Построим зависимости прогиба и производной прогиба от коэффициента перераспределения масс:

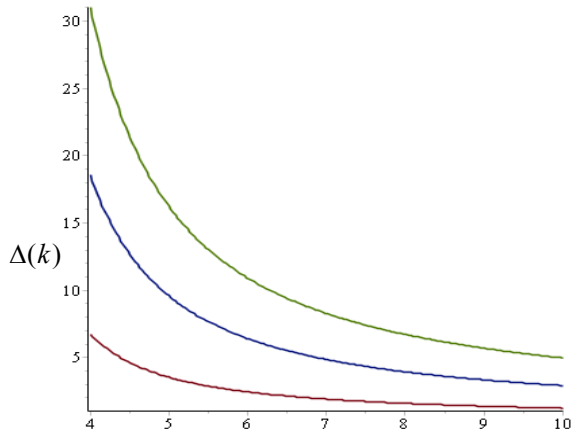


Рис. 7. Зависимость прогиба конструкции от коэффициента перераспределения масс k

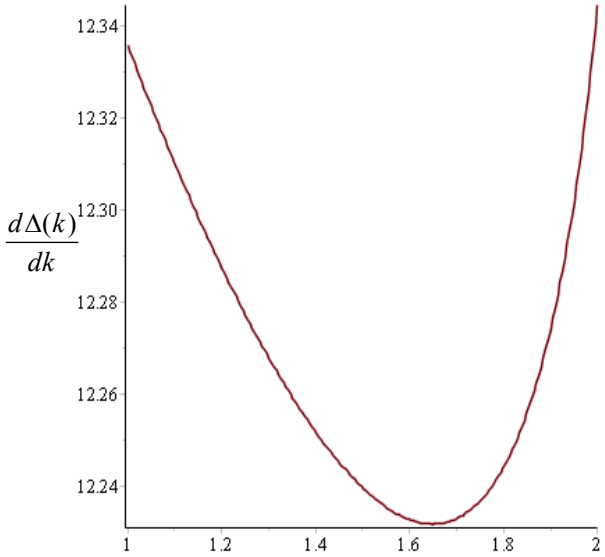


Рис. 8. Зависимость производной прогиба конструкции от коэффициента перераспределения масс k

Сравним прогибы двух конструкций: ферма с одинаковыми жесткостями стержней и ферма, где использован коэффициент перераспределения масс при одинаковых значениях: $P = 1$, $n = 6$, $r_1 = 1$, $r_2 = 2$, $r_3 = 4$, $r_4 = 2\sqrt{2}$, $h_1 = 1$, $h_2 = 3$, $h_3 = 7$, $h_4 = 4$, $h_5 = 6$. Для фермы с одинаковыми жесткостями было получено: $\Delta = 12.77$. Для фермы с различными значениями жесткости для стержней S_7 и S_9 при: $k = 1.65$ было получено: $\Delta = 12.23$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт аналитических расчетов пространственных стержневых систем показывает, что в тех случаях, когда решение удается получить, анализ конструкции, оценки жесткости существенно упрощаются. В настоящей работе на конкретном примере показана возможность аналитических методов расчета пространственных ферм. Отмечены заметные трудности на пути символьного анализа при упрощении результатов. Формулы, занимающие несколько страниц, недоступны для анализа. Однако при определенном опыте работы с системой можно не выписывать громоздкие выражения, а попытаться использовать их для анализа, например, найти минимум прогиба и его предел. Так в данной работе полные выражения для прогиба были записаны при некоторых упрощениях, а анализ конструкции проводился для общего случая.

Также в Maple легко провести численный расчет. Для этого достаточно задать данные в вещественной форме. Скорость численного счета в Maple значительно выше символьных преобразований.

Проведенный анализ имеет практическое приложение, так как оптимизация жесткости стержневой конструкции важна для экономии металла. Также в ряде случаев определяются критические значения конструкции, предупреждающие проектировщика о возможных ошибках.

В работе получены следующие новые результаты:

– найдено аналитическое решение пространственной стержневой конструкции, определены усилия и прогиб;

– найдены предельные характеристики и конструктивные особенности фермы;

– проведены анализ и оптимизация прогиба конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Голоскоков Д.П.** Практический курс математической физики в системе Maple. — СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. — 644 с.

2. **Кирсанов М. Н.** Практика программирования в системе Maple. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 208 с.

3. **Кирсанов М.Н.** Maple и Maplet. Решения задач механики. — СПб.: Лань, 2012. — 512 с.

4. **Кирсанов М.Н., Леонов П.Г.** Точное решение задачи деформирования пространственной стержневой системы // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. — М.: РУДН, 2012. С. 191—193.

5. **Кирсанов М.Н., Леонов П.Г**. Аналитическое решение задачи о стержневой пространственной статически определимой конструкции в системе Maple // XIII Международная научная конференция “Системы компьютерной математики и их приложения” (СКМП-2012). — Смоленск, 2012.

Б.Р. Липай
LipaiBR@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС УДАЛЕННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ

АННОТАЦИЯ

В докладе представлены краткие сведения о назначении и основных функциональных возможностях программного комплекса, предоставляющего удаленный доступ к библиотеке компьютерных моделей электротехнических устройств, комплексов и систем.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современных средств вычислительной техники характеризуется постоянным наращиванием вычислительной мощности и миниатюризацией аппаратуры. Это позволяет производителям программного обеспечения для компьютерного моделирования и инженерных расчетов выпускать на рынок все более мощные пакеты. Вложенные средства оказывают непосредственное влияние на стоимость такого программного обеспечения, в том числе с привязкой к количеству используемых лицензий. Другой тенденцией является все более широкое применение в инженерном образовании средств дистанционного обучения. Это существенно повышает мобильность обучающихся, позволяет подключить к процессу обучения в ведущих вузах страны иногородних граждан. В этом случае использование лицензионного программного обеспечения для них становится достаточно затруднительным. Представленная разработка показывает один из возможных путей решения подобных задач.

1. ОСНОВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Исходными условиями при проектировании представленного комплекса были:

– использование одной лицензионной копии программного обеспечения компьютерного моделирования электрических и электронных схем;

– разделение пользовательского интерфейса и системного программного обеспечения запуска и контроля работы программы-решателя;

– возможность сохранения полученных результатов с доступом к ним через пользовательский интерфейс;

– предоставление пользовательского интерфейса для редактирования содержимого библиотеки моделей;

– пользовательский интерфейс должен быть реализован в виде веб-приложения.

Исходя из перечисленных условий, было предложено следующее решение.

– создать веб-приложение, предоставляющее пользовательский интерфейс для задания параметров и проведения компьютерного моделирования с помощью модели, выбранной из библиотеки, а также интуитивно-понятный интерфейс для дополнения и редактирования библиотеки;

– создать базу данных, в которой должны содержаться сведения о зарегистрированных пользователях, их ролях, ограничениях использования системы по времени, содержании библиотеки (разделы, элементы), состоянии поступивших заявок и месторасположении файлов с результатами;

– создать дополнительную программу, обеспечивающую оперативную проверку поступивших заявок, анализ параметров моделирования, запуск программы-решателя и размещение полученных результатов в месте, доступном для выгрузки.

В результате в состав программного комплекса вошли следующие компоненты:

– веб-интерфейс пользователя;

– административная часть;

– служебный модуль, обеспечивающий запуск программы-решателя и ее обслуживание;

– база данных для хранения информации о поступивших заданиях и ранее полученных результатах.

2. РЕАЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Для того чтобы воспользоваться возможностями программного комплекса, необходимо выполнить следующие шаги.

1) Пройти процедуру регистрации. Основными сведениями являются логин, пароль, адрес электронной почты.

2) Получить на указанный при регистрации почтовый ящик письмо с подтверждением и указанием со стороны администрации ресурса ограничений по времени использования («с … по …» или «без ограничений»).

3) Войти в систему под своим логином и паролем.

4) Выбрать «Новое задание» и последовательно пройти все шаги по его формированию: выбрать категорию, модель из категории (сопровождается миниатюрой), задать параметры и каналы измерения, проверить введенные данные.

5) После нажатия «Готово» убедиться, что новое задание поступило в очередь на странице с предыдущими заданиями.

6) Дождаться, когда статус новой заявки изменится на «Завершено».

7) Просмотреть полученные результаты.

Рассматриваемый программный комплекс обеспечивает сохранение и представление результатов компьютерного моделирования в трех вариантах:

– в виде двоичного фала результатов программы моделирования. Для их просмотра на локальном компьютере пользователя (в текущей реализации) должна быть установлена программа Cadence ORCAD PSpice версии 16.5 (и выше);

– в виде текстового файла в формате csv (comma separated values). В нем сохраняются только выбранные каналы измерения в виде табличного набора рассчитанных значений. Для графического отображения полученных результатов понадобится использовать дополнительное программное обеспечение. Импортировать данные из указанного формата могут такие программы как Microsoft Excel, OpenOffice Calc, MathCAD, Wolfram Mathematica и многие другие;

– в виде статических рисунков в формате PNG. Они отображаются непосредственно на Интернет-странице, однако для них отсутствуют такие инструменты обработки как масштабирование, курсор, наложение одного графика на другой и пр.

Если в ходе моделирования возникает ошибка, то соответствующее сообщение помещается в колонку «Статус». В базе данных сохраняется текст ошибки, что позволяет определить место и причину ее возникновения.

Административная часть обеспечивает пользовательский интерфейс для формирования наполнения библиотеки моделей. Для включения в нее нового элемента необходимы:

– миниатюра (рисунок в формате JPG, GIF или PNG), дающая общее представление о новой модели;

– рисунок со структурной схемой модели (форматы аналогичны миниатюре);

– перечень изменяемых параметров (в текущем варианте поддерживается задание в виде диапазона от минимума до максимума);

– перечень каналов измерения;

– шаблон файла модели, в который будут подставляться изменяемые значения и параметры процесса моделирования.

Дополнительно предоставлена возможность загрузки файлов включения или внешних библиотек, которые могут потребоваться для корректной работы создаваемой модели.

Специальный программный модуль, выполненный в виде Windows приложения, регулярно проверяет поступление новых заявок, запускает решатель и по окончании его работы обрабатывает выходной файл для получения результатов в формате csv. Кроме того, информация о полученных результатах заносится в базу данных.

В качестве иллюстрации на рис. 1 и 2 представлено формирование задания на моделирование трехфазного мостового инвертора и вывод результатов в виде готового рисунка.

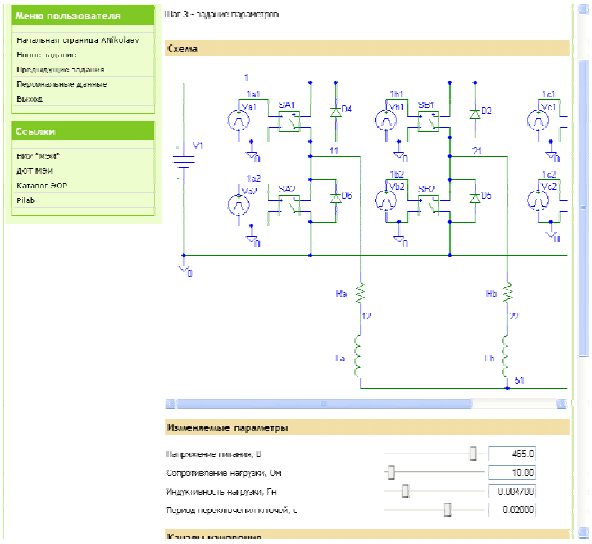


Рис. 1. Пример задания параметров модели

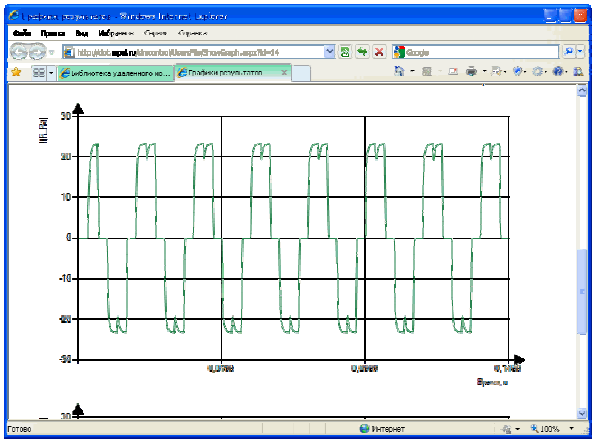


Рис. 2. Результаты моделирования (ток фазы А)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В перспективе возможно без существенных трудозатрат осуществить следующие модификации:

– предоставить возможность опытному пользователю загружать в систему собственные компьютерные модели;

– настроить пользовательский интерфейс на использование другой программы компьютерного моделирования (в том числе расположенной удаленно);

– адаптировать веб-приложение для использования на современных мобильных устройствах.

С.В. Мезин, Г.М. Орманова
MezinSV@mpei.ru, gauhar.o@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются современные статистические методы контроля качества продукции промышленных производств, состояние использования их в инженерных расчетах на производстве, делается обзор свойств современных программных средств, применимых для рассматриваемой задачи и ставятся задачи подготовки предприятий к полноценному внедрению на них автоматизированных систем контроля качества на базе передовых программных продуктов.

ВВЕДЕНИЕ

Качество продукции — это важнейший критерий функционирования предприятия в условиях сверх насыщенного рынка и доминирующей на нем неценовой конкуренции.

Обеспечение качества и эффективный менеджмент качества продукции определяет в условиях рынка степень выживаемости фирмы, рост эффективности производства, темпы научно-технического прогресса, экономию всех видов ресурсов, которые используются на предприятии.

Ключевым моментом, определяющим успешное управление качеством, является применение количественных методов, основанных на статистическом анализе данных, что обеспечивает объективность в оценке ситуации и принятии решений.

1. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Статистические методы основаны на определении значений показателей качества продукции с использованием методов теории вероятности и математической статистики. Методы математической статистики позволяют с заданной вероятностью проводить оценку качества изделий. Статистические методы способствуют сокращению затрат времени на контрольные операции и повышению эффективности контроля. С помощью статистических методов можно определить среднее значение показателей качества и их доверительные границы и интервалы распределения, законы распределения показателей качества, коэффициенты корреляции, параметры зависимости исследуемого показателя качество от других показателей или числовых характеристик факторов, влияющих на исследуемый показатель качества, а также сравнивать среднее значение или дисперсии исследуемого показателя для двух или нескольких единиц в целях установления случайности или закономерности различий между ними. При проведении статистического контроля принимается решение о приемке или забраковании всей партии продукции по результатам контроля выборки.

Статистические методы позволяют значительно сократить трудозатраты и объемы работы по контролю партий. Это связано с тем, что контролируется от 5 до 15 % всей партии. Использование статистических методов нашло отражение в стандартах. ISO/TR 10017 представляет в виде таблицы потребности в количественных данных, связанные с выполнением положений ISO 9001, приводит соответствующие им статистические методы, дает их краткое описание для оценки применимости и преимуществ использования. Таким образом, в семействе МС ISO 9000 произошла переориентация с простых инструментов обработки данных на статистические методы, применение которых требует математической подготовки.

Основные области применения статистических методов управления качеством продукции представлены на рис.1.

Рис. 1. Области применения статистических методов управления качеством продукции

Для контроля технологических процессов решаются задачи статистического анализа точности и стабильности технологических процессов и их статистического регулирования. При этом за эталон принимаются допуски на контролируемые параметры, заданные в технологической документации, и задача заключается в жестком удержании этих параметров в установленных пределах. Может быть поставлена также задача поиска новых режимов выполнения операций с целью повышения качества конечного производства.

Прежде чем браться за применение статистических методов в производственном процессе, необходимо четко представлять цель применения этих методов и выгоду производства от их применения. Очень редко данные используются для заключения о качестве в том виде, в каком они были получены.

На сегодняшний момент времени известны следующие категории статистических методов, которые классифицируют по степени сложности:

1. Элементарные статистические методы, включающие так называемые «7 инструментов». Из них:

- карта Парето;
- причинно-следственный анализ (диаграмма Исикава);
- группировка данных по общим признакам (диаграмма сродства);
- контрольный лист;
- гистограмма;
- диаграмма разброса;
- контрольная карта.

2. Промежуточные статистические методы:

- теория выборочных исследований;
- статистический выборочный контроль;
- методы проведения статистических оценок и определения критериев;
- методы применения сенсорных проверок (экспертные оценки);
- методы планирования и расчета экспериментов;
- корреляционный и регрессионный анализы.

3. Передовые статистические методы:

- передовые методы планирования и расчета экспериментов;
- многофакторный (дисперсионный) анализ;
- методы исследования операций [1].

Элементарные статистические методы могут применяться абсолютно всеми работниками предприятий — от главных руководителей до рабочих и не только в производственном отделе, но и в отделе планирования, маркетинга, материально-технического снабжения и т.д. Они просты в применении, но без них невозможно овладеть более сложными методами. Например, в Японии этими методами пользуются даже выпускники школ.

Параллельно с применением этих методов рабочие должны понимать концепцию качества, основывающуюся на том, что следующий производственный процесс является потребителем твоей продукции, они должны действовать по схеме «планирование-выполнение-проверка-воздействие» (цикл PDCA Шухарта-Дэминга). Работники всех структурных подразделений, использующие статистические методы, должны мыслить статистическими категориями, знать о разбросе данных и применять их при определении статистических оценок, принимать решения о проведении необходимых мероприятий и определять действенные статистические критерии.

Вторая группа методов рассчитана на инженерно-технических работников и специалистов в области управления качеством.

Методы третьей группы предназначены для ограниченного количества инженеров, поскольку применяются при проведении очень сложных анализов процесса формирования качества. Эти методы были положены в основу создания высокого уровня технологии и ее экспорта.

Существует принцип, согласно которому важность статистического метода равна его математическому потенциалу, умноженному на вероятность его применения. Следовательно, когда речь идет о широком применении статистических методов, рассматривать следует только те, которые понятны и которые могут легко применяться нестатистами [2].

2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Математические методы исследования, в том числе методы статистического анализа данных, требуют больших вычислений и зачастую невозможны без компьютеров. Продвинутое применение высоких статистических технологий предполагает использование соответствующих программных продуктов. Статистические пакеты — постоянно используемые интеллектуальные инструменты исследователей, инженеров, управленцев, занимающихся анализом больших массивов данных.

В настоящее время существует много различных пакетов, позволяющих осуществлять статистическую обработку информации, среди них: STATISTICA, Stata, Statgraphics, DSTAT, SAS, SPSS, MathLab.

Одно из современных программных средств, обеспечивающее оптимальные возможности для реализации методик контроля и управления качеством промышленных производств, является мощный универсальный аналитический пакет STATISTICA. В STATISTICA методы выборочного контроля полностью реализованы в модуле Анализ процессов (STATISTICA Process Analysis). Модуль STATISTICA Quality Control Charts содержит полнофункциональный набор инструментов текущего контроля качества технологического процесса, как по непрерывным показателям, так и по альтернативным (число бракованных изделий).

Программный пакет Stata — это универсальный пакет для решения статистических задач в самых разных прикладных областях: экономике, медицине, биологии, социологии. Основными достоинствами Stata являются:

- большой спектр реализованных статистических методов, возможности гибкой пакетной обработки данных (т.е. программирования всей последовательности команд, начиная от загрузки данных в память до всех деталей анализа);

- возможности интерактивного режима работы полностью идентичны возможностям пакетной обработки;

- относительная простота написания собственных программных модулей и, вместе с тем, весьма серьезный спектр средств программирования;

- мощная поддержка как со стороны производителя, так и со стороны других пользователей Stata (через интернетовский список рассылки), огромный архив пользовательских программ в открытом доступе;

- возможность максимизации функций правдоподобия, задаваемых пользователем;

- наличие совместимых по функциональным возможностям и форматам данных реализаций для большинства популярных платформ (Windows, Macintosh, UNIX).

Компания SAS предоставляет интегрированную среду для построения прогнозных и описательных моделей, интеллектуального анализа данных, интеллектуального анализа текста, прогнозирования, оптимизации, имитационного моделирования, планирования экспериментов и многого другого. На протяжении всего цикла работы с данными — от динамической визуализации и до построения прогнозных моделей, их внедрения и оптимизации процессов — SAS предлагает широкий набор методов сбора, классификации, анализа и интерпретации данных для обнаружения скрытых закономерностей, отклонений, аномалий, значимых переменных и их взаимосвязей, позволяя, в конечном счете, оперативно принимать обоснованные решения.

Компоненты аналитики SAS®:

- прогнозная аналитика и интеллектуальный анализ данных (Data Mining);
- визуализация данных;
- прогнозирование и эконометрика;
- управление и мониторинг аналитических моделей;
- исследование операций и оптимизация;
- контроль качества;
- статистика;
- текстовая аналитика.

Традиционно работая с крупными компаниями (в России это МТС, РЖД, добывающие, энергетические компании и др.), которые обладают большим объемом накопленных данных (сегодня такие источники принято относить к категории Big Data), компания SAS, помимо построения хранилищ данных, OLAP-систем, успешно продвигает свои аналитические инструменты. Например в [3] рассмотрено применение статистико-аналитического подхода SAS для оперативного отслеживания отказов на компрессорных станциях в пакете Enterprise Miner.

Необходимо отметить, что компания «SAS Institute», большое внимание уделяет подготовке кадров, имея во многих странах, включая Россию, свои подразделения, ведущие обучение по различным профилям применения системы SAS. Также компания имеет собственную Академическую программу, обучая, например в РФ, студентов уже более чем в 10 ведущих ВУЗах, включая НИУ «МЭИ», где на базе каф. АСУ ТП уже более 10 лет успешно функционирует SAS подразделение.

Однако наряду с очевидной пользой статистические пакеты могут приносить вред неискушенному пользователю. Те, кто программирует, не являются специалистами по статистике, поскольку это не входит в их профессиональные обязанности. С другой стороны, специалисты по статистическим методам не берутся реализовывать их в пакетах, поскольку такая работа, весьма трудоемкая и ответственная, обычно не соответствует их профессиональным устремлениям. Это означает, что разработкой, распространением и сопровождением статистических пакетов должны заниматься специализированные организации или подразделения. Отметим, что по сравнению с 80-ми годами к настоящему времени наметился рост внимания к статистическим технологиям, а не только к их составляющим — конкретным методам обработки данных. В этом суть популярного ныне подхода Data Mining (на русском — «добыча знаний», «интеллектуальный анализ данных»). Задачи, решаемые Data Mining, — классификация, кластеризация, регрессия, ассоциация (поиск повторяющихся паттернов, например, поиск устойчивых связей) — это типичные задачи прикладной статистики. Новизна состоит в разработке технологий добычи данных путем решения ряда таких задач.

Еще более выражена отмеченная тенденция в технологии «Шесть сигм» [4, 5]. Эта технология, первоначально позиционированная как «революционный метод управления качеством», основана на применении теории принятия решений и прикладной статистики. Она рассматривается как подход к совершенствованию бизнеса и как новая система внедрения математических методов исследования. Название происходит от статистического понятия среднеквадратичного отклонения, обозначаемого греческой буквой σ. Зрелость производственного процесса в этой концепции описывается как σ-рейтинг отклонений, или процентом бездефектной продукции на выходе, так, процесс управления качеством 6σ на выходе даёт 99,99966 % выходов без дефектов, или не более 3,4 дефектных выходов на 1 млн. операций. Фирма Motorola установила в качестве цели достижение показателя качества 6σ для всех производственных процессов, и именно этот уровень и дал наименование концепции.

3. ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Функции и методы работы с информацией представляют собой как автоматизированную, так и ручную обработку. На участках в каждом цехе ведется постоянный учет и контроль за количеством и свойствами произведенной продукции, что отражается в технологических журналах. Эти данные

накапливаются и хранятся на бумажных и машинных носителях в отделах, которые занимаются задачами сбора и обработки информации, где и формируются соответствующие отчетные документы. Организация данных и информационных потоков соответствует определенным формам, документам, заранее выработанным и утвержденным в соответствующих органах управления в зависимости от их важности и уровня представления.

Сбор информации с объектов осуществляется при помощи специальных датчиков. Вся информация, собранная с объекта и полученная в результате работы системы, хранится в ЭВМ в виде массивов, файлов или баз данных на жестких дисках. Хранение резервных копий информации осуществляется на жестких или гибких дисках. Выходная информация представляется в виде бумажных документов, которые заполняются статистиками отделов технического контроля с определенной периодичностью.

Организация любого процесса производства и функционирование автоматизированных информационных систем и систем реального времени предусматривает периодический контроль за способами анализа данных с целью выявления и устранения недостатков в обработке информации. Современное производство не может обойтись без постоянного слежения за уровнем контроля ведения информационной базы непосредственно снимаемой с объектов управления информации, так как это может привести к различным негативным последствиям, например, к утрате важной информации.

Также для решения многокритериальных оптимизационных производственных задач существующими системами необходимо привлечение большого количества экспертов по конкретной предметной области для корректного описания объекта управления. Это приводит к возрастанию материальных и временных затрат на получение решения.

Недостатками существующих систем анализа являются статичность, оторванность от реального процесса, ограниченность манипуляции с моделями. Иногда даже небольшое изменение входных данных в таких системах требует повторения всего цикла предварительной подготовки и сложного процесса пересчета модели. Число одновременно используемых статистических методов также ограничено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Без использования современных информационных технологий сегодня практически невозможно представить оперативно картину производства, как в плане текущих производственных показателей, так и тем более производных данных, отражающих его эффективность. Наиболее востребованными из таких данных являются текущие данные о качестве продукции, позволяющие оперативно реагировать на рыночную ситуацию и проблемы производства. Ввиду большого объема данных, накапливаемых предприятиями в своих архивах (а это может быть до 1 Тб в месяц, например в энергетике) ручной расчет становится невозможным и остро встает проблема поиска подходящих под кокретные производственные задачи программных продуктов для статистической обработки, а в некоторых случаях, и углубленного интеллектуального анализа с привлечением технологий Data Mining.

В докладе проанализированы плюсы и минусы некоторых пакетов, реализующих как простую, так и углубленную статистическую обработку. Особое внимание уделено пакету «The SAS System», имеющему более чем десятилетнюю практику взаимодействия с ВУЗами России, включая НИУ «МЭИ». В этой системе реализованы самые передовые методы обработки данных, начиная от своего языка обработки данных, загрузки, очистки и представления результатов, до современных средств углубленной аналитики с использованием искусственных нейронных сетей, деревьев решений, кластерного анализа и др.

Статистические пакеты — интеллектуальные инструменты, необходимые широким кругам научных работников, инженеров, менеджеров. Весьма актуальна задача разработки статистических пакетов нового поколения, соответствующих современному научному уровню и одновременно обеспечивающих удобство пользователей, достигнутое в популярных ныне пакетах. Эта задача должна решаться одновременно с созданием систем обучения, сопровождения и внедрения пакетов нового поколения, в частности, в соответствии с технологиями типа «Шесть сигм».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Елисеева И. И., Юзбашев М. М.** Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. — М.: Финансы и Статистика, 2002. — 480 с.

2. **Шевчук. Д.А.** Управление качеством: — М.: ГроссМедиа, РОСБУХ, 2008. — 216 с.

3. **Митрошкина В., Абрамов А., Свирщевский С., Гребенников П.** Использование технологий Data Mining для прогнозирования отказов оборудования // Энергорынок 2013. № 9. С.56—59.

4. **ISO 13053-1:2011**. Количественные методы в процессах улучшения. Шесть сигм. Ч. 1: Методология DMAIC.

5. **ISO 13053-2:2011**. Количественные методы в процессах улучшения. Шесть сигм. Ч. 2: Инструменты и техники.

А.С. Минзов[1], Н.А. Токарева[2], Ш.Г. Торосян[2]
MinzovAS@mpei.ru, tokareva@uni-dubna.ru, shusha.torosyan@gmail.com
[1]ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва
[2]Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна

ЗАЩИТА АВТОРСКИХ ПРАВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена проблеме защиты авторских прав в системах электронного обучения. Появление большого количества открытых информационных ресурсов в Интернет различного качества, позволяющих получать ответы на многие вопросы обучаемых, и одновременно низкий уровень культуры работы с информацией порождают различные механизмы нарушения авторских прав всех участников образовательного процесса. Это приводит к снижению качества образования и дискредитации дистанционных форм обучения. В статье рассматриваются различные механизмы нарушения авторских прав в Интернет и предлагаются технологии их защиты.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня для многих людей глобальная сеть Интернет стала основным источником информации и дала возможность публикации своей информации в реальном времени, без рецензирования и даже без указания своего авторства (анонимно). В этих условиях появились новые формы электронного обучения, позволяющие использовать неограниченные возможности доступа к информационным активам всего мира. Однако при этом возникли и проблемы, связанные с неконтролируемым распространением электронных материалов различного качества, несанкционированным доступом к информационным активам, компиляцией чужих материалов и даже плагиата. Сегодня эти негативные социальные явления становятся массовыми и в значительной степени тормозят развитие электронных форм обучения. В чем это проявляется?

Прежде всего, *в больших объемах компилированных электронных пособий или дайджестов*, в которых авторы являются только их составителями из различных готовых материалов, иногда даже не ссылаясь на источники. В этих пособиях нет проблемных постановок и новых методик, а только общеизвестные факты. В них чаще всего преобладает аксиоматический (бездоказательный) подход к изложению материала. Очень часто в этих материалах отсутствуют постановки проблем, что существенно снижает мотивацию их изучения.

Второе, не менее важное, проявление негативных последствий заключается в отсутствии у преподавательского состава мотивов и стимулов в создании электронных материалов высокого качества и трудоемкости с активными формами обучения — деловых ситуаций, телекоммуникационных деловых и ролевых игр, аналитических исследований и других форм обучения, без которых невозможно сегодня создание современных эффективных систем дистанционного и корпоративного обучения [1—4]. В этом случае бесконтрольность распространения информации и отсутствие технологий гарантированной защиты авторских прав материалов высокого качества не побуждают авторов к их созданию и распространению.

Нельзя не отметить, что отсутствие культуры обработки информации у обучаемых и эффективных технологий контроля источников информации приводит к массовой компиляции курсовых и дипломных работ, рефератов, отчетов и других форм учебной работы и отчетности. Но самое главное — это порождает у них безответственность при использовании информации.

Таким образом, проблема, возникающая из-за отсутствия технологий защиты авторских прав на созданную и размещенную в Интернет информацию, является комплексной и должна решаться на различных уровнях: государства, организации (учебного заведения), кафедры, преподавателя и обучаемых.

1. МЕХАНИЗМЫ НАРУШЕНИЯ АВТОРСКИХ ПРАВ

Анализ показывает, что сегодня существуют следующие виды нарушений авторских прав на информацию [5, 6]:

1) ***«The forgotten footnote»*** — автор не указывает источник информации;

2) ***«The misinformer»*** — автор указывает недостаточную информацию об источнике;

3) ***«The too-perfect periphrase»*** — автор указывает источник, но не ставит кавычек на «заимствованную» информацию;

4) ***«The resourceful citer»*** — автор правильно указывает все источники и использует кавычки, но его работа не обладает новизной, она является собранием информации из разных источников;

5) ***«The perfect crime»*** — на первый взгляд работа кажется идеальной, но процитированные части никак не отмечаются (нет ни ссылок на источник, ни кавычек), а рассмотренные чужие идеи выдаются за свои.

Существующие механизмы обнаружения нарушений авторских прав включают:

1) Поисковые системы в Интернет.

2) Поисковые системы в специализированных базах данных.

3) Информационные системы проверки на плагиат.

4) Информационные системы проверки электронного документа на уникальность.

Поисковые системы Интернет и специализированных баз данных могут дать ссылки на источники документов в порядке их релевантности, но только в том случае, если источник копирования был ранее проиндексирован, а запрос отражает особенности поискового документа. По существу, релевантность результатов поиска определяется только частотой появления слов поискового запроса в документах. Поэтому при запросах с часто повторяющимися словами можно получить ссылки на десятки тысяч документов, не имеющих никакого отношения к источнику копирования. Следовательно, условием успешного нахождения источника документа является наличие в поисковом запросе слова или фразы, частота появления которых ограничивается несколькими или даже одной ссылкой на источник. Подобные запросы составить очень трудно, особенно в гуманитарных сферах деятельности. Поэтому существующие поисковые системы слабо приспособлены для определения источников копирования материалов и определения нарушений авторских прав.

На этих же принципах работают и информационные системы проверки текстов на плагиат и уникальность. Эти системы собирает информацию из различных источников: загружают с доступных сайтов, используют базы данных научных статей и рефератов и т.д. Загруженные документы проходят процедуру фильтрации и очистки от посторонних тегов. При запросе осуществляется разбивка текста на отдельные блоки и проводится поиск подобных элементов блоков в индексированных файлах. Эти системы имеют определенные ограничения и практически никогда не представляют детального описания алгоритмов своей работы. Хотя сегодня эти системы весьма популярны, они не решают проблемы поиска источников компиляции и плагиата. По заявлению авторов таких систем в них используются механизмы, позволяющие определять компиляцию и плагиат при следующих преобразованиях текстов:

- использование синонимов;
- замена русских букв на латинские (например, «о», «е», «р» и др.);
- заполнение пробелов между словами — буквами, которые в дальнейшем окрашиваются в белый цвет;
- изменение структуры текста;
- изменение синтаксической структуры предложения;
- перевод текста с другого языка.

В последнем случае, определение плагиата практически невозможно.

Таким образом, существующие системы обнаружения источников не могут точно определить, имеем ли мы дело с плагиатом или нет. Такие системы всего лишь выявляют схожие элементы двух документов, но это лишь первый этап, для принятия решения о заимствовании источника необходим дальнейший анализ документов [3].

2. МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ АВТОРСКИХ ПРАВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Защита авторских прав электронных документов, по нашему мнению, должна быть на нескольких уровнях:

1) Уровень обучаемого.

2) Уровень автора документа.

3) Уровень организации (кафедры вуза).

4) Уровень информационной системы (ИС), в которой публикуется документ: корпоративная ИС, система дистанционного обучения, сайт или виртуальный университет.

5) Уровень государственного механизма защиты авторских прав.

На уровне обучаемого решение проблемы защиты авторских прав может быть обеспечено следующим мерами:

1. Правильным использованием цитируемых источников и ссылок на них. Знанием правовых и этических норм в сфере защиты авторских прав и интеллектуальной собственности.

На уровне ***автора документа,*** кроме п.1 необходимо дополнительно:

2. Умение четко сформулировать *проблемную область создаваемого документа и его отличительные признаки* от ранее опубликованных документов. Это позволит сформулировать в последующем корректные запросы к поиску компилированных из этого документа материалов и плагиата.

На уровне организации или кафедры вуза:

1. Создание обстановки нетерпимости к проявлениям компиляции и плагиата при разработке учебных материалов для систем электронного обучения. Разработка нормативных документов по механизмам их предупреждения и выявления. Создание системы мониторинга и контроля на основе современных программных средств.

2. Основное внимание в системах электронного обучения необходимо уделить *созданию учебных материалов и моделей с активными формами обучения*, в которых реализуются полные циклы профессиональных компетенций [4] и разработки

учебных материалов с существенной методической, практической и научной новизной.

3. Поводить регулярное обучение в форме семинаров преподавательского состава, аспирантов, магистров, бакалавров и слушателей методам и технологиям разработки инновационных проектов и культуры обработки информации.

4. Оказания содействия авторам в издании результатов их интеллектуальной деятельности и регистрации их авторских прав на учебные пособия, разработанные базы данных и полезные модели.

На уровне информационной системы электронного обучения:

1. Разграничение доступа к информационным ресурсам системы дистанционного обучения и ведение учета копирования учебных материалов с заключением договоров-оферты на нераспространение студентами (слушателями) учебных материалов, имеющих авторские права.

2. Использование при копировании учебных материалов встроенных в них стегоконтейнеров и меток, позволяющих определить авторство электронного документа, а также информацию о том, кому и когда она была передана или скопирована: логин, IP-адрес, время, дату, параметры компьютера и операционной системы.

3. ДРУГИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ АВТОРСКИХ ПРАВ

Одним из путей решения задачи создания механизмов обмена информацией с сохранением авторских прав в глобальной сети является идея создания ***интернет-паспортов*** на участников этого обмена. Считается, что если все пользователи Интернет будут иметь свой регистрационный номер, то количество информационных преступлений и активность пользователей сетей значительно уменьшится. Рассмотрим механизм применения интернет-паспортов в алгоритмах обмена информацией. Предполагается, что при открытии доступа к любому информационному ресурсу (активу) Интернет будет необходимо провести регистрацию своего Интернет-паспорта, которая позволит в последующем маркировать любое сообщение или документ этого пользователя с использованием определенного кода. В этом случае будет возможно отслеживать все действия пользователей сети и, тем самым, предотвращать или бороться с противозаконными действиями. Очевидно, что для этого необходимы и механизмы, отслеживающие эти действия. Основными недостатками предложенного механизма являются следующие [7]:

- механизм интернет-паспорта направлен на идентификацию личности, а не информации. Это обстоятельство вызвало наибольший протест пользователей сети в отношении идеи интернет-паспортов. Тотальный контроль источников информации в сети хотя и снижает риски возникновения угроз, может привести к ещё более тяжёлым социальным потрясениям;
- риски возникновения мошенничества в сети останутся на прежнем уровне, так как остаются нерешенными вопросы присвоения (хищения) данных интернет-паспортов других пользователей, заведения себе нескольких «фантомных» паспортов и другие действия;
- неясен также механизм защиты персональных данных пользователей при создании этой системы, а также правовые вопросы создания и внедрения такого механизма идентификации пользователей Интернет.

Нам показался более перспективным другой механизм, в основе которого положена идея ***регистрации авторских прав на информацию в электронной форме***, созданную пользователем, зарегистрированным в одном из Центров авторских прав (ЦАП) на территории РФ или другой страны. Эти центры связаны с главным центром (РЦАП), обеспечивающим взаимодействие отдельных ЦАП между собой и другими организациями (рис.1).

Рис. 1.Схема обмена информацией в электронной форме с возможностью регистрации авторских прав [7]

В основе организационной структуры этого механизма обмена информацией сети положены Центры авторских прав на информацию в электронном виде. Основой функцией этих центров является:

1) Добровольная регистрация авторов информации (текст, мультимедиа и другие формы представления информации в электронном виде в допустимых форматах). При регистрации автор указывает о себе информацию в объеме не меньше, чем при регистрации в социальных сетях и проходит авторизацию одним из способов (например, мобильная связь). В результате регистрации автор получает: *свой идентификационный номер, один ключ цифровой подписи (закрытый) из сгенерированной пары ключей и программу регистрации документа в ЦАП* (в принципе, эта функция может быть выполнена либо в стандартном браузере, либо его надстройкой).

2) Добровольная регистрация любых авторских документов в электронной форме. Для этого автор пересылает документ в ЦАП, сопровождая его сообщением в определённой форме, в которой указывается его идентификационный номер и вычисленное значение хэш-функции пересылаемого документа, зашифрованного закрытым ключом автора. В этом документе автор может также провести выделение тех его фрагментов, по которым этот документ можно идентифицировать при необходимости в поисковых системах. По существу автор создает некий цифровой профиль (описание) документа, которое включает следующую информацию: встроенный маркер с идентификационным номером; идентификатор ЦАП, ведущий учет документов автора.

3) Кроме этой необходимой информации, автор также может указать уровень сообщения сведений о себе при проявлении запросов в ЦАП об авторе этого документа (автор документа существует, но не сообщает сведений о себе; фамилия и инициалы автора; псевдоним и адрес электронной почты и т.д.). В том случае, если документ не регистрируется в ЦАП, то он появляется в сети в статусе «анонимный», что определяет соответствующее отношение к автору этого документа и его содержанию.

4) Выдача по запросу только зарегистрированным пользователям сведения об авторе конкретного документа, которые автор указал при его регистрации.

5) Взаимодействие с РЦАП и другими организациями, которые имеют право по закону о персональных данных получать полные сведения об авторах документов, размещённых в сети.

Этот механизм может быть внедрен в форме госуслуги на сайте http://gosusluga.ru и поддерживаться за счет государственного финансирования. Безусловно, что его внедрение потребует разработки законодательных актов, создание программного обеспечения реализации этой услуги. Его внедрение даже в одной стране позволит создать «прозрачные» схемы обмена информацией в информационных сетях; снизит уровень хищения и незаконного использования интеллектуальной собственности и компиляции информации; повысит ответственность пользователей сети за свою информацию; снизит активность маргинальных и экстремистских социальных групп в сети и уменьшит в целом информационные угрозы национальной безопасности государства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие систем электронного обучения позволяет во многих случаях повысить эффективность образовательного процесса, и это сегодня уже является неоспоримым фактом. Одной из наиболее важных проблем, препятствующих развитию систем электронного обучения, является защита интеллектуальной собственности в этих системах. Особенно эта проблема актуальна в условиях невысокого уровня культуры обработки информации и отношения к ее источникам. Это порождает такие негативные явления как компиляция и плагиат, масштабы распространения которых в России сегодня превышают все разумные пределы. По нашему глубокому убеждению решение этой проблемы возможно только на принципах комплексности и системности.

В статье был проведен анализ механизмов нарушения авторских прав в электронных системах обучения и предложен многоуровневый системный подход к решению этой проблемы. Он заключается в решении организационных, технических, технологических и других задач.

Также предложен механизм снижения проблем нарушения авторских прав за счет внедрения в системы управления механизмов регистрации авторских прав на информацию в электронном виде. Этот механизм целесообразно реализовать как государственную услугу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Минзов А.С.** Высшее профессиональное и корпоративное образование: парадигма взаимного влияния: пособие для проф.-препод. состава. — М: Издательский дом «МЭИ», 2008. — 148 с.

2. **Минзов А.С.** Профессиональное высшее и корпоративное образование: образовательные модели и механизмы их реализации. — Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2008. — 138 с.

3. **Минзов А.С., Черемисина Е.Н.** Корпоративные университеты: проблемы создания и тенденции развития // Вестник Российской академии естественных наук. 2008. № 1. С. 63—69.

4. **Минзов А.С., Мельникова О.И.** Корпоративные университеты: проблемы создания и тенденции развития // Вестник МЭИ. 2010. № 4. С. 93—101.

5. **Anita Colyer.** Copyright Law, the Internet, and Distance Education - The American Journal of Distance Education, 1997. 11(3): 41—57.

6. **Henrieta Teleskopovà, František Gajdoš**. Plagiarism — Text Similarity Search — Proceedings of the Faculty of Electrical Engineering and Informatics of the Technical University of Košice. — P. 299—302.

7. **Shushanik Torosyan**. Information security in social media — CybersSecurity for the next generation, 2013.

Д.Г. Нарышкин

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЛЕКС РАСЧЕТНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены образовательные возможности технологии Mathcad Calculation при создании электронного образовательного ресурса- комплекса расчетных исследовательских лабораторных работ по учебным дисциплинам «Химия» и «Физическая химия».

ВВЕДЕНИЕ

Применение технологии Mathcad Calculation в учебных исследовательских лабораторных работах позволяет конструировать и анализировать математические модели физико-химических систем. Наглядность результатов повышает их смысловой анализ, а выявленные закономерности иллюстрируют химическую конкретику и возможные методы управления процессом. Исследование позволяет не только оценить влияния различных факторов на поведение химической системы, но и прогнозировать ее поведение и результат функционирования при заданных условиях, определять необходимые условия функционирования для достижения заданных целей. В статье рассмотрены сценарии и образовательные возможности некоторых работ.

1. ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ

Представьте, что вы — экспериментатор, и вы исследуете адсорбцию некоторого газа. Можно провести эксперимент в зависимости от парциального давления газа и определить, описывается ли процесс изотермой адсорбции Лангмюра, а значит, сделать вывод о природе процесса, определить константы изотермы Лангмюра. Вы можете провести эксперимент в зависимости от температуры процесса и определить значение теплоты адсорбции. А также по адсорбции одного и того же газа на разных адсорбентах и выявить влияние природы адсорбента.

В работе исследуются следующие системы:

1. Адсорбция оксида углерода CO на угле при 194.5K
2. Адсорбция оксида углерода CO_2 на угле при 273K
3. Адсорбция оксида углерода CO на угле при 273K
4. Адсорбция аммиака NH_3 на угле при 273K
5. Адсорбция оксида углерода CO на BaF_2 при 273K
6. Адсорбция H_2 на угле при 273K
7. Адсорбция N_2 на угле при 194.5K
8. Адсорбция метана CH_4 на угле при 194.5K
9. Адсорбция азота N_2 на угле при 273K
10. Адсорбция Ar на угле при 194.5K
11. Адсорбция C_2H_4 на угле при 273K
12. Адсорбция C_2H_4 на угле при 293K

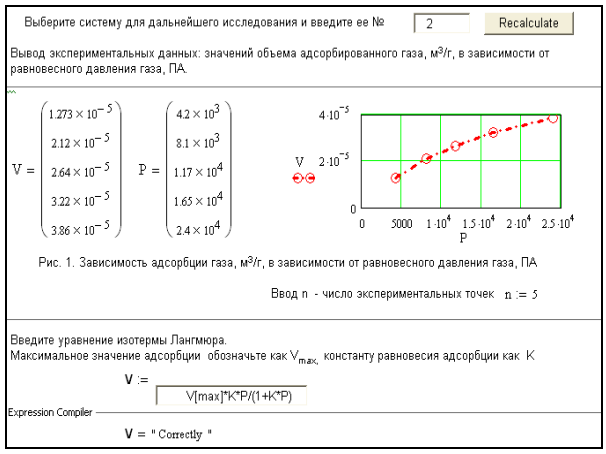


Рис. 1. Вывод экспериментальных данных: объем, м^3/г, адсорбированного на угле диоксида углерода при температуре 273,15 К в зависимости от давления, Па

Обратите внимание, в документе (рис. 1) проводится проверка: необходимо корректно ввести соотношение, определяющее уравнение изотермы Лангмюра. При неправильном вводе появляется сообщение об ошибке, при правильном вводе проводится расчет параметров уравнения — константы равновесия и величины максимальной адсорбции (рис. 2).

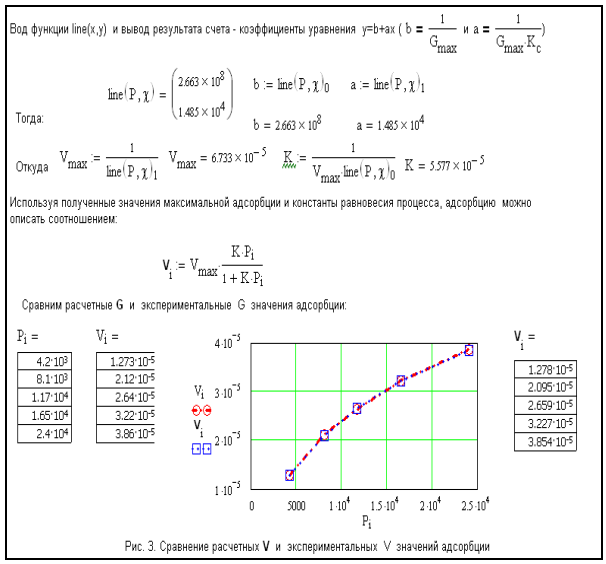


Рис. 2. Расчет параметров уравнения изотермы Лангмюра при адсорбции диоксида углерода на угле при 273 К и сравнение экспериментальных и расчетных значений

Ресурс позволяет исследовать и анализировать влияние природы и адсорбата (рис. 2), и адсорбента (рис. 3) на адсорбционное равновесие.

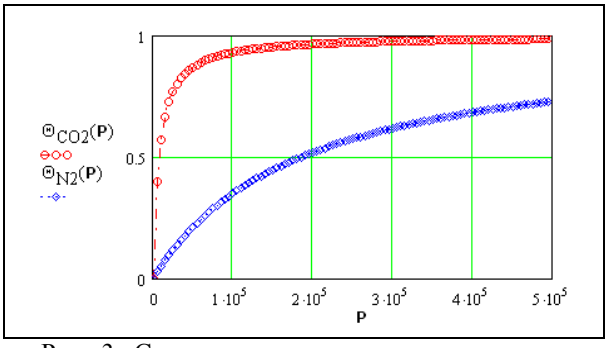


Рис. 3. Сравнение степени заполнения при адсорбции диоксида углерода и азота в зависимости от давления, Па, на угле при 273 К

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОГЕННОГО РАВНОВЕСИЯ

Исследование гетерогенного равновесия в системе

$$A_{sol} = B_{sol} + C_{gas} + D_{gas} + E_{gas}$$

Цель работы: определение температурной зависимости константы равновесия и теплового эффекта реакции по экспериментальным данным о равновесном давлении гетерогенной системы в зависимости от температуры.

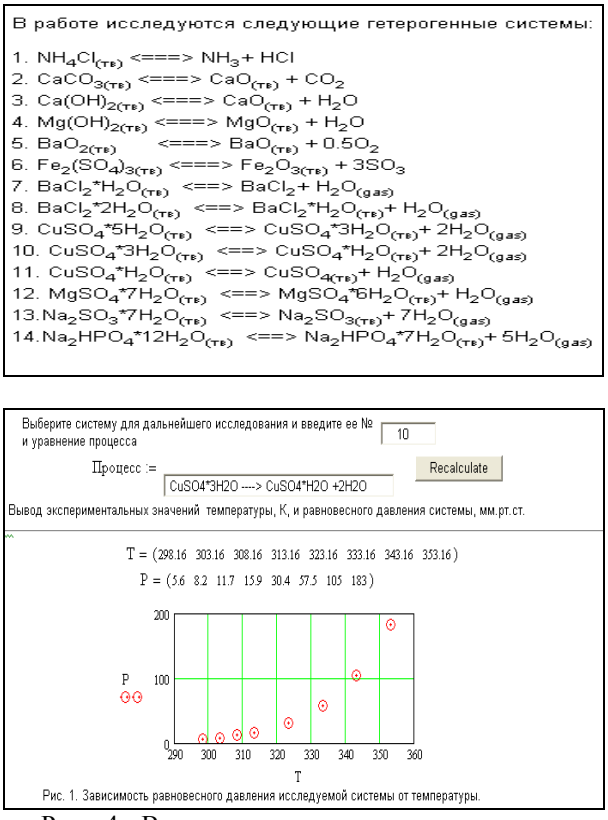


Рис. 4. Влияние температуры на равновесное давление в системе $CuSO_4 \cdot 3H_2O_{ТВ}$ ‹==› $CuSO_4 \cdot H_2O_{ТВ} + 2H_2O_{ГАЗ}$

Фрагмент Mathcad-документа (рис. 5) иллюстрирует расчет константы равновесия изучаемого процесса по экспериментальным данным о равновесном давлении гетерогенной системы.

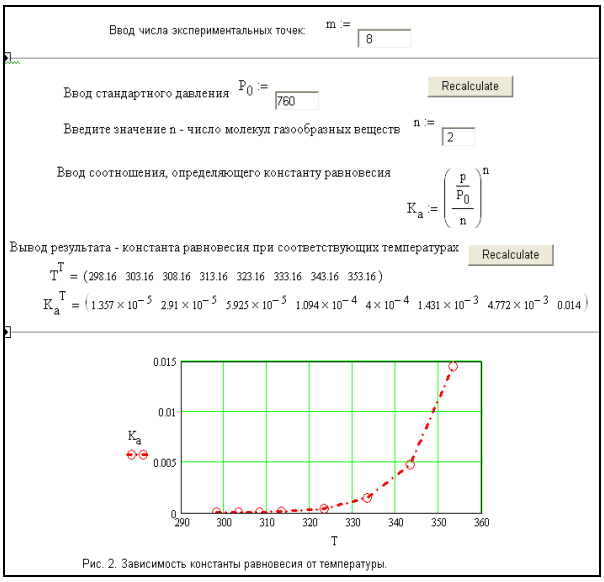


Рис. 5. Расчет температурной зависимости константы равновесия исследуемой системы

Фрагмент Mathcad-документа (рис. 6) иллюстрирует расчет теплового эффекта реакции и вывод уравнения, отражающего температурную зависимость константы равновесия исследуемой системы.

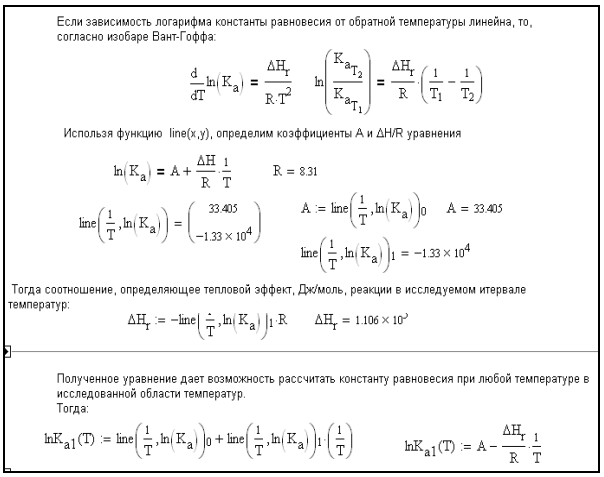


Рис. 6. Вывод уравнения, определяющего зависимость константы равновесия исследуемой системы от температуры

Ресурс позволяет исследовать влияние природы гетерогенной реакции на ее тепловой эффект, на величину константы равновесия, ее температурную зависимость, на температурные зависимости всех термодинамических функций, характеризующих исследуемую реакцию.

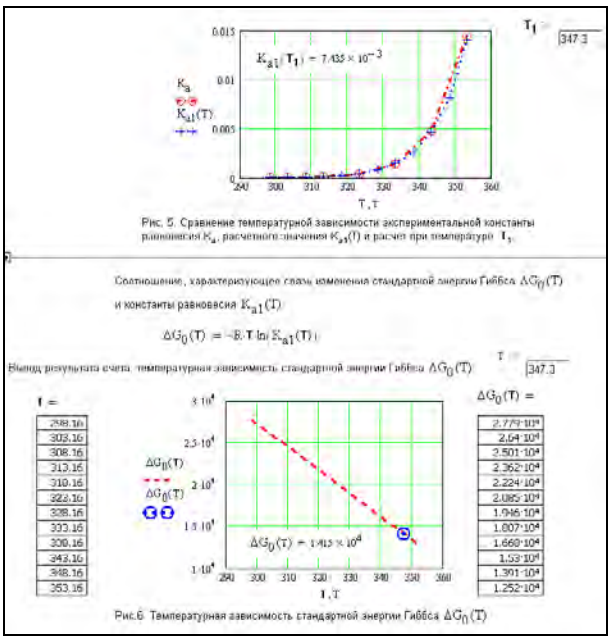


Рис .7. Сравнение экспериментальной и расчетной константы равновесия, расчет изменения энергии Гиббса

3. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИЙ В БЕЗГРАДИЕНТНОМ РЕАКТОРЕ

Представьте, что вам необходимо определить кинетическое уравнение $r(C_A)$ некоторой реакции.

В вашем распоряжении имеется безградиентый реактор, объем которого V вы можете задавать. Вы также можете варьировать объемную скорость v (рис. 8) и определять концентрацию C_A на выходе из реактора. Скорость реакции определяется по концентрации в зависимости от среднего времени пребывания молекул реагента в объеме реактора $\tau = V/v$, поскольку (рис. 10) математическая модель:

$$r(C_A, \tau) = \frac{C_{0A} - C_A}{\tau}$$

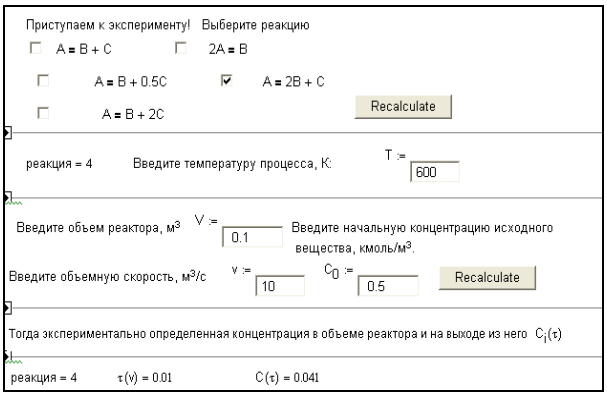


Рис. 8. Ввод объемной скорости и вывод результата — концентрации на выходе из реактора

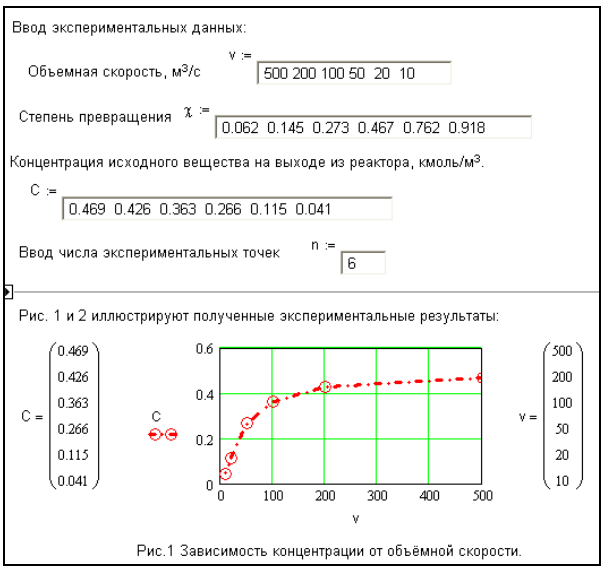


Рис. 9. Зависимость концентрации на выходе из реактора от объемной скорости

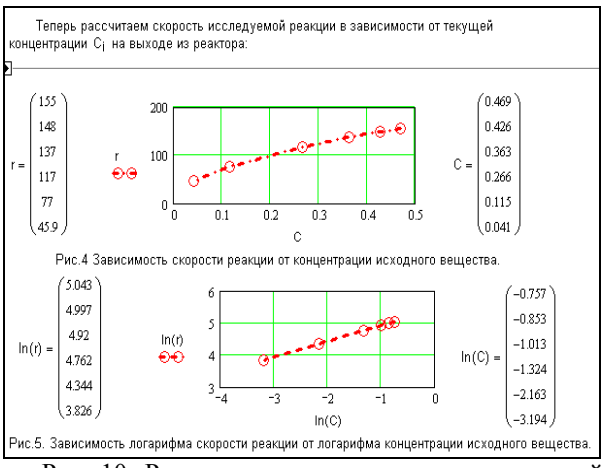


Рис. 10. Результат счета: скорость исследуемой реакции в зависимости от концентрации

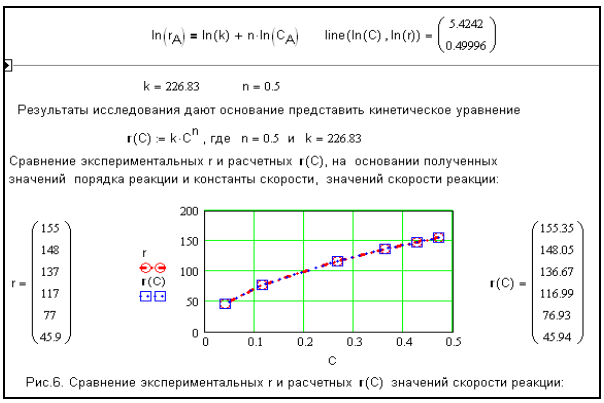


Рис. 11. Расчет кинетических параметров реакции и вывод кинетического уравнения

Изучение химической термодинамики и использование ее инструментального аппарата в профессиональной деятельности, исследование свойств термодинамических систем и моделирования физико-химических процессов невозможно без справочных данных по физико-химическим свойствам веществ и систем.

Однако возможны ситуации, когда базы данных не содержат сведения о соединениях: так база данных Термические Константы Вещества [1] насчитывает всего лишь 26976 веществ — экспериментальные методы определения свойств трудоемки, сложны, дороги и не благодарны.

Поэтому особое значение приобретают методы прогнозирования, в частности, методы сравнительного расчета [5], которые позволяют прогнозировать свойства неизученных веществ и физико-химических систем, сопоставляя свойства в ряду сходных веществ.

4. ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА СРАВНИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА

Целесообразно и, надеюсь, интересно рассмотреть некоторые из возможных сценариев осуществления исследовательских работ по прогнозированию неизвестных свойств веществ и физико-химических систем.

Представьте, что вы столкнулись с ситуацией, когда необходимо определить, например, теплоту образования гидроксида олова. Обращение к базам данных [1—4] не приводит к желаемому результату — данные отсутствуют. И тогда приходится прибегать к методам сравнительного расчета физико-химических свойств [5] и технологии Mathcad Calculation, сравнивая теплоты образования оксидов и гидроксидов при 298К (рис. 12).

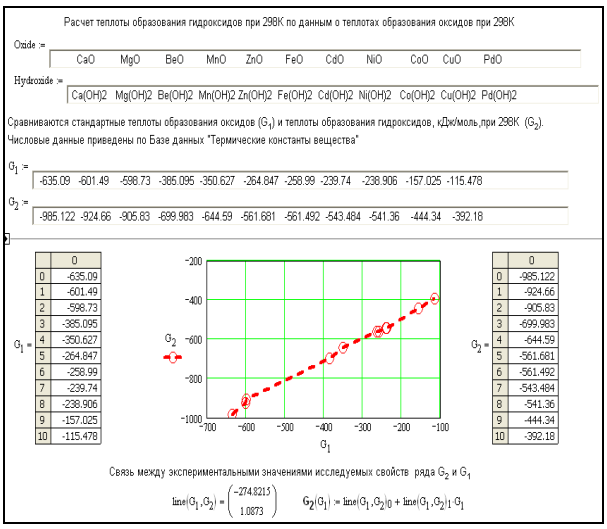


Рис. 12. Взаимосвязь между значениями стандартной теплоты образования оксидов и гидроксидов при 298 К

Найденная функциональная зависимость между теплотами образования оксидов и гидроксидов дает возможность прогнозировать по данным о теплоте образования оксида олова теплоту образования его гидроксида (рис. 13).

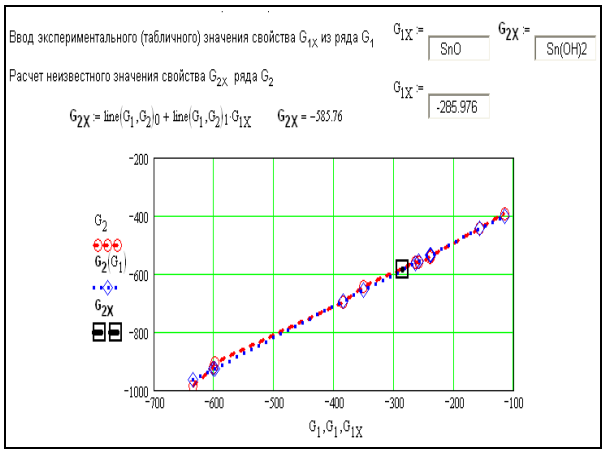


Рис. 13. Расчет теплоты образования гидроксида олова при 298 К

Критический опыт «добычи» и анализа информации из различных источников (справочников, Интернет-ресурсов и баз данных) формирует информационно-аналитическую компетенцию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проводя исследовательскую работу, конечно, повторяя путь, пройденный другими, студенты-исследователи становятся не только потребителями, но и производителями информации. Применение образовательных исследовательских Mathcad-технологий при изучении физической химии позволяет создавать качественно новую интерактивную информационно-учебную среду, способствует развитию познавательной активности и формированию навыков исследовательской деятельности, а значит, и совершенствованию образования в области фундаментальных естественных наук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **База** данных Термические константы веществ.

2. **База** данных Ивтантермо.

3. **Facility** for the Analysis of Chemical Thermodynamics F*A*C*T.

4. **Краткий** справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. — С-П.: Специальная литература, 2002.

5. **Карапетьянц М.Х.** Методы сравнительного расчета физико-химических свойств. — М.: Изд-во Наука, 1965.

Н.Г. Новгородова
Dits49@gmail.com
ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Екатеринбург

ИНЖЕНЕРНОЕ КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННОМ ГРАФИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

АННОТАЦИЯ

Отечественное машиностроение быстро модернизируется и переоснащается новым современным компьютеризированным оборудованием. Для эксплуатации такого оборудования требуются не только знания информационно-компьютерных технологий, но и глубокие знания технологических процессов производства машиностроительной продукции.

Молодому поколению необходимо приобрести навыки свободного ориентирования в качественно новой информационной среде и умения адекватно воспринимать и развивать ее реалии.

Высококачественно решить эти задачи могут именно инновационные образовательные технологии.

ВВЕДЕНИЕ

В своем обращении к народу В.В. Путин сказал: «Стране остро нужны специалисты с инженерно-техническим образованием». Дальнейшее экономическое развитие страны невозможно без инженерных кадров, без инженерных школ в различных отраслях народного хозяйства. Президент предлагает начинать профессиональную ориентацию уже со школьных лет: «…государство, конечно, должно проводить осознанную образовательную политику, исходя из интересов национального развития, исходя из интересов и потребностей рынка труда на сегодня и с прогнозом хотя бы на среднесрочную перспективу. Поэтому совершено правильно, если особое внимание мы уделим продвижению профильного образования, связанного с точными науками» [6].

Оснащение образовательных учреждений современными средствами информатики и использование их в качестве нового педагогического инструмента, позволяющего существенным образом повысить эффективность образовательного процесса. Это направление получило в нашей стране название педагогической информатики. На сегодняшний день одним из основных направлений информатизации отечественного образования остается формирование информационной культуры [5].

1. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Анализ рынка труда показывает, что за последнее десятилетие значительно повысились требования, предъявляемые работодателями к выпускникам вузов. Наличие теоретических знаний, узкоспециализированных умений и навыков молодых специалистов не достаточно современному производству. Сегодня рынку труда необходимы специалисты, в полной мере владеющие современными компьютерными технологиями, обладающие высокой управленческой культурой, способные ставить и решать широкий спектр профессиональных задач [1].

Для подготовки выпускников вузов высокой квалификации по направлениям модернизации и технологического развития страны высшей школе, по нашему убеждению, настоятельно необходимо [2]:

- непрерывно разрабатывать новые *профессионально-значимые* учебные курсы, гарантирующие трудоустройство выпускников вузов по специальности;
- увеличить в учебных планах долю курсов по выбору в соответствии с изменениями потребностей рынка труда;
- усилить прикладную и профессиональную подготовку студентов;
- создать полноценные условия для самостоятельной творческой работы студентов;
- информатизировать *все виды образовательной деятельности* студентов.

Современность диктует необходимость внедрения новых информационных технологий в учебные процессы школ, колледжей, вузов: мультимедийных занятий, 3D-визуализации, интернет-технологий. Цель их внедрения — создание ***вариативных*** *компьютеризированных курсов*, направленных на каждого обучаемого и позволяющих каждому обучаемому найти *новые* дополнительные *информационные технологии* в качестве инструмента решения своих творческих задач.

2. ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Разрабатываемые в отечественных вузах информационные технологии для процесса инженерно-технического образования обязаны достигать следующих целей:

- формирования и развития *системности мышления* обучаемого;
- реализации всех видов познавательной деятельности человека в приобретении знаний;

- развития и закрепления навыков и умений обучаемых;

- обеспечения *принципа индивидуализации учебного процесса* при сохранении его целостности.

Поэтому недостаточно просто овладеть той или иной информационной технологией. Необходимо *выделить и наиболее эффективно использовать* те особенности и возможности применяемой ИКТ, которые могут обеспечить решение указанных выше целей ***в наиболее полном объёме***.

Реализация этих целей предполагает решение следующих приоритетных задач [3]:

- обеспечение инновационного характера базового образования;

- модернизация институтов системы образования как инструментов социального развития;

- создание современной системы непрерывного образования, подготовки и переподготовки профессиональных кадров;

- формирование механизмов оценки качества и востребованности образовательных услуг с участием потребителей.

Основные дидактические задачи, стоящие перед преподавателями высшей школы страны состоят в том, чтобы подготовить студентов *к профессиональному самообразованию*, *развить у них интерес к обучению, вызвать познавательные потребности,* ***сформировать умения и навыки самостоятельного умственного труда в контексте будущей профессиональной деятельности***. А это возможно только при организации учебного процесса в вузе, исходя из запросов компетенций предприятий-работодателей (рис. 1, показано наклонными стрелками). В этом случае весь образовательный процесс вуза строится под портфолио компетенций, необходимых выпускнику, востребованному на рынке труда.

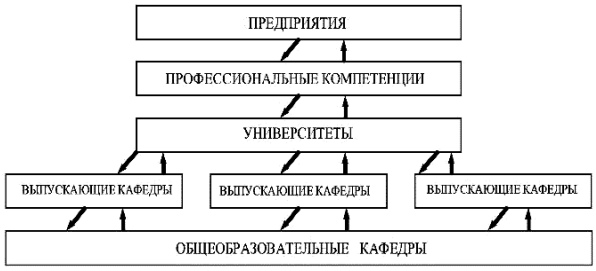


Рис. 1. Схема потоков для формирования профессиональных компетенций выпускника вуза

Поэтому перед преподавателями стоят сложные задачи *системной реорганизации всего образовательного процесса вуза*. Роль современного преподавателя вуза должна в корне измениться: преподаватель из пересказывающего учебник (или собственный конспект лекций) тьютора обязан превратиться в менеджера образовательного процесса, стать наставником каждому студенту, желающему получить образование в той или иной области знаний. Конечно, без современных информационных технологий и вычислительной техники полноценно реализовать это невозможно.

Однако иметь набор инновационных и разнообразных инструментов не достаточно, чтобы в корне изменить сам процесс образования. Прежде всего, самому преподавателю необходимо иметь мотивацию к внесению изменений в методологию обучающего процесса. Весь учебный процесс должен быть личностно-ориентированным, чтобы каждый студент смог реализовать свои способности в полном объеме. Преподавателю следует реализовать цель формирования у студентов мотивации к получению, поиску и усвоению новых знаний, т.е. к образованию.

3. ИНЖЕНЕРНОЕ КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННОМ ГРАФИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Отечественное машиностроение быстро модернизируется и переоснащается новым современным компьютеризированным оборудованием. Для эксплуатации такого оборудования требуются не только знания информационно-компьютерных технологий, но и глубокие знания технологических процессов производства машиностроительной продукции.

В Машиностроительном институте нашего университета студенты наряду с методико-педагогическими знаниями получают значительные инженерно-технические знания. Они изучают такие фундаментальные дисциплины, как «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования», «Технология металлов», «Технология машиностроения» и др. специальные дисциплины инженерной подготовки.

Эти инженерные курсы требуют от студентов всесторонних знаний: материаловедения, технологии материалов и оборудования, сопротивления материалов и др. Студенту, изучая эти дисциплины, надлежит знакомиться с большим числом литературных источников, осмысливать учебный материал, формировать собственное мнение и отстаивать его при защите курсовых проектов, а также [4]:

- обладать определенными способностями проектирования и конструирования деталей, узлов и машин;

- знать современные методы расчетов различных деталей и узлов;

- обладать знаниями свойств материалов, из которых изготовлены эти детали и узлы;

- знать технологию и оборудование для изготовления деталей и узлов;

- уметь грамотно чертить в соответствии с требованиями современных стандартов;

- обладать виртуальным воображением;

• уметь по плоскому чертежу представлять конструкцию детали, узла и машины в целом.

Курсовое проектирование по дисциплинам инженерно-технической составляющей студентов Машиностроительного института нашего университета требует от студента умения работать с большим числом справочной и учебной литературы. Интернет помогает студентам сократить время на поиск требуемого литературного источника. Однако найти литературный источник и требуемую информацию в нем еще не достаточно, чтобы сконструировать узел технологической машины. Произведя прочностные расчеты, студенту требуется грамотно вычертить узел. И здесь ему помогают компьютерные технологии — существует много компьютерных графических пакетов. Можно выполнить плоский чертеж, в формате 2D. В этом случае не все студенты понимают в полном объеме что именно они начертили, так как часто просто перечерчивают из атласа конструкций тот или иной узел или механизм.

Совершенно по-другому формируются инженерные знания и умения когда студенты используют для выполнения курсового проекта 3D-графику. В этом случае процесс проектирования полностью имитирует все три этапа проектирования: прочностные расчеты, моделирование составляющих деталей и процессы сборки механизма.

Студент каждую деталь моделирует от эскиза, до готового изделия в 3D-формате. Он имеет возможность оценить не только ее внешний вид, но и ее конструкцию с точки зрения технологии ее изготовления. А когда студент приступает к сборке механизма, то он четко представляет последовательность всех процессов соединения деталей в узлы и узлов в механизм. В этом случае студент приобретает достаточно глубокие знания, умения и навыки, как в области компьютерной графики, так и в профессиональной области.

В качестве примера можно привести курсовое проектирование по дисциплине «Детали машин». Студенту надлежит спроектировать привод какой-либо технологической машины, в котором основная сборочная единица — это редукторная передача. Плоский чертеж довольно часто содержит однотипные ошибки.

Когда студенты выполняют чертежи в графических пакетах (например, в Autodesk AutoCAD), то исправлять ошибки достаточно просто. При этом студенты освобождены от большого объема рутинной работы, такой, как вычерчивание рамок форматов, угловых и основных надписей на чертежах. Однако чтение плоских чертежей машиностроительного профиля не каждому студенту под силу. И при защите такого проекта не всегда студенты могут рассказать о технологии сборки узлов, регулировке зазоров подшипников в опорах валов и т.п.

В Машиностроительном институте нашего университета проводятся курсы трехмерного проектирования в графическом пакете Autodesk Inventor. На этих курсах студенты получают начальные навыки работы в этом графическом пакете. Графический пакет предназначен для выполнения инженерных расчетов, анализа деформированного и напряженного состояния деталей и ориентирован на отечественные стандарты прочностных расчетов и черчения.

Студенты, получившие стартовые навыки работы в этом графическом пакете, как правило, работают в нем увлеченно и грамотно. Каждый студент, проектируя в графическом пакете Autodesk Inventor редукторную передачу, может рассказать о том, как именно он моделировал каждую деталь, как осуществлял сборку узлов. При выполнении курсового проекта в 3D-формате студент уверенно проводит защиту проекта (рис. 2).

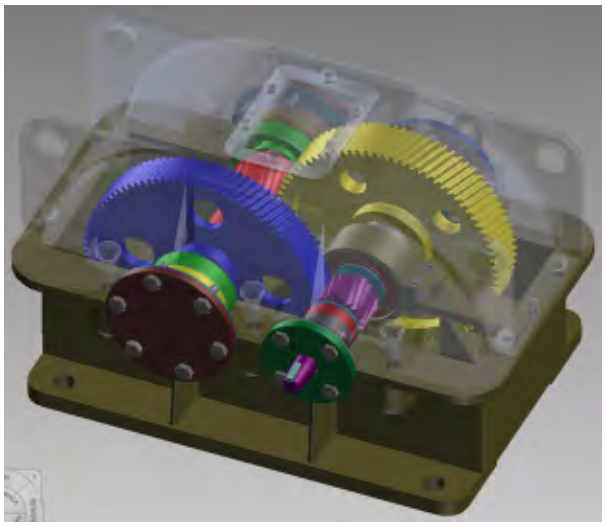


Рис. 2. Модель редуктора в 3D-формате

Использование богатой цветовой палитры графического пакета Autodesk Inventor позволяет создать расцвеченную объемную модель редукторной передачи. На ее примере легко объяснить как устроен каждый узел и каждая деталь редуктора.

Трехмерная модель может быть переведена в формат трехмерной картинки посредством сохранения в формате Autodesk Design Review. И этот формат модели является замечательным дидактическим инструментом преподавателя. Модели в формате Autodesk Design Review возможно использовать в процессе чтения мультимедийной лекции, на практическом занятии и при подготовке студентов к лабораторному практикуму. Модель в формате Autodesk Design Review очень удобно «вытащить» из редуктора, повращать и показать со всех сторон, комментируя особенности ее конструкции. А то, что все детали такой редукторной передачи расцвечены в различные цвета облегчает их восприятие аудиторией.

Использование Приложения Autodesk Design Review позволяет студенту продемонстрировать устройство любого узла редукторной передачи и показать весь редуктор с любой стороны (рис. 3).

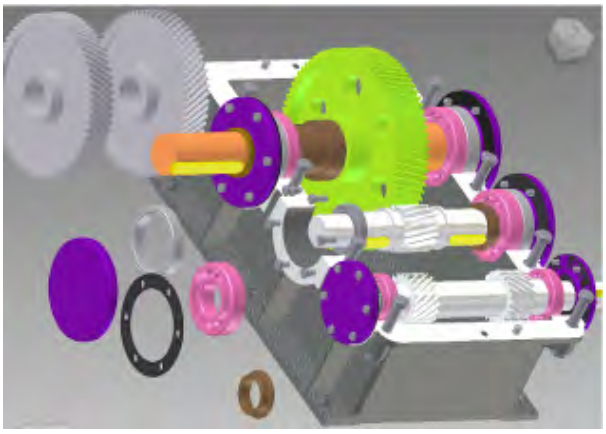


Рис. 3. Модель редуктора в формате Autodesk Design Review

Этот формат представления редукторной передачи является прекрасным дидактическим инструментом в руках преподавателя. Так, например, преподаватель во время лекционного или практического занятия может снять с модели червячного редуктора корпусные детали и, вращая передачу, объяснить какие компоновки червячных передач возможно применять в приводах технологических машин. Этот процесс замет не более 5—7 минут аудиторного времени, а восприятие учебного материала будет полноценным и запоминающимся.

Опыт применения графических пакетов компании Autodesk в курсовом проектировании студентов Машиностроительного института по дисциплине «Детали машин» показывает, что мотивация студентов к освоению графических пакетов Autodesk AutoCAD и Autodesk Inventor высока.

С 2008 года студенты Машиностроительного института нашего университета принимают участие в конкурсах студенческих работ, проводимых компанией Autodesk в странах СНГ. Так в 2013 году 6 студентов были признаны победителями этого конкурса и награждены Почетными грамотами.

Благодаря 3D-визуализации профессиональные знания студентов также гораздо выше, так как, когда понятно что делаешь, то хочется продолжать обучение. При правильной организации учебного процесса студент способен самостоятельно решать любые конструкторские задачи, а именно это и требуется от современного выпускника вуза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, «анализ современных направлений развития процесса информатизации образования показывает, что его рациональная организация в интересах дальнейшего научно-технического, социально-экономического и духовного развития общества представляет собой сложнейшую и весьма актуальную научно-организационную и социальную проблему. Для решения этой проблемы необходимы скоординированное и постоянное взаимодействие специалистов образования и науки, а также эффективная поддержка этого взаимодействия со стороны государственной власти и органов местного самоуправления» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Алтухов В., Серебряков А.** Исследование проблем и перспектив трудоустройства выпускников вузов на современном рынке труда. URL: http://www.profcareer.ru, (дата обращения: 08.11.2013).

2. **Новгородова Н.Г., Чубаркова Е.В.** Некоторые аспекты мотивации преподавателей к использованию информационных и коммуникационных технологий при подготовке выпускников вузов высокой квалификации: материалы 6-й Всерос. науч.-практич. конф. «Инновационные процессы в образовании: стратегия, теория и практика развития» (11-14 ноября 2013г.). — Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та. В 2 т. Т. 2. С. 281—284.

3. **Новгородова Н.Г., Чубаркова Е.В.** Контекстное обучение в профессионально-педагогическом образовании: материалы 6-й междунар. науч.-практич. конф. «Новые информационные технологии в образовании НИТО-2013» (12-15 марта 2013 г.). — Башкортостан, Абзаково, 2013. С. 88—91.

4. **Новгородова Н.Г.** Усиление мотивации студентов к обучению посредством внедрения в учебный процесс 3D-визуализации: кол. монография / Теория и практика формирования профессиональной компетентности в контексте информатизации образования. В 2 кн. Кн. 2. — Геогриевск: Георгиевский технол. инс-т (филиал) ГОУ ВПО «Северо-Кавказский гос. тех. ун-т», 2011. С.100—108.

5. **Прокудин Д.Е.** Информатизация отечественного образования: итоги и перспективы. URL: http://lib.znate.ru/docs/index-233808.html, (дата обращения: 07.11.2013).

6. **Путин В.В.** Стране остро нужны специалисты с инженерно-техническим образованием. URL: http://www.regnum.ru/news/polit/1668452.html#ixzz21y8xtAkE, (дата обращения: 10.11.2013).

В.Ф. Очков, К.А. Орлов, А.В. Очков, В.А. Волощук, М.А. Мартыняк
Ochkov@twt.mpei.ac.ru, orlov@twt.mpei.ac.ru, al@twt.mpei.ac.ru, Volodya-28@yandex.ru, marta.martynyak@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва — ООО «Триеру», Москва,
Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно,
Национальный университет «Львовская политехника», Львов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

АННОТАЦИЯ

Представлены ресурсы сервера Московского энергетического института, дающие возможность проводить «облачные» расчеты теплонасосных установок.

Даны примеры трех вариантов использования ресурсов сервера: интерактивные расчеты, скачивание и ссылки.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день теплонасосные установки являются перспективными энергоэффективными технологиями. Для исследования, оптимизации, усовершенствования и дальнейшего развития таких установок часто необходимо применять теплофизическое моделирование с использованием компьютерной техники и информационных технологий, в сфере которых также интенсивно ведутся работы по разработке и применению новых методов и средств.

В работе предлагаются новые подходы к выполнению теплофизического моделирования теплонасосных установок, базирующихся на Интернет-технологиях.

1. ВОЗМОЖНОСТИ «ОБЛАЧНОГО» СЕРВЕРА ПРИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

В Московском энергетическом институте успешно эксплуатируется «облачный» сервер (www.vpu.ru/mas), созданный на основе Mathcad Calculation Server — сетевого публикатора программного пакета Mathcad. Данный сервер можно применять для теплофизического моделирования объектов теплоэнергетики, в том числе и теплонасосных установок.

Сервер предлагает три варианта использования своих ресурсов: интерактивные online расчеты, скачивание функций и ссылки на функции.

Интерактивные расчеты позволяют проводить «облачные» вычисления с возможностью ввода и изменения исходных данных. Функция скачивания дает возможность загружать ресурсы сервера на персональный компьютер. При помощи процедуры ссылок можно ссылаться на готовые программы по моделированию теплонасосных установок для создания новых программ.

2. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ «ОБЛАЧНОГО» СЕРВЕРА

Для примера, на рис. 1 показана страничка «облачных» функций по расчету теплофизических параметров хладагента R407c. Страничка находится по адресу http://twt.mpei.ac.ru/TTHB/2/R407c.html. В меню сервера www.vpu.ru/mas ее можно найти в интерактивном справочнике «Теплоэнергетика и теплотехника», книге 2 «Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент», разделе 2 «Термодинамика».

Рис. 1. Интернет-ресурс для расчета теплофизических свойств хладагента R407c на линии насыщения и в однофазной области

Предлагаемые «облачные» функции позволяют определять теплофизические параметры хладагента как на линии насыщения, так и однофазной области. При этом данные функции могут быть как прямыми, так и обратными.

На рис. 2 показан пример Интернет-странички обратной функции для интерактивного расчета температуры фреона R407c в зависимости от давления и удельной энтальпии. При этом пользователь может в Интернет-браузере вводить исходные данные (давление и удельную энтальпию), изменять единицы измерения и получать результат по вычислению температуры как в числовом формате, так и в графическом виде.

На рис. 3 показан пример блока исходных данных для интерактивного расчета термодинамического регенеративного цикла парокомпрессорного теплового насоса. Страничка по данному расчету размещена на сервере в интерактивном справочнике «Термодинамические циклы».

Рис. 4 предлагает фрагмент интерактивного построения термодинамического регенеративного цикла парокомпрессорного теплового насоса в TS- и ph-диаграммах.

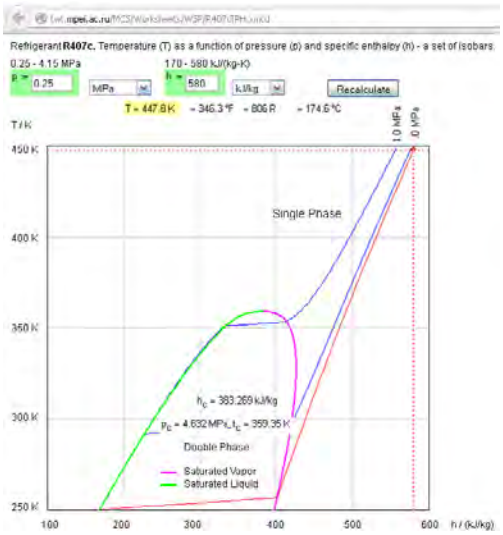


Рис. 2. Интерактивный расчет температуры фреона R407c в зависимости от давления и удельной энтальпии

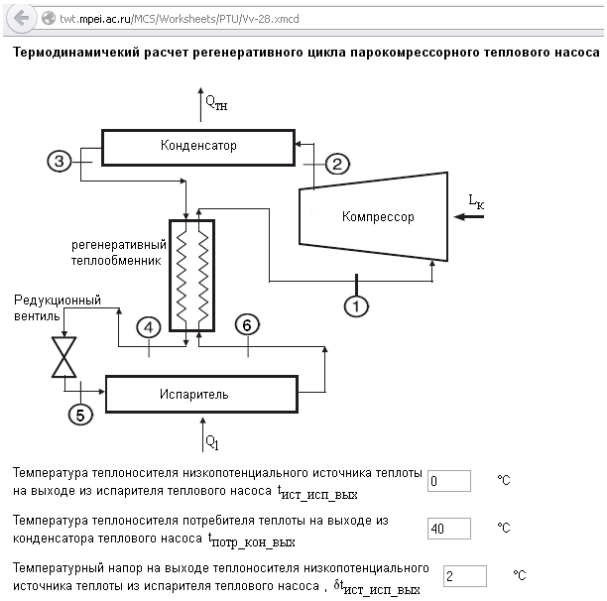


Рис. 3. Фрагмент блока исходных данных для интерактивного расчета термодинамического регенеративного цикла парокомпрессорного теплового насоса

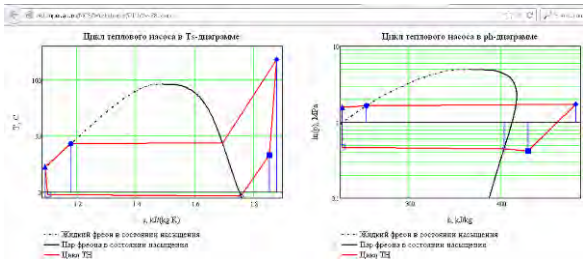


Рис. 4. Фрагмент интерактивного построения термодинамического регенеративного цикла парокомпрессорного теплового насоса

Сервер www.vpu.ru/mas также предлагает функцию ссылки на свои ресурсы из других MathCad-документов.

Процедура использования технологии ссылок описана в работах [1, 2], с которыми также можно ознакомится на сервере www.vpu.ru/mas.

Для примера на рис. 5. показан MathCad-документ, в котором сделаны ссылки на «облачные» функции по расчету термодинамических свойств хладагента R407c с целью определения удельного количества подведенной теплоты.

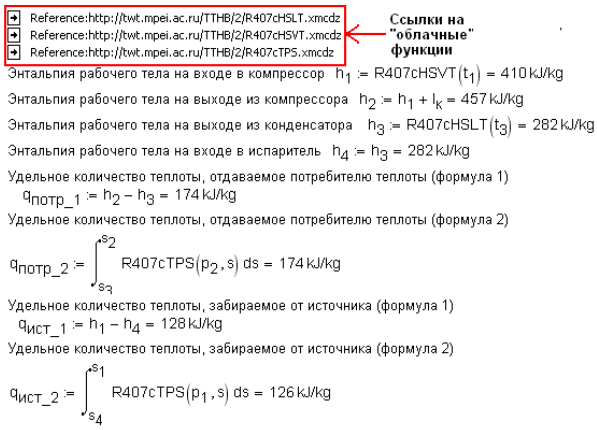


Рис. 5. Использование технологии ссылок на «облачные» функции из MathCad-документа пользователя

Размещенные на сервере www.vpu.ru/mas MathCad-документы также можно скачивать на персональный компьютер и использовать в индивидуальных расчетах. Для этого есть специальные ссылки «скачать MathCad-файл».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданный на базе Mathcad Calculation Server «облачный» сервер www.vpu.ru/mas предлагает ресурсы, с помощью которых можно проводить теплофизическое моделирование теплонасосных установок.

При этом, ресурсы сервера можно использовать тремя способами: интерактивными расчетами, ссылками и скачиванием MathCad-документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **«Облачный»** сервис по свойствам рабочих веществ холодильных установок / В.Ф. Очков, К.А. Орлов, А.В. Очков и др. // Вестник Международной академии холода. 2013. № 2. С. 23—28.

2. **Волощук В.А., Очков В.Ф., Очков А.В.** «Облачный» сервис для теплофизического моделирования холодильных машин и тепловых насосов // Сборник научных трудов VIII международной конференции «Устойчивое развитие и искусственный холод». — Херсон: Гринь Д.С., 2012. С 597—602.

Е.В.Позняк
PozniakYV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

АННОТАЦИЯ

В докладе представлены возможности программного обеспечения «Еврософт Одиссей» (разработчик — ООО «Еврософт», Москва) в области векторного, корреляционного и спектрального анализа природных или синтезированных акселерограмм при сейсмических движениях грунта. ПО «Еврософт Одиссей» позволяет получить данные для квазистатического расчета на сейсмостойкость по интегральной модели в виде обоснованной зависимости коэффициентов динамичности от частот или периодов собственных колебаний сооружения.

ВВЕДЕНИЕ

Программа «Еврософт Одиссей» выполняет обработку синтезированных и природных акселерограмм для их анализа перед проведением расчетов на сейсмостойкость, т. е. для установления вида и параметров волновой модели сейсмического воздействия. В зависимости от фазовой скорости сейсмических волн и размеров фундамента здания в плане по графику нормированной интенсивности поступательного движения может быть определен тип волновой модели (интегральная дилатационная, интегральная дилатационно-ротационная или дифференцированная). Для интегральной модели рассчитываются параметры, необходимые для анализа во временной и частотной областях. К ним относятся вектора ускорений поступательного и ротационного движений, отфильтрованные по длинам волн, коэффициенты динамичности и нормированные коэффициенты интенсивностей поступательного и ротационного движения.

1. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА АКСЕЛЕРОГРАММ

Рис.1. Интерфейс ПО «Еврософт Одиссей»

Первичная обработка акселерограмм в меню «Расчет» включает масштабирование, фильтрацию волн по частоте и длине волны и изменение временного диапазона.

Масштабирование акселерограмм применяют при необходимости перейти к другим размерностям физических величин, либо при наличии масштабирующего коэффициента прибора при измерениях.

Фильтрация позволяет исключить из спектра сейсмического воздействия безопасные для сооружения высокие частоты (или волны с длинами, значительно меньшими размеров сооружения в плане).

Изменение диапазона — важная процедура подготовки акселерограммы к получению расчетных данных. Она необходима для удаления безопасных для сооружения *P*-волн (первичные волны или волны сжатия) сейсмического воздействия и учета только интенсивной фазы землетрясения, соответствующей *S*-волнам (вторичным или сдвиговым), и наиболее опасным поверхностным *L*-волнам. Кроме того, удаление участков акселерограммы малой интенсивности снижает общую нелинейность сейсмического воздействия. Эта процедура дает возможность выделить опасную фазу случайного процесса и, считая её стационарной, корректно провести дальнейший корреляционный и спектральный анализ.

Входные данные для расчета на сейсмостойкость — природные или искусственные акселерограммы поступательного движения грунта в трех взаимно перпендикулярных направлениях — позволяют представить сейсмическое воздействие в виде случайного трехмерного вектора с компонентами, зависящими от времени. В ПО «Еврософт Одиссей» доступны следующие операции *векторного анализа*: поворот системы координат, определение модуля вектора сейсмического воздействия и направляющих косинусов, определение ротационных компонент. *Поворот системы координат* необходим для совмещения глобальных осей сооружения с осями, в которых задано сейсмическое воздействие.

Модуль вектора сейсмического воздействия является инвариантным параметром (не зависящим от выбранной системы координат), он характеризует величину вектора сейсмического ускорения. По дисперсии модуля можно оценить интенсивность сейсмического движения грунта.

Направляющие косинусы характеризуют ориентацию в пространстве вектора сейсмического воздействия относительно выбранных осей отсчета.

Ротационные компоненты сейсмического движения грунта — компоненты вектора углового ускорения вращательного движения относительно выбранных осей.

2. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКСЕЛЕРОГРАММ

ПО «Еврософт Одиссей» имеет развитый аппарат спектрального и корреляционного анализа, необходимый для изучения частотных и статистических характеристик случайных процессов.

Корреляционный анализ включает расчет нормированной *функции* автокорреляции и взаимной *корреляции* случайных процессов, соответствующих ускорениям поступательного движения в заданных направлениях. *Математическое ожидание, стандарт и матрица корреляции* определяются для следующих случайных процессов: трех компонент вектора ускорений поступательного движения, модуля этого вектора и трех его направляющих косинусов. Полученные параметры случайных процессов есть моменты первого и второго порядков входного динамического воздействия. В дальнейшем эти моменты могут быть использованы для определения реакции сооружения при расчете в вероятностной постановке методом спектральных представлений [3].

Спектральный анализ случайных процессов включает *прямое и обратное преобразования Фурье* вектора ускорения сейсмического движения грунта, зависимость *стандарта* сейсмического воздействия *от частоты* и *спектральную плотность* (в том числе ротационный компонент).

В интегральной модели массив грунта под сооружением наделяют шестью степенями свободы — три в направлении поступательного и три в направлении вращательного движения. При общепринятом квазистатическом методе расчета на сейсмостойкость в детерминированной постановке, отраженном в [4], горизонтальные и вертикальные сейсмические нагрузки определяют как произведение ускорений поступательного движения на узловые массы конструкции. Для учета динамических эффектов полученные произведения умножают на *коэффициенты динамичности* (КД). При случайных сейсмических нагрузках реакция конструкции — случайный процесс, но в детерминированной постановке КД определяют как неслучайную величину: он равен отношению среднеквадратичного отклонения (стандарта) обобщенной координаты сооружения к значению этой координаты при статическом воздействии. «Одиссей» рассчитывает коэффициенты динамичности для поступательного движения в заданных направлениях как функции от периодов собственных колебаний конструкции или собственной частоты. Кроме того, имеется возможность построения *огибающих для коэффициентов динамичности* по направлениям, заданным пользователем. В результате расчетчик получает данные для расчета по обоснованной зависимости КД от периодов собственных колебаний сооружения (рис. 2 [4]).

В качестве проверочного расчета во временной области акселерограммы ускорения поступательного движения грунта могут использоваться напрямую. При этом динамические нагрузки формируются как функции от времени. В некоторых случаях при расчетах на сейсмостойкость необходимо учитывать дополнительные нагрузки от ротационного движения массива грунта под сооружением. Это особенно важно при первой крутильной форме собственных колебаний, при наличии подвешенных этажей и оборудования, для наиболее ответственных, нестандартных и потенциально опасных конструкций.

Нагрузки от ротационного движения равны произведению угловых ускорений на моменты инерции масс относительно соответствующих осей вращения. ПО «Еврософт Одиссей» проводит расчет угловых ускорений вращательного движения (*ротационных компонент*) как функций от времени, подготавливая полный набор данных для проведения проверочного расчета во временной области.

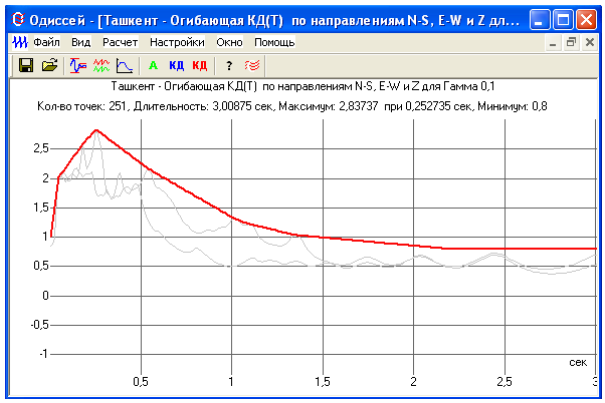


Рис.2. Огибающая коэффициентов динамичности

Таким образом, основными расчетными параметрами интегральной модели сейсмического воздействия являются коэффициенты динамичности или их огибающие для квазистатического расчета спектральным методом в детерминированной постановке и акселерограммы ускорений поступательного и ротационного движения для проверочного расчета во временной области. ПО «Еврософт Одиссей» может формировать перечисленные расчетные данные в виде файлов, доступных для чтения ПК «Еврософт STARK», где расчеты на сейсмостойкость проводятся в автоматическом режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Назаров Ю.П.** Аналитические основы расчета сооружений на сейсмические воздействия. — М.: Наука, 2010. — 468 с.

2. **Назаров Ю.П.** Расчетные модели сейсмических воздействий. — М.: Наука, 2012. — 414 с.

3. **Болотин В.В.** Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. — М.: Стройиздат, 1981. —351 с.

4. **Актуализированный СНиП** П-7-81* Строительство в сейсмических районах, 2-ая редакция.

Л.К. Птицына, А.А. Лебедева
ptitsina_lk@inbox.ru, annalebedeva4@mail.ru
ФГОБУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Санкт-Петербург

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЕТЕЙ

АННОТАЦИЯ

В докладе представлен новый сегмент методологии проектирования интеллектуальных программных агентов для крупномасштабных сетей. Целевая ориентация сегмента направлена на решение задачи преодоления априорной неопределенности относительно сетевой инфраструктуры при помощи интеллектуальных программных агентов с динамическими приоритетами в объединении их распределенных действий. Новый сегмент образован системой методик, разработанных на основе интеграции интеллектуальных технологий, высокопроизводительных технологий, а также технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования.

ВВЕДЕНИЕ

Одно из перспективных направлений развития информационных инфраструктур базируется на интеллектуализации функциональных процессов, ориентированных на уменьшение влияния субъективных факторов организации процессов сопровождения их жизненного цикла и повышение эффективности выполнения профессиональной деятельности в научно-образовательных и научно-производственных средах. Среди перспективных вариантов интеллектуализации функциональных процессов в информационных инфраструктурах ведущая роль отводится техническим решениям, основанным на разработке и применении интеллектуальных программных агентов [1]. Подобные технические решения отличаются от альтернативных вариантов интеллектуализации наиболее широким диапазоном вариаций функциональных спецификаций выполняемых действий в гетерогенных информационных инфраструктурах [2]. Интеллектуальные программные агенты являются системообразующими элементами вычислительного интеллекта информационных инфраструктур.

Среда крупномасштабных информационных инфраструктур характеризуется проявлением обилия случайных факторов, определяющих поведение инфокоммуникационных ресурсов [3]. В этой связи появляется объективная необходимость введения в функциональную спецификацию интеллектуальных программных агентов механизмов с динамическими приоритетами в объединении параллельных действий. Известные достижения по проектированию интеллектуальных программных агентов [4, 5, 6] не касаются анализа качества функционирования подобных механизмов, что не позволяет обеспечивать гарантированного эффекта от внедрения инноваций. Указанные обстоятельства актуализируют разработку нового сегмента методологии проектирования интеллектуальных программных агентов, учитывающего влияние динамических приоритетов на профили их характеристик.

1. СИСТЕМА МЕТОДИК НОВОГО СЕГМЕНТА МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ

Разработанная система методик является системообразующим ядром нового сегмента методологии проектирования интеллектуальных программных агентов с априорными динамическими приоритетами синхронизации параллельных действий. В систему включается:

– методика формирования расширенной объектно-ориентированной модели интеллектуального программного агента;

– методика заполнения параметрического пространства расширенной объектно-ориентированной модели интеллектуального программного агента;

– методика определения характеристик качества интеллектуального программного агента с априорными динамическими приоритетами синхронизации их параллельных действий;

– методика объектно-ориентированного анализа преодоления априорной неопределенности относительно описания гетерогенной сети;

– методика включения нового методического обеспечения в методологию проектирования интеллектуальных программных агентов;

– методика разработки инструментального программного обеспечения для проектирования интеллектуальных программных агентов с априорными динамическими приоритетами синхронизации их действий, включающая подтверждение корректности его функционирования в реальных условиях.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСШИРЕННЫХ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ

Интеллектуальный программный агент представляется расширенной объектно-ориентиро-

ванной моделью в классе диаграмм деятельности в виде графа в нотации UML 2.0, описываемого:

- матрицей инциденций для узловых вершин, каждая из которых соответствует запуску, завершению, объединению или распараллеливанию действий;
- матрицей вероятностей переходов между неузловыми вершинами, соответствующих выполняемым действиям;
- вектором функций объединения (входа в неузловые вершины) последовательно выполняемых действий, каждый элемент которого является функцией «исключающего ИЛИ» с аргументами, соответствующими входящим дугам;
- вектором функций разветвления (выхода из неузловых вершин) последовательно выполняемых действий, каждый элемент которого является функцией «исключающего ИЛИ» с аргументами, соответствующими исходящим дугам;
- вектором функций распараллеливания;
- векторами функций объединения (входа в узловые вершины) распараллеленных действий;
- набором векторов, представляющих вероятности динамических приоритетов по завершению распараллеленных действий в полной группе несовместных событий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный сегмент методологии предназначается для:

- анализа поведения динамических характеристик устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры в зависимости от ее масштабов, планов действий и функциональных спецификаций механизмов синхронизации параллельных действий интеллектуальных программных агентов, размеров ее распределенности, характеристик информационных ресурсов;
- выяснения возможных границ изменения динамических характеристик устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры при использовании интеллектуальных программных агентов-прототипов с механизмами синхронизации их параллельных действий согласно априорным динамическим приоритетам в сетях различной масштабности;
- обоснования требований к архитектуре интеллектуальных программных агентов при установленных требованиях к риску неустранения априорной неопределенности относительно состава инфраструктуры фиксированной масштабности.

Научная новизна нового сегмента методологии заключается:

– в расширении системы объектно-ориентированных моделей деятельности информационных программных агентов интеллектуального мониторинга;

– в расширении формализаций для определения динамических характеристик устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры за счет учета механизмов синхронизации параллельных действий интеллектуальных информационных программных агентов с априорными динамическими приоритетами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рассел С., Норвиг П.** Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.,: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. — 1408 с.

2. **Птицына Л.К., Добрецов С.В.** Интеллектуальные технологии и представление знаний. Планирование действий интеллектуальных агентов в информационных сетях: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. — 172с.

3. **Птицына Л.К., Шестаков С.М.** Информационные сети. Интеллектуальные информационные агенты: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. — 210 с.

4. **Птицына Л.К., Власов С.Н.** Научные достижения в области разработки математического обеспечения интеллектуальных информационных агентов для формирования нового качества высшего политехнического образования. Лекция-доклад / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14 – 15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)». — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. — 52 с.

5. **Птицына Л.К., Птицын А.В.** Преодоление неопределенности относительно динамических профилей комплексных систем защиты информации / Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева Выпуск 5 (31) (по материалам XII Международного симпозиума по непараметрическим методам в кибернетике и системном анализе). — Красноярск, — 2010. С. 154—156.

6. **Птицына Л. К., Власов С. Н.** Разработка и анализ моделей поведения интеллектуальных информационных агентов в гетерогенной сети при априорной неопределенности // Промышленные АСУ и контроллеры. 2011. № 6. С. 33—37.

В.К. Пчельник, И.Н. Ревчук
irina.revchuk.54@mail.ru
Государственный университет имени Я.Купалы, Гродно

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРИВЕДЕНИЯ МАТРИЦЫ К ВИДУ С ДИГОНАЛЬНЫМ ПРЕОБЛАДАНИЕМ

АННОТАЦИЯ

Достаточным условием сходимости методов простой итерации и Зейделя решения систем линейных алгебраических уравнений является наличие у матрицы системы диагонального преобладания [1]. Предлагаемый способ получения матрицы с диагональным преобладанием не зависит от конкретных исходных данных.

ВВЕДЕНИЕ

В [2] предложена реализация алгоритма приведения матрицы системы линейных алгебраических уравнений с единственным ненулевым решением к виду с диагональным преобладанием в электронных таблицах MS EXCEL. В данной работе предложено решение этой же задачи в СКМ МАТКАД [3—5].

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим систему линейных алгебраических уравнений

$$AX=B, \tag{1}$$

где

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, B=\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix},$$
$$X=\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, |A| \neq 0. \tag{2}$$

Как известно, для системы (1) метод итерации сходится, если выполнены неравенства (3) [1].

$$|a_{ii}| > \sum_{i \neq j} |a_{ij}| \quad (i=\overline{1,n}) \tag{3}$$

Опишем один из алгоритмов приведения матрицы A к виду с диагональным преобладанием. Предположим, что для уравнения с номером k, $1 \le k \le n$ в системе (1) не выполнено соотношение (3). Умножим каждое уравнение (1) на некоторые вещественные числа $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ и потребуем, чтобы были выполнены условия в системе (4) (матрица этой системы транспонирована по отношению к матрице A). Так как матрица A невырожденная, то система (4) имеет единственное решение.

$$\begin{cases} a'_{11}\lambda_1 + a'_{21}\lambda_2 + \dots + a'_{n1}\lambda_n = 1, \\ a'_{12}\lambda_1 + a'_{22}\lambda_2 + \dots + a'_{n2}\lambda_n = 1, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a'_{1,k-1}\lambda_1 + a'_{2,k-1}\lambda_2 + \dots + a'_{n,k-1}\lambda_n = 1, \\ a'_{1k}\lambda_1 + a'_{2k}\lambda_2 + \dots + a'_{nk}\lambda_n = 2n, \\ a'_{1,k+1}\lambda_1 + a'_{2,k+1}\lambda_2 + \dots + a'_{n,k+1}\lambda = 1, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ a'_{1n}\lambda_1 + a'_{2n}\lambda_2 + \dots + a'_{nn}\lambda_n = 1. \end{cases} \tag{4}$$

В преобразованной таким образом матрице A системы (1) на месте строки с номером k, $1 \le k \le n$ появится строка вида (5). Ясно, что для этой строки выполняется соотношение вида (3).

$$1 \quad 1 \quad \dots \quad 1 \quad 2n \quad 1 \quad \dots \quad 1 \tag{5}$$

2. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА

Ниже приведен алгоритм решения задачи в СКМ МАТКАД. Матрица размера n × (n + 1) вводится из внешнего файла. Первые n столбцов занимает матрица A системы. В столбце (n + 1) находится столбец свободных членов B (рис. 1).

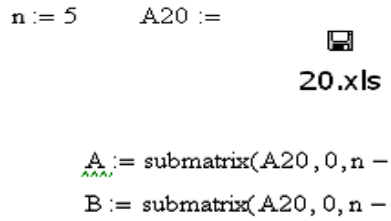


Рис. 1. Ввод исходных данных

В элемент i массива flag помещается 0 или 1 в зависимости от того, есть ли в строке i исходной матрицы диагональное преобладание

$$\text{flag}_i := \text{if}\left(\sum_{j=0}^{n-1} \left|A_{i,j}\right| - 2\cdot\left|A_{i,i}\right| < 0, 0, 1\right) \tag{6}$$

Процедура Diag(A,B,n,nom) находит массив X множителей для заданной строки nom матрицы A и

соответствующее значение B_{nom} для столбца свободных членов.

$$\mathrm{Diag}(A,B,n,nom) := \left| \begin{array}{l} C \leftarrow A^T \\ \text{for } i \in 0..n-1 \\ \quad R_i \leftarrow 1 \\ R_{nom} \leftarrow 2\cdot n \\ X \leftarrow C^{-1}\cdot R \\ B_{nom} \leftarrow \sum_{j=0}^{n-1} \left(X_j\cdot B_j\right) \\ B_{nom} \end{array} \right.$$

Рис. 2. Процедура приведения строки nom к виду с диагональным преобладанием

На рис. 3 показан процесс получения матрицы A1 с диагональным преобладанием и соответствующим столбцом свободных членов B1. Системы A·X = B и A1·X = B1 эквивалентны.

$$i := 0..n-1$$

$$B1_i := \mathrm{if}\left(flag_i 1, \mathrm{Diag}(A,B,n,i), B_i\right)$$

$$j := 0..n-1$$

$$A1_{i,j} := \mathrm{if}\left(flag_i 1, \mathrm{if}(i = j, 2\cdot n, 1), A_{i,j}\right)$$

Рис. 3. Определение новой системы, эквивалентной заданной системе

3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМ 5 И 10 ПОРЯДКОВ

$$\mathrm{augment}(A,B) = \begin{pmatrix} -3 & 11 & -8 & 24 & -16 & -1 \\ -28 & -5 & 10 & -16 & -25 & -3 \\ 5 & -28 & -1000 & 8 & -5 & -5 \\ -19 & -26 & -20 & 22 & -25 & 2 \\ 7 & 10 & 4 & 18 & -25 & 2 \end{pmatrix}$$

$$flag^T = (1\ \ 1\ \ 0\ \ 1\ \ 1)$$

$$\mathrm{augment}(A1,B1) = \begin{pmatrix} 10 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1.833275 \\ 1 & 10 & 1 & 1 & 1 & -1.401262 \\ 5 & -28 & -1000 & 8 & -5 & -5 \\ 1 & 1 & 1 & 10 & 1 & 0.044885 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 10 & -0.714994 \end{pmatrix}$$

$$\mathrm{augment}\left(A^{-1}\cdot B, A1^{-1}\cdot B1\right) = \begin{pmatrix} 0.204902 & 0.204902 \\ -0.154491 & -0.154491 \\ 0.010791 & 0.010791 \\ 0.006192 & 0.006192 \\ -0.078239 & -0.078239 \end{pmatrix}$$

Рис. 4. Пример для n = 5

$$\mathrm{augment}(A,B) = \begin{pmatrix} -3 & 11 & -8 & 24 & -16 & -1 & -13 & 19 & -19 & 21 & -6 \\ -28 & -5 & 10 & -16 & -25 & -3 & 29 & -6 & -17 & -20 & 22 \\ 5 & -28 & -1000 & 8 & -5 & -5 & -8 & -25 & -28 & 11 & 3 \\ -19 & -26 & -20 & 22 & -25 & 2 & 3 & 7 & 21 & 0 & -12 \\ 7 & 10 & 4 & 18 & -25 & 2 & -20 & -30 & -29 & -23 & -18 \\ -17 & -21 & 22 & -18 & 18 & -2800 & -2 & -17 & 17 & -16 & 2 \\ 23 & -11 & -17 & 23 & -26 & -10 & 12 & 2 & -5 & -29 & -18 \\ 1 & -17 & -13 & 0 & 5 & -2 & -9 & 1834 & -4 & -23 & -10 \\ 17 & 20 & -23 & 5 & -21 & 20 & -3 & 27 & -3 & -5 & -6 \\ -7 & -26 & 25 & 26 & 6 & -10 & 1 & 5 & 7 & 1 & 10 \end{pmatrix}$$

$$flag^T = (1\ \ 1\ \ 0\ \ 1\ \ 1\ \ 0\ \ 1\ \ 0\ \ 1\ \ 1)$$

$$\mathrm{augment}(A1,B1) = \begin{pmatrix} 20 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -29.898632 \\ 1 & 20 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 52.822033 \\ 5 & -28 & -1000 & 8 & -5 & -5 & -8 & -25 & -28 & 11 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 20 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 41.714954 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 20 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 38.757477 \\ -17 & -21 & 22 & -18 & 18 & -2800 & -2 & -17 & 17 & -16 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 20 & 1 & 1 & 1 & 34.381925 \\ 1 & -17 & -13 & 0 & 5 & -2 & -9 & 1834 & -4 & -23 & -10 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 20 & 1 & 16.929825 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 20 & -18.660048 \end{pmatrix}$$

$$\mathrm{augment}\left(A^{-1}\cdot B, A1^{-1}\cdot B1\right) = \begin{pmatrix} -1.844639 & -1.844639 \\ 2.50908 & 2.50908 \\ -0.119535 & -0.119535 \\ 1.924497 & 1.924497 \\ 1.76884 & 1.76884 \\ -0.000485 & -0.000485 \\ 1.538548 & 1.538548 \\ 0.006328 & 0.006328 \\ 0.620016 & 0.620016 \\ -1.253135 & -1.253135 \end{pmatrix}$$

Рис. 5. Пример для n = 10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлена реализация алгоритма приведения матрицы системы линейных алгебраических уравнений, имеющей единственное ненулевое решение, к виду с диагональным преобладанием. Материал может быть полезен при изучении итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Демидович Б.П., Марон И.А.** Основы вычислительной математики. — М.: Наука, 1966.

2. **Пчельник В.К., Ревчук И.Н.** К вопросу приведения квадратной матрицы к виду с диагональным преоблаладанием // Международный конгресс по информатике. — Минск: БГУ, 2013. С. 473—478.

3. **Гурский Д.А., Турбина Е.С**. Вычисления в Маткад 12. — СПб.: Питер, 2006.

4. **Охорзин В.А**. Прикладная математика в системе MAHTCAD. — СПб.: Лань, 2008.

5. **Очков В.Ф**. Маткад 14 для студентов, инженеров и конструкторов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007.

П.В. Росляков
RoslyakovPV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассмотрен опыт реализации профессиональных компетенций для проектно-конструкторской деятельности выпускников образовательных программ магистратуры по направлению 141100 «Энергетическое машиностроение» при выполнении расчетных заданий в курсе «Камеры сгорания ГТУ и котлы-утилизаторы».

ВВЕДЕНИЕ

Объектами профессиональной деятельности выпускников программ бакалавриата и магистратуры по направлению 140500 «Энергетическое машиностроение» являются различные энергетические установки. Среди видов профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники этих программ, особое место занимает проектно-конструкторская деятельность.

В соответствии с государственным образовательным стандартом при реализации образовательных программ вуз должен ориентироваться на конкретные виды профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник, исходя, в том числе, из потребностей рынка труда. В настоящее время на рынке имеет место большой дефицит специалистов по конструированию и проектированию энергетического оборудования. В этой связи подготовка таких специалистов является весьма актуальной задачей.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ

Выпускник образовательных программ магистратуры по направлению 140500 «Энергетическое машиностроение» в рамках своей проектно-конструкторской деятельности должен быть готов решать такие профессиональные задачи, как обоснование принятых проектно-технических решений, разработка эскизных, технических и рабочих проектов сложных изделий с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, проведение расчетов по проектам, технико-экономического анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций, поиск оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к уровню качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты [1].

В результате освоения образовательной программы у выпускника должны быть сформированы соответствующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции, позволяющие ему решать поставленные задачи в области разработки современного энергетического оборудования. К таким компетенциям, в частности, относятся: «способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности».

С этой целью в программах подготовки выпускников предусмотрены типовые расчеты и курсовые проекты по разработке различного энергетического оборудования. Однако в настоящее время в их рамках в основном выполняются поверочные расчеты готовых серийных изделий, что также необходимо для формирования необходимых профессиональных компетенций.

В данной работе на примере курса «Камеры сгорания ГТУ и котлы-утилизаторы», реализованного в рамках образовательной программы подготовки магистров по направлению 140500 «Энергетическое машиностроение», показан новый подход для формирования у выпускников профессиональных компетенций для проектно-конструкторской деятельности.

2. СУТЬ РЕАЛИЗОВАННОГО ПОДХОДА

Традиционный типовой расчет (ТР) камеры сгорания в рамках данного курса был направлен на освоение действующих методик расчета материального баланса, гидравлического расчета, а также расчетов регистрового горелочного устройства и смесителя. Типовой расчет выполнялся для известной конструкции камеры сгорания ГТУ по заданным студенту исходным конструктивным данным и рабочим параметрам. Всего в качестве исходных данных в типовом расчете использовалось около 25 параметров. Это освобождало студента от необходимости выбора данных, характеризующих эффективность, надежность и экологичность работы камеры сгорания, а сам ТР выполнялся студентами «в ручную» или с помощью пакетов «Excel» или «MathCad» по принятой методике. Таким образом, выполнение типового расчета было целиком направлено на освоение расчетных методик, но никак не на развитие навыков конструирования и проектирования.

К недостаткам такого расчета можно отнести отсутствие вариантных расчетов с целью оптимизации конструкции из-за их достаточно большого объема и «ручного» счета. В результате, несмотря на ежегодные смены заданий, типовой расчет быстро превратился в рутинную работу без глубокого

осмысления как конструктивных решений, так и рабочих процессов.

Для устранения этих недостатков при выполнении типового расчета камеры сгорания ГТУ был разработан специальный пакет прикладных программ (ППП), реализующий применяемые расчетные методики и позволяющий оценивать влияние конструктивных и режимных параметров на эффективность и надежность камеры сгорания. При этом в корне изменилась концепция выполнения ТР. Теперь в качестве задания студент получает минимум исходных данных для выполнения расчета, при этом моделируется реальная ситуация «Заказчик-Исполнитель». «Заказчик» (преподаватель) выдает «Исполнителю» (студенту) «Техническое задание» на разработку камеры сгорания, которое содержит всего несколько данных в соответствии с требованиями заказчика. К ним относятся расход воздуха и диаметр (характеризующие мощность камеры сгорания), давление и температура рабочего тела, вид топлива и географический район, где будет эксплуатироваться ГТУ (т.к. климатические условия заметно влияют на работу ГТУ).

Далее, прежде чем приступить к расчетам, студент должен произвести обоснованный выбор недостающих параметров, в том числе определиться с конструкцией пламенной трубы, системой ее охлаждения, видом смесителя и проч. Выполняя вариантные расчеты, которые, благодаря использованию программного обеспечения, занимают небольшое время, студент проводит оптимизацию конструкции камеры сгорания и ее рабочих характеристик.

Контроль правильности выполнения типового расчета реализуется в три этапа. На первом этапе в процессе выполнения задания программное обеспечение анализирует результаты расчета в соответствии с требованиями расчетных методик и указывает студенту на формальные и грубые ошибки в виде соответствующих сообщений при выборе недостающих параметров и по результатам расчетов (рис. 1). Если таких ошибок нет, программа выводит сообщение «Грубых ошибок в расчете нет».

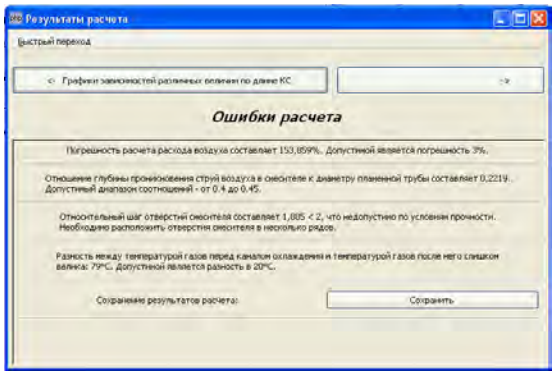


Рис. 1. Диалоговое окно с указанием ошибок расчета

Второй этап — защита результатов расчета перед студентами своей группы и преподавателем на семинарском занятии с анализом результатов и разбором ошибок. Такая «общественная защита» своего типового расчета является аналогом технического совета, который утверждает результаты выполненной разработки для запуска изделия в производство. Кроме этого такое обсуждение позволяет проводить обучение студентов путем разбора допущенных ошибок и неверных решений.

И наконец, третий этап — окончательное принятие типового расчета преподавателем после исправления замечаний, выявленных при «общественной» защите.

В этих условиях при выполнении типового расчета студент в качестве «Исполнителя» должен:

– обоснованно выбрать конструкцию камеры сгорания с горелочным устройством, системой охлаждения и смесителем, включая геометрические размеры и материалы элементов с учетом их температурных расширений в рабочем состоянии;

– учесть влияние местных климатических условий (зима/лето) на работу камеры сгорания;

– путем вариантных расчетов оптимизировать рабочие процессы и конструкцию камеры сгорания в соответствии с требованиями «технического задания»;

– подготовить отчет по ТР в соответствии с требованиями ЕСКД и презентацию по итогам расчета для его защиты.

Таким образом, для успешного выполнения ТР студент должен проявить знания различных конструкций камер сгорания и рабочих процессов, протекающих в них, способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения, знания свойств сталей, применяемых в камерах сгорания, умение работы со справочной литературой, умение оформления технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД (отчет), представления (презентация) и защиты (доклад) результатов своей работы.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ППП ДЛЯ РАСЧЕТА КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ГТУ

Для того, чтобы облегчить пользователю взаимодействие с программой, было разработано руководство по ее использованию, где рассматриваются все действия, которые может выполнять пользователь.

Интерфейс программы представляет собой таблицы для ввода исходных данных, кнопки переключения между этими таблицами, кнопки для вывода эскиза камеры сгорания и проведения самого расчета, а также панель меню.

На рис. 2 представлен вид стартового окна приложения. Панель окна состоит из трех выпадающих меню: «Файл», «Правка» и «Справка».

Меню «Файл» позволяет ввести новый набор исходных данных («Новый»), выбрать для расчета один из ранее сохраненных наборов «Открыть» или

сохранить введенный (или исправленный) набор исходных данных «Сохранить».

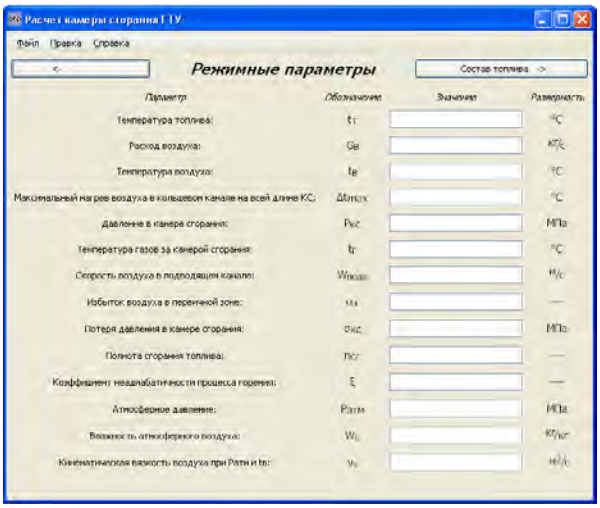


Рис. 2. Таблица для ввода режимных параметров

Меню «Справка» позволяет выводить на экран таблицы либо рисунки со справочными данными (в качестве примера на рис. 3. показана справка по плотностям различных газов).

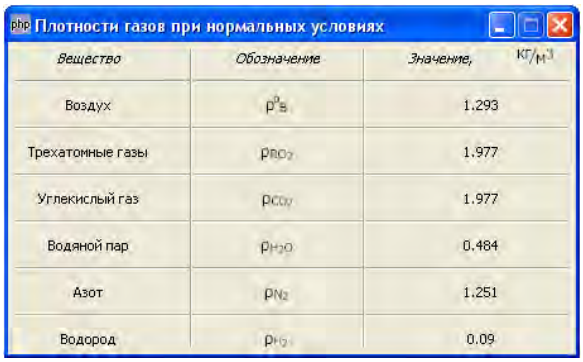


Рис. 3. Окно справочных данных

Режимные параметры и состав топлива вводятся в соответствующие таблицы. Ряд данных (теплоемкости, плотности, кинематическая вязкость, коэффициенты сопротивления регистра и линейного расширения материала) можно получить в пункте меню «Справка». Для каждой камеры сгорания необходимо ввести все конструктивные данные во вкладках «Конструкционные данные», «Регистр», «Смеситель» и «Охлаждающий канал». Вид таблицы для ввода конструкционных данных показан на рис. 4.

Если ввод исходных для расчета данных будет неполным или некорректным (вместо цифр — буквы, спецсимволы и т.д.), программа не будет производить расчет, и выдаст соответствующее предупреждение.

После заполнения всех таблиц конструкционных данных можно посмотреть эскиз получившейся камеры сгорания, нажав кнопку «Эскиз» (рис. 5). При построении эскиза программа учитывает все геометрические размеры и пропорции, поэтому на эскизе сразу видны явные ошибки (например, отверстия смесителя «налезают» друг на друга), которые необходимо исправить, прежде чем начинать расчет.

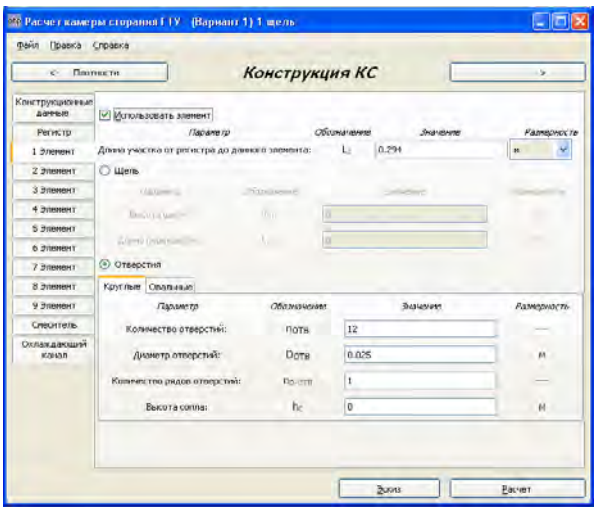


Рис. 4. Таблица для ввода данных по конструкции камеры сгорания

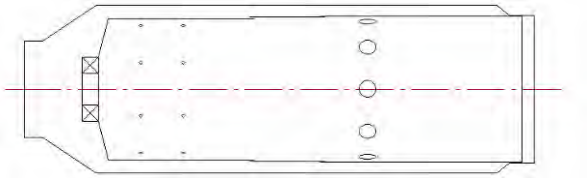


Рис. 5. Эскиз камеры сгорания

После анализа эскиза камеры сгорания при условии, что все таблицы исходных данных заполнены, при нажатии кнопки «Расчет» программа поэтапно произведет расчет камеры сгорания и выдаст результаты в табличной форме (рис. 6).

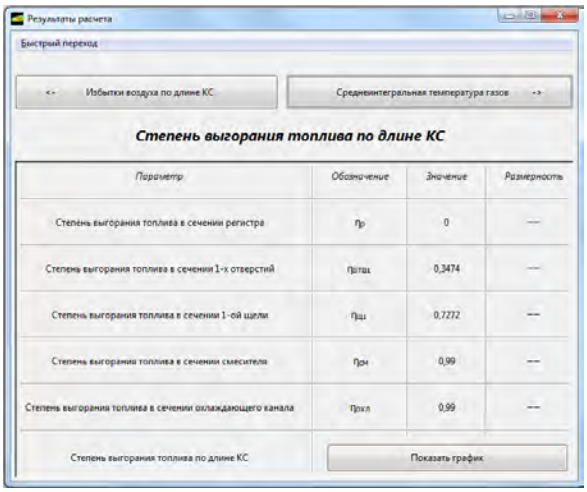


Рис. 6. Таблица результатов расчета

В таблице «Графики зависимостей различных величин по длине КС» находятся кнопки для показа всех получившихся графиков в отдельных окнах (рис. 7).

Примеры построенных программой графиков представлены на рис. 8 и 9. По окончании расчета эскиз камеры сгорания, результаты расчета и графики рабочих параметров будут сохранены в соответствующей папке.

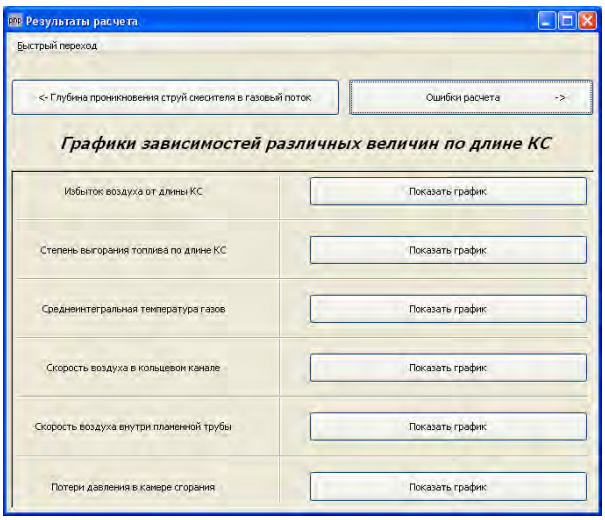


Рис. 7.

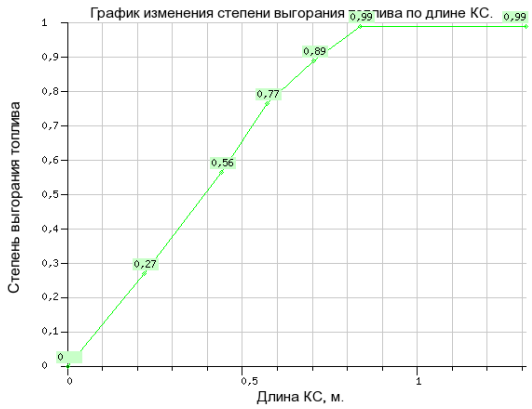


Рис. 8. Изменение степени выгорания топлива по длине камеры сгорания

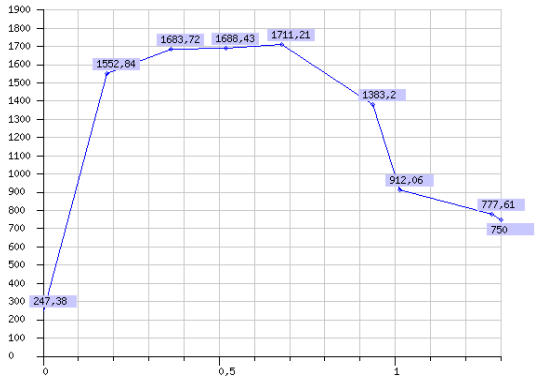


Рис. 9. Изменение температуры газов по длине камеры сгорания

Выполнение типового расчета с использованием данного программного обеспечения сопровождается подробным разбором различных конструкций камер сгорания ГТУ на лекционных занятиях и изучением используемых расчетных методик — на семинарах. По итогам этих занятий проводятся контрольные работы по данным темам для лучшего закрепления материала.

Использование данного программного продукта оказалось полезным не только при выполнении типового расчета, он также используется для выполнения отдельных разделов дипломных проектов и магистерских диссертаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, реализация описанного подхода к выполнению типового расчета позволяет поднять качество подготовки магистров и реализовать необходимые для проектно-конструкторской деятельности профессиональные компетенции.

В результате выпускник приобретает навыки обоснования принятых проектно-технических решений, разработки эскизных проектов, проведения расчетов по принятым в отрасли методикам, поиска оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к надежности и экологической чистоте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 141100 Энергетическое машиностроение (квалификация (степень) магистр).

В.Р. Сабанин
SabaninVR@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНЕ РЕСУРСОВ MATHCAD ДЛЯ ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен обобщению опыта использования слайдов, программной среды MathCAD и других информационных технологий для организации и проведения занятий по дисциплине «Управление, сертификация и инноватика» раздела «Теория автоматического управления» (ТАУ) для студентов четвертого курса направления «Теплоэнергетика и теплотехника» института тепловой и атомной энергетики (ИТАЭ) МЭИ. В настоящее время лекции читаются потоку студентов из пяти групп. В настоящей работе выносятся на обсуждение методы и приемы использования факсимильных слайдов, анимационных роликов и онлайновых решений задач на лекциях, практических и лабораторных занятиях и при выполнении расчетных заданий.

ВВЕДЕНИЕ

В учебном процессе кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами (АСУТП) программная среда MathCAD используется с начала девяностых лет прошлого столетия. Являясь разделом математики, ТАУ для изучения требует выполнения и анализа результатов достаточно сложных и объемных вычислений. Поэтому, в отличие от существующей в те годы стандартной концепции, направленной на обучение студентов программированию, для изучения ТАУ были разработаны специальные программы-инструменты для выполнения вычислений и в диалоговых режимах анализа и синтеза оптимальных систем управления. Было принято, что на лекциях и занятиях студенты изучают дисциплину ТАУ, а программную среду MathCAD используют как математический инструмент. Приемы работы в MathCAD знают или осваивают самостоятельно с использованием рекомендуемой литературы [1].

К настоящему времени подготовлено и издано учебное пособие [2]. Пособие содержит двадцать приложений с программами в MathCAD по всем теоретическим разделам дисциплины, а также методические указания с пакетом рекомендуемых программ для выполнения расчетного задания. Разработан и уже более десяти лет эксплуатируется в лаборатории кафедры программный комплекс из шести лабораторно-расчетных учебных работ. Программный комплекс закодирован в программной среде MathCAD. Для его эксплуатации написан и издан лабораторный практикум [3].

В настоящее время лекционная составляющая учебно-методического комплекса дисциплины имеет в своем составе более шестисот слайдов и сорок пять анимационных роликов. Сценарии лекций предусматривают онлайновое написание в кодах MathCAD программ и решение несложных задач.

Дисциплина обеспечена учебным пособием на твердом носителе (300 экземпляров книг в библиотеке) и электронной версией методических материалов по ТАУ, содержащих файлы учебного пособия в кодировке «*.djvu», пакет анимационных роликов в кодировке «*.avi», сборник схем и рисунков и список тестовых и контрольных вопросов по курсу в кодировке «*.pdf». Электронная версия опубликована на сайте кафедры и студенческом сайте ИТАЭ.

Имеется опыт чтения лекций в специализированных аудиториях Н-201 и Б-205. Аудитории оснащены проекторами. В аудитории Н-201 имеется стационарный компьютер и вебкамера. В аудитории Б-205 есть проектор с функцией проецирования слайдов с флешки, но нет компьютера и вебкамеры.

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине сдан в Учебное управление МЭИ в июне 2012 года.

1. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Опыт многолетнего чтения лекций с использованием заранее заготовленных материалов в виде слайдов и других информационных технологий показал следующее.

1. Современные информационные технологии в корне меняют механизм передачи информации от учителя к ученикам. И если когда-то, в древние времена, лектор на самом деле читал лекцию, а число записанных слушателями конспектов составляло тираж научных трудов, то в настоящее время объем потенциально доступной информации даже во время лекции многократно превышает объем изучаемого предмета. Современную лекцию скорее следует характеризовать сценарием демонстрации набора учебно-наглядного материала, сопровождаемого комментариями лектора.

2. Существующее представление о том, что демонстрируемых на лекции слайдов достаточно для изучения дисциплины не всегда соответствует действительности по следующим причинам. Во-первых, нет смысла выводить на экран текст из учебника, а во-вторых, слайды являются только вспомогательным средством при чтении лекции.

3. При чтении лекций студентам очной формы обучения нельзя не учитывать обратной связи. Надо видеть глаза слушателей и ориентировать подачу материала по актуальным каналам его восприятия слушателями. При этом приходится выходить за пределы представленного на слайде материала. Для этого приходится использовать видеокамеру или просто обычную доску с мелом.

4. Естественно, найденные в процессе чтения текущей лекции приемы доведения материала до слушателей претендуют на использование их в учебнике, который должен своевременно редактироваться и переиздаваться с изменениями.

5. Сегодня проблемным вопросом является характер восприятия студентами материала лекций, читаемых с использованием информационных технологий, а именно — проблема конспекта. Она связана с тем, что студенты или добросовестно списывают (срисовывают) с экрана проецируемые кадры, или фотографируют их. И в том, и в другом случаях они создают комплект раздаточных материалов, прототип конспекта.

6. Опыт показывает, что раздаточные материалы в виде демонстрируемых во время лекции копий слайдов предрасполагают к формальной подготовке к экзамену. Имея комплект раздаточных материалов, прагматичные студенты пропускают лекции, а копии слайдов используют в качестве шпаргалок.

7. Стиль и содержание лекций определены в учебных планах подготовки специалистов, которые ориентированы на формирование у обучаемого научного и мировоззренческого кругозора и на развитие навыков практического использования знаний. Содержание лекции может быть компактно изложено на сайтах и предоставлено студентам в виде раздаточных материалов, если ее ориентировать на подробное описание существующих методик и приемов решения прикладных задач в предметной области дисциплины.

8. Стиль и содержание лекций, ориентированных на формирование у обучаемого научного и мировоззренческого кругозора, требует более широкого раскрытия дисциплины, нередко выходящего за пределы существующего учебника. Заготовленные слайды используются лектором только как вспомогательные средства вместе с анимационными роликами, онлайновыми решениями на ПЭВМ задач, устной речи и изложением материала через видеокамеру или на доске. Такие слайды являются копиями из учебного пособия. Предназначены они для экономии времени на зарисовку студентами схем и рисунков или записывания под диктовку определений и правил. Для реализации изложенного стиля в последние три года студентам рекомендовано приносить и на лекции учебное пособие. Дисциплинированные студенты в конспектах делают ссылки на разделы учебного пособия, и у них пропала потребность в раздаточных материалах и сайтах.

2. ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА

Учебный план дисциплины ТАУ содержит небольшой лабораторный практикум из 17 часов. Когда-то в шестидесятые годы прошлого века на кафедре АСУТП был комплекс физических стендов для изучения основ динамики гидравлических объектов управления. Затем, во времена повальной компьютеризации, физические стенды были вытеснены средствами вычислительной техники. В настоящее время кафедра не имеет возможности для реанимирования физических стендов. Поэтому для обучения основ теории управления динамическими системами используются ПЭВМ с программным обеспечением инструментальной среды MathCAD. С начала девяностых лет прошлого столетия для поддержки лабораторного практикума были использованы несколько версий MathCAD, начиная от досовских.

В лаборатории ПЭВМ студентам предлагаются работающие в сети автоматизированные рабочие места (АРМ) для изучения динамических характеристик во временной и частотной области пяти элементарных динамических звеньев, их соединений и устойчивости.

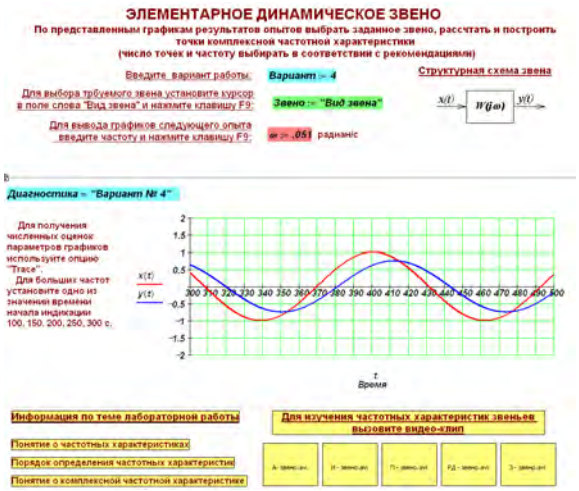


Рис. 1. Диалоговое окно программы лабораторной работы № 2

При выполнении лабораторной работы, как и на лекции, студенты должны иметь учебное пособие. Кроме этого, программное обеспечение практикума содержит комплект информационно-справочных опций (текстов, таблиц и тренажеров), предназначенных для освоения предметной области в темпе с процессом выполнения лабораторной работы.

Лабораторные работы предназначены для развития у студентов навыков сбора и первичной обработки результатов численного эксперимента. Программы лабораторных работ автоматически случайным образом выбирают вид звена, знак и величину возмущения и представляют студенту графики процессов на входе и выходе изучаемой динамической системы.

Творческим началом лабораторного комплекса является то, что студенты самостоятельно инициализируют эксперимент и из пяти звеньев выбирают заданное ему звено.

На рис. 1 показано диалоговое окно программы лабораторной работы № 2. В работе студенты осваивают методы определения по результатам эксперимента частотных характеристик элементарных динамических звеньев, а на рис. 2 показан кадр анимационного ролика-тренажера для изучения частотных характеристик апериодического звена.

Лабораторный комплекс содержит 6 лабораторных работ, запрограммированных в 15 программах. Для оперативного изучения материала в процессе выполнения лабораторных работ комплекс содержит 20 программ тренажеров и информационно-справочных источников.

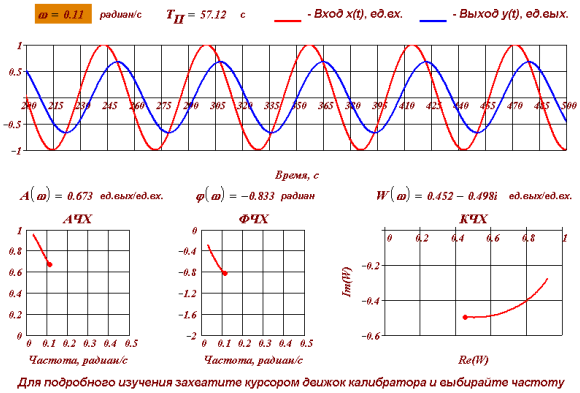


Рис. 2. Видеограмма активного интерфейса тренажера для изучения частотных характеристик апериодического звена

3. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЛЕКЦИЯХ И В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ СРЕДСТВ МУЛЬТИМЕДИА

Существующая в настоящих версиях программной среды MathCAD опция «Анимация» позволяет создавать достаточно информативные учебные средства различного назначения. Опция «Анимация» позволяет создавать файлы с расширением «*.avi» (авиролик). В авиролики записываются мультимедиа, в которых в динамическом режиме записаны графики зависимостей интересуемого показателя изучаемой системы от изменения одного из параметров.

Наиболее эффективным оказалось использование анимационных роликов при чтении лекций по ТАУ, в которых основными вопросами являются вопросы изучения поведения динамических систем во временной области. Ролики позволяют достаточно убедительно объяснить поведение динамических систем во времени, когда система существовала, существует и будет существовать в будущем. Например, на рис. 3 в анимационном ролике показана осциллограмма реакции динамической системы *y(t)* на действие функции случайного возмущения *x(t)*, из которой видно проявление инерционных свойств.

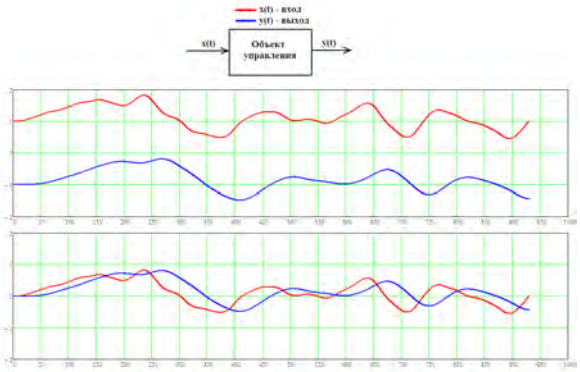


Рис. 3. Кадр из анимационного ролика тренажера для изучения понятия динамической системы

Элементарные динамические звенья являются азбукой при изучении ТАУ. Для изучения элементарных звеньев комплекс содержит 10 анимационных роликов. Они используются на лекциях и при выполнении лабораторных работ, где в реальном времени демонстрируются анимации переходных процессов при подаче на входы ступенчатых и гармонических возмущений. Кадр из ролика, демонстрирующего работу интегрирующего звена, показан на рис. 4.

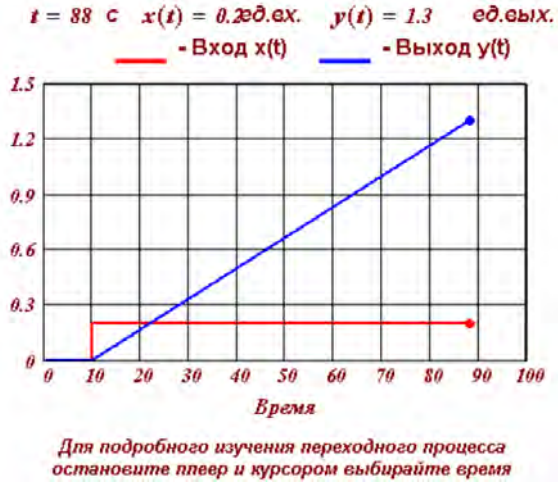


Рис. 4. Кадр из ролика, демонстрирующего работу интегрирующего звена

Основополагающим вопросом ТАУ является устойчивость. Для изучения устойчивости в комплекте анимационных роликов имеется комплексный тренажер, в котором показано влияние коэффициента передачи регулятора на корневые и частотные показатели запаса устойчивости, а также на переходные процессы в системе регулирования. Видеограмма тренажера показана на рис. 5.

Тренажер охватывает несколько разделов дисциплины и используется на нескольких лекциях, при выполнении лабораторных работ и расчетного задания.

Логическим завершением синтеза систем регулирования является определение оптимальных параметров регуляторов. Процесс оптимизации хорошо иллюстрируется с использованием показанного

на рис. 6 ролика-тренажера для изучения качества работы ПИ-регулятора на линии заданного запаса устойчивости — множества значений параметров (коэффициентов kp и ku).

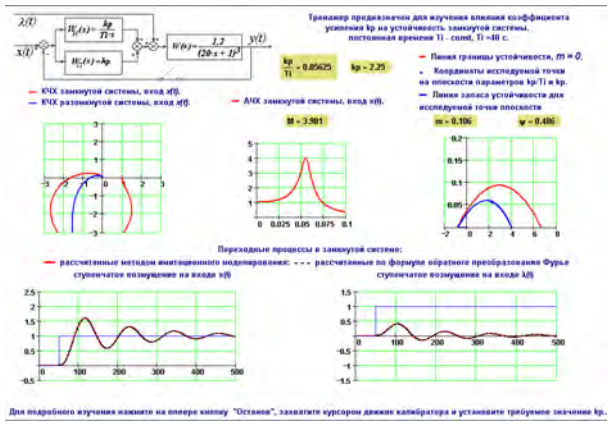


Рис. 5. Видеограмма комплексного тренажера для изучения устойчивости систем регулирования

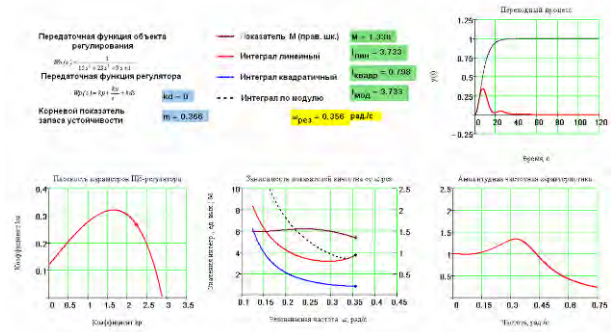


Рис. 6. Видеограмма тренажера для изучения качества работы ПИ-регулятора

Тренажер удобен для графической иллюстрации теоретических выводов об оптимальности системы регулирования по различным показателям качества работы системы регулирования, а также о влиянии настроек регулятора на степень эффективности регулятора и характер переходных процессов. Используется тренажер на лекциях и при самостоятельной подготовке студентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт использования в учебном процессе электронного учебно-методического комплекса и приложений программной среды MathCAD позволяет сделать следующие выводы.

1. Электронный учебно-методический комплекс при эксплуатации в учебном процессе должен быть ориентирован и согласован с текстом существующего и доступного студентами учебника или учебного пособия на твердом носителе (книге).

2. Электронный учебно-методический комплекс на длительный период времени не может быть сертифицирован как завершенный готовый продукт. Все его составляющие части требуют постоянного совершенствования и модификации программного обеспечения (виртуального носителя) и синхронного с ним редактирования и переиздания с изменениями учебного пособия (твердого носителя).

3. Информационные технологии требуют обязательного использования студентами во время лекций и практических занятий источников информации на твердом носителе (учебников, учебных пособий, справочников, таблиц и т.д.).

4. Демонстрируемый на экран во время лекции материал не может быть факсимильным содержанием учебника или другого источника информации.

5. MathCAD благодаря своей простоте и большим функциональным возможностям является наиболее удобной универсальной программной средой для организации и проведения как теоретической, так и практической частей учебного процесса.

6. Созданные в MathCAD анимационные ролики расширяют возможности изложения на лекциях материалов дисциплины в компактном и понятном для студентов виде.

7. Технология создания в MathCAD анимационных роликов позволяет создавать комплексные информационные тренажеры для самостоятельного изучения студентами разделов дисциплины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Очков В.Ф.** Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. — СПб: БХВ-Петербург, 2009.

2. **Андрюшин А.В., Сабанин В.Р., Смирнов Н.И.** Управление и инноватика в теплоэнергетике: учебное пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 392 с.

3. **Элементарные** динамические звенья, их соединения и устойчивость: лабораторный практикум / Сабанин В.Р., Смирнов Н.И., Репин А.И. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 97 с.

М.Г. Симуткин, В.Н. Тульский
SimutkinMG@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELCUT ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРТУРЫ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕТКРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен описанию программного комплекса ELCUT и его применения при математическом моделировании оборудования распределительной сети с целью определения влияния высших гармоник тока на температуру изоляции.

ВВЕДЕНИЕ

Современные исследования в инженерных областях невозможно представить без математического моделирования устройств и процессов в них. С развитием науки объем описания явлений и объектов в одной конкретной задаче значительно увеличивается, и для ее эффективного и быстрого решения требуется применение программных комплексов (ПК), которые позволяют решать формализованные задачи, применяя хорошо зарекомендовавшие себя численные методы. Одним из таких ПК является ELCUT, разработанный компанией «ТОР» г. Санкт-Петербург [1].

1. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELCUT

ПК ELCUT предназначен для компьютерного моделирования физических полей и представляет собой интегрированную систему, позволяющую решать плоские и осесимметричные задачи следующих типов: магнитостатика, магнитное поле синусоидальных токов, нестационарное магнитное поле, электростатика, электрическое поле постоянных и переменных токов, нестационарное электрическое поле, стационарная и нестационарная теплопередача, упругие деформации.

ПК позволяет решать как отдельно каждую из перечисленных типов задач, так и связанные задачи, в которых результаты предыдущей задачи являются исходными данными для последующей задачи относительно одного рассматриваемого объекта.

В основе алгоритма решения дифференциальных уравнений в частных производных ELCUT использует метод конечных элементов. Область, в которой ищется решение дифференциального уравнения, разбивается на меньшие по площади элементы, в каждом из которых аппроксимируется функция. Вне конечного элемента функция равна нулю, кроме значений функций на границах элементов, заданных в виде краевых (граничных) условий. В каждом из элементов аппроксимирующая функция умножается на заранее неизвестный коэффициент, который ищется из условия равенства значения соседних функций на границах между элементами. В результате формируется система линейных алгебраических уравнений, количество которых равно количеству элементов. Решением данной системы являются коэффициенты аппроксимирующих функций, которые и определяют распределение интересующего параметра по объекту.

Перед решением задачи в ПК ELCUT описываются параметры математической модели: геометрию объекта, свойства сред, источники поля, граничные условия. Описание геометрии объекта можно произвести как в самой программе, так и по средствам импорта из файла расширением .dxf. На заключительном этапе производится разбивка модели на конечные элементы, размеры которых можно задать самостоятельно или автоматически с помощью программы.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELCUT ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ

Исследовалась проблема влияния высших гармоник тока на кабельные линии в электрической сети 0,38 кВ. В спектре тока, потребляемого современными бытовыми и офисными электроприемниками доминируют высшие гармоники, кратные трем. Данные гармоники не имеют сдвига по фазам, в результате, протекая по трем фазным жилам, они суммируются арифметически в нулевом проводнике. При этом действующее значение тока в нулевой жиле может превосходить значение тока в фазном проводнике в 1,5—2 раза [2]. За счет дополнительного источника тепла увеличивается температура изоляции, что снижает срок ее службы из-за увеличения интенсивности теплового старения изоляции.

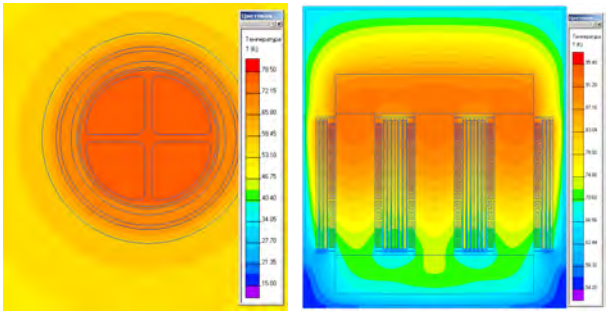
Для проверки достоверности разработанного метода учета высших гармоник в питающем токе [3] составлялись математические модели кабелей напряжением до 1 кВ. Для этого в ПК ELCUT импортировался заранее подготовленный чертеж сечения силового кабеля. В качестве отдельных элементов сечения кабеля были выделены: фазные жилы, нулевая жила, поясная изоляция и изоляция жил, оболочка, броня, подушка под броней, защитный покров и земля. Для перечисленных элементов описаны их свойства: указана теплопроводность и мощность источника тепла. В качестве граничного условия использовалась температура поверхности земли, равная +15 °С, при этом кабель относительно данной поверхности располагался на глубине 0,7 м, что регламентируется требованиями [4].

Выделившееся тепло в жилах передается окружающему пространству с помощью явления теплопроводность. Для получения температурного поля нагретого тела ПК ELCUT решает методом конечных элементов уравнение теплового баланса Кирхгофа:

$$\alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \beta \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0, \qquad (1)$$

где α, β — температуропроводность тела по оси абсцисс и ординат.

Решением уравнения (1) является распределение температуры по кабелю (рис. 1*а*) с указанием температуры наиболее нагретой точки.



а *б*

Рис. 1. Картины теплового поля: *а* — в кабеле; *б* — в трансформаторе

3. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ELCUT ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Вторым устройством, для которого производилось моделирование тепловых процессов, являлся трансформатор ТМ 400/10. В отличие от кабеля, в трансформаторе основным способом передачи теплоты от нагретого элемента окружающему пространству является конвекция. Спецификой введения исходных данных в ПК ELCUT является то, что реальные потери в объемной фигуре необходимо представить в плоской фигуре с заданной шириной. Температурное поле трансформатора в сечении будет эквивалентным, если плотности потерь через поверхность модели и реального объекта будут одинаковы. Это автоматически выполняется при равенстве объемной плотности тепловыделения модели и реального объекта. При моделировании обмотки низкого и высокого напряжения задавалась упрощенно, без учета слоя изоляции из-за их малости. Обмотки при моделировании были разделены на 3 равные части в вертикальной плоскости для учета распределения потерь от вихревых и циркулирующих токов. Потери в прессующих балках учитывались как дополнительные потери в элементах верхнее и нижнее ярма. Потери от вихревых токов в баке задавались как источники тепла в боковых частях бака на высоте обмоток в зоне наибольшего поля рассеяния. Данные о конвекции с поверхности элементов были взяты из [5, 6]. Боковые радиаторы трансформатора учитывались увеличением плотности теплоотдачи конвекцией с боковой поверхности бака на величину, кратную отношению суммарной площади радиаторов к площади боковой поверхности бака, где размещены радиаторы.

В результате моделирования были получены картины теплового поля, представленные на рис. 1*б*. Сравнение результатов моделирования в ПК ELCUT и значений превышения температуры в различных частях при номинальном режиме работы, установленных [7], показало незначительную величину погрешности моделирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные ПК являются незаменимым помощником при моделировании сложных устройств и явлений. Однако, несмотря на широкие возможности ПК ELCUT, он обладает одним существенным недостатком, связанным с отсутствием возможности прямого трехмерного моделирования полей, что незначительно умаляет его достоинство по сравнению с зарубежными программами-аналогами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **http://www.elcut.ru/.**

2. **Высшие** гармоники в низковольтных сетях. Шидловский А.К., Жаркин А.Ф. – Киев.: Изд-во Наукова думка, 2005.

3. **Тульский В.Н., Карташев И.И., Симуткин М.Г., Насыров Р.Р.** Влияние высших гармоник тока на режимы работы кабелей распределительной сети 380 В // Промышленная энергетика. 2013. № 5. С. 42—47.

4. **ГОСТ Р МЭК 60287-1-1-2009.** Кабели электрические. Расчет номинальной токовой нагрузки. Ч. 1-1. Уравнение для расчета номинальной токовой нагрузки (100% коэффициент нагрузки) и расчет потерь. Общие положения. — М.: Стандартинформ, 2009.

5. **Боднар В.В.** Нагрузочная способность силовых масляных трансформаторов. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 176с.

6. **Васютинский С.Б**. Вопросы теории и расчета трансформаторов. — Л.: Энергия, 1970. — 432с.

7. **ГОСТ 14209-97.** Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов.

С.О. Смерчинская, Н.П. Яшина
svetlana_os@mail.ru, nina_p_yashina@mail.ru
МАИ (Национальный исследовательский университет), Москва

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА

АННОТАЦИЯ

При принятии решений наиважнейшей является задача выбора оптимальных вариантов альтернатив, оцениваемых по нескольким критериям качества. В работе предложен метод выбора оптимальных решений на основе агрегирования заданных по отдельным критериям качества предпочтений между альтернативами. Для организации итерационного процесса анализа и обработки информации создана интеллектуальная система поддержки многокритериального выбора. Данная система может быть использована как для решения инженерных задач, так и для проведения лабораторных или практических занятий по курсу «Математическая теория принятия решений».

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные многокритериальные алгоритмы выбора оптимальных вариантов решений основываются на задании численных оценок альтернатив по различным критериям. В связи с этим возникают трудности в оценке таких характеристик вариантов решений, как удобство, качество, надежность и т.п. Кроме того, для применения алгоритмов принятия решений обычно возникает потребность в приведении всех критериев к единой шкале — процедуре сложной и трудоемкой. В данной работе предложена методика, позволяющая осуществить оптимальный выбор на основе агрегирования (суммирования) информации о предпочтениях альтернатив по критериям, имеющим неоднородные шкалы. Алгоритмы основываются на информации о попарном сравнении альтернатив по критериям качества без задания количественных оценок.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим множество альтернатив $A = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$ и множество критериев $K = \{K_1, K_2, \ldots, K_m\}$. По каждому из предложенных критериев K_i ($i = 1,..,m$) на множестве альтернатив A задано произвольное бинарное отношение, характеризующее предпочтения ЛПР (лица принимающего решения). Обозначим эти отношения $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_m$. Необходимо построить агрегированное (суммарное) отношение квазипорядка [1], на основе которого осуществляется выбор оптимальных вариантов решений.

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ

Для построения агрегированного предпочтения на множестве альтернатив используется модифицированный алгоритм группового выбора, предложенный в работе [2].

На множестве альтернатив A заданы бинарные отношения предпочтения $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_m$, характеризующие предпочтения альтернатив по различным критериям качества. Отношениям соответствуют матрицы предпочтений $R^t = \|r_{ij}^t\|$ $t = 1, \ldots, m$ порядка n (n — число альтернатив) с элементами:

$$r_{ij}^t = \begin{cases} 1, \text{если } a_i \text{ менее предпочтительна } a_j; \\ 1/2, \text{если } a_i \text{ и } a_j \text{ равноценны;} \\ 0, \text{если } a_j \text{ менее предпочтительна } a_i \text{ или } a_i \text{ и } a_j \\ \quad \text{не сравнимы.} \end{cases}$$

Агрегированное отношение должно удовлетворять следующим условиям:

– быть непротиворечивым (не содержать противоречивых контуров);

– наиболее полно отражать предпочтения альтернатив по каждому из критериев.

Для формализации этих условий введем понятие противоречивого контура. Разобьем отношение ρ_t ($t = 1, \ldots, n$) на симметричную $Sym\ \rho_t$ и асимметричную $As\ \rho_t$ части. К отношению $Sym\ \rho_t$ относятся все такие пары, для которых выполняется: $< a_i, a_j > \in \rho_t$ и $< a_j, a_i > \in \rho_t$ одновременно ($a_i, a_j \in A$). В этом случае будем считать, что альтернативы a_i и a_j равноценны. Если $< a_i, a_j > \in \rho_t$, а $< a_i, a_j > \notin \rho_t$, то альтернатива a_i менее предпочтительна, чем a_j, и пара $< a_i, a_j > \in As\ \rho_t$.

Контур отношения ρ будем называть противоречивым, если в нем хотя бы одна пара $< a_i, a_j > \in As\ \rho$, ($a_i, a_j \in A$).

Требуемым условиям отвечает отношение квазипорядка (рефлексивное и транзитивное отношение).

Агрегирование предпочтений проводится на основе ориентированного нагруженного мажоритарного графа $G = (A, \rho_\Sigma)$ с множеством вершин-альтернатив $A = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$ и дугами

$$\rho_\Sigma = \{< a_i, a_j > | \ a_i, a_j \in A \ \text{ и } \ l_{ij} \geq 0\},$$

где $l_{ij} = \sum_{k=1}^{m} r_{ij}^k - \sum_{k=1}^{m} r_{ji}^k$. Каждой дуге $< a_i, a_j > \in \rho_\Sigma$ поставим в соответствие вес l_{ij}.

Матрицу смежности графа $G = (A, \rho_\Sigma)$ обозначим R_Σ. Матрица весов мажоритарного графа $C = \|c_{ij}\|$ — квадратная матрица порядка n, где n — число альтернатив, причем

$$c_{ij} = \begin{cases} l_{ij}, \text{ если } \exists \text{дуга} < a_i, a_j > \in \rho_\Sigma, \\ \infty, \qquad \text{иначе.} \end{cases}$$

Введем матрицу суммарных предпочтений $P_{n\times n} = \|p_{ij}\|$, где $p_{ij} = \sum_{k=1}^{m} r_{ij}^k$. С ее помощью удобно находить матрицу весов C:

$$c_{ij} = \begin{cases} p_{ij} - p_{ji}, \text{ если } \exists \text{дуга} < a_i, a_j > \in \rho_\Sigma, \\ \infty, \qquad \text{иначе.} \end{cases}$$

Метод допускает введение коэффициентов важности $k_1, k_2, \ldots, k_m$ для каждого из критериев качества $K_1, K_2, \ldots, K_m$. В этом случае матрица предпочтений $P_{n\times n} = \|p_{ij}\|$ вычисляется по формуле

$$P = \sum_{t=1}^{m} k_t R^t .$$

Алгоритм построения отношения ρ, не содержащего противоречивых контуров, по ρ_Σ состоит из следующих этапов.

1) Проверяем граф $G = (A, \rho_\Sigma)$ на наличие противоречивых контуров. Если таких контуров нет, то граф $G = (A, \rho_\Sigma)$ без весов на дугах и есть искомый граф $G = (A, \rho)$, и $\rho_\Sigma = \rho$. Если противоречивые контуры есть, переходим к п. 2.

2) Из графа $G = (A, \rho_\Sigma)$ удаляем все дуги $< a_i, a_j > \in As\,\rho_\Sigma$ $(a_i, a_j \in A)$, которые принадлежат какому-либо противоречивому контуру и имеют наименьший вес. Переходим к п. 1.

Матрицу смежности графа отношения ρ, не содержащего противоречивых контуров, обозначим R, а матрицу предпочтений соответствующего отношения R^p. Искомое агрегированное отношение предпочтения $\hat{\rho}$ должно быть квазипорядком. Вычислим $\hat{\rho}$ по формуле

$$\hat{\rho} = e \cup Tr\,\rho ,$$

где e — тождественное отношение (диагональ), $Tr\,\rho$ — транзитивное замыкание отношения ρ (наименьшее транзитивное отношение, содержащее ρ). Напомним, что отношение ρ получается из отношения ρ_Σ путем разрушения противоречивых контуров. Полученное отношение очевидно рефлексивно и транзитивно, следовательно, является квазипорядком.

Матрицы смежности и предпочтений искомого квазипорядка обозначим соответственно $\hat{R}$ и $\hat{R}^p$. Будем рассматривать матрицы смежности как элементы булевой алгебры. Введем на множестве матриц операции конъюнкция & и дизъюнкция $\vee$:

$$R^k \,\&\, R^t = \|r_{ij}^k \,\&\, r_{ij}^t\| ;$$

$$R^k \vee R^t = \|r_{ij}^k \vee r_{ij}^t\| .$$

Операция пересечения $\cap$ на множествах соответствует операции поэлементного умножения & булевых матриц, а операция объединение $\cup$ — дизъюнкции матриц. Найдем матрицу смежности R_K графа отношения ρ_k по следующей формуле:

$$R_K = \hat{R}_\Sigma \,\&\, \left(\hat{R}_\Sigma\right)^{\mathrm{T}} \,\&\, R_\Sigma .$$

С ее помощью согласно алгоритму построим отношение ρ, не содержащее противоречивых контуров. Если в отношении ρ_k существуют одновременно дуги $< a_i, a_j >$ и $< a_j, a_i >$ $(a_i, a_j \in A)$, что соответствует равноценности альтернатив a_i и a_j, и, следовательно, эти дуги принадлежат $Sym\,\rho_\Sigma$, то они из контура не удаляются. Заметим, что эти дуги легко распознать: их вес равен нулю. Таким образом, из контура удаляются только дуги, вес которых минимальный, но больше нуля, т.е. принадлежащие $As\rho_\Sigma$. Наличие этих дуг в отношении ρ_k свидетельствует о существовании противоречивых контуров в отношении ρ_Σ.

При практической реализации алгоритма для построения отношения ρ, не содержащего противоречивых контуров, достаточно выделить только дуги противоречивых контуров из $As\,\rho_\Sigma$. Найти отношение $As\,\rho_k$ можно по следующей формуле:

$$As\rho_k = (Sym\,(Tr\rho_\Sigma)) \cap As\,\rho_\Sigma .$$

Из отношения $As\,\rho_k$ удаляются все дуги, имеющие минимальный вес, до тех пор, пока противоречивые контуры отношения ρ_Σ не будут разрушены. Заметим, что для произвольного отношения q с матрицей смежности Q матрицы смежности отношений $As\,q$ и $Sym\,q$ находятся, соответственно, по формулам:

$$Sym\,Q = Q \,\&\, Q^T ;$$

$$As\,Q = Q - Sym\,Q .$$

Затем найдем матрицу смежности агрегированного отношения $\hat{R}$:

$$\hat{R} = E \vee TrR .$$

Матрицу предпочтений $\hat{R}^p$ получим заменой в матрице смежности $\hat{R}$ элементов, симметричных относительно главной диагонали и равных 1, на элементы, равные $1/2$.

Алгоритм нахождения транзитивного замыкания отношения, имеющий сложность $O(n \ln n)$, приводится в работе [3]. Такая сложность алгоритма позволяет практически ничем не ограничивать число альтернатив и критериев.

3. ПРИМЕР ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТА

При проведении тендера на разработку технического изделия рассматривалось пять проектов $A=\{a_1,a_2,a_3,a_4,a_5\}$. Для выбора наилучшего проекта было проведено сравнение по трем критериям качества ($m=3$): стоимость, вес, надежность. В результате получено ранжирование по каждому из критериев.

Отношения предпочтения на множестве альтернатив по трем критериям заданы нестрогим ранжированием и представлены в следующей таблице.

ρ_1 стоимость	ρ_2 вес	ρ_3 надежность
a_4	a_5	a_1
a_1	a_3	a_2
a_2-a_3	a_1-a_2	a_3-a_5
a_5	a_4	a_4

Отношения ρ_1,ρ_2,ρ_3 в матричном виде:

$$R^1=\begin{pmatrix}1&0&0&1&0\\1&1&½&1&0\\1&½&1&1&0\\0&0&0&1&0\\1&1&1&1&1\end{pmatrix};\ R^2=\begin{pmatrix}1&½&1&0&1\\½&1&1&0&1\\0&0&1&0&1\\1&1&1&1&1\\0&0&0&0&1\end{pmatrix};$$

$$R^3=\begin{pmatrix}1&0&0&0&0\\1&1&0&0&0\\1&1&1&0&½\\1&1&1&1&1\\1&1&½&0&1\end{pmatrix}.$$

Построим агрегированное отношение предпочтения R_Σ. В этом случае матрица предпочтений имеет вид:

$$P=\begin{pmatrix}3&½&1&1&1\\5/2&3&3/2&1&1\\2&3/2&3&1&3/2\\2&2&2&3&2\\2&2&3/2&1&3\end{pmatrix}.$$

Матрица смежности и матрица весов мажоритарного графа, соответственно, имеют вид:

$$R_\Sigma=\begin{pmatrix}1&0&0&0&0\\1&1&1&0&0\\1&1&1&0&1\\1&1&1&1&1\\1&1&1&0&1\end{pmatrix};\quad C=\begin{pmatrix}0&\infty&\infty&\infty&\infty\\2&0&0&\infty&\infty\\1&0&0&\infty&0\\1&1&1&0&1\\1&1&0&\infty&0\end{pmatrix}.$$

Мажоритарный граф, изображенный на рис. 1, содержит противоречивые контуры. Разрушим противоречивые контуры, удалив из них согласно алгоритму дуги с весом, равным 1 (удаляемая дуга $<a_5,a_2>$ изображена на рис. 1 пунктирной линией). Получим матрицу смежности R и матрицу предпочтений R^p отношения, не содержащего противоречивых контуров. Вычислив транзитивное замыкание этого отношения, получим искомый квазипорядок $\hat{\rho}$. При этом в отношение ρ добавятся дуги $<a_2,a_5>$ и $<a_5,a_2>$. Матрицы смежности и предпочтений искомого агрегированного отношения квазипорядка имеют вид:

$$\hat{R}=\begin{pmatrix}1&0&0&0&0\\1&1&1&0&1\\1&1&1&0&1\\1&1&1&1&1\\1&1&1&0&1\end{pmatrix},\ \hat{R}^p=\begin{pmatrix}1&0&0&0&0\\1&1&1/2&0&1/2\\1&1/2&1&0&1/2\\1&1&1&1&1\\1&1/2&1/2&0&1\end{pmatrix}.$$

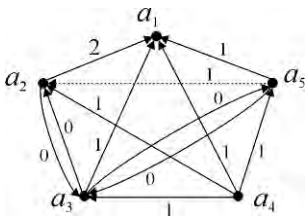


Рис. 1. Разрушение противоречивых контуров

Построенное агрегированное отношение позволяет осуществить однозначный выбор оптимального проекта. Существование дуг $<a_2,a_1>$, $<a_3,a_1>$, $<a_4,a_1>$ и $<a_5,a_1>$ в агрегированном предпочтении указывает на то, что альтернатива a_1 предпочтительнее всех остальных альтернатив и, следовательно, она является наилучшей. Таким образом, целесообразно рекомендовать ЛПР выбрать проект a_1.

4. ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОЦЕССА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА

Основные этапы процесса многокритериального выбора отражены на схеме, представленной на рис. 2.

На первом этапе ЛПР формулирует содержательную постановку задачи: выбор одной или нескольких оптимальных альтернатив или упорядочение альтернатив по предпочтительности.

На этапе ввода исходных данных и их обработки системой совместно с ЛПР формируются множество альтернатив и множество критериев. Их количество ограничивается только оперативной памятью. Списки альтернатив и критериев заполняется последовательным добавлением в систему. Затем система запрашивает информацию о предпочтениях на множестве альтернатив по каждому из критериев: попарное сравнение альтернатив, ранжирование альтернатив, численные оценки альтернатив. В случае необходимости ЛПР может ввести весовые коэффициенты важности критериев.

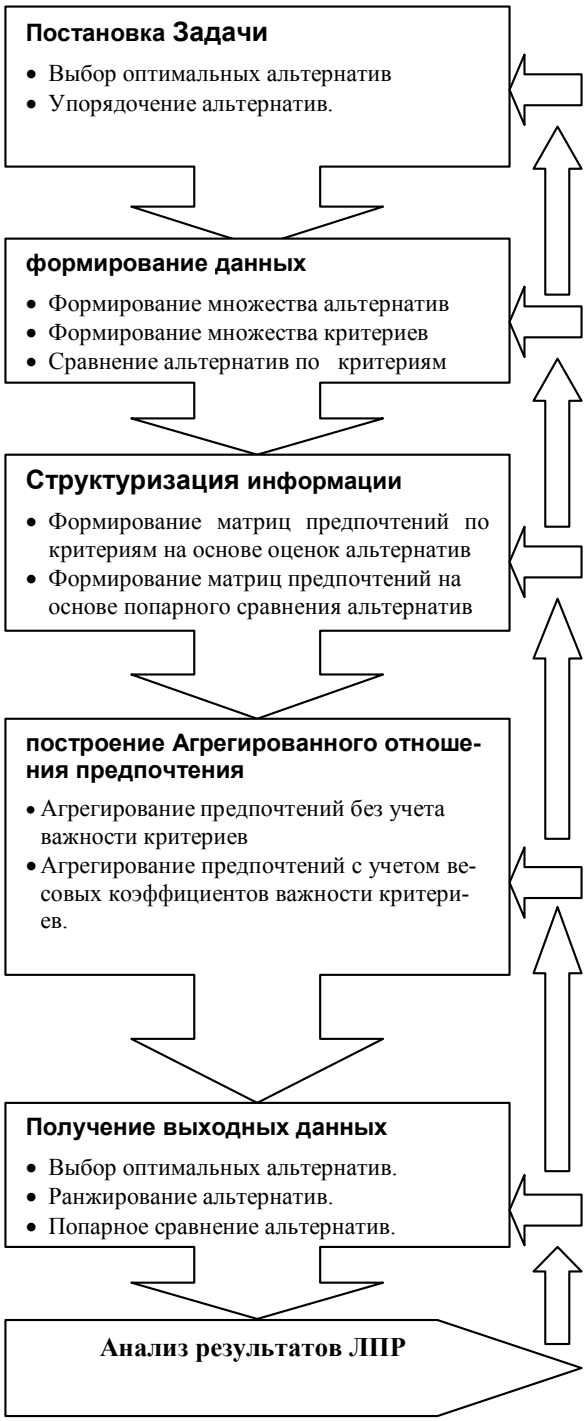


Рис. 2.

На следующем этапе работы системы на основе полученной информации формируются матрицы предпочтений альтернатив по каждому из критериев качества. В случае получения численных значений оценок альтернатив по желанию ЛПР матрицы предпочтений могут учитывать информацию о том, во сколько раз одна альтернатива предпочтительнее другой. При этом сумма элементов матрицы предпочтений, расположенных симметрично относительно главной диагонали, всегда равна единице.

Затем система переходит к основному этапу своей работы — построению агрегированного отношения квазипорядка. Алгоритм модифицируется в зависимости от вида входной информации, в частности, при задании коэффициентов важности критериев.

На основе построенного агрегированного предпочтения система производит выбор оптимальных альтернатив. Для ранжирования альтернатив может потребоваться проведение дополнительного опроса ЛПР. Если полученный результат удовлетворяет ЛПР, система заканчивает работу. В противном случае работа может быть продолжена.

Система интерактивная — в случае получения неудовлетворительного результата предусмотрена возможность возвращения на любой предыдущий этап (рис. 2). Программы реализованы на языке Java. Это позволяет выполнять приложения на любом устройстве, поддерживающем виртуальную машину (даже на КПК или мобильном телефоне).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена интеллектуальная система многокритериального выбора. В основе работы системы — оригинальные алгоритмы многокритериального выбора, использующие неоднородную информацию о предпочтениях альтернатив по критериям. Формирование агрегированного квазипорядка основано на построении нагруженного мажоритарного графа. Агрегированное отношение предпочтения не содержит противоречий, что позволяет провести непустой однозначный выбор наилучших альтернатив.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смерчинская С.О., Яшина Н.П.** Агрегирование предпочтений в многокритериальных задачах // Вестник МАИ. – 2013. № 2. Т. 20.

2. **Смерчинская С.О.** Интеллектуальная система поддержки группового выбора. // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования». — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 113—114.

3. **Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н.** Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. — М.: Мир, 1980.

А.А. Суконщиков, А.В. Улитин
ulitko_onotole@mail.ru
Вологодский государственный университет, Вологда

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ В ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается применение нейронных сетей Петри в образовательном процессе в вузе.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития прикладной математики характеризуется бурным ростом активности исследований в области разработки формальных методов моделирования и анализа систем, имеющих сложную структурную и функциональную организацию. К таким системам относятся коммуникационные протоколы, системы управления производством, распределенные операционные системы, сетевое оборудование и т.д. Разработка корректных систем такого типа — непростая задача, требующая для своего успешного решения проведения комплексных фундаментальных исследований, основанных на различных формальных методах и средствах, которые варьируются в зависимости от класса моделируемых систем, степени детализации их структуры и поведения, а также характера изучаемых проблем. На основе результатов и рекомендаций теоретических исследований ведется поиск и проверка новых архитектурных принципов конструирования таких систем. Поэтому современный инженер должен знать принципы построения аналитико-имитационных моделей, методы моделирования, методы реализации моделей на ЭВМ; уметь использовать инструментальные средства моделирования при исследовании и проектировании сложных систем; иметь опыт применения математических моделей и методов анализа, синтеза и оптимизации.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Эффективным инструментом моделирования и исследования сложных систем является аппарат сетей Петри [1]. Моделирование в сетях Петри осуществляется на событийном уровне. Определяется, какие действия происходят в системе, какие состояния предшествовали этим действиям и какие состояния примет система после выполнения действия. Выполнения событийной модели в сетях Петри описывает поведение системы. Анализ результатов выполнения может сказать о том, в каких состояниях пребывала или не пребывала система, какие состояния в принципе не достижимы. Моделирующие программы на базе сетей Петри могут быть применены для широкого класса моделирующих систем. Сети Петри отражают логическую последовательность событий, позволяют также проследить потоки информации, отражают взаимодействие параллельных процессов.

Нейронная сеть Петри позволяет расширить возможности применения аппарата сетей Петри, позволяя применять его для систем разделения общих ресурсов, контрольно-пропускных и защитных систем, для решения задач взаимного исключения, при построении модели, используемой при диагностике устройств управления, а также для многих других задач и систем.

В последние десятилетия в мире бурно развивается новая прикладная область математики, специализирующаяся на искусственных нейронных сетях. Актуальность исследований в этом направлении подтверждается массой различных применений нейронных сетей. Это автоматизация процессов распознавания образов, адаптивное управление, прогнозирование, создание экспертных систем и многие другие приложения. С помощью нейронных сетей можно, например, выполнять распознавание оптических или звуковых сигналов, создавать самообучающиеся системы, способные управлять автомашиной при парковке или синтезировать речь по тексту.

Основу каждой нейронной сети составляют относительно простые однотипные элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга. Далее под нейроном будет подразумеваться искусственный нейрон, то есть ячейка нейронной сети. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Он обладает группой синапсов — однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет аксон — выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов. Каждый синапс характеризуется величиной синаптической связи или ее весом w. Каждый входной сигнал умножается на соответствующий вес связи — аналог эффективности синапса. Вес связи является скалярной величиной, положительной — для возбуждающих и отрицательной — для тормозящих связей. Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входов. Выход нейрона есть функция его состояния.

Конкретный вид выполняемого сетью преобразования информации обусловливается не только характеристиками нейроподобных элементов, но и особенностями ее архитектуры, т.е. той или иной топологией межнейронных связей, выбором определенных подмножеств нейроподобных элементов для ввода и вывода информации, наличием или отсутствием конкуренции, направлением и способами управления и синхронизации информационных потоков между нейронами и т.д.

Возвращаясь к общим чертам всех нейронных сетей, следует отметить присущий им принцип па-

раллельной обработки сигналов [2, 3], который достигается путем объединения большого числа нейронов в так называемые слои и соединения определенным образом нейронов различных слоев, а также, в некоторых конфигурациях, и нейронов одного слоя между собой, причем обработка взаимодействия всех нейронов ведется послойно. В такой модели нейрона пренебрегают некоторыми характеристиками биологического прототипа. Несмотря на это нейронные сети, простроенные на основе таких простых нейроподобных элементов, демонстрируют ассоциативные свойства, напоминающие свойства биологических систем.

2. ГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Графическим изображением нейронной сети Петри является двудольный граф с двумя типами вершин [4]. Одни вершины изображаются кружочками и называются позициями, другие вершины изображаются отрезками прямой и называются переходами. Ориентированные дуги двух цветов соответствуют функциям следования и предшествования переходов и позиций. Причем нейронная сеть Петри построена таким образом, что переход не может быть связан напрямую с другим переходом, а позиция не может быть связана напрямую с другой позицией.

Нейронная позиция имеет только одну выходную дугу, направленную к переходу, и множество входных. Нейронный переход может иметь только одну выходную позицию, т. е. только одну выходную дугу.

3. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

В модели нейронной сети метка (динамический элемент сети Петри, который способен размещаться в позициях и перемещаться по сети) представляет постсинаптический потенциал [4]. Поскольку постсинаптический потенциал (ПСП) может быть тормозящим или возбуждающим, метки разделены на два класса. Возбуждающему ПСП (положительный потенциал) соответствует цвет a, тормозящему — цвет b. Таким образом, каждая метка нейронной сети Петри раскрашена в свой цвет. Каждой метке в сети соответствует потенциал q (он также интерпретируется как «время жизни метки»). При появлении метки в позиции ей присваивается потенциал q; по истечении каждой единицы модельного времени величина q уменьшается на единицу. Это уменьшение демонстрирует ослабление ПСП после начального стимулирования нейрона. Цвет метки определяется цветом выходной дуги перехода, по которой она перемещается в выходную позицию. Тело нейрона соответствует позиции; таким образом, множество позиций P соответствует множеству нейронов. Каждый нейрон обладает своим собственным мембранным потенциалом; в нейронной сети Петри мембранный потенциал представлен переходом.

Каждый переход, связанный с нейронной позицией, может иметь только одну входную позицию и множество выходных позиций, а нейронный переход может иметь множество входных позиций и только одну выходную позицию. Выходные дуги, связывающие переходы с выходными позициями, задают аксоны нейрона, представленного входной позицией перехода. Для отражения того факта, что аксон передает возбуждающий или тормозящий ПСП на синапс, выходной дуге перехода присвоен цвет, указывающий на то, с каким потенциалом (положительным — цвет a или с отрицательным — цвет b) метка будет передана в выходную позицию.

Для активизации перехода необходимо, чтобы потенциал входной позиции достиг определенной величины. В результате срабатывания перехода в каждой из его выходных позиций появляется метка (или в случае нейронного перехода в единственной выходной позиции появляется метка). Каждая метка при этом приобретает потенциал, соответствующий цвету выходной дуги перехода. В процессе функционирования нейроподобной сети для каждой нейронной позиции и нейронного перехода вычисляется функция суммарного потенциала.

Самым важным свойством нейронной сети является ее способность обучаться на основе данных окружающей среды и в результате обучения повышать свою производительность. Обучение происходит посредством интерактивного процесса корректировки синаптических весов и порогов. В идеальном случае нейронная сеть получает знания на каждой итерации процесса обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из вышесказанного можно заключить, что сети Петри представляют собой мощный инструмент для моделирования сложных систем. Поэтому теория сетей Петри является необходимым образовательным курсом для современного инженера, так как она позволяет получить знания о методологии и технологии моделирования систем; знать и уметь использовать аппарат сетей Петри; владеть приемами имитационного моделирования; научиться планировать эксперимент, обрабатывать и анализировать результаты; освоить инструментальные средства моделирования. Изучение в рамках этого курса нейронных сетей Петри позволит углубить знания и умения в области моделирования, необходимые для изучения принципов действия, анализа и синтеза сложных систем и их элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Питерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирование систем. — М.: Мир, 1984. — 168 с.

2. **Устинова Г.М.** Информационные системы менеджмента: Основные аналит. технологии в поддержке принятия решений: Учеб. пособие. — СПб.: DiaSoftUP, 2000. — 357 с.

3. **Методы** анализа и синтеза нейронных сетей / Под ред. Ю.И. Борисова // Известия вузов. Приборостроение. 1994. № 3—4. Т. 37. — 79 с.

4. **Методы** анализа и синтеза нейронных сетей / Под ред. М.Ф. Яфракова // Известия вузов. Приборостроение. 1995. № 1—2. Т. 38. — 84 с.

В.М. Супранов, М.А. Изюмов, Е.Н. Вахрамеев
SupranovVM@mpei.ru, IzumovMA@mpei.ru, Vahrameev.E.N@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ «BOILER DESIGNER» И «STOKER» ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

АННОТАЦИЯ

В докладе анализируется опыт многолетнего использования программ «Boiler Designer» и «Stoker» при подготовке дипломированных специалистов и магистров на кафедре парогенераторостроения МЭИ. Авторы обсуждают технические возможности программ, приводят методические наработки по их использованию, пытаются оценить эффект от их применения в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Основными объектами профессиональной подготовки на кафедре являются энергетические установки на органическом и ядерном топливе. К объектам первой группы относятся, в том числе, котельные установки с пылеугольными котлами и системами пылеприготовления. Они отличаются высокой сложностью, огромной металлоемкостью, широким спектром протекающих в них физико-химических процессов. В связи с этим подготовка разработчиков и исследователей такого оборудования практически невозможна без внедрения в учебный процесс программного обеспечения, широко используемого в отрасли. Программы «Boiler Designer» и «Stoker» как раз и являются важными компонентами этого программного обеспечения.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММ «Boiler Designer» и «Stoker» И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОВОДИМЫХ НА КАФЕДРЕ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Программа «Boiler Designer» разработана фирмами «OPTSIM-K» и «KED» и поддерживается в России фирмой «OPTSIM-K». Она может быть использована для теплового, гидравлического и аэродинамического расчета котлов на органическом топливе и котлов-утилизаторов. Возможно также выполнение расчета тепловой схемы энергоблока в целом, в том числе с расчетом внедренного в эту схему котла. Помимо статических расчетов, можно моделировать и переходные процессы при переменных режимах работы объекта исследования. Здесь мы в основном остановимся на статических тепловых расчетах пылеугольных энергетических котлов, хотя на кафедре используются и другие возможности «Boiler Designer», в том числе и в учебном процессе.

Программа «Stoker» разработана в ОАО «Всероссийский теплотехнический институт». Она предназначена для проведения теплового расчета индивидуальных систем пылеприготовления паровых котлов совместно с расчетом газовоздушного тракта котла. Дополнительно предусмотрена возможность определения размольной производительности мельниц.

При совместной работе котла и пылесистем в составе котельной установки они оказывают сильное влияние друг на друга. Это необходимо учитывать путем проведения согласованных тепловых расчетов котла и систем пылеприготовления [1]. Для выполнения таких расчетов могут использоваться, соответственно, программы «Boiler Designer» и «Stoker». Расчеты проводятся методом последовательных приближений до тех пор, пока значения параметров, передаваемых из одной программы в другую, не будут удовлетворять принятым критериям сходимости.

Методика проведения совместных расчетов котла и пылесистем хорошо отработана в ходе выполнения хоздоговорных и исследовательских работ. Результаты некоторых работ и сама методика опубликованы и доступны для изучения [2, 3]. Все это позволило приступить к внедрению программ «Boiler Designer» и «Stoker» в учебный процесс.

2. О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММ «Boiler Designer» и «Stoker» В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Программа «Boiler Designer» построена по объектно-ориентированному принципу. Расчетные схемы объектов моделирования создаются из стандартных элементов. Отдельные элементы являются иерархическими, т.е. включают группы, в которые могут быть помещены другие элементы. Количество иерархических уровней не ограничено, что позволяет адекватно смоделировать тепловые схемы и конструктивные особенности сложных современных котлов.

Создание файла исходных данных для программы «Boiler Designer» предусматривает качественное отражение особенностей котла, которое осуществляется при создании расчетных схем его трактов, и количественное описание, которое происходит при вводе численных данных по котлу и отдельным его элементам. В этой связи, если студентам нужно смоделировать уже существующий котел, они должны сначала разобраться в его тепловой схеме и гидравлической схеме водопарового тракта, а потом углубленно прорабатывать чертежи для получения конструктивных данных по отдельным поверхно-

стям нагрева котла. С методической точки зрения это правильная последовательность действий. Она позволяет студентам на деле проверить свои знания по курсу «Паровые котлы» и закрепить эти знания на практике.

Необходимо отметить, что программа «Boiler Designer» укомплектована подробным описанием, которое для удобства делится на отдельные тома в соответствии со спецификой решаемых задач. У большинства студентов не хватает терпения для работы с описанием. Видимо, именно на этот случай в программе предусмотрен встроенный помощник, позволяющий оперативно изучить особенности стандартных элементов программы. Этого инструмента вполне достаточно для решения простых задач, поэтому он пользуется популярностью. На наш взгляд, и описание программы, и встроенный помощник, далеки от идеала, но справедливости ради нужно отметить, что разработчики программы непрерывно их совершенствуют.

После того как файл исходных данных создан, необходимо осуществить выход на счет. В этот момент, как правило, у студентов возникают многочисленные сложности. Преодолеть эти сложности помогает встроенная система предупреждений и поиска ошибок, которая в большинстве случаев выдает вполне внятные сообщения. Но все-таки бывает, что программа не выходит на счет без каких-либо комментариев, поэтому и данная система непрерывно совершенствуется разработчиками.

Программа «Boiler Designer» обладает продуманным интерфейсом, удобным для проведения расчета и почти оптимальным для учебного процесса. На расчетной схеме любого тракта можно организовать вывод каких-либо параметров (рис. 1). Поскольку расчет проводится итерационным способом, а количество итераций задает пользователь, в процессе счета будет видно, как изменяются эти параметры.

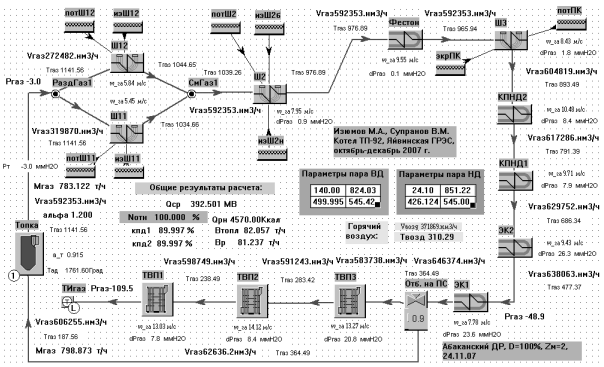


Рис. 1. Пример интерфейса программы «Boiler Designer»

В программе предусмотрены регуляторы различных параметров, которые действуют в ходе протекания итераций в режиме реального времени. Поэтому студенты могут наблюдать, как происходит регулирование этих параметров, например, температуры вторичного пара (рис. 2).

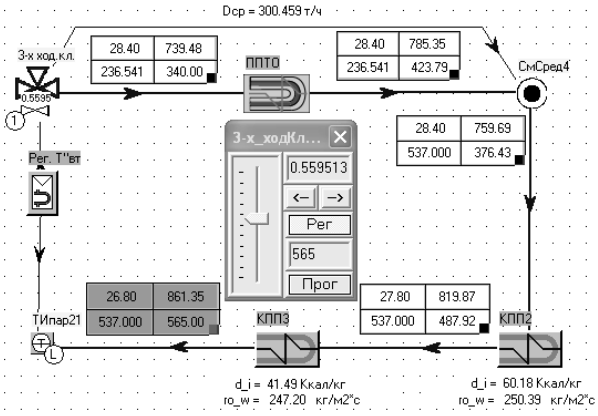


Рис. 2. Модель регулирования температуры вторичного пара при помощи паро-парового теплообменника (ППТО)

В программе предусмотрена возможность отключения любого регулятора. Тогда пользователь может сам выступать в роли регулятора, воздействуя кликами мыши на соответствующий клапан. Во многих случаях, например, при моделировании отборов сушильного агента в пылесистемы, или при использовании рециркуляции горячего воздуха, пользователь самостоятельно подбирает нужный расход, воздействуя на соответствующие клапаны (рис. 3).

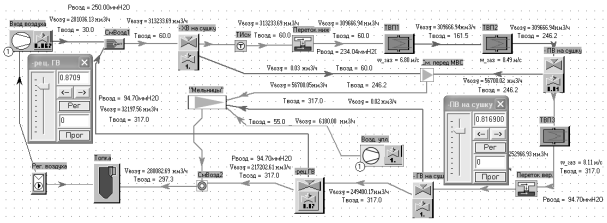


Рис. 3. Пример моделирования рециркуляции горячего воздуха и отбора подогретого воздуха в пылесистемы в воздушном тракте котла

Таким образом, проводя расчет котла по программе «Boiler Designer», студенты могут наблюдать реакцию котла на изменение различных параметров. Это, безусловно, является большим преимуществом при использовании программы учебном процессе. Строго говоря, динамические возможности программы «Boiler Designer» позволяют создавать на ее основе тренажеры для теплоэнергетического оборудования различных типов, но это уже выходит за пределы нашего рассмотрения.

Системы пылеприготовления играют значительную роль в работе котельной установки, но все-таки меньшую, чем сам пылеугольный котел. Поэтому и роль программы «Stoker» в совместном расчете котла и пылесистем все-таки меньше, чем программы «Boiler Designer». Но, тем не менее, влияние систем пылеприготовления весьма значительно. При подготовке специалистов и магистров на кафедре парогенераторостроения это подробно рассматривается в дисциплинах «Паровые котлы» и «Технология сжигания органического топлива». Поэтому рассмотрим подробнее значение программы «Stoker» в совместном расчете котла и пылесистем.

В отличие от программы «Boiler Designer», программа «Stoker» не является коммерческим продуктом и свободно предоставляется пользователям. Безусловно, мы должны только приветствовать эту инициативу ОАО «Всероссийский теплотехнический институт». В аспекте понимания стратегии ведущих отраслевых организаций, это можно рассматривать как прямую помощь образовательным организациям высшего профессионального образования.

Пограмма «Stoker» тоже характеризуется интерфейсом, наглядно подходящим для процесса обучения (рис. 4). Расчет систем пылеприготовления и газовоздушного тракта котла здесь в точности соответствует нормативным рекомендациям [4, 5].

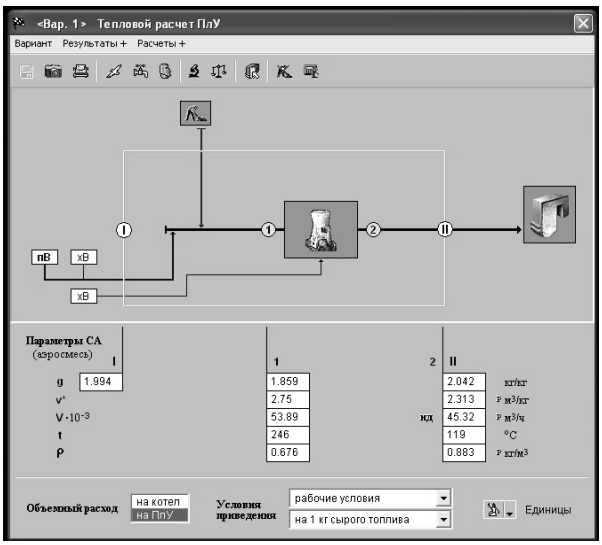


Рис. 4. Пример интерфейса программы «Stoker»

Исследование динамических процессов, происходящих в пылесистемах, в программе «Stoker» не предусматривается. Однако существует возможность различного представления результатов расчета, понятная и удобная для пользователей: результаты могут быть отнесены к котлу, к одной пылесистеме, к реальным или нормальным условиям. Это полезно для любых пользователей, в том числе и для студентов.

Не рассматривая подробности, следует отметить, что принципиально возможно внедрение расчета систем пылеприготовления совместно с котлом в программу «Boiler Designer». Нет сомнения, что разработчики «Boiler Designer» могут сделать это самостоятельно, но, на наш взгляд, было бы неплохо, если бы за основу был принят алгоритм многократно использованной программы «Stoker», но с некоторыми усовершенствованиями. Недостатком программы «Stoker», в отличие от «Boiler Designer», является то, что она ориентирована на традиционные технологии сжигания органического топлива. Так, например, в качестве среды, содержащей окислитель, в программе «Stoker» рассматривается только воздух. Для «Boiler Designer» это не существенно.

3. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММ «Boiler Designer» и «Stoker» В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Первое знакомство с программой «Boiler Designer» происходит в 6-ом семестре подготовки бакалавров при изучении профильной дисциплины «Гидродинамика энергоустановок», где учебным планом предусмотрено выполнение расчетного задания, связанного с проверкой надежности циркуляции в испарительных поверхностях нагрева паровых котлов или котлов-утилизаторов. Студентам предоставляются уже готовые файлы исходных данных для исследуемых объектов. Таким образом, в этом случае речь идет о пассивном использовании «Boiler Designer», позволяющем получить значения исходных данных, необходимых для выполнения расчетного задания. Однако это первое знакомство не проходит бесследно: студенты привыкают к интерфейсу программы и получают первые навыки внесения изменений в готовые файлы исходных данных.

Для активного использования программ «Boiler Designer» и «Stoker», подразумевающего самостоятельное создание расчетных моделей котлов и систем пылеприготовления, студенты должны получить достаточную профессиональную подготовку. Такой момент наступает к началу 2-го семестра обучения магистров, потому что к этому моменту уже изучена дисциплина «Технология сжигания органического топлива» и большая часть курса «Паровые котлы». Поэтому во 2-ом семестре учебным планом предусмотрено изучение дисциплины «Современные программные средства для расчета и проектирования котельных установок», где в основном и рассматриваются вопросы, связанные с применением программ «Boiler Designer» и «Stoker».

Нужно сказать, такое положение дел наблюдалось и раньше, так как при подготовке специалистов эти программные продукты изучались в рамках учебных научно-исследовательских работ в 10-ом семестре. Во время совместной подготовки специалистов и магистров курс «Современные программные средства для расчета и проектирования котельных установок» был в первом приближении проработан. Он предусматривает 4 лекции о возможностях программ «Boiler Designer» и «Stoker», а далее в основном практические занятия. В ходе практических занятий студенты сначала изучают конструкции котлов и систем пылеприготовления, которыми они укомплектованы. Затем, пользуясь чертежами и описаниями объектов, готовят исходные данные, а потом приступают к работе с программами. Итогом этой работы является выполнение расчетного задания, предусмотренного учебным планом.

Параллельно этому во 2-ом семестре магистратуры предусматривается выполнение курсового проекта по дисциплине «Паровые котлы». При работе над проектом студентам также рекомендуется использовать программу «Boiler Designer», такие

разработки поощряются. Выполнение курсового проекта по этой схеме тоже уже отработано при совместной подготовке специалистов и магистров.

В качестве источников литературы во всех этих случаях используются описания программ «Boiler Designer» и «Stoker» и учебное пособие [6].

Но особенно полезным оказалось использование рассматриваемых программных продуктов в рамках дипломного проектирования и при работе над магистерскими диссертациями. Приведем в качестве примеров лишь три работы, по которым имеются публикации.

В магистерской диссертации Д.А. Мельникова рассматривались перспективы использования технологии кислородного сжигания топлива (*Oxyfuel Combustion*) в основном для котлов с циркулирующим кипящим слоем. Поскольку такие котлы не комплектуются пылесистемами, здесь использовалась лишь программа «Boiler Designer». В России эта проблема рассматривалась впервые. Были получены интересные результаты. Имеются четыре публикации, например, [7].

В магистерской диссертации В.А. Баторшина, тоже впервые в России, рассматривались перспективы использования *Oxyfuel Combustion* для котельных установок с пылеугольными котлами. Применить программу «Stoker» здесь не удалось именно потому, что она ориентирована на традиционные технологии. Поэтому пришлось создавать специальный модуль для расчета пылесистем. Но программа «Boiler Designer» и здесь хорошо зарекомендовала себя. Это исследование позволило выявить многие интересные особенности технологии *Oxyfuel Combustion.* По результатам работы имеется четыре публикации, в том числе [8].

В магистерской диссертации А.В. Ильина всесторонне исследовалась работа котельной установки с котлом Пп-2450-25,5-545БТ энергоблока № 3, строящегося на Березовской ГРЭС. Здесь использовались обе программы: и «Stoker», и «Boiler Designer», позволившие учесть особенности этого сложного котла. Полученные результаты, представленные, например, в [9], в основном подтверждают правильность технических решений, принятых по котлу и пылесистемам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование программ «Boiler Designer» и «Stoker» в учебном процессе позволяет поднять подготовку магистров на новый качественный уровень. Это приветствуется и потенциальными работодателями, потому что программы широко используются в отрасли. Для разработчиков программных продуктов это тоже полезно как с позиций совершенствования программ, так и в плане их популяризации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Изюмов М.А., Супранов В.М.** Проведение согласованных тепловых расчетов котла и систем пылеприготовления на базе адекватных расчетных моделей // Труды XVIII междунар. науч.-техн. конф. «Информационные средства и технологии». Т. 3. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. С. 166—173.

2. **Исследование** возможности перевода котлов ТП-92 Яйвинской ГРЭС на непроектные виды углей / М.А. Изюмов, В.М. Супранов, П.В. Росляков и др. // Теплоэнергетика. 2008. № 9. С. 7—18.

3. **Супранов В.М., Изюмов М.А., Росляков П.В.** Исследование возможности работы котла ТПЕ-208 энергоблока № 1 Смоленской ГРЭС на непроектных углях // Теплоэнергетика. 2011. № 1. С. 44—54.

4. **Расчет** и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (нормативные материалы): Руководящие указания. — Л.: НПО ЦКТИ, 1971.

5. **Тепловой** расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) / Под ред. Н.В. Кузнецова. — М.: Энергия, 1973.

6. **Расчет** котельных агрегатов с использованием современных программных продуктов / Г.И. Доверман, Б.Л. Шелыгин, А.В. Мошкарин и др. — Иваново: ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет», 2007.

7. **Супранов В.М., Рябов Г.А., Мельников Д.А.** Исследование возможности и целесообразности работы котла Пп-1000-25-585 с циркулирующим кипящим слоем в режиме кислородного сжигания топлива // Теплоэнергетика. 2011. № 7. С. 56—64.

8. **Исследование** возможности и целесообразности работы котла Пп-1900-25-570КТ в режиме кислородного сжигания топлива / В.М. Супранов, В.А. Баторшин, А.В. Штегман и др. // Теплоэнергетика. 2012. № 8. С 10—18.

9. **Супранов В.М., Ильин А.В.** Исследование работы котла Пп-2450-25,5-545БТ энергоблока № 3 Березовской ГРЭС-1 на основе совместных расчетов топки, котла и пылесистем // Труды XXI междунар. науч.-техн. конф. «Информационные средства и технологии». Т. 1. М.: Издательский дом МЭИ, 2013. С. 179-185.

Б.Д. Теплов, В.Д. Буров
TeplovBD@mpei.ru, BurovVD@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ПЕРЕМЕННОГО РЕЖИМА ГТУ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается алгоритм расчета переменного режима ГТУ простого цикла и его программная реализация в компьютерной системе MS Excel.

Для расчета переменных режимов работы ГТУ, исследования и контроля их технического состояния, необходимо располагать алгоритмами расчета, результаты которого максимально приближены к опытным значениям, полученным путем режимных испытаний. Отличительной особенностью рассматриваемого алгоритма расчета переменного режима ГТУ является использование экспериментальных характеристик, полученных при статистической обработке результатов тепловых испытаний ГТУ в широком диапазоне нагрузок, наружных температур и углов установки ВНА компрессора. Уравнение аппроксимирующей зависимости определяется с учетом теории турбомашин и по данным эмпирических исследований влияния параметров ГТУ на рассматриваемый параметр. В алгоритме расчета переменного режима ГТУ используются экспериментальные обобщенные зависимости, необходимые для построения универсальной характеристики компрессора, а также экспериментальные зависимости для расчета КПД турбины, сопротивлений входного тракта, выхлопного тракта, тракта компрессор-турбина, потерь электрической мощности. Расчет тепловой схемы ГТУ происходит последовательно в соответствии с расположением ее элементов (компрессора, газовой турбины, камеры сгорания и камеры дожигания) по ходу рабочей среды. Каждый из элементов ГТУ описывается системой нелинейных уравнений, для решения которой на соответствующем этапе расчета используется метод итераций. В алгоритме реализованы возможности расчетов при различных режимах регулирования ГТУ: постоянстве электрической мощности, поддержании температуры газов перед турбиной или температуры выхлопных газов, при регулировании мощности и температуры газов за турбиной перепуском части сжатого в компрессоре воздуха на его вход или сбросом этого воздуха в окружающую среду (или в выхлопной тракт). Расчет тепловой схемы ГТУ реализуется методом итераций.

Для программной реализации алгоритма расчета переменного режима ГТУ была выбрана программная система Microsoft Excel (Microsoft Office). Эта система широко используется в большинстве стран мира. MS Excel совмещает в себе как преимущества электронных таблиц с большим количеством встроенных функций, так и средств визуального программирования Visual Basic for Applications. VBA позволяет автоматизировать весь комплекс работ от сбора информации, ее обработки, анализа до создания отчетной документации и ее публикации как для офисного пользования, так и на Web-узле. Сегодня система MS Excel стала дежурной (повседневной) компьютерной системой во всех подразделениях ТЭС. Табличный процессор MS Excel часто используется в процессе сбора и обработки данных тепловых испытаний оборудования ТЭС.

Программа «Расчет переменного режима ГТУ» использует среду Microsoft Excel для ввода исходных данных и вывода результатов расчета. Текст программы написан на встроенном языке программирования Visual Basic for Applications (VBA). Программа имеет блочно-модульную структуру, позволяющую легко наращивать расчётные возможности. Блок программных модулей представляет собой набор процедур, подпрограмм и функций, написанных на языке VBA и реализующих те или иные расчетные возможности. Программа содержит следующие модули:

– модуль «Свойства воды и водяного пара», реализующий формуляцию IF-97 по расчету свойств воды и водяного пара [1];

– модуль «Свойства газов», реализующий расчёт свойств воздуха, газообразного топлива и продуктов сгорания [2];

– модуль «Объявление переменных», содержащий указание на тип и описание используемых в расчете переменных;

– модуль «Исходные данные», содержащий подпрограмму, считывающую исходные данные, определяющие режим работы ГТУ;

– модуль «База данных», содержащий численные значения коэффициентов экспериментальных зависимостей, используемых в алгоритме расчета ГТУ;

– модуль «Обработчик ошибок», выполняющий функции первичной (после ввода исходных данных) и вторичной (в процессе выполнения расчета) проверок, обеспечивающих минимизацию ошибок пользователя при работе с расчетом;

– модуль «Вывод результатов», реализующий вывод результатов на рабочий лист;

– модули расчета отдельных элементов ГТУ (компрессора, газовой турбины, камеры сгорания и камеры дожигания).

В программе реализована возможность моделирования дефектов оборудования ГТУ введением корректирующих множителей в соответствующие

выражения, представленные в программных модулях. С помощью корректирующих множителей можно исследовать изменение параметров ГТУ при износе рабочих лопаток компрессора и турбины, загрязнении компрессора и турбины, разрушении КС и газосборника, забросе температур газа на входе в турбину.

Ввод исходных данных и вывод результатов расчета осуществляется на рабочих листах Microsoft Excel, форматированных определенным образом. Программа содержит следующие рабочие листы:

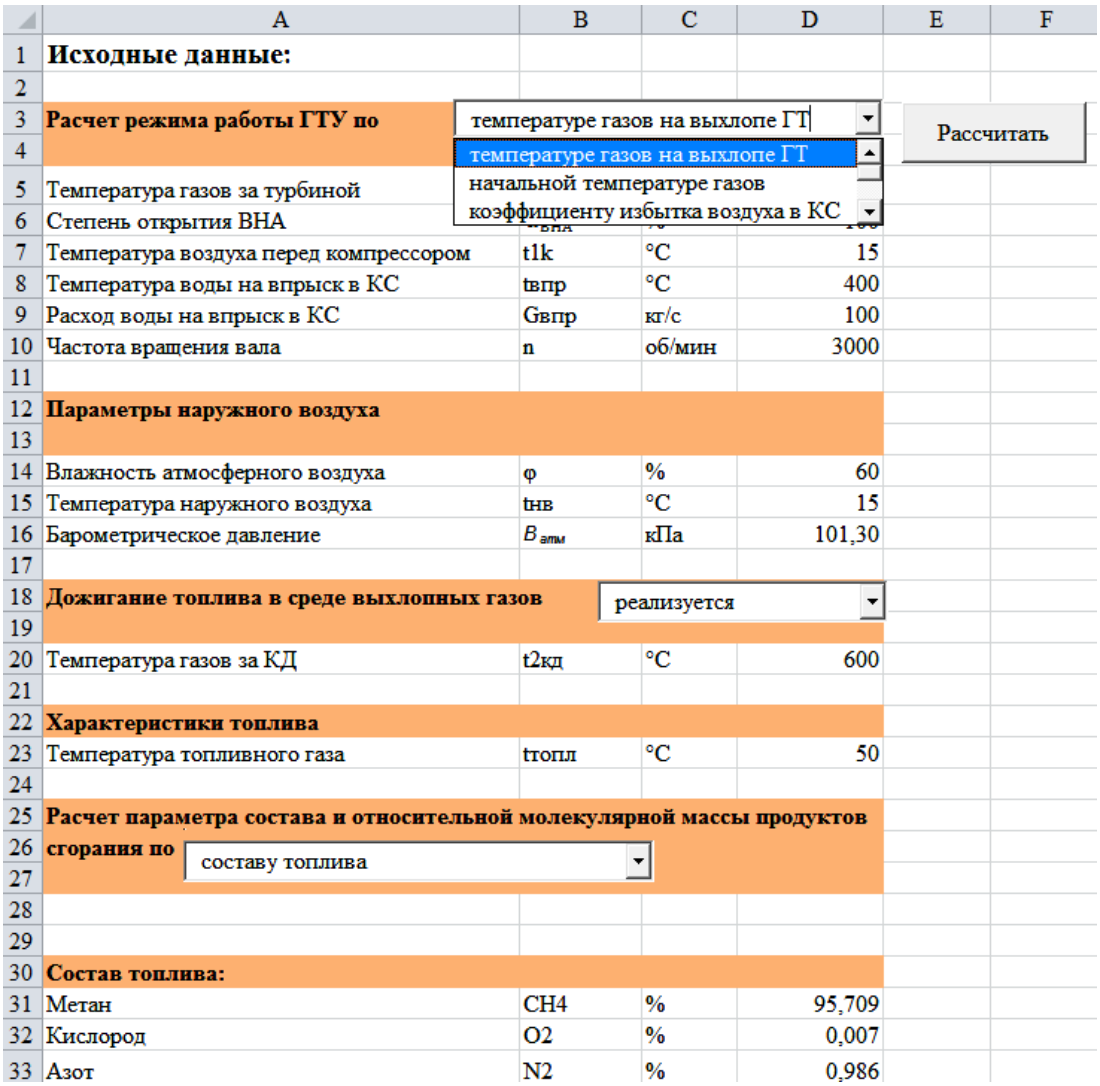
– лист «Исходные данные», фрагмент которого представлен на рис. 1, содержит информационные ячейки и ячейки для ввода исходных данных, а также элементы управления, позволяющие выбрать режим расчета и представленные в виде элементов управления VBA (полей со списком, кнопок, флажков, опций и т.д.);

– лист «Результаты расчета» (рис. 2) содержит заготовку таблицы, используемую при выводе результатов расчёта;

– лист «Графические зависимости» (рис. 3) содержит диаграммы зависимостей основных параметров ГТУ от электрической мощности при расчете последовательности нескольких режимов;

– лист «Свойства газов» иллюстрирует использование функций свойств газообразного топлива и продуктов сгорания, заложенных в программе;

– лист «Свойства воды и пара» (рис. 4) иллюстрирует использование функций свойств воды и водяного пара, заложенных в программе.



	A	B	C	D	E	F
1	**Исходные данные:**					
2						
3	**Расчет режима работы ГТУ по**	температуре газов на выхлопе ГТ			Рассчитать	
4		температуре газов на выхлопе ГТ				
5	Температура газов за турбиной	начальной температуре газов				
6	Степень открытия ВНА	коэффициенту избытка воздуха в КС				
7	Температура воздуха перед компрессором	t1k	°C	15		
8	Температура воды на впрыск в КС	tвпр	°C	400		
9	Расход воды на впрыск в КС	Gвпр	кг/с	100		
10	Частота вращения вала	n	об/мин	3000		
11						
12	**Параметры наружного воздуха**					
13						
14	Влажность атмосферного воздуха	φ	%	60		
15	Температура наружного воздуха	tнв	°C	15		
16	Барометрическое давление	$B_{атм}$	кПа	101,30		
17						
18	**Дожигание топлива в среде выхлопных газов**	реализуется				
19						
20	Температура газов за КД	t2кд	°C	600		
21						
22	**Характеристики топлива**					
23	Температура топливного газа	tтопл	°C	50		
24						
25	**Расчет параметра состава и относительной молекулярной массы продуктов**					
26	**сгорания по**	составу топлива				
27						
28						
29						
30	**Состав топлива:**					
31	Метан	CH4	%	95,709		
32	Кислород	O2	%	0,007		
33	Азот	N2	%	0,986		

Рис. 1. Фрагмент рабочего листа «Исходные данные»

	A	B	C	D
1	**Результаты расчета режима работы ГТУ:**			
2	**Параметры работы компрессора**			
3	Степень открытия ВНА	$\alpha_{ВНА}$	%	100
4	Температура наружного воздуха	tнв	°C	15
5	Температура воздуха перед компрессором	t1k	°C	15
6	Барометрическое давление	B	кПа	101,3
7	Температура газов за КС	t1t	°C	1183,638
8	Температура газов за турбиной	t2t	°C	545,1647
9	Относительный приведенный расход воздуха через компрессор	G1k_pr	-	1,115591
10	Расход воздуха на входе в компрессор	G1k	кг/с	737,3921
11	Степень сжатия воздуха в компрессоре	ek	-	21,23508
12	Изоэнтропный КПД компрессора	nk	%	88,64565
13	Потери давления воздуха во входном тракте ГТУ	dp1k	кПа	0,306753
14	Температура воздуха за компрессором	t2k	°C	452,2856
15	Влагосодержание сжимаемого в компрессоре воздуха	dk	кг/кг	0
16	Расход сжатого в компрессоре воздуха, перепускаемого на его вход	Gпер	кг/с	0
17	**Параметры работы камеры сгорания**			
18	Расход топлива в камеру сгорания	Вт_кс	кг/с	18,70802

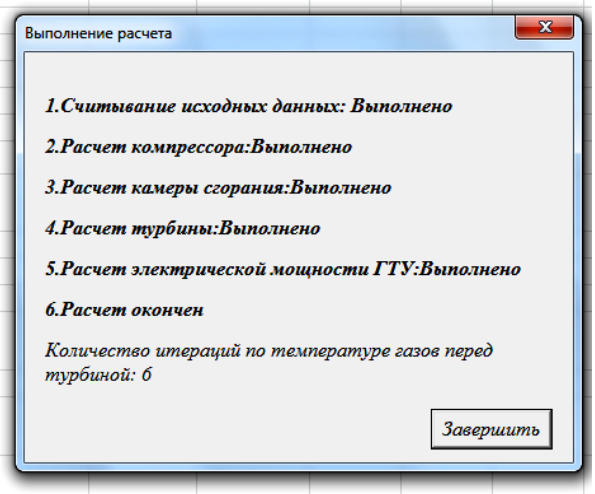


Рис. 2. Фрагмент рабочего листа «Результаты расчета»

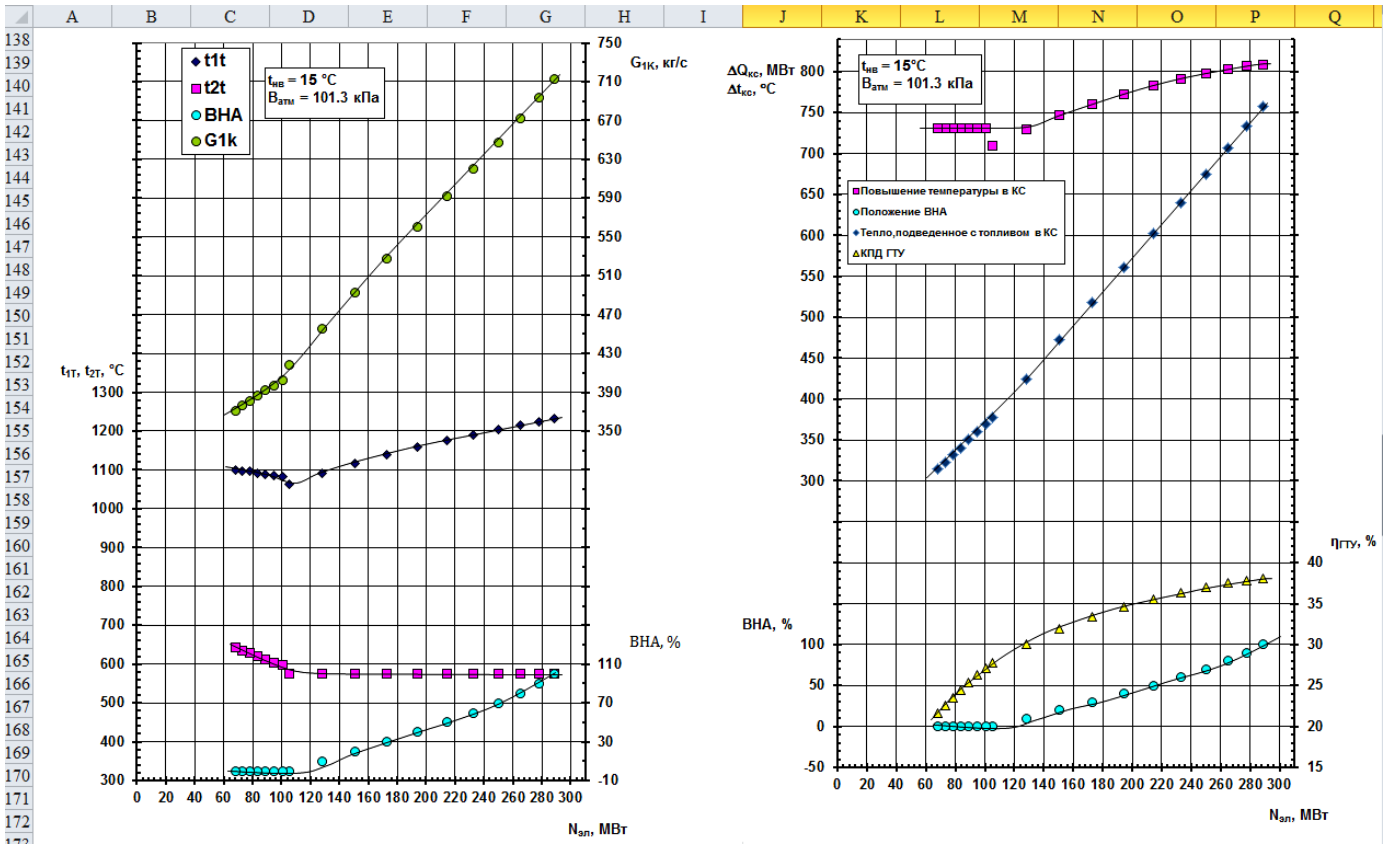


Рис .3. Фрагмент рабочего листа «Графические зависимости»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		***Прямые функции***									
2		***Однофазная область***									
3	Наименование	Размерность	Написание	Значение		***Условные обозначения***					
4											
5	Давление	МПа	Исходные данные	0,1			- исходные данные				
6	Температура	°C	Исходные данные	50			-функции, работающие только в однофазной области				
7							-функции, работающие только в двухфазной области				
8	Удельный объём	м^3/кг	v_pt	0,001012			-универсальные функции				
9	Плотность	кг/м^3	ro_pt	988,046901							
10	Энтропия	кДж/кг*К	s_pt	0,703753							
11	Энтальпия	кДж/кг	h_pt	209,4117986							
12	Изобарная теплоёмкость	кДж/кг*К	Cp_pt	4,179557071							
13	Изохорная теплоёмкость	кДж/кг*К	Cv_pt	4,024108128							
14	Внутренняя энергия	кДж/кг	u_pt	1646,857336							
15		***Двухфазная область***									
16	Степень сухости		Исходные данные	0,95							
17						***Дублирующие функции по температуре***					
18	Давление насыщения	МПа	p_t	0,01235127							
19	Температура насыщения	°C	t_p	99,60591861							
20	Теплота парообразования	кДж/кг*К	r_p	2257,513155		r_t	2381,974063				
21	Удельный объём воды	м^3/кг	v1_p	0,001043148		v1_t	0,001012137				
22	Плотность воды	кг/м^3	ro1_p	958,6368897		ro1_t	988,0087757				
23	Удельный объём пара	м^3/кг	v2_p	1,694022523		v2_t	12,02786415				
24	Плотность пара	кг/м^3	ro2_p	0,590310924		ro2_t	0,083140281				
25	Энтропия воды	кДж/кг*К	s1_p	1,302560		s1_t	0,703793905				
26	Энтальпия воды	кДж/кг	h1_p	417,4364858		h1_t	209,3362004				
27	Изобарная теплоёмкость воды	кДж/кг*К	Cp1_p	4,216149431		Cp1_t	4,179760088				
28	Изохорная теплоёмкость воды	кДж/кг*К	Cv1_p	3,769699683		Cv1_t	4,024331541				
29	Внутренняя энергия воды	кДж/кг	u1_p	417,332171		u1_t	209,3236992				
30	Энтропия пара	кДж/кг*К	s2_p	7,358807		s2_t	8,074909181				
31	Энтальпия пара	кДж/кг	h2_p	2674,949641		h2_t	2591,310264				
32	Изобарная теплоёмкость пара	кДж/кг*К	Cp2_p	2,075938025		Cp2_t	1,948245373				
33	Изохорная теплоёмкость пара	кДж/кг*К	Cv2_p	1,552696979		Cv2_t	1,467463952				
34	Внутренняя энергия пара	кДж/кг	u2_p	2505,547389		u2_t	2442,750861				
35		***Функции со степенью сухости***									
36	Удельный объём	м^3/кг	v_px	1,609374		v_tx	11,42652155				
37	Плотность	кг/м^3	ro_px	48,492640		ro_tx	49,47942205				
38	Энтропия	кДж/кг*К	s_px	7,055994		s_tx	7,706353417				
39	Энтальпия	кДж/кг	h_px	2562,073983		h_tx	2472,211561				
40	Изобарная теплоёмкость	кДж/кг*К	Cp_px	2,182770533		Cp_tx	2,059798901				
41	Изохорная теплоёмкость	кДж/кг*К	Cv_px	1,663369052		Cv_tx	1,595285123				
42	Внутренняя энергия	кДж/кг	u_px	2401,136628		u_tx	2331,079503				
43											
44		***Обратные функции***									
45	Энтропия	кДж/кг*К	Исходные данные	8							
46	Энтальпия	кДж/кг	Исходные данные	2800							
47											
48	Температура	°C	t_ph	161,81							
49	Температура	°C	t_ps	240,98							
50	Давление насыщения	МПа	p_h1	0,388		t_h1	142,5140827				
51											
52	Энтальпия	кДж/кг	h_ps	2956,61		h_ts	2567,1				

Рис. 4. Фрагмент рабочего листа «Свойства воды и пара»

Для информирования пользователя об ошибках, допущенных при вводе исходных данных, и о ходе выполнения программы (этап расчета, количество внешних (полных) итераций и время выполнения расчета), предусмотрен блок диалоговых форм.

Текст всех программных модулей и диалоговых форм — открытый (принцип open source), что позволяет пользователю при необходимости выполнять корректировку работы программы самостоятельно.

Достоверность разработанного алгоритма и программы расчета переменного режима ГТУ проверена сопоставлением результатов расчета эксплуатационных режимов с помощью программы с результатами обработки измеренных данных, представленных в отчетных материалах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан алгоритм и программа расчета переменного режима ГТУ. Программа обеспечивает достаточную сходимость с опытными данными ($\delta = 1$—2 %), что позволяет использовать её для прогнозирования результатов испытаний ГТУ до их проведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Александров А.А., Григорьев Б.А.** Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: справочник. — М.: Изд-во МЭИ, 1999.

2. **Ривкин С.Л.** Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив: справочник. — М.: Энергоатомиздат, 1984.

В.В. Топорков, Д.М. Емельянов, А.С. Целищев
ToporkovVV@mpei.ru, Yemelyanov.Dmitry@gmail.com, Alexey.Tselishchev@cern.ch
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕОТЧУЖДАЕМЫХ РЕСУРСОВ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПЛАНИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются и сравниваются различные подходы к решению проблемы эффективного планирования и выделения ресурсов для выполнения заданий в распределенных вычислительных средах. Проведенное имитационное моделирование распределенной вычислительно среды позволяет оценить эффективность использования ресурсов в различных условиях и на основе различных показателей.

ВВЕДЕНИЕ

К важнейшим показателям эффективности работы распределенной вычислительной среды (РВС) относятся уровень загрузки доступных ресурсов и время старта («отклика») заданий. В распределенных средах с неотчуждаемыми ресурсами вычислительные узлы, как правило, частично загружены выполнением локальных, более приоритетных заданий. Таким образом, доступные для использования ресурсы представляются набором слотов — промежутков времени, в течение которых отдельные вычислительные узлы свободны для выполнения на них частей многопроцессорных параллельных заданий. Наличие набора доступных слотов, в общем случае имеющих различные времена старта и завершения, а также различные показатели производительности (в зависимости от узла, на котором выделен слот), затрудняет задачу согласованного выбора ресурсов, необходимых для выполнения потока заданий от пользователей вычислительной среды. Фрагментированность ресурсов также приводит к снижению общего уровня загрузки узлов вычислительной среды.

Планирование выполнения заданий от пользователей в рамках виртуальных организаций (ВО) вычислительной среды происходит с учетом принятых в них политик [1], которые, как правило, задают оптимизацию прохождения потока заданий. Каждое задание сопровождается ресурсным запросом — списком требований к ресурсам, необходимым для выполнения конкретного приложения. Одним из важнейших параметров ресурсного запроса является время резервирования ресурсов, то есть время, в течение которого выбранные узлы будут полностью предоставлены заданию пользователя. Для осуществления оптимизации выполнения потока заданий и прогнозирования времени занятости и освобождения отдельных узлов существующие планировщики опираются на указанное в ресурсном запросе время.

Можно выделить два подхода к планированию потока заданий в РВС. В первом из них на основе информации о локальном расписании загрузки вычислительных узлов и времени, необходимом для выполнения каждого задания, осуществляется построение плана, оптимального или субоптимального по заданному в ВО критерию или вектору критериев [3]. К такому типу систем планирования относится циклическая схема планирования (ЦСП) [4].

Другой подход связан с планированием «на лету» на основе информации о динамически изменяющейся загрузке вычислительных узлов, и ориентирован на максимизацию загрузки ресурсов среды и минимизацию времени старта заданий. К такому типу можно отнести традиционный алгоритм бэкфиллинг [5].

Рассмотрим представленные схемы планирования подробнее.

1. ЦИКЛИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ

В рамках иерархической модели управления потоками заданий задания от пользователей по схожести ресурсных требований объединяются в потоки, которые ассоциируются с доменами ресурсов. Планирование на уровне домена осуществляется циклично, по пакетам, формируемым на основе потока. В начале каждого цикла планирования обновляются локальные расписания загрузки вычислительных узлов домена на период интервала планирования.

Планирование пакета заданий осуществляется на основе экономических принципов [6]: на каждом цикле планирования владельцы задают удельную стоимость использования собственных вычислительных узлов для выполнения заданий, а пользователи в ресурсном запросе указывают максимальную стоимость, которую они готовы потратить на выполнение задания. Причем интересы пользователей и владельцев ресурсов зачастую противоречивы: пользователи заинтересованы в наискорейшем запуске заданий с наименьшими издержками, а владельцы стремятся максимизировать прибыль от предоставления ресурсов. Использование экономических критериев позволяет согласовать интересы всех участников виртуальной организации [7].

Процесс одного цикла планирования может быть представлен следующим алгоритмом:

1. Для каждого задания пакета на интервале планирования происходит поиск непересекающихся альтернатив выполнения. Каждая альтернатива выполнения представляет собой набор одновременно свободных слотов и характеризуется временем и стоимостью выполнения.

2. Осуществляется выбор комбинации альтернатив (выбор одной альтернативы для каждого задания пакета), являющейся оптимальной или эффективной согласно политике конкретной виртуальной организации. Политика ВО формализуется критерием или вектором критериев. Примером задачи оптимизации может служить минимизация времени выполнения потока заданий с ограничением на суммарную стоимость выполнения.

В известных подходах, как правило, отбирается лишь первый подходящий по ресурсным требованиям задания набор слотов. Особенность рассматриваемого решения заключается в поиске альтернативных наборов слотов. Наличие альтернатив создает возможности для оптимизации плана выполнения параллельного задания.

Основным ограничением циклической схемы планирования является неэффективное использование ресурсов: для планирования необходимо выделение нескольких непересекающихся альтернатив выполнения, а для выполнения выбираются единственные для каждого задания. На рис. 1 представлен упрощенный пример поиска и выбора оптимальных в заданном смысле альтернатив для пакета из пяти заданий. Прямоугольниками схематически представлены альтернативы выполнения, найденные на интервале планирования для рассматриваемого пакета заданий, а серым цветом закрашены выбранные альтернативы, составляющие оптимальный набор.

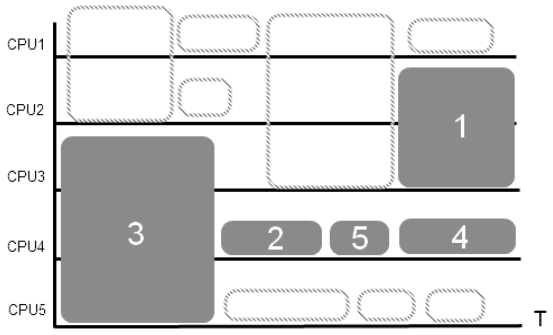


Рис. 1. Пример выбора альтернатив для пакета из 5-ти заданий

Номера 1—5 соответствуют заданиям, для которых выделяются ресурсы. Из рисунка видно, что доступные ресурсы (CPU1—CPU5) используются неэффективно: время старта альтернатив произвольно на рассматриваемом интервале планирования, что может привести к фрагментированию ресурсов и возникновению относительно небольших окон, непригодных для дальнейшего выполнения в них менее приоритетных заданий. Далее будут рассмотрены альтернативные эвристики и алгоритмы планирования, позволяющие повысить эффективность использования неотчуждаемых ресурсов при планировании.

2. БЭКФИЛЛИНГ

Алгоритм бэкфиллинг (backfilling [5]) является модификацией метода FCFS (First Come—First Served) . В подходе FCFS самый высокий приоритет в очереди имеет задание, поступившее раньше других, оно и должно быть запущено первым: задания запускаются одно за другим согласно их приоритетам.

Бэкфиллинг (в отличие от FCFS) требует от пользователей оценку времени выполнения их заданий [4], что позволяет заранее на этапе планирования резервировать ресурсы для их выполнения. Ресурсы выделяются заданиям в порядке их приоритетов, причем задание может получить подходящие ресурсы только при условии, что они уже не отведены более приоритетным заданиям. С помощью механизма предварительного резервирования метод гарантирует получение ресурсов высокоприоритетными заданиями и, вместе с тем, допускает нарушение порядка очереди, что способствует повышению коэффициента общей загрузки ресурсов. Нарушение порядка очереди происходит на этапе обратного заполнения, при попытке назначить задания с меньшим приоритетом на доступные незарезервированные ресурсы.

Среди ограничений подхода можно выделить следующие:

1) неэффективное использование ресурсов по критериям, отличным от минимизации времени старта (особенно при относительно высоком уровне доступности ресурсов);

2) невозможность принципиально повлиять на качество распределения, изменяя политики и критерии, действующие в рамках виртуальной организации.

3. МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЭКФИЛЛИНГА

Каждый из двух рассмотренных выше алгоритмов имеет собственные достоинства и недостатки. ЦСП позволяет эффективно распределять ресурсы при условии, что найдены альтернативные наборы слотов для выполнения заданий. Бэкфиллинг реагирует на досрочное освобождение ресурсов и позволяет производить перепланирование «на лету», что очень важно в условиях, когда оценка времени выполнения и действительное время выполнения задания могут серьезно отличаться. К рассмотрению предлагается комбинированный метод планирования с использованием бэкфиллинга (МПБ). На каждом цикле планирования из исходного пакета выделяется множество заданий, которые являются либо самыми «дорогими» (по стоимости выполнения), либо самыми требовательными к ресурсу (например, по времени), либо по иным признакам. Эти за-

дания, которые следует спланировать эффективно и, возможно, не соблюдая дисциплину очереди, группируются в отдельный подпакет. Далее планирование этого подпакета производится с помощью ЦСП на основе актуального расписания загрузки среды на интервале планирования. Планирование остальных, возможно, менее требовательных к ресурсам небольших заданий осуществляются с помощью бэкфиллинга, на основе динамично обновляющейся информации о реальной загрузке узлов. Таким образом, МПБ совмещает в себе преимущества как ЦСП, так и бэкфиллинга, а именно эффективное планирование наиболее трудоемких заданий, а также эффективное использование ресурсов, преимущественное соблюдение очереди выполнения заданий и невысокое время отклика.

4. ПРОЦЕДУРА СДВИГА

Дополнительно предлагается эвристическая процедура сдвига найденных окон в сторону начала интервала планирования. Основная идея процедуры заключается в смещении выбранных для предварительного резервирования альтернатив выполнения по оси времени в сторону начала интервала планирования с сохранением экземпляров ресурсов, на которых они выделены. Процедура сдвига выполняется итеративно, для каждого задания из рассматриваемого пакета, при этом очередность выборки заданий формируется согласно времени старта выбранных альтернатив, а не приоритету заданий: в первую очередь происходит попытка смещения альтернатив, имеющих наименьшее время старта. Такая очередность гарантирует, что при смещении любого задания все более ранние задания уже будут смещены и, таким образом, не будут занимать соответствующие узлы. Иначе возможна ситуация, когда задание с меньшим временем старта и меньшим приоритетом заблокирует перемещение задания с более высоким приоритетом, а затем, в свою очередь, будет смещено, освободив дополнительные слоты.

5. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследования свойств предложенных подходов, а также исходных алгоритмов планирования, на базе среды имитационного моделирования РВС [4] была проведена серия модельных экспериментов. Отдельный эксперимент представляет собой моделирование полного цикла планирования с независимым планированием одного и того же пакета заданий с помощью рассматриваемых подходов: ЦСП, МПБ, ЦСП с применением процедуры сдвига, а также бэкфиллинга. В каждом эксперименте происходит генерация входного пакета из 15 заданий, а также состава и локального расписания вычислительной среды. Для анализа поведения рассматриваемых подходов в различных условиях моделирование проводится отдельно для различного количества доступных узлов: $\{6,10,20,30,50,75,100,150\}$.Таким образом, исследование происходит на основе сравнения результатов планирования, полученных с одинаковыми исходными данными с помощью различных алгоритмов.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперимент посвящен исследованию эффективности планирования с помощью рассматриваемых подходов. Эффективность планирования может быть рассмотрена: 1) с точки зрения виртуальной организации (например, минимизация общего процессорного времени выполнения $t_{проц}$ пакета заданий); 2) с точки зрения уровня загрузки среды (минимизация времени старта $t_{старт}$ заданий пакета); 3) с точки зрения комбинированного критерия: $f = t_{старт} + t_{проц}$.

На рис. 2 представлено среднее время старта заданий для рассматриваемых подходов в зависимости от количества узлов вычислительной среды $n \in \{6,10,20,30,50,75,100,150\}$.

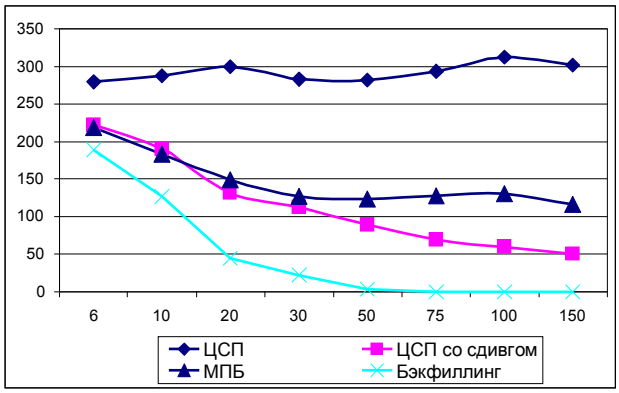


Рис. 2. Среднее время старта заданий пакета

На рис. 2 видно, что при увеличении количества доступных узлов бэкфиллинг позволяет уменьшить среднее время старта вплоть до нуля (то есть все задания стартуют с начала интервала планирования). При этом время старта заданий при планировании с ЦСП не зависит от количества ресурсов: оптимальный набор альтернатив в среднем находится в середине интервала планирования. МПБ ожидаемо позволяет обеспечить среднее время старта по сравнению с бэкфиллингом и ЦСП. Отдельно следует отметить, что процедура сдвига в ЦСП в среднем обеспечивает более раннее время старта, чем МПБ. При большом количестве ресурсов время старта заданий в схеме ЦСП со сдвигом стремится к ненулевому значению, так как при выборе оптимального набора альтернатив наиболее выгодные с точки зрения критерия оптимизации ресурсы, как правило, используются более чем одним заданием.

Рис. 3 демонстрирует преимущество ЦСП и МПБ перед бэкфиллингом по целевому критерию оптимизации в ВО — процессорному времени выполнения заданий $t_{проц}$. Следует отметить, что с увеличением количества ресурсов преимущество ЦСП (очевидно, и ЦСП со сдвигом) и МПБ над бэкфиллингом увеличивается. Использование до-

полнительных эвристик может обеспечить еще большее преимущество циклической схемы [7] по данному критерию.

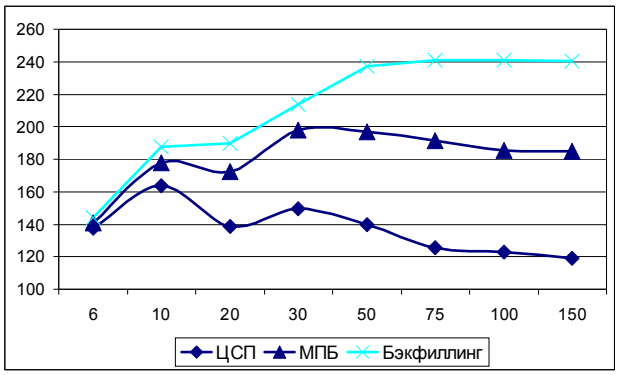


Рис. 3. Среднее процессорное время выполнения заданий пакета

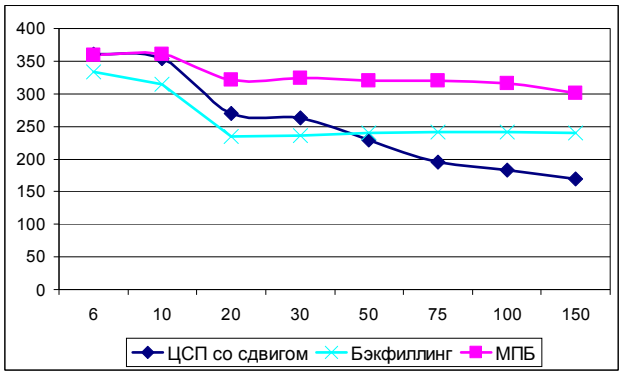


Рис. 4. Среднее значение f для заданий пакета

На рис. 4 представлено значение функции $f = t_{старт} + t_{проц}$ как комбинированного показателя эффективности использования ресурсов. Важно отметить, что из пересечения графиков для ЦСП и Бэкфиллинга следует, что при относительно небольшом количестве доступных ресурсов выгоднее может быть использование бэкфиллинга, однако при увеличении размеров вычислительной среды более выгодным становится подход с использованием ЦСП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проведено сравнение результатов планирования пакета независимых заданий на заданном интервале планирования с точки зрения политики виртуальной организации и эффективности использования доступных ресурсов. На основе сочетания циклической схемы планирования и бэкфиллинга предложен комбинированный подход МПБ. Дополнительно предложена процедура сдвига выбранных альтернатив в ЦСП. Результаты имитационного моделирования демонстрируют, что в зависимости от рассматриваемого показателя эффективности планирования, а также в зависимости от количества доступных ресурсов каждый из рассматриваемых подходов может обеспечивать наилучшие результаты. Бэкфиллинг, как правило, позволяет минимизировать время старта заданий, а циклическая схема планирования способна минимизировать используемое процессорное время. Для обеспечения компромиссных результатов планирования возможно использование МПБ: то есть планирование наиболее приоритетных заданий с помощью ЦСП и дальнейшее использование оставшихся свободных ресурсов с помощью бэкфиллинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Foster I., Kesselman C. and Tuecke S.** The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations // International J. Supercomputer Applications. 2001. № 15(3). P. 200—220,

3. **Ernemann C., Hamscher V., Yahyapour R.** Economic scheduling in grid computing. In: Proceedings of the 8th job scheduling strategies for parallel processing, D.G. Feitelson, L. Rudolph, U. Schwiegelshohn (eds.), Springer, Heidelberg, LNCS, vol. 2537, 2002.

4. **Toporkov V., Tselishchev A., Yemelyanov D., Bobchenkov A.** Dependable strategies for job-flows dispatching and scheduling in virtual organizations of distributed computing environments // Complex Systems and Dependability. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, AICS. Vol. 170. pp. 240-255. 2012.

5. **David Jackson, Quinn Snell, and Mark Clement**, Core Algorithms of the Maui Scheduler //JSSPP 2001, LNCS 2221, pp. 87–102, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001.

6. **Garg S.K., Buyya R., Siegel H.J.** Scheduling parallel applications on utility Grids: time and cost trade-off management, Proceedings of the 32nd Australasian computer science conference (ACSC 2009), Wellington, New Zealand.

7. **Топорков В.В., Емельянов Д.М.** Экономическая модель планирования и справедливого разделения ресурсов в распределенных вычислениях // Открытое образование. 2012. № 2 (91). С. 39—42.

Л. П. Фандрова, А. С. Жидков
fandrova@yandex.ru, AndrewDvizhok@gmail.com
Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), Уфа

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы создания экспертной системы для диагностики неисправностей автомобиля. Описан разработанный метод переноса сетевой структуры базы знаний в реляционную структуру. Рассмотрены возможности использованной в работе технологии MIDAS, осуществляющей связывание многоуровневых приложений.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке экспертной системы (ЭС) диагностирования неисправностей автомобиля большая доля информации связана с предметной областью технического устройства автомобиля. Соответственно структура БД напрямую зависит от структуры системы устройства автомобиля.

Структура базы знаний исходит от принципа работы экспертной системы и предметной области, для которой она применяется. Одна из основных функций базы знаний — это хранение формализованных знаний. В данной экспертной системе знания представлены в виде логических правил (условий).

1. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ

Множество авторов, рассматривая структуру ЭС, выделяют важным компонентом базу знаний.

Проблемной областью и объектом исследования в данной задаче является автомобиль. Автомобиль является сложным техническим устройством, которое можно представить в виде иерархической структуры его компонентов. Такая структура позволяет в дальнейшем ограничивать размеры «дерева» поиска. При поиске неисправности одного элемента, дальнейшие действия должны быть связаны с декомпозицией данного элемента. Это позволяет отсечь остальную часть структуры.

База знаний должна учитывать прецеденты для использования их при поиске решений. Прецеденты (база опыта) могут храниться в виде простых количественных характеристик элементов (узлов) автомобиля и указывать на их отказоустойчивость.

Помимо поиска неисправности ЭС должна предложить альтернативные элементы (запчасти) для замены неисправной детали. Соответственно требуется как хранение самого каталога автозапчастей, так и хранение связей, указывающих возможности замены неисправной детали.

Предполагается, что пользователь ЭС слабо осведомлен в предметной области эксперта. В связи с этим ЭС должна обладать определениями терминов, используемых в данной предметной области. Однако специфика данной предметной области требует описания некоторых операций с использованием не текстовых, а визуальных (графических) средств, что позволяет, в конечном счете, упростить работу пользователя. Поэтому база знаний ЭС также должна хранить и визуальную информацию.

Представим базу знаний на первом уровне декомпозиции в виде пяти связанных элементов:

- база правил;
- структура автомобиля;
- каталог запчастей;
- база определений;
- база опыта.

Указанные элементы взаимодействуют друг с другом посредством различных связей.

При отображении структуры элемента «структура автомобиля» произведены анализ и агрегирование объекта предметной области «автомобиль». ЭС решает задачу поиска неисправностей автомобиля, и, как следствие, отличать конкретные экземпляры не имеет смысла. Два различных автомобиля, но одного года производства, одинаковой модели и модификации должны восприниматься экспертной системой как один объект. Таким образом, ЭС должна различать только технически разные модели. Такая идентификация осуществляется путем определения модификации автомобиля.

«Бренд»: под этой сущностью подразумевается организация, производящая автомобили. Каждый производитель, как правило, представляет под своим брендом ряд моделей. Соответственно сущность «Бренд» способна породить множество сущностей «Модель». Но внутри модельного ряда идет разбиение на модификации. Одна и та же модель автомобиля может быть оснащена различными двигателями. В свою очередь сущность «Модель» порождает множество сущностей «Модификация». Каждая модификация автомобиля для экспертной системы отличается технической структурой функциональных узлов автомобиля, которую можно представить в виде дерева. По такой структуре формируется содержание руководств по ремонту. Вершиной такой иерархии является сама модификация. Далее от нее исходят обобщенные функциональные узлы. Такая структура позволяет использовать принцип «от общего к частному» при поиске неисправности. Т.е. неисправность узла верхнего уровня указывает на неисправность узла на уровень ниже и принадлежащего только верхнему узлу. Это позволяет по

мере продвижения по структуре уменьшать сектор поиска. Основной сложностью работы с данной структурой является неизвестность её размеров. Каждая модификация отличается технической структурой. Поэтому модификации обладают различными формами дерева функциональных разделов. Рассматриваемая структура является иерархической.

Аналогичной древовидной структурой обладает дерево правил. Каждое правило представляет собой набор логических выражений (тэрм), и каждое правило указывает на функциональный раздел (агрегат, узел), который неисправен. Таким образом, совмещенная структура базы содержит два взаимосвязанных дерева, суммарно это дает сетевую структуру, как показано на рис. 1.

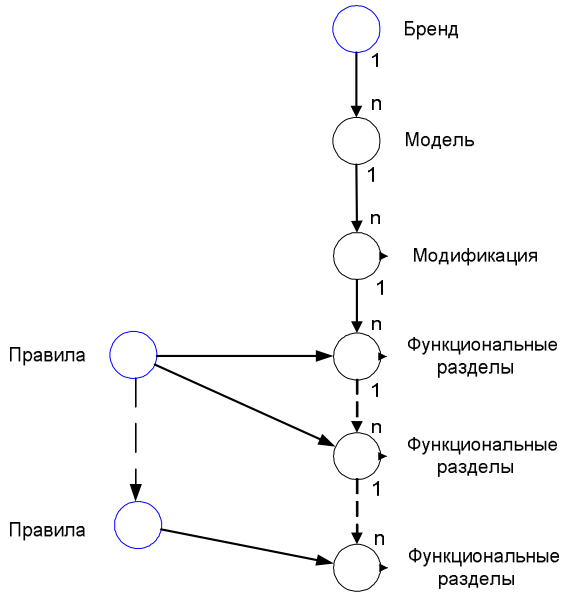


Рис. 1. Совмещенная структура дерева функциональных разделов и дерева правил

2. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ

Для реализации многоуровневого приложения на одной локальной машине необходима имитация всех уровней приложения. Для реализации программы используется СУБД InterBase v1.1.0.19.

В данной СУБД создана база данных «ESAD» с множеством связанных таблиц. СУБД запущена в локальном режиме. Сценарий диалога пользователя с ЭС приведен на рис. 2.

Список пользовательских функций при обращении к ЭС приведен на рис. 3.

Приложение реализовано на объектно-ориентированном языке программирования C++. При написании исходного кода использовалась интегрированная среда разработки Borland C++ Builder v6.0. Были использованы библиотеки API (Application Programming Interface) и BDE (Borland Database Engine).

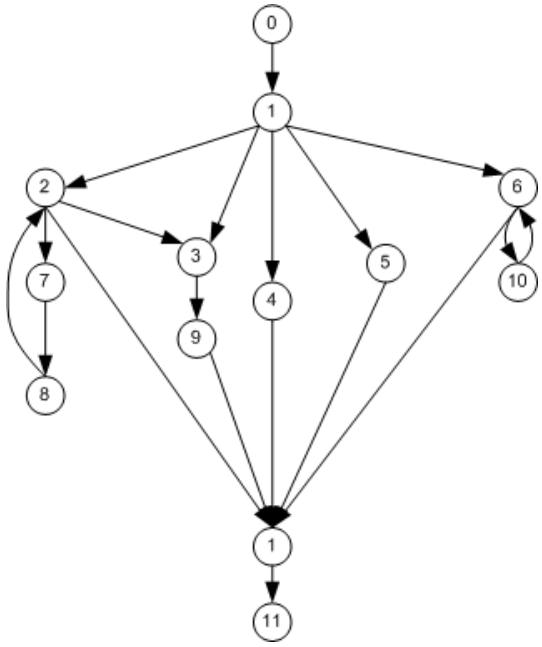


Рис. 2. Сценарий диалога экспертной системы

№	Диалог
0	Авторизация
1	Выбор модуля
2	Внесение правил
3	Ввод значений параметров
4	Просмотр каталога автомобилей
5	Просмотр каталога запчастей
6	Изменение структуры автомобиля
7	Создание параметров
8	Присваивание значений
9	Вывод решения
10	Вывод списка альтернативных запчастей
11	Завершение программы

Рис. 3. Список реализуемых функций системы

Структура базы данных разработана в программном продукте ERwin v.4.1.4. Так как база знаний имеет сетевую структуру, был разработан ряд методов, позволяющих осуществить перенос сетевой структуры базы знаний в реляционную структуру. Расплатой за осуществление данного перехода явилась избыточность базы. Возникла необходимость дублировать часть первичных ключей, чтобы таким способом записать структуру сети. Для перевода сетевой структуры в реляционную, необходимо введение рекурсивных связей в таблицу. Рекурсия приводит к необходимости добавления в таблицу полей, содержащих ссылки на поля этой же таблицы. Ни библиотека BDE, ни функции InterBase не обладают возможностями обработки связей подобного рода. Для решения данной проблемы был написан ряд триггеров и функций для базы данных.

Также были реализованы дополнительные функции, осуществляющие корректную передачу данных и в самом приложении на всех уровнях.

Метод перехода от сетевой структуры к реляционной описан ниже. На рис. 4 представлен вид возможной древовидной структуры.

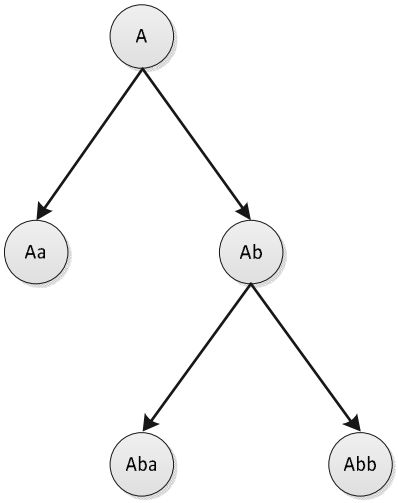


Рис. 4. Пример древовидной структуры

Подобная структура возникает при рассмотрении автомобиля как системы взаимосвязанных блоков, когда один блок является частью другого блока и т.д. Аналогичная структура возникает и при рассмотрении правил, когда одно правило может повлиять на другие. Для того чтобы перенести данную структуру в таблицу, необходимо для каждого элемента указать его родителя. Пример таблицы, возникающей из структуры, обозначенной выше, приведен на рис. 5.

ID	Parent	Children
0	NULL	A
1	A	Aa
2	A	Ab
3	Ab	Aba
4	Ab	Abb

Рис. 5. Пример полученной таблицы

Как видно, поле Parent содержит те же самые элементы, что и поле Children, соответственно эту особенность можно изобразить в виде рекурсивной связи. Данная связь условно изображена на рис. 6.

Пример, приведенный выше, рассматривает древовидную структуру. Подобным образом можно поступить и для преобразования сетевой структуры, только теперь у объекта может быть сразу несколько родителей.

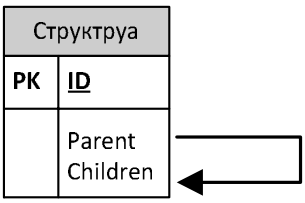


Рис. 6. Пример полученной таблицы

Соответственно применение данных рекурсивных связей накладывает определенные требования к таблицам. Например, понадобилось добавить функции для поддержания стратегии целостности данных. Дополнительные функции осуществляют корректное удаление дочерних записей при удалении родительской записи.

Одна из стратегий удаления следующая: при удалении родительского объекта — удалить все те его дочерние объекты, которые не имеют других родителей. Подобная ситуация может возникнуть при удалении какого-либо правила, когда все дочерние правила должны быть удалены, кроме тех, которые порождаются другими правилами.

3. ТЕХНОЛОГИЯ MIDAS

Для реализации ЭС для диагностики неисправностей автомобиля разработано трехуровневое приложение в среде C++ Builder v6 [1] с применением СУБД InterBase, связанное по технологии MIDAS (Multitier Distributed Application Services). Технология MIDAS осуществляет связывание многоуровневых приложений, распределенных по различным компьютерам. Разделяют приложение, находящееся на сервере — «серверное приложение», и приложение, находящееся на компьютере пользователя — «клиентское приложение».

Как правило, серверное приложение находится на компьютере вместе с системой управления базой данных (СУБД), но может находиться и на отдельной машине и связываться с СУБД по высокоскоростному каналу.

Таким образом, образуется два канала связи:

– между СУБД и серверным приложением, которое может быть реализовано механизмами Borland Database Engine (BDE): процессор баз данных Borland, ActiveX Data Objects (ADO) — объекты данных ActiveX и т.п.;

– между серверным приложением и клиентским, этот канал реализует MIDAS.

В свою очередь MIDAS применяет технологии: DCOM, CORBA, HTTP, TCP/IP, MTS и др.

Система управления базой данных располагается на машине сервера и не имеет непосредственной связи с компьютером пользователя. Серверное приложение находится на промежуточной машине (узле) и принимает запросы от клиентского приложения.

Машина серверного приложения может обладать более мощными техническими параметрами по сравнению с компьютером пользователя. Также возможно построение более быстрого канала связи с сервером СУБД. Данная структура позволяет сместить основную вычислительную нагрузку на машину серверного приложения. Это позволяет, в свою очередь, уменьшить клиентское приложение как по размеру, так и по системным требованиям.

Смещая вычислительную нагрузку на машину серверного приложения, появляется возможность повышения качества интерфейса клиентского приложения.

Такая структура обеспечивает более безопасный доступ к данным, нежели прямое соединение клиентского приложения с СУБД. Клиентское приложение не имеет прямого доступа к базе данных или СУБД. Соответственно нет возможности послать команду СУБД на удаление/изменение данных напрямую с клиентского приложения.

Параметры, отсылаемые клиентским приложением, понятны только серверному приложению, которое, в свою очередь, обрабатывает их и преобразует в запросы к СУБД. Это позволяет затруднить «подделку» запроса между клиентским приложением и СУБД.

Для связи серверного приложения с сервером баз данных используются компоненты доступа BDE/ADO. Через их свойства указывается тип сервера баз данных. В этих компонентах задаются запросы с параметрами, через которые осуществляется передача данных от клиентского приложения.

Технология MIDAS позволяет организовать связь между серверным и клиентским приложением различными способами. Реализация того или иного способа осуществляется посредством размещения компонентов в клиентском приложении.

Описанные выше компоненты позволяют построить систему многоуровневых приложений.

Сервер баз данных может содержать СУБД, связь с которой может поддерживать технология BDE/ADO и пр. Защиту данных на сервере баз данных обеспечивает применяемая СУБД. Серверное приложение осуществляет обмен данными с сервером баз данных с помощью SQL запросов (возможна настройка диалекта). Полученные данные от сервера баз данных трансформируются внутри серверного приложения и через компонент DataSetProvider передаются по каналу связи клиентскому приложению. Можно осуществить большую часть обработки полученных данных на серверном приложении и отправить клиентскому приложению только результат. Серверное приложение, связанное с сервером баз данных более скоростным каналом, может просмотреть большее количество информации, произвести сложные вычисления с большей скоростью, тем самым избавить клиентское приложение от данных операции.

Полученный пакет данных через канал связи хранится в компоненте ClientDataSet. Пользователь может изменять и просматривать данный пакет и при необходимости осуществить передачу данных либо отменить внесенные изменения. Компонент ClientDataSet также позволяет сохранить полученный пакет данных как внутренний файл на локальной машине и при необходимости вновь использовать его как источник данных.

Далее данные через компонент DataSourse поступают на элементы интерфейса пользователя. Компонент DataSourse представляет имитацию таблицы на стороне клиента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для реализации ЭС предметной области разработано трехуровневое приложение по технологии MIDAS (Multitier Distributed Application Services).

Разработанная ЭС позволяет осуществить поиск неисправности автомобиля пользователю, слабо осведомленному в техническом устройстве автомобиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Архангельский А.Я**. Программирование в C++ Builder. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2010. — С. 771—849.

А.А. Федотов, В.Г. Богомолов
le-tail@list.ru, bogomovg@yandex.ru
МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

Излагается методика преподавания основ метода конечных элементов в курсе «Численные методы математической физики» с применением готовой учебной программы в открытых кодах. Это позволяет студентам не только разобраться в сути и особенностях сложного вычислительного метода, но и получить опыт модификации готового программного продукта.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно учебным планам по направлениям подготовки, например, 150100 «Материаловедение и технология материалов», 151701 «Проектирование технологических машин и комплексов», 160400 «Ракетные комплексы и космонавтика», на старших курсах студенты должны проводить исследовательские работы с применением программного комплекса ANSYS. Вычислительной основой этого комплекса является метод конечных элементов (МКЭ). Корректное применение готовых шаблонных решений и проведение на основе этих шаблонов своих расчетов невозможно без понимания студентами сути метода, а также его достоинств и недостатков.

1. ПРИНЦИПЫ И ТЕХНИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕТОДУ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Студенты приступают к изучению основ МКЭ на этапе обучения, когда только начинают знакомиться с навыками как математического моделирования и программирования, так и анализа математических и физических задач. Кафедра «Высшая математика» предложила практико-теоретическое изучение этого сложного для понимания и освоения метода. Для реализации комплексного подхода к изучению МКЭ было составлено несколько наиболее простых модельных задач и предложена готовая, «прозрачная» для студентов программа, написанная нами на языке Delphi. Выбор языка программирования определился языком, который студенты изучают в курсе «Информатика».

Такой подход был выбран не случайно. Открытый код программы позволил студентам самостоятельно изучать структуру программы, вносить в нее изменения, проводить расчеты на сгущающихся сетках, получить численное решение задачи с заданной точностью и др.

На лекциях студентам излагается теоретический материал по основам МКЭ [1—4]. Затем студенты получают индивидуальные задания и готовую программу, суть и содержание которой преподаватель рассматривает на семинарских занятиях, обращая внимание на наиболее громоздкие и трудно программируемые места в алгоритме МКЭ.

В процессе выполнения лабораторной работы студенты должны модифицировать фрагменты программы в соответствии со своим вариантом задачи, отладить программу, провести исследовательские расчеты с целью подбора параметров задачи, получить численное решение, оценить его точность.

После анализа полученных результатов расчета студенты должны защитить лабораторную работу, т.е. ответить на вопросы по теории метода, а также на вопросы по тексту отдельных фрагментов и программы в целом.

2. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

Применение МКЭ рассматривается на примере решения стационарной двумерной задачи теплопроводности. Требуется найти функцию $u(x,y)$, удовлетворяющую в области $D=\{0<x<1,\ 0<y<1\}$ уравнению Лапласа

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=0\,, \qquad (1)$$

на части границы области условиям Дирихле

$$\begin{cases} u=\varphi(x), & y=1,\ 0\le x\le 1 \\ u=\psi(y), & x=1,\ 0\le y\le 1 \end{cases}, \qquad (2)$$

а на оставшейся части границы области условиям Неймана

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial x}=0, & x=0,\ 0\le y\le 1 \\ \dfrac{\partial u}{\partial y}=0, & y=0,\ 0\le x\le 1 \end{cases}. \qquad (3)$$

В (2) $\varphi(x)$ и $\psi(x)$ — заданные функции.

Вместо постановки задачи в дифференциальной форме (1)—(3) используется эквивалентная вариационная постановка [5]. В этой постановке требуется найти функцию $u(x,y)$, минимизирующую функционал

$$J(\hat{u})=\frac{1}{2}\iint_D\left[\left(\frac{\partial\hat{u}}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\hat{u}}{\partial y}\right)^2\right]dxdy, \qquad (4)$$

где $\hat{u}(x,y)$ — функция из допустимого множества пробных функций, заданных в области D. Пробные функции являются допустимыми, если они не-

прерывны и имеют кусочно-непрерывные первые производные. Пробные функции должны удовлетворять также главным граничным условиям (2). Граничные условия (3) называются естественными: они выполняются автоматически для функции, минимизирующий функционал (4), как следствие вариационной постановки задачи [3].

Область решения D разбивается на l конечных элементов (рис. 1). В качестве конечного элемента выбран треугольник, поскольку треугольники оказываются очень удобными для аппроксимации областей сложной формы. Узловыми точками сетки являются вершины треугольных элементов, n — общее число узлов сетки, введенной в области D.

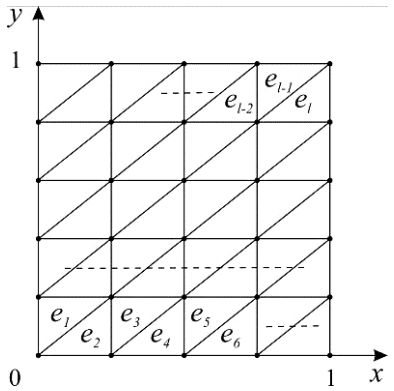


Рис. 1

Рассмотрим типичный КЭ e_i (рис. 2). Номера узлов i, j и m указываются в порядке, соответствующем движению против часовой стрелки (векторы $\vec{a},\vec{b},\vec{S}$ образуют правую тройку).

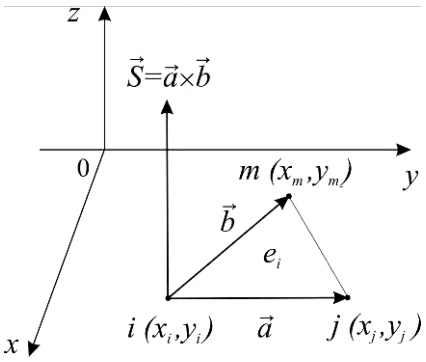


Рис. 2

Для произвольного элемента e_i пробная функция $\hat{u}(x,y)$ считается линейной, т. е.

$$\hat{u}(x,y)=\alpha_1+\alpha_2 x+\alpha_3 y\,, \tag{5}$$

а коэффициенты $\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3$ находятся по значениям $\overline{u}_i,\overline{u}_j,\overline{u}_m$ пробной функции в узловых точках из условий интерполяции:

$$\begin{cases}\alpha_1+\alpha_2 x_i+\alpha_3 y_i=\overline{u}_i\\ \alpha_1+\alpha_2 x_j+\alpha_3 y_j=\overline{u}_j\\ \alpha_1+\alpha_2 x_m+\alpha_3 y_m=\overline{u}_m\end{cases}.$$

Решая эту систему уравнений, находим

$$\begin{cases}\alpha_1=\dfrac{1}{2\Delta}(a_i\overline{u}_i+a_j\overline{u}_j+a_m\overline{u}_m),\\ \alpha_2=\dfrac{1}{2\Delta}(b_i\overline{u}_i+b_j\overline{u}_j+b_m\overline{u}_m),\\ \alpha_3=\dfrac{1}{2\Delta}(c_i\overline{u}_i+c_j\overline{u}_j+c_m\overline{u}_m),\end{cases} \tag{6}$$

где Δ — площадь КЭ, $a_i=x_j y_m-x_m y_j$, $b_i=y_j-y_m$, $c_i=x_m-x_j$, а коэффициенты a_j,a_m; b_j,b_m; и c_j,c_m могут быть определены из выражений для a_i,b_i и c_i путем циклической перестановки индексов.

Подставляя (6) в (5), получим

$$\hat{u}^{e_i}(x,y)=N_i\overline{u}_i+N_j\overline{u}_j+N_m\overline{u}_m=N^e u^e, \tag{7}$$

где $N^e=\left(N_i,N_j,N_m\right)$ — матрица базисных функций элемента e_i, $u^e=\left(\overline{u}_i,\overline{u}_j,\overline{u}_m\right)^{\mathrm{T}}$ — вектор узловых значений функции $\hat{u}(x,y)$ на элементе e_i [1—4],

$$N_i=\frac{1}{2\Delta}(a_i+b_i x+c_i y)\,,$$
$$N_j=\frac{1}{2\Delta}(a_j+b_j x+c_j y)\,,$$
$$N_m=\frac{1}{2\Delta}(a_m+b_m x+c_m y)\,.$$

Разбиение области и условия непрерывности, накладываемые на пробные функции, позволяют записать функционал (4) в виде $J=\sum_{i=1}^{l}J^{e_i}$, где

$$J^{e_i}=\frac{1}{2}\iint_{e_i}\left[\left(\frac{\partial\hat{u}^{e_i}}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\hat{u}^{e_i}}{\partial y}\right)^2\right]dxdy \tag{8}$$

— элементный вклад.

Чтобы найти элементный вклад (8), мы должны найти $\partial\hat{u}^{e_i}/\partial x$ и $\partial\hat{u}^{e_i}/\partial y$. Дифференцируя (7) по x, а затем по y, получаем:

$$\frac{\partial\hat{u}^{e_i}}{\partial x}=\frac{1}{2\Delta}\left[b_i\overline{u}_i+b_j\overline{u}_j+b_m\overline{u}_m\right],$$
$$\frac{\partial\hat{u}^{e_i}}{\partial y}=\frac{1}{2\Delta}\left[c_i\overline{u}_i+c_j\overline{u}_j+c_m\overline{u}_m\right].$$

Подставляя эти выражения в (8) и учитывая при этом, что подынтегральная функция не зависит от x и y, а $\iint_{e_i}dxdy=\Delta$, находим:

$$J^{e_i}=\frac{1}{8\Delta}\left[\left(b_i\overline{u}_i+b_j\overline{u}_j+b_m\overline{u}_m\right)^2+\left(c_i\overline{u}_i+c_j\overline{u}_j+c_m\overline{u}_m\right)^2\right]. \tag{9}$$

С помощью (9) функционал J представляется как функция всех узловых значений $\overline{u}_1, \overline{u}_2, ..., \overline{u}_n$, т.е. $J = J(\overline{u}_1, \overline{u}_2, ..., \overline{u}_n)$. Условия экстремума функции J задаются уравнениями

$$\frac{\partial J}{\partial \overline{u}_p} = \sum_{i=1}^{l} \frac{\partial J^{e_i}}{\partial \overline{u}_p} = 0, \quad p = 1, 2, ..., n, \tag{10}$$

причем при суммировании ненулевой вклад дают только те элементы, которые содержат узел p.

Дифференцирование (9) по $\overline{u}_p$ позволяет определить вклад $\partial J^{e_i} / \partial \overline{u}_p$ элемента e_i в выражение (10). Таким образом, если номера узлов i, j и m элемента e_i имеют во множестве номеров узлов системы значения p, q и r соответственно, то дифференцирование (9) по аргументу $\overline{u}_p$ позволяет записать систему уравнений (10) в виде следующей системы линейных алгебраических уравнений относительно значений функции $\hat{u}(x, y)$ в узловых точках:

$$\sum_{i=1}^{k} \Big[b_p^{e_i} \left(b_p^{e_i} \overline{u}_p + b_q^{e_i} \overline{u}_q + b_r^{e_i} \overline{u}_r \right) + \\ + c_p^{e_i} \left(c_p^{e_i} \overline{u}_p + c_q^{e_i} \overline{u}_q + c_r^{e_i} \overline{u}_r \right) \Big] = 0, \; p = 1, ..., n. \tag{11}$$

Здесь суммирование проводится только по тем элементам e_i, которые содержат узел p, k — число таких элементов в области D, p, q и r — номера узлов i, j и m элемента e_i (рис. 2) во множестве номеров узловых точек сетки. Главные граничные условия учитываются согласно [1, 2]. Система решается методом Гаусса.

3. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ И ФРАГМЕНТ КОДА

Формирование вкладов $\partial J^{e_i} / \partial \overline{u}_p$ и их объединение в систему линейных алгебраических уравнений проиллюстрируем на конкретном примере.

Пример. Пусть $\varphi(x) = x^2 - 1$, а $\psi(y) = 1 - y^2$. Непосредственной подстановкой можно убедиться в том, что решением задачи (1)—(3) является функция $u(x, y) = x^2 - y^2$. Получим численное решение этой задачи методом конечных элементов.

На рис. 3 показано разбиение расчетной области на 16 элементов с общим числом узлов, равным 15. Конечными элементами являются одинаковые прямоугольные треугольники, вершины которых выбраны в качестве узловых точек сетки, введенной в расчетной области *D*. Размеры всех элементов одинаковы, и имеется только 2 типа элементов, отличающихся друг от друга ориентацией в пространстве и порядком расположения узлов. Последнее обстоятельство упрощает вычисления, но вовсе не является обязательным при решении задач.

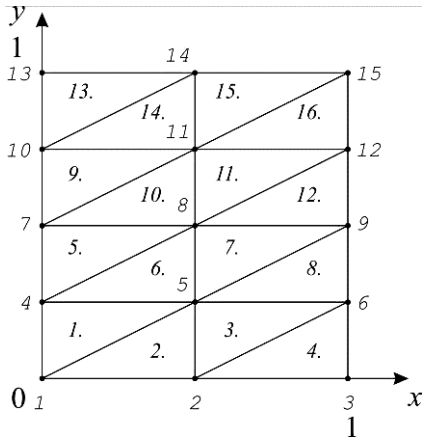


Рис. 3

В табл. 1 приведены номера узлов элементов согласно правилу обхода элемента против часовой стрелки, а также координаты узловых точек сетки.

Таблица 1

№ эл.	№ узлов вершин элементов			№ узлов	координаты узлов: *(xi,yi)*
1	1	5	4	1	(0.0, 0.0)
2	1	2	5	2	(0.5, 0.0)
3	2	6	5	3	(1.0, 0.0)
4	2	3	6	4	(0.0, 0.25)
5	4	8	7	5	(0.5, 0.25)
6	4	5	8	6	(1.0, 0.25)
7	5	9	8	7	(0.0, 0.50)
8	5	6	9	8	(0.5, 0.50)
9	7	11	10	9	(1.0, 0.50)
10	7	8	11	10	(0.0, 0.75)
11	8	12	11	11	(0.5, 0.75)
12	8	9	12	12	(1.0, 0.75)
13	10	14	13	13	(0.0, 1.0)
14	10	11	14	14	(0.5, 1.0)
15	11	15	14	15	(1.0, 1.0)
16	11	12	15		

Приведем фрагмент программы, нумерующей узловые точки конечных элементов:

```
for q:=1 to ny-1 do
for p:=1 to nx-1 do
                begin
                i:=2*(nx-1)*(q-1)+2*p-1;
                nod[i,1]:=nx*(q-1)+p;
                nod[i,2]:=nx*q+p+1;
                nod[i,3]:=nx*q+p;
               i:=2*(nx-1)*(q-1)+2*p;
               nod[i,1]:=nx*(q-1)+p;
               nod[i,2]:=nx*(q-1)+p+1;
               nod[i,3]:=nx*q+p+1;
               end;
```

Здесь nx = 3 и ny = 5 — количество узловых точек вдоль осей *x* и *y* соответственно, node[16,3] = node[i,j] — двумерный массив, node[i,3] — номера узловых точек *i*-ого КЭ; указываются в порядке, соответствующем движению против часовой стрелки.

Так как элементы с нечетными номерами (1,3,…,15) имеют одинаковые размеры и ориентацию по отношению к системе координат *Oxy*, то можно убедиться в том, что элементная матрица жесткости $\boldsymbol{k}^i$ ([1, 2]) для этих элементов одна и та же, например, для элемента 9 матричное уравнение имеет вид:

$$\begin{pmatrix} \partial J^9/\partial \bar{u}_7 \\ \partial J^9/\partial \bar{u}_{11} \\ \partial J^9/\partial \bar{u}_{10} \end{pmatrix} = \frac{1}{16\Delta}\begin{pmatrix} 4 & 0 & -4 \\ 0 & 1 & -1 \\ -4 & -1 & 5 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{u}_7 \\ \bar{u}_{11} \\ \bar{u}_{10} \end{pmatrix}.$$

Остальные элементы (с четными номерами: 2,4,…,14,16) также имеют общую элементную матрицу жесткости $\boldsymbol{k}^i$. Матричное уравнение, например, для КЭ с номером 10 имеет вид:

$$\begin{pmatrix} \partial J^{10}/\partial \bar{u}_7 \\ \partial J^{10}/\partial \bar{u}_8 \\ \partial J^{10}/\partial \bar{u}_{11} \end{pmatrix} = \frac{1}{16\Delta}\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -4 \\ 0 & -4 & 4 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \bar{u}_7 \\ \bar{u}_8 \\ \bar{u}_{11} \end{pmatrix}.$$

После определения вкладов $\partial J^{e_i}/\partial \bar{u}_p$ для всех элементов и их объединения *по узлам* получим систему уравнений (см. (11)): при этом 1-е уравнение соответствует объединению элементных вкладов для 1-ого узла ($p=1$), 2-е — для 2-ого ($p=2$) и т.д., последнее уравнение — для последнего узла ($p=15$). Полученная система подправляется с целью учета главных граничных условий [1, 2].

Расширенная матрица системы линейных алгебраических уравнений имеет вид:

$$\begin{pmatrix}
5 & -1 & 0 & -4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
-1 & 10 & -1 & 0 & -8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \\
-4 & 0 & 0 & 10 & -2 & 0 & -4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & -8 & 0 & -2 & 20 & -2 & 0 & -8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3.75 \\
0 & 0 & 0 & -4 & 0 & 0 & 10 & -2 & 0 & -4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & -8 & 0 & -2 & 20 & -2 & 0 & -8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 10 & -2 & 0 & -4 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -8 & 0 & -2 & 20 & -2 & 0 & -8 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 1.75 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & -4 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & -3 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0
\end{pmatrix}$$

Система решается методом Гаусса с выбором главного элемента. Решение получается в виде значений искомой функции в узловых точках области (табл. 2).

Таблица 2.

№ узловых точек	Значения $\bar{u}_i$	Значения функции *u(x,y)*
1	0.0000	0.0000
2	0.2500	0.2500
3	1.0000	1.0000
4	-0.0625	-0.0625
5	0.1875	0.1875
6	0.9375	0.9375
7	-0.2500	-0.2500
8	0.0000	0.0000
9	0.7500	0.7500
10	-0.5625	-0.5625
11	-0.3125	-0.3125
12	0.4375	0.4375
13	-1.0000	-1.0000
14	-0.7500	-0.7500
15	0.0000	0.0000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании многолетнего опыта преподавания МКЭ описанным образом, мы делаем заключение о несомненной пользе применяемого нами комбинированного подхода к проблеме. Студенты не только видят традиционное изложение МКЭ в учебниках и применяют этот метод решения «вручную», проводя необходимые математические преобразования и анализ параметров вычислений, но и завершают исследование решением математической задачи с применением конкретной учебной компьютерной программы.

В процессе такого обучения студент вырабатывает навыки анализа готового программного продукта, опыт его тестирования и модернизации. При внесении изменений в готовую компьютерную программу студент неизбежно сталкивается с необходимостью лучше понять суть и обратить внимание на существенные особенности самого метода конечных элементов. Это, в свою очередь, подготавливает студента к осознанному и грамотному использованию инженерных вычислительных пакетов при решении реальных практических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зенкевич О.,** Метод конечных элементов в технике. — М.: Мир, 1975. — 541 с.
2. **Норри Д., де Фриз Ж.** Введение в метод конечных элементов. — М.: Мир, 1981. — 304 с.
3. **Марчук Г.И., Агошков В.И.** Введение в проекционно-сеточные методы. — М.: Наука, 1981. — 416 с.
4. **Самарский А.А., Гулин А.В.** Численные методы математической физики. — М.: Научный мир, 2000. — 315 с.
5. **Эльсгольц Л.Э.** Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. — М.: Эдиториал УРСС, 2000. — 320 с.

А.В. Филатов
FilatovAV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ ДЛЯ РЕШЕНИЯ БОЛЬШИХ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ НА СОВРЕМЕННЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются возникшие в последнее время вопросы, которые необходимо решать разработчикам программ для больших инженерных задач, чтобы сократить время их выполнения на современных гетерогенных вычислительных системах, а также подход к их решению.

ВВЕДЕНИЕ

При создании программ для инженерных расчетов долгое время придерживались подхода, когда основное внимание уделялось существу расчетов и меньшее тому, как программа будет выполняться. Разработчики программ во многом полагались на средства трансляции и совершенство аппаратуры. Этот подход долго оправдывал себя в эпоху универсальных последовательных систем. Широкое внедрение параллелизма и специализации привело к созданию программ, разработчики которых для сокращения времени их выполнения должны учитывать особенности вычислительных систем.

1. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Параллелизм и специализация на данный момент реализуется на разных уровнях иерархии аппаратуры вычислительных систем. Возьмем следующие уровни:

- микроархитектура ядра микропроцессора;
- микропроцессор в целом;
- узел вычислительной системы;
- вычислительная система в целом.

Микроархитектура ядра современного микропроцессора допускает одновременное (параллельное) выполнение нескольких машинных команд. Сейчас степень параллелизма серийных процессоров достигла 8 команд за такт, а разработанный в России микропроцессор Эльбрус позволяет выполнять до 23 и в перспективе до 30 команд одновременно [1]. Также в состав ядра микропроцессора включаются специализированные исполнительные устройства, и целесообразно, чтобы команды кода программы были назначены для выполнения на устройства наиболее для них подходящие.

Микропроцессоры в целом на данный момент включают несколько ядер для параллельного выполнения нескольких потоков вычислений. Число их все время увеличивается. До недавнего времени микропроцессоры снабжали одинаковыми (чаще универсальными) ядрами, но в последнее время наметилась тенденция специализировать часть ядер микропроцессора под определённый тип вычислений [2].

Узел вычислительной системы может иметь в своем составе один или несколько микропроцессоров. Микропроцессоры могут быть одинаковыми (универсальными или специализированными) или разными, т.е. специализированными под свои типы вычислений. Примером такого узла служит персональный компьютер, снабженный привычным нам основным микропроцессором и видеокартой, которая содержит в своем составе графический процессор, способный выполнять некоторые виды вычислительной нагрузки (технология *NVIDIA CUDA* [3]) быстрее основного микропроцессора.

Вычислительная система в целом может иметь один (как в персональном компьютере) и более узлов. Система может быть гомогенной, то есть состоять из одинаковых узлов, или гетерогенной, когда узлы разбиваются на группы, каждая из которых специализируется на эффективное (более быстрое) параллельное выполнение определенного класса вычислений. Ярким представителем данного типа вычислительных систем является суперкомпьютер «Ломоносов» в МГУ. Надо учесть, что каждая высокопроизводительная система в целом тоже специализируется под конкретные классы задач.

2. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

Коротко рассмотрим схему подготовки программы. Разработчик программы создает исходный текст, содержащий некоторое множество инструкций I. Под инструкциями подразумеваются операторы некоторого языка программирования. Потом путем трансляции получается множество C — команд исполняемого кода (рис. 1). Под конец, исполняемый код выполняется вычислительной системой за время T в виде множества действий A, на множестве U — устройств вычислительной системы. Минимизация T достигается за счет усовершенствования аппаратуры, средств трансляции, а также за счет оптимизации разработчиком своей программы.

Представим гетерогенную вычислительную систему множеством $U = \{u0, u1, u2, u3, u4, \ldots\}$ специализированных вычислительных устройств. Объединим устройства по признаку специализации в подмножества. Получим $U = \{U0, U1, U2, \ldots\}$. Для

каждого такого подмножества устройств в общем случае требуется свой исполняемый код. Часто, чтобы его сгенерировать, необходимо иметь отдельный транслятор для каждого подмножества устройств. Все множество инструкций исходного текста программы также можно разделить на подмножества $I = \{I0, I1, I2, \ldots\}$ по признаку типа вычислений. После этого осуществляется трансляция инструкций подмножеств множества I в подмножества исполняемых кодов множества $C = \{C0, C1, C2, \ldots\}$ для устройств вычислительной системы. В итоге программа готова выполниться на вычислительной системе множеством действий $A = \{AU0, AU1, AU2, \ldots\}$ в течение времени T.

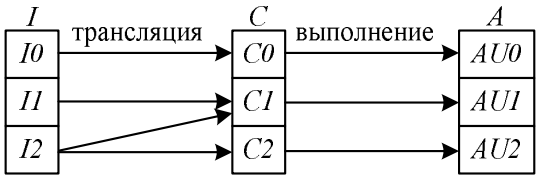


Рис. 1. Схема подготовки к выполнению программы для параллельной гетерогенной вычислительной системы

Первой важной задачей разработчика программы является распределение (назначение) ее частей на устройства, наиболее подходящие для их выполнения. Иногда бывает полезно (необходимо) продублировать выполнение части задачи (пример с подмножеством $I2$) на устройствах другой специализации. Хотя они будут работать медленнее, но отсутствие простоя этих устройств в целом может сократить время T.

Второй, напрямую связанной с первой, важной задачей разработчика является выбор наиболее подходящих режимов выполнения (степень параллелизма, конвейеризация, распределение данных, метод обработки и т.д.). Пусть $R = \{r0, r1, r2, \ldots\}$ — множество режимов выполнения вычислений, а $K = \{k0, k1, k2, \ldots\}$ — множество возможных комбинаций режимов. Разобьем множество действий $A = \{A0, A1, A2, \ldots\}$ на подмножества, соответствующие выполнению подмножеств множества I. Выбор разработчиком программы той или иной возможной комбинации режимов для реализации подмножеств множества инструкций I приводит к разным вариантам реализации подмножеств действий (рис. 2, варианты подмножеств A пронумерованы подстрочным индексом).

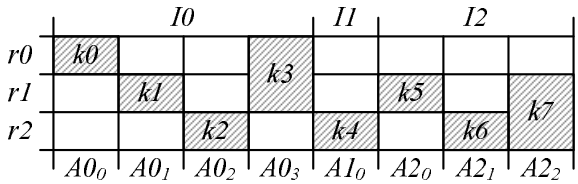


Рис. 2. Комбинации режимов выполнения вычислений

Задачей разработчика является формирование на основе K множества комбинаций K', дающих варианты подмножеств действий, вкупе приводящих к сокращению времени выполнения программы.

Третьей, также напрямую связанной с первой, важной задачей разработчика является формирование множества P — приоритетов для действий. Это могут быть приоритеты назначения, выделения ресурсов, очередности выполнения и пр.

3. МЕТОД АДАПТАЦИИ ПРОГРАММЫ К ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Ввиду сложности задача адаптации программ к современным параллельным гетерогенным системам (в целях сокращения времени их выполнения), как правило, решается путем перебора множества вариантов и выбора лучшего. Чтобы сократить число переборов применяются специальные методы, часто основанные на эвристиках. Каждый из них имеет свои достоинства, недостатки и ограничения.

Автор предлагает методику, основанную на следующем подходе. Каждый элемент из множеств R, K и P снабжается весовым коэффициентом, который показывает для каждого элемента степень предпочтительности его выбора (для R и K) или предпочтительное его значение (для P). Автор утверждает, что для ряда вычислительных задач значения весовых коэффициентов могут быть получены напрямую из их алгоритмов (программ) без перебора. Это делается сопоставлением алгоритмов (программ) задач с параметрами системы.

Использование полученных весовых коэффициентов позволяет сократить число переборов возможных вариантов распределения частей программы по устройствам, состава K' и значений элементов P. Это в итоге дает возможность выбрать приемлемое решение с точки зрения уменьшения времени выполнения программы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе будет подробно рассмотрен предлагаемый автором подход с методом определения весовых коэффициентов и методика применения данного подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ким А., Волконский В., Груздов Ф.** Микропроцессоры с высокой скоростью исполнения однопоточных приложений // Доклад на IV Московском Суперкомпьютерном Форуме 23.10.2013. URL: www.ospcon.ru/files/media/Volkonskiy.pdf.

2. **Палташев Т., Перминов И.** Гетерогенная архитектура для CPU, GPU и DSP // Открытые системы. 2013. № 8. С. 12—15.

3. **Боресков А.В., Харламов А.А.,** Основы работы с технологией CUDA. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 232 с.

А.Л. Хашпер
bella_anna_tw@mail.ru
ФГОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ КУБИЧЕСКИМИ СПЛАЙНАМИ

АННОТАЦИЯ

В данной работе предлагается применение метода интерполяции кубическими сплайнами для распознавания каротажных кривых, представленных на бумажных носителях. Предложенный подход позволяет повысить эффективность интерпретации данных ГИС, что, в свою очередь, увеличивает точность построенных на основе этих данных моделей.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время данные каротажа представляются в электронном виде, удобном для их компьютеризированной обработки и интерпретации. Однако во многих нефтяных организациях накоплен большой объем архивных каротажных диаграмм по пробуренным ранее скважинам на бумажных носителях, для которых нет количественных аналогов [1]. Поэтому актуальной задачей является оцифровка таких данных с целью их последующего анализа, т.е. разработка программного продукта, реализующего считывание и распознавание файлов, представляющих собой скан-копии каротажных диаграмм.

Для корректной интерпретации нужно, чтобы каждой глубине сопоставлялось единственное значение каждого типа каротажа, т.е. чтобы значение было, и притом только одно. Тем не менее, нередко наблюдается как неединственность, так и отсутствие значения какого-либо типа каротажа для определенной глубины. Для решения этой проблемы предлагается интерполяция каротажных кривых кубическими сплайнами.

1. ПРИЧИНЫ РАЗРЫВНОСТИ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ И ТИПЫ РАЗРЫВОВ

Разрывы каротажных кривых могут возникать по следующим причинам:

- выход значения каротажа за границу стандартного диапазона;
- пунктирное начертание кривых;
- пересечение двух кривых, вследствие чего точки одной кривой перекрываются точками другой кривой;
- утрата точек кривой в процессе оцифровки.

На рис. 1 типы разрывов отмечены разными цветами: 1 — синим, 2 — черным, 3 — оранжевым, 4 — зеленым.

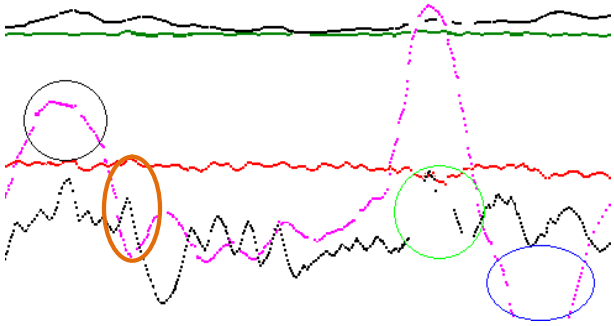


Рис. 1. Примеры разрывов каротажных кривых

Для устранения разрывов любого типа предлагается интерполяция каротажных кривых кубическими сплайнами.

2. ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Задача интерполяции заключается в следующем [2]. На отрезке [a, b] задана n + 1 точка $x_i = x_0, x_1, \ldots, x_n$, которые называются узлами интерполяции, и значения некоторой функции $f(x)$ в этих точках

$$f(x_0) = y_0, f(x_1) = y_1, \ldots, f(x_n) = y_n$$

Требуется построить функцию Φ(x) (интерполяционная функция), принадлежащую известному классу и принимающую в узлах интерполяции те же значения, что и $f(x)$, т. е. такую, что

$$\Phi(x_0) = y_0, \Phi(x_1) = y_1, \ldots, \Phi(x_n) = y_n \qquad (1)$$

В общей постановке задача может иметь бесконечное множество решений или совсем не иметь решений. Однако эта задача становится однозначной, если вместо произвольной функции Φ(x) искать полином φ(x) (интерполяционный полином) степени не выше n, удовлетворяющий условиям (1), т. е. такой, что

$$\varphi(x_0) = y_0, \varphi(x_1) = y_1, \ldots, \varphi(x_n) = y_n.$$

Полученную интерполяционную формулу

$$\varphi(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \ldots + a_1 x + a_0 \qquad (2)$$

обычно используют для приближенного вычисления значений данной функции $f(x)$ для значений аргумента x, отличных от узлов интерполяции.

Различают два вида интерполяции:

1) глобальная — соединение всех точек $f(x)$ единым интерполяционным полиномом;

2) локальная — соединение точек отрезками (по двум точкам), отрезками параболы (по трем точкам).

В данной работе применяется интерполяция кубическими сплайнами — один из наиболее распространенных и эффективных методов локальной интерполяции.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРПОЛЯЦИИ КУБИЧЕСКИМИ СПЛАЙНАМИ

Под сплайном понимают функцию g(x), заданную в некоторой области Ω, такую, для которой существует разбиение области на подобласти, в каждой из которых g(x) представляет собой полином некоторой степени m [2]. Функция g(x) m раз непрерывно дифференцируема в Ω, а m-ая производная суммируема с квадратом по Ω. В данной работе реализованы кубические сплайны, т. е. m = 3.

Исходными данными являются массивы глубин и значений каротажей. Программно создаются массивы узловых точек и значений каротажей в этих точках. В массив узловых точек заносятся точки, ограничивающие разрыв, также создается и заполняется массив шагов (сетка узлов не является равноотстоящей).

Далее производится расчет значений функции g(x) для точек, принадлежащих разрыву, по формуле (3), где x_{i-1}, x_i — точки, ограничивающие i-й разрыв, $h_i = x_i - x_{i-1}$ — шаг для i-го разрыва, f_{i-1}, f_i — значения данного каротажа в точках, ограничивающих i-й разрыв, а m_i — коэффициенты, найденные методом Гаусса из системы (4).

$$g(x)=m_{i-1}\frac{(x_i-x)^3}{6h_i}+m_i\frac{(x-x_{i-1})^3}{6h_i}+ \\ +(f_{i-1}-\frac{m_{i-1}h_i^2}{6})\frac{x_i-x}{h_i}+(f_i-\frac{m_ih_i^2}{6})\frac{x-x_{i-1}}{h_i},x\in[x_{i-1},x_i] \quad (3)$$

$$\frac{h_i}{6}m_{i-1}+\frac{h_i+h_{i+1}}{3}m_i+\frac{h_{i+1}}{6}m_{i+1}= \\ \frac{f_{i+1}-f_i}{h_{i+1}}-\frac{f_i-f_{i-1}}{h_i},i=\overline{1,n-1} \quad (4)$$

Таким образом, значение g(x) в точке, принадлежащей разрыву, зависит от текущей точки x, от шага для этого разрыва и от коэффициентов, найденных методом Гаусса, которые вычисляются отдельно для каждого разрыва. Следовательно, интерполяционный полином получается для каждого разрыва уникальным, не совпадающим, в общем случае, с полиномами для других разрывов.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис. 2 изображена часть каротажной диаграммы до применения метода интерполяции кубическими сплайнами, на которой выделены (синим цветом) особенно крупные разрывы.

На рис. 3 изображена та же часть каротажной диаграммы после интерполяции.

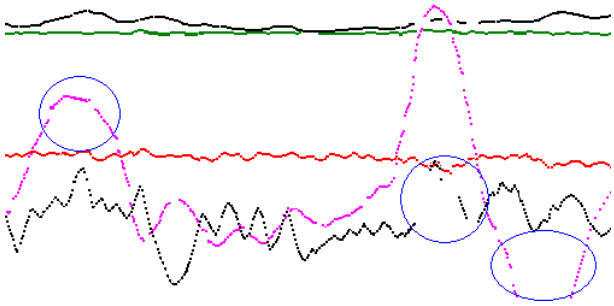


Рис. 2. Фрагмент каротажной диаграммы до интерполяции

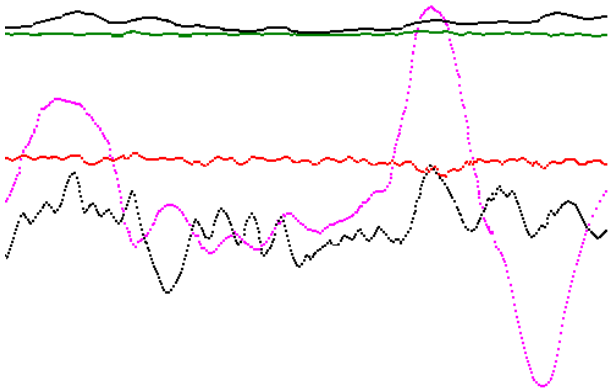


Рис. 3. Фрагмент каротажной диаграммы после интерполяции

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан и реализован программный модуль интерполяции каротажных диаграмм. Корректная интерполяция каротажных диаграмм имеет большое значение для оцифровки данных геофизических исследований скважин, поскольку она позволяет однозначно распознавать данные ГИС, представленные на бумажных носителях, что, в свою очередь, увеличивает точность построенных на основе этих данных моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Линд Ю.Б.** Вопросы применения методов искусственного интеллекта при решении задач нефтедобывающей отрасли // Нефтегазовое дело. 2013. № 3. Т. 11. С. 107—111.

2. **Ханова А.А.** Интерполяция функций. — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2001.

Б.Л. Хашпер[1], А.Ф. Можчиль[2]
bella_anna_tw@mail.ru
[1]ФГБОУ ВПО «БашГУ», [2]ООО «БашНИПИнефть», Уфа

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

АННОТАЦИЯ

В докладе поставлена задача создания экономической модели, реализованной в виде программного модуля, позволяющего автоматизировать расчет оценки эффективности и рисков разработки новых нефтегазовых лицензионных участков. Выбран метод для решения поставленной задачи, обоснован выбор метода. Разработан и программно реализован алгоритм оценки эффективности инвестиционного проекта. Приводятся результаты тестирования разработанного программного продукта на примере лицензионного участка, приобретаемого нефтяной компанией.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимым условием успешного развития компании является эффективная инвестиционная политика, ведущая к увеличению объемов производства и прибыли предприятия. Но, анализируя эффективность тех или иных инвестиционных проектов, руководству компании часто приходится сталкиваться с тем, что рассматриваемые при их оценке потоки денежных средств относятся к будущим периодам и носят прогнозный характер. Неопределенность прогнозируемых результатов обусловлена влиянием как множества экономических факторов (колебания рыночной конъюнктуры, цен, валютных курсов, уровня инфляции и т. п.), не зависящих от усилий инвесторов, так и достаточного числа неэкономических факторов (климатические и природные условия, политические отношения и т. д.), которые не всегда поддаются точной оценке. Возникает риск того, что данный проект может привести к убыткам. Поэтому на сегодняшний день актуальной задачей является оценка эффективности инвестиционных проектов [1].

1. МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Метод Монте-Карло — общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций стохастического (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи. Метод Монте-Карло можно определить как метод моделирования случайных величин с целью вычисления характеристик их распределений [2]. Используется для решения задач в различных областях физики, химии, математики, экономики, оптимизации, теории управления.

Имитационное моделирование рисков инвестиционных проектов представляет собой серию численных экспериментов, призванных получать эмпирические оценки степени влияния различных факторов (объема выпуска, цены, переменных расходов и др.) на зависящие от них результаты.

Проведение имитационного эксперимента разбивают на следующие этапы [3]:

1) устанавливаются взаимосвязи между исходными и выходными показателями в виде математического уравнения или неравенства. В качестве результирующего показателя обычно выступает один из критериев эффективности (чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности, отношение цены к прибыли);

2) задаются законы распределения вероятностей для ключевых параметров модели;

3) проводится компьютерная имитация значений ключевых параметров модели;

4) рассчитываются основные характеристики распределений входящих и исходящих показателей;

5) проводится анализ полученных результатов и принимается решение.

Метод Монте-Карло позволяет наиболее полно учесть весь диапазон неопределенностей исходных параметров проекта, с которыми может столкнуться его осуществление.

Кроме того, путем изначально задаваемых ограничений требуемых показателей эффективности проекта можно широко использовать информационную базу проведения анализа проектных рисков.

Таким образом, метод Монте-Карло позволяет получить интервальные значения показателей проектных рисков, в рамках которых возможна успешная реализация реального инвестиционного проекта.

2. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА

В результате исследования разработан и программно реализован алгоритм метода Монте-Карло для оценки эффективности эксплуатации лицензионного участка, приобретаемого нефтяной компанией.

Все денежные потоки для участка до 2044 года занесены в книгу Excel. В этой же книге в ячейке рассчитывается чистый дисконтированный доход

(ЧДД), показатель эффективности инвестиционного проекта. Поэтому для программной реализации был выбран язык Visual Basic for Applications, наиболее удобный для работы с данными таблицы Excel. Из множества факторов, входящих в модель, отобраны параметры, наиболее влияющие на ЧДД, для которых сложно точно определить значение на весь период расчета. Для каждого параметра выбраны наиболее вероятные значения и отклонения от этих значений. Написан макрос, в котором с листа считываются количество испытаний, наиболее вероятное, минимальное, максимальное значения для каждого переменного параметра. Рассчитывается стандартное отклонение. Для вывода формулы расчета стандартного отклонения проведен следующий вычислительный эксперимент. Было взято произвольное среднее значение некоторой случайной величины AV и ее произвольное стандартное отклонение SD. По этим данным с помощью функции NormInv были рассчитаны значения случайной величины X с вероятностью от 0,05 до 0,95 (табл. 1).

Таблица 1. Генерация значений случайной величины

AV	SD	X	%
1000	500	178	5
1000	500	359	10
1000	500	482	15
1000	500	579	20
1000	500	663	25
1000	500	738	30
1000	500	807	35
1000	500	873	40
1000	500	937	45
1000	500	1000	50
1000	500	1063	55
1000	500	1127	60
1000	500	1193	65
1000	500	1262	70
1000	500	1337	75
1000	500	1421	80
1000	500	1518	85
1000	500	1641	90
1000	500	1822	95

Далее был построен график зависимости интегральной вероятности от X (рис. 1).

Рис. 1

Из графика было определено, каким значениям min и max соответствуют интегральные вероятности 5 % и 95 %: (max–min)/SD = 3,3. Следовательно, SD = (max–min)/3,3, то есть стандартное отклонение рассчитывается как разница между максимальным значением и минимальным значением, поделенная на коэффициент 3,3.

После расчета стандартного отклонения в макросе добавляется новый лист, в нем выделяется диапазон для записи результирующих значений ЧДД. Количество ячеек в диапазоне совпадает с количеством испытаний, введенных пользователем. В цикле в ячейки со значениями переменных параметров присваиваются значения функции NormInv, принимающей в качестве параметров число от 0 до 1 с равномерным распределением (функция Rnd в VBA), наиболее вероятное значение и стандартное отклонение соответствующего параметра. Таким образом, получается нормальное распределение параметров. На каждой итерации значение ЧДД пересчитывается и заносится в диапазон. В результате получается массив значений ЧДД. Далее в этом массиве выбираются минимальное и максимальное значения, рассчитывается шаг, интервалы и с помощью функции Frequency строится распределение значений ЧДД.

Для получения корректного результата необходимо провести большое количество испытаний (несколько десятков тысяч). Созданный макрос генерирует значения со скоростью приблизительно 2000 значений в час. Также много времени затрачивается на статистическую обработку полученных значений (нахождение минимального и максимального значений, расчет шага, вывод интервалов, построение графика). Поэтому было принято решение рассчитывать характеристики распределения и строить график в другой среде. Была выбрана программная среда Borland C++ Builder, имеющая возможность более быстрой обработки большого объема данных. Также данная среда имеет широкие возможности для графического представления данных (компонент Chart). Для считывания значений из книги Excel в программную среду C++ Builder используется технология Object Linking and Embedding (OLE), технология связывания и внедрения объектов в другие документы и объекты, разработанная корпорацией Microsoft. После генерации значений ЧДД макрос вызывает приложение Builder, в котором эти зна-

чения забиваются в массив с помощью функции OlePropertyGet. Далее массив упорядочивается. Затем рассчитываются минимальное, максимальное и среднее значения ЧДД. Далее вычисляется медианное значение, то есть число, которое является серединой множества чисел: половина чисел имеет значения большие, чем медиана, а половина чисел — меньшие. Далее рассчитываются минимальное, максимальное и среднее значения ЧДД без учета значений на концах, то есть наименьших 5 % значений и наибольших 5 %. Эти значения отбрасываются, так как они достигаются с маленькими вероятностями, но могут влиять на результат. Для анализа распределения важно рассчитать среднеквадратичное отклонение, показывающее, насколько разбросаны полученные значения, и коэффициент вариации, равный отношению среднеквадратичного отклонения к среднему значению. Этот показатель позволяет оценить, какую долю среднего значения ЧДД составляет ее средний разброс. Рассчитывается доля отрицательных значений ЧДД. Строится график распределения значений ЧДД.

Далее макрос был усовершенствован возможностью выбора пользователем из списка параметров те, значения которых будут меняться. Параметры, не отмеченные пользователем, не меняют свои значения при расчете ЧДД. Для каждого переменного параметра пользователь может выбрать закон распределения с помощью элемента управления CheckBox на листе Excel. Предлагается три варианта: нормальное распределение, треугольное распределение, бета-распределение.

Для получения значений с нормальным распределением используется функция NormInv, в которую передаются три параметра: функция Rnd, наиболее вероятное значение и среднеквадратичное отклонение.

Треугольное распределение в макросе реализуется следующим образом:

1) Для каждого параметра рассчитывается величина d по формуле:

$$d = \frac{\text{mod} - \min}{\max - \min};$$

2) С помощью функции Rnd генерируется случайное число u в диапазоне от 0 до 1 с равномерным распределением.

3) Если u меньше или равно d, то необходимое случайное число определяется по формуле:

$$\min + (\max - \min) \cdot \sqrt{du};$$

4) Если u больше d, то необходимое случайное число вычисляется по формуле:

$$\min + (\max - \min) \cdot (1 - \sqrt{(1-d)(1-u)});$$

Для получения бета-распределения используется функция BetaInv. В нее передаются пять параметров: Rnd, произвольные фиксированные параметры α и β, минимальное значение, максимальное значение. Чтобы график распределения был унимодальным, параметры α и β должны быть больше 1. Мы взяли α = 10, а β рассчитывается через α по следующей формуле:

$$\beta = \frac{\alpha \cdot (1-d)}{d},$$

где

$$d = \frac{\text{mod} - \min}{\max - \min}.$$

Далее программа была дополнена макросом, позволяющим провести анализ чувствительности ЧДД к отдельным параметрам. В этом макросе все параметры, влияющие на ЧДД, остаются постоянными и равными своим наиболее вероятным значениям, а вместо значения анализируемого параметра подставляется набор его значений по выбранному закону распределения. Такой анализ позволяет оценить влияние изменения значения конкретного параметра на целевую функцию и выбрать оптимальную комбинацию параметров проекта.

С помощью созданной программы проведена оценка эффективности приобретения лицензионного участка нефтяной компанией.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследуемого проекта были получены следующие результаты (табл. 2, рис. 2 и 3).

Таблица 2. Анализ значений ЧДД

Показатель	Значение
Мин. значение ЧДД	–7 528,65 млн. руб.
Макс. значение ЧДД	16 663,40 млн. руб.
Мин. значение 5 %	–1 701,40 млн. руб.
Макс. значение 95 %	6 142,04 млн. руб.
Медиана	1 828,14 млн. руб.
Среднее значение ЧДД	1 971,98 млн. руб.
Среднее значение ЧДД без учета маловероятных значений	1 917,61 млн. руб.
Стандартное отклонение	7 330,92 млн. руб.
Коэффициент вариации	3,72
Доля отрицательных значений	20,48 %
Число испытаний	20 000

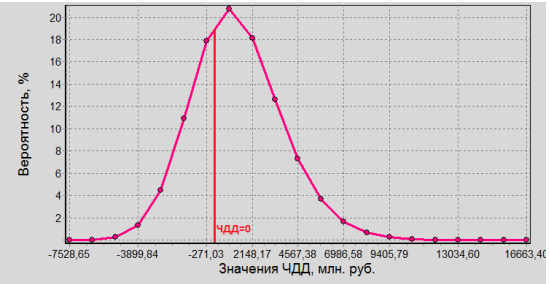


Рис. 2. Распределение значений ЧДД

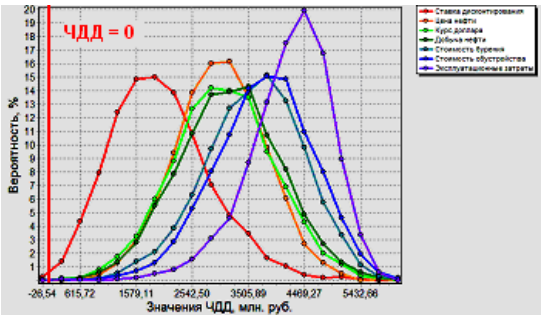


Рис. 3. Анализ чувствительности

Из табл. 2 и рис. 2 видно, что минимальным значением ЧДД является –7 528,65 млн. руб. Максимальное значение составило 16 663,40 млн. руб. Среднее значение ЧДД — 1 971,98 млн. руб. Медианой является 1 828,14 млн. руб. Доля отрицательных значений: 0,2048. Если не учитывать значения на концах, которые достигаются с маленькими вероятностями, то минимальное значение составит –1 701,40 млн. руб., а максимальное — 6 142,04 млн. руб. Среднее значение в этом случае составит 1 917,61 млн. руб.

Из рис. 3 видно, что при изменении некоторых параметров, например, эксплуатационных затрат, получается небольшой разброс значений ЧДД, вероятность получения отрицательного значения равна нулю. Наибольший разброс значений ЧДД получается при изменении цены нефти.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что приобретение исследуемого лицензионного участка выгодно Компании. Но необходимо принять меры для уменьшения вероятности получения отрицательного ЧДД. Например, снизить разброс исходных переменных за счет уточнения их вероятных значений. Это можно осуществить проведением дополнительных геологических исследований, если речь идет о прогнозных уровнях добычи жидкости и нефти, или хеджированием рисков для уменьшения разброса возможной цены на нефть. Также можно отсрочить запуск проекта до установления благоприятных внешних условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждая организация, осуществляющая инвестиционную деятельность, заинтересована в максимальной эффективности использования средств, поэтому оценка эффективности проектов на сегодняшний день является актуальной проблемой. Для нефтегазовой отрасли особую важность представляют такие инвестиционные проекты, как приобретение новых лицензионных участков, которые являются основой долгосрочной стратегии развития нефтедобывающих компаний.

В работе для оценки эффективности приобретения лицензионных участков предложено использовать метод Монте-Карло как один из наиболее надежных методов оценки инвестиционных проектов. Предложенный метод был использован для оценки эффективности разработки конкретного лицензионного участка, на основе моделирования значений ЧДД как основного показателя эффективности проекта [4].

Результатом работы является расширение возможностей существующей экономической модели, проведение анализа с использованием большого массива данных, результаты которого позволяют объективно оценить эффективность проекта. Таким образом, разработанная модель позволяет проводить качественную и надежную оценку экономической эффективности новых нефтяных лицензионных участков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хашпер Б.Л., Можчиль А.Ф.** Оценка эффективности инвестиционных проектов нефтегазовой отрасли методом Монте-Карло // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Математическое моделирование на основе методов Монте-Карло». — Бирск, 2013. — С. 139—142.

2. **Ермаков С.М.** Метод Монте-Карло и смежные вопросы. — М.:Наука, 1975. — 472 с.

3. **Лукасевич И.Я.** Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений. — М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. — 402 с.

4. **Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А.** Оценка эффективности инвестиционных проектов. — М.: Дело, 2002. — 888 с.

Н.К. Чыонг Ван, Ю.Б. Воробьев
yura@npp.mpei.ac.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТИПА АВАРИИ НА АЭС

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается подход по использованию современных информационных технологий для идентификации типа аварии на АЭС. В первую очередь это метод обработки сложной информации на основе нейронных сетей. В настройке нейронных сетей используются генетические алгоритмы. Для увеличения эффективности расчетов применяются методы латинских гиперкубов и параллельных вычислений.

ВВЕДЕНИЕ

Существующие системы поддержки оператора на АЭС зачастую базируются только на определении предаварийной ситуации и факте возникновения аварии на основе идентификации отклонения контролируемых параметров от номинальных значений. Однако для принятия действенных противоаварийных мероприятий необходима система, позволяющая не только сигнализировать о возникновении аварии, но также определять тип аварийной ситуации и осуществлять поддержку оператора или кризисного центра непосредственно в процессе протекания аварии. Для решения этой задачи в данном методе предлагается применение современных информационных технологий (ИТ).

1. СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ АВАРИИ НА АЭС НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТ

Постановка рассматриваемой задачи может быть представлена следующим образом. В процессе функционирования АЭС имеется возможность контролировать вектор параметров $Y = \{Y_i, i = 1,\ldots, k\}$, который зависит от времени t: Y(t). Данный вектор представляет собой физические параметры (например, давление на входе в реактор, температура), состояние оборудование (включено/выключено) и т.д. Также имеется множество возможных аварийных ситуаций на АЭС — $A = \{A_i, i = 1, \ldots, n\}$. Пусть аварийная ситуация A_i начинается в момент времени t_0. С момента времени t_0 и в течение интервала Δt имеется m наблюдений вектора Y(t) — множество $Y_{Ai} = \{Y_{ji}, j = 1, \ldots, m\}$. Задача заключается в установлении соответствия между реализацией множества Y_A и конкретным элементом множества A. Т.е. в отображении $Y_{Ai} \rightarrow A_i$. Можно установить эту связь на основе анализа динамики АЭС в процессе аварии с помощью интегральных кодов типа RELAP5. Обозначим некий интегральный код как C. Для каждого элемента A_i множества A можно рассчитать m значений вектора наблюдений Y(t) для промежутка времени с начала аварии Δt: $A_i \rightarrow C \rightarrow Y_{Aic} = \{Y_{jic}, j = 1, \ldots, m\}$. Задача системы идентификации заключается в автоматизации процесса соотнесения во время аварии величин Y_{Ai} и Y_{Aic} (реальных и смоделированных с помощью интегральных кодов) и определении соответствующего элемента $A_i \in A$.

Вышеупомянутые интегральные расчетные коды типа RELAP5 моделируют информацию с некоторой погрешностью $\Delta Y_{Ai} = Y_{Aic} - Y_{Ai}$, которая носит, в общем случае, случайный характер и имеет соответствующую функцию распределения F_{Ai}. Это необходимо учесть в процессе определения A_i. Кроме того, существуют параметры модели аварии, имеющие чисто стохастическую природу. Например, это может быть текущая мощность реактора, температура охлаждающей воды САОЗ, отказы систем и т.д. Это вносит дополнительную стохастическую составляющую в ΔY_{Ai} и F_{Ai}.

Анализ ИТ, существующих на сегодняшний день, и учет выше приведенных условий определяет то, что для автоматизации соотнесения величин Y_{Aic} и Y_{Ai} как во время наступления аварии, так и в процессе ее протекания, подходят системы на основе искусственного интеллекта, в частности, нейронные сети (НС) [1]. Другой аспект, связанный с погрешностями расчетов по интегральным кодам ΔY_{Ai} и их вероятностными характеристиками F_{Ai}, предлагается учитывать в рамках методов анализа неопределенностей, например [2, 3]. Графически алгоритм системы изображен на рис. 1.

Важной компонентой предлагаемого подхода является использование ИТ искусственного интеллекта на основе НС, которые в настоящее время широко применяются для решения сложных и слабо формализуемых задач в технике. При этом значимыми вопросами являются правильный выбор архитектуры НС и соответствующей процедуры ее обучения. Организация процедуры обучения НС базируется на обеспечении максимального качества прогноза. Для этого исходные данные для ее тренировки (настройки) случайным образом разделяются на два подмножества — обучающее и контрольное в пропорции 75 % и 25 %, что является обычной практикой при использовании НС [1]. Обучение НС производится на первом подмножестве, а контроль качества обучения на втором, независимом от первого. Для обучения используется алгоритм обратного распространения ошибки с адаптивной коррекцией.

Сам процесс формирования обучающего и контрольного множеств для НС (рис.1) является важным элементом архитектуры предлагаемого подхо-

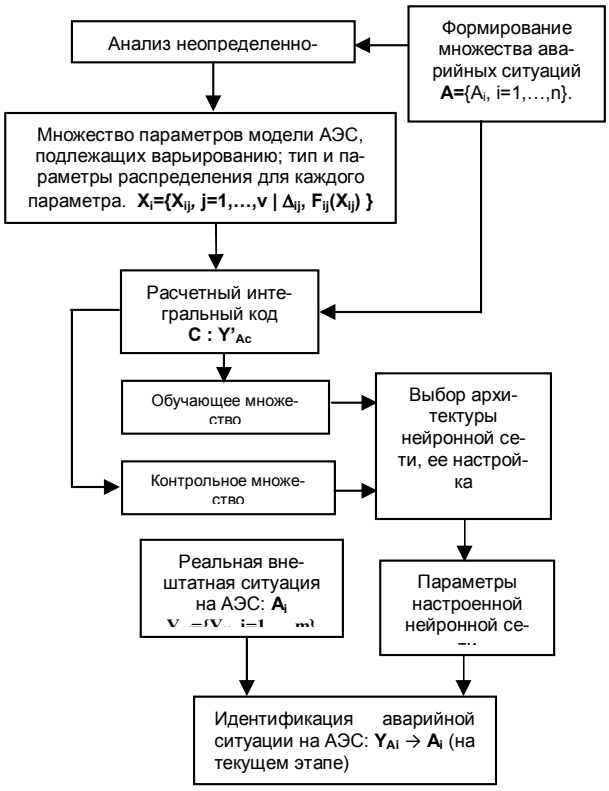


Рис. 1. Общая архитектура системы идентификации типа аварийной ситуации с использованием систем искусственного интеллекта

да. Так как на сегодняшний день отсутствуют фактические данные изменения параметров АЭС по полному спектру возможных аварий, то по результатам проведенных исследований в данном методе было предложено образовывать обучающее множество с использованием моделирования на основе кодов улучшенной оценки типа RELAP5, т.к. они обеспечивают наиболее адекватное моделирование проектных аварий и переходных процессов на АЭС. Неопределенности, связанные с неточностью моделирования по кодам и со случайными параметрами протекания аварии, необходимо учитывать через соответствующие вероятностные распределения и использовать при генерации набора данных по каждой аварийной ситуации в рамках анализа неопределенностей.

Существуют разные методы для анализа неопределенностей, но для сложных кодов (как, например, RELAP5) и большого количества параметров (как в нашей модели АЭС, используемой для настройки системы) методы на основе использования метода Монте-Карло (МК) являются наиболее подходящими.

В нашем подходе используется формула Уилкса для определения необходимого минимального и достаточного количества расчетов. Эта формула имеет следующий вид:

$$1-\frac{\alpha}{100}^{N}-N(1-\frac{\alpha}{100}^{N})\frac{\alpha}{100}^{N-1}\geq\frac{\beta}{100}$$

Здесь: $P\{P(m\leq Y\leq M)\geq\alpha\}\geq\beta$, Y — выходные неопределенные данные; m, M — минимальное и максимальное значение (интервал изменения); α, β — вероятности; N — минимальное число расчетов. Тогда для получения 95 % (α) доверительного интервала изменения результирующего показателя безопасности, например, температуры оболочки максимально нагруженного ТВЭЛа (Y) с 95 % уверенности (β), необходимо провести N = 93 расчёта.

Для повышения эффективности расчетов анализа неопределенностей в подходе используется метод латинских гиперкубов (ЛГ), позволяющий улучшить эффективность стандартного метода МК, а также параллельные вычисления, реализованные в программной системе NPO [4].

Использование стандартного метода МК оказывается достаточно неэффективным в том случае, когда у нас имеется большая размерность пространства и имеются длинные «хвосты» функций плотности распределения. Метод Латинских Гиперкубов (ЛГ) — Latin Hypercube Sampling — является одним из подвидов метода МК и действует по следующему алгоритму. Каждая компонента параметрического пространства разделяется на N_s непересекающихся интервалов равных вероятностей. Внутри каждого интервала в соответствии текущим распределением для каждой компоненты генерируется случайное значение. Далее N_s значений первой компоненты случайным образом без замещения связываются со значениями 2-й. Образовавшиеся N_s пар таким же образом связываются со значениями третей компоненты и т.д. до получения случайных N_s точек в нашем параметрическом пространстве. Таким образом, мы получаем больше гарантии, что наши точки могут оказаться в маловероятных областях.

Параллельные вычисления активно используются в предлагаемом подходе для существенного увеличения вычислительной эффективности в следующих направлениях: для анализа неопределенностей, в настройке НС. В данной работе в качестве метода параллельных вычислений используется принцип их организации на основе PVM [5], так как он позволяет: работать со стандартной сетевой инфраструктурой LAN (локальная компьютерная сеть); объединить в гетерогенное множество компьютеры, которые работают как под операционной системой Linux, так и семейства WINDOWS.

2. РАСЧЕТНЫЕ РАБОТЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО ПОХОДА

Отладка и проверка работоспособности предложенного метода построения системы идентификации аварий проводилась на основе моделей АЭС для интегрального кода RELAP5 [6] с реакторными установками (РУ) ВВЭР-440/В213 и РУ ВВЭР-1000/В320.

На первом этапе (i) применения метода необходимо сформировать множество распознаваемых аварий А. Мы выбрали для этого аварии типа течи из первого контура с возможной вариацией места — холодная или горячая нитка ГЦТ. Размер течей варьировался с шагом 10 мм от 20 до 90 мм условного диаметра. Также на это накладывались возможные комбинации отказов элементов САОЗ различного типа и гидроемкостей. Всего в полученное множество А было включено 62 типа аварий.

Далее (ii), как было отмечено выше, для формирования обучающего и контрольного множеств необходимо использовать методы анализа неопределенностей. Для этого необходимо вначале выделить те параметры модели, по которым у нас имеется неопределенность. Мы использовали результаты работ [2, 3]. Общее количество параметров неопределенностей при этом достигает 173, однако не имеет смысл учитывать их все при построении требуемых множеств настройки НС, а только те, которые оказывают наибольшее влияние на характеристики безопасности АЭС, т.е. использовать результаты анализа чувствительности. По результатам данного анализа в работе [2] при отладке нашей методики мы ограничились наиболее существенными 9-ю факторами.

Другой важной задачей для успешного функционирования системы является правильный выбор множества параметров для мониторинга состояния АЭС. При рассмотрении модели конкретного блока мы выбрали 24 контролируемых параметра для отображения состояния реальной установки. Например, давление на входе и выходе активной зоны, расход по петлям и т.д.

Значимым моментом является выбор оптимальных параметров НС и, в частности, количества слоев и нейронов в каждом слое, т.к. существует известная проблема переобученности НС при слишком большом количестве нейронов, и плохое прогнозирование в противном случае. Для примера были выполнены расчеты зависимости критерия качества обучения НС (средней вероятности ошибки на контрольной выборке) от числа нейронов в скрытом слое (рис. 2). Показано, что существует некоторый оптимум в количестве нейронов, после которого дальнейшее их увеличение не приводит к улучшению качества сети, что связано с переобученностью НС.

Для работ с НС была разработана программа neuroV для выполнения операций по автоматизированному нахождению оптимальных параметров НС, ее обучению и распознаванию аварийной ситуации.

В настоящее время в ней реализовано два алгоритма поиска оптимальной структуры НС. Первый

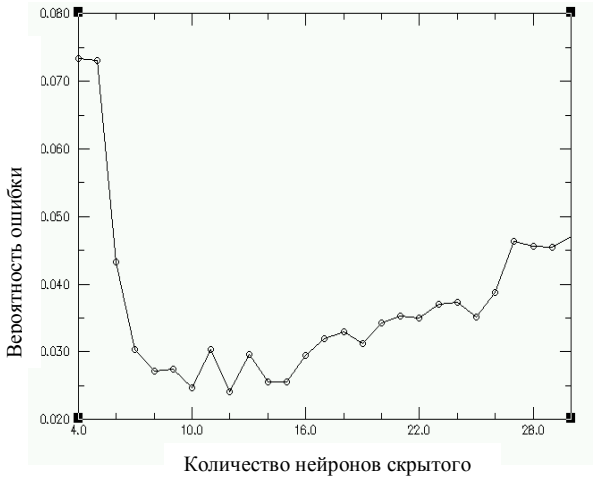


Рис. 2. Зависимость вероятности ошибки при идентификации аварии в зависимости от количества нейронов в скрытом слое персептрона

метод использует последовательный перебор всех возможных комбинаций нейронов по заданному количеству скрытых слоев. Однако он будет неэффективен при наличии нескольких скрытых слоев в НС и достаточно широких диапазонах изменения количества нейронов в слоях. Кроме того, из анализа рис. 2 можно заметить наличие локальных и глобального оптимумов. Для решения данной проблемы был разработан метод поиска оптимальной архитектуры НС на основе алгоритма нахождения глобального оптимума — генетического алгоритма (ГА). ГА основывается на компьютерном моделировании биологической эволюции для нахождения глобального оптимума [7] и успешно применяется для оптимизации сложных технических систем [4, 8]. Пример расчетов по нахождению оптимальной структуры НС с использованием ГА с помощью программы neuroV приведен на рис. 3. Использовалась НС с двумя скрытыми слоями, в которых нейроны варьировались соответственно в диапазонах: 20—100; 1—100. Т.е. возможное количество всех комбинаций составляет 8000 вариантов. На рис. 3 представлены аппроксимирующие поверхности для нормированной ошибки обучения в зависимости от варьирования числа нейронов по слоям для разных вариантов обучения НС. В ГА2 использовался постоянный параметр скорости обучения, а в ГА3 адаптивный. Видно, что зависимость имеет немонотонный характер и использование стандартных методов оптимизации будет неэффективно. Однако ГА позволяет находить глобальный оптимум за существенно меньшее число шагов: в диапазоне 30—50 по сравнению с 8000 всевозможными вариантами.

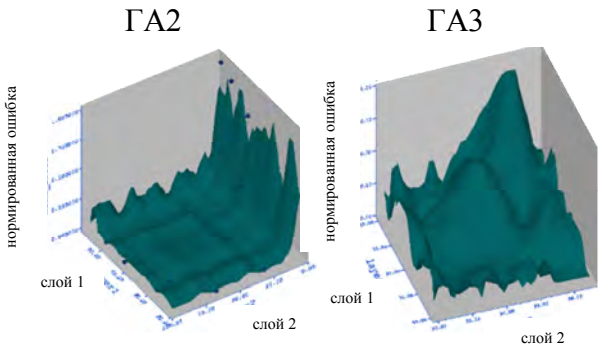


Рис.3. Аппроксимирующая поверхность зависимости ошибки обучения от числа нейронов в слоях

После определения оптимальной структуры нейронной сети необходимо осуществить настройку системы. Для этого был разработан итерационный алгоритм на основе итеративного использования этапов «обучение-проверка», функционирование которого в созданной программе neuroV обеспечивает успешное обучение НС распознаванию типа аварии.

Далее проводилось исследование по идентификации аварийных ситуаций с параметрами, отличными от первоначально заданных.

Для этого анализировалась погрешность распознавания аварии с течью из горячего участка ГЦТ при варьировании условного диаметра течи от 30 до 40 мм. Нейронная сеть перед этим была обучена на множестве вышеприведенных сценариев аварий. Было показано, что качественно правильно (т.е. новые сценарии аварий будут отнесены к наиболее сходным по типу, на которые ранее была настроена система) будут распознаны течи с диаметром в диапазонах с 30 до 35 мм и 37 до 40 мм. В диапазоне от 35 до 37 мм идентификация осуществляется с ошибкой выше допустимой погрешности. Таким образом, видно, что обученную нейронную сеть можно использовать для качественного определения типа аварий отличных от аварий, из множества первоначального обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе представлен подход по использованию ИТ для построения системы идентификации аварии на АЭС. Показано, что обученную НС можно использовать для качественного определения типа аварий, отличных от использованных для обучения. Все проведенные расчеты продемонстрировали эффективность заложенных алгоритмов.

В докладе мы рассматривали случай распознавания типа аварии в начале ее возникновения. В то же время интересны аспекты функционирования системы идентификации в процессе развития аварии. Это особенно актуально для поддержки кризисного центра, куда данные об аварии со станции могут приходить с определенной задержкой. В дальнейших исследованиях планируется уделить особое внимание данному вопросу.

Другой вопрос касается генерации обучающего и контрольного множеств для НС на основе анализа неопределенностей. Стандартные методы анализа неопределенностей не учитывают показатель риска для рассматриваемых аварий. Поэтому опасная ситуация с тяжелыми последствиями, но низкой вероятностью, как, например, на АЭС Фукусима, может быть исключена из рассмотрения. Для решения данной проблемы в дальнейших исследованиях предлагается изучить использование в системе идентификации в дополнение к анализу неопределенности методы динамического ВАБ [8].

В целом на основе проведенных исследований можно заключить, что показана практическая возможность идентификации типа аварийной ситуации на АЭС и реальность создания системы поддержки оператора или кризисного центра с использованием предложенного подхода на основе применения современных ИТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Саймон Хайкин**, Нейронные сети: полный курс. — М., 2006.

2. **Мансури Масуд**, Анализ неопределенностей параметров при моделировании динамических процессов в контурах АЭС с ВВЭР: дисс. канд. техн. наук. — М.: МЭИ, 2005.

3. **Воробьев Ю.Б., Кузнецов В.Д., Мансури М.** Оценка влияния неопределенных факторов при анализе аварийных процессов на АЭС с ВВЭР-1000 // Теплоэнергетика. 2006. № 9. С. 16—21.

4. **Воробьев Ю.Б., Кузнецов В.Д.** Использование современных интегральных кодов для управления безопасностью АЭС // Вестник МЭИ. 2001. № 5. С. 31—37.

5. **PVM Parallel Virtual Machine**, A Users Guide and Tutorial for Networked Parallel Computing, Al Geist, Adam Beguelin, Jack Dongarra, Weicheng Jiang, Robert Manchek, Vaidy Sunderam, MIT, 1994.

6. **RELAP5 / MOD3 Code Manual**, NUREG/CR-5535, INEL-95/0174, Vol.1-5

7. **Goldberg, D. E.**, Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning. Reading, MA: Addison-Wesley (1989).

8. **Vorobyev Y, Kudinov P.** (2011) Development and Application of a Genetic Algorithm Based Dynamic PRA Methodology to Plant Vulnerability Search, proceedings PSA 2011, 45.

Г.Ч. Шушкевич, С.В. Шушкевич
g_shu@rambler.ru, spusha@list.ru
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Гродно

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ» В СКМ MATHCAD

АННОТАЦИЯ

Изложена методика применения СКМ MathCAD при решении задач по теме «Интегральное исчисление функций многих переменных» в курсе «Высшая математика». Приведены примеры решения некоторых задач, иллюстрирующие применение СКМ для нахождения экстремума функции двух переменных, вычисления кратных интегралов и построения геометрической интерпретации задач.

ВВЕДЕНИЕ

Активное приращение знаний в современном мире и ограниченные возможности усвоения их человеком требуют поиска новых подходов к образованию. Прогресс в области модернизации компьютеров, обеспечение их комплексными программными продуктами и развитие информационных технологий вызывают инициирование разнообразных инновационных процессов, предполагающих разработку методов и приемов обучения, создание новых форм организации учебного процесса, применение новых технологий и средств обучения.

Использование систем компьютерной математики (СКМ) является важным фактором повышения качества высшего образования [1] и обуславливает изменение не только способов изучения математических и технических дисциплин, но и отношение студентов к их изучению:

– совершенствуется уровень обучения, поскольку больше внимания уделяется качественным аспектам;

– благодаря сокращению количества рутинных преобразований, расширяется круг доступных для решения задач;

– преодолеваются математические трудности при решении задач;

– обеспечивается возможность представления результатов вычислений в наглядной графической форме.

При изучении темы «Интегральное исчисление функций многих переменных» возникают сложности не только с визуальным представлением рассматриваемых функций, но и с самой процедурой решения прикладных задач. Авторами разработана методика решения прикладных задач в СКМ MathCAD 15 [2, 3].

1. НАХОЖДЕНИЕ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ

Пример. Найти и отобразить на графике точки экстремума функции $z(x,y) = x^3 + 3xy^2 - 15x - 12y$.

Решение:

1. Находим стационарные точки:

$$z(x,y) := x^3 + 3\cdot x\cdot y^2 - 15\cdot x - 12\cdot y$$

$$\text{Given} \quad \frac{\partial}{\partial x} z(x,y) = 0 \qquad \frac{\partial}{\partial y} z(x,y) = 0$$

$$St := \text{Find}(x,y) \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 1 & -2 & -1 \\ 1 & 2 & -1 & -2 \end{pmatrix} \quad \text{-- стационарные точки}$$

2. Исследуем стационарные точки на экстремум:

$$A(x,y) := \frac{\partial^2}{\partial x^2} z(x,y) \quad B(x,y) := \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial}{\partial y} z(x,y) \quad C(x,y) := \frac{\partial^2}{\partial y^2} z(x,y)$$

$$D(x,y) := A(x,y)\cdot C(x,y) - B(x,y)^2 \rightarrow 36\cdot x^2 - 36\cdot y^2 \qquad i := 0..3$$

$$Uc_i := \text{if}\left[\left(D\left(St_{0,i}, St_{1,i}\right) > 0\right), \text{if}\left(A\left(St_{0,i}, St_{1,i}\right) > 0, \text{"Min"}, \text{"Max"}\right), \text{"None"}\right]$$

$$Mn := \text{stack}(\text{" X "}, \text{" Y "}, \text{" Z "}, \text{" Точки экстремума "})$$

$$i := 0 \quad Mn := \text{augment}\left(Mn, \text{stack}\left(St_{0,i}, St_{1,i}, z\left(St_{0,i}, St_{1,i}\right), Uc_i\right)\right)$$

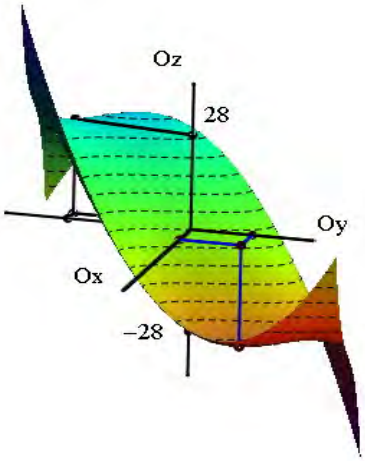
$$i := 1 \quad Mn := \text{augment}\left(Mn, \text{stack}\left(St_{0,i}, St_{1,i}, z\left(St_{0,i}, St_{1,i}\right), Uc_i\right)\right)$$

$$i := 2 \quad Mn := \text{augment}\left(Mn, \text{stack}\left(St_{0,i}, St_{1,i}, z\left(St_{0,i}, St_{1,i}\right), Uc_i\right)\right)$$

$$i := 3 \quad Mn := \text{augment}\left(Mn, \text{stack}\left(St_{0,i}, St_{1,i}, z\left(St_{0,i}, St_{1,i}\right), Uc_i\right)\right)$$

$$Mn^T = \begin{pmatrix} \text{" X "} & \text{" Y "} & \text{" Z "} & \text{" Точки экстремума "} \\ 2 & 1 & -28 & \text{"Min"} \\ 1 & 2 & -26 & \text{"None"} \\ -2 & -1 & 28 & \text{"Max"} \\ -1 & -2 & 26 & \text{"None"} \end{pmatrix}$$

3. Геометрическая интерпретация задачи:



Пример. Найти и отобразить на графике точки условного экстремума функции $z(x,y)=1+xy$ при условии $x^2+y^2=1$.

Решение:

1. Находим стационарные точки функции Лагранжа [4]:

$$z(x,y) := 1 + x\cdot y$$

$$L(x,y,\lambda) := z(x,y) + \lambda\cdot\left(x^2+y^2-1\right) \quad \text{- функция Лагранжа}$$

$$\text{Given} \quad \frac{\partial}{\partial x}L(x,y,\lambda)=0 \quad \frac{\partial}{\partial y}L(x,y,\lambda)=0 \quad \frac{\partial}{\partial \lambda}L(x,y,\lambda)=0$$

$$S := \text{Find}(x,y,\lambda) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

2. Находим наибольшее и наименьшее значения функции в стационарных точках:

$$Zf := \text{augment}\left(z\left(S_{0,0},S_{1,0}\right),z\left(S_{0,1},S_{1,1}\right)\right)$$

$$Zf := \text{augment}\left(Zf,z\left(S_{0,2},S_{1,2}\right),z\left(S_{0,3},S_{1,3}\right)\right)$$

$$\max(Zf) = 1.5 \qquad \min(Zf) = 0.5$$

$$Mxx := \text{augment}(\text{stack}(\text{" X "},\text{" Y "},\text{" Z "}))$$

$$Mxx := \text{augment}\left(Mxx,\text{stack}\left(S_{0,0},S_{1,0},z\left(S_{0,0},S_{1,0}\right)\right)\right)$$

$$Mxx := \text{augment}\left(Mxx,\text{stack}\left(S_{0,1},S_{1,1},z\left(S_{0,1},S_{1,1}\right)\right)\right)$$

$$Mxx := \text{augment}\left(Mxx,\text{stack}\left(S_{0,2},S_{1,2},z\left(S_{0,2},S_{1,2}\right)\right)\right)$$

$$Mxx := \text{augment}\left(Mxx,\text{stack}\left(S_{0,3},S_{1,3},z\left(S_{0,3},S_{1,3}\right)\right)\right)$$

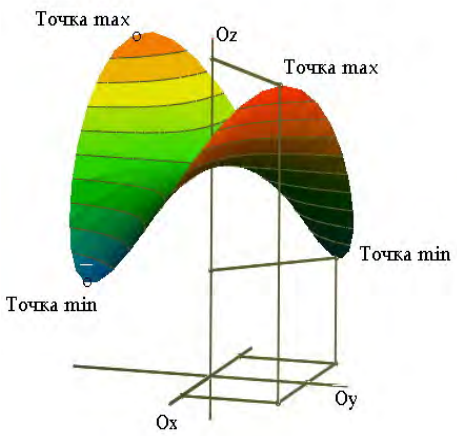
$$Mxx^T = \begin{pmatrix} \text{" X "} & \text{" Y "} & \text{" Z "} \\ 0.707 & 0.707 & 1.5 \\ 0.707 & -0.707 & 0.5 \\ -0.707 & 0.707 & 0.5 \\ -0.707 & -0.707 & 1.5 \end{pmatrix}$$

3. Геометрическая интерпретация задачи:

$$xg(r,t) := r\cos(t) \qquad yg(r,t) := r\sin(t)$$

$$Zz(r,t) := z(xg(r,t),yg(r,t)) \rightarrow \cos(t)\cdot\sin(t)\cdot r^2+1$$

$$Pv := \text{CreateMesh}(xg,yg,Zz,0,1,0,2\cdot\pi,30,40)$$



2. ПРИМЕНЕНИЕ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

Пример. Вычислить площадь области D, ограниченной кривыми $(x^2+y^2)^2 = 2(x^2-y^2)$, $x^2+y^2 \geq 1$.

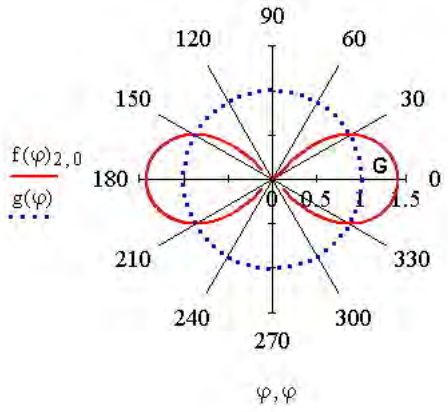
Решение:

1. Представим исходные кривые, ограничивающие область D, в полярных координатах:

$$f(\varphi) := \left(x^2+y^2\right)^2 = 2\left(x^2-y^2\right) \;\Big|\; \begin{array}{l} \text{substitute},x=\rho\cdot\cos(\varphi) \\ \text{substitute},y=\rho\cdot\sin(\varphi) \\ \text{solve},\rho \\ \text{simplify} \end{array} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \sqrt{2}\cdot\sqrt{\cos(2\cdot\varphi)} \\ -\sqrt{2}\cdot\sqrt{\cos(2\cdot\varphi)} \end{pmatrix}$$

$$g(\varphi) := \left(x^2+y^2\right) = 1 \;\Big|\; \begin{array}{l} \text{substitute},x=\rho\cdot\cos(\varphi) \\ \text{substitute},y=\rho\cdot\sin(\varphi) \\ \text{solve},\rho \\ \text{assume},\rho>0 \end{array} \rightarrow 1$$

2. Геометрическая интерпретация задачи:



3. Находим координаты (ρ_0,φ_0) пересечения кривых в первой четверти:

$$y_0 := \left(x^2+y^2\right)^2 = 2\left(x^2-y^2\right) \;\Big|\; \begin{array}{l} \text{substitute},x^2=1-y^2 \\ \text{solve},y \\ \text{assume},y>0 \end{array} \rightarrow \frac{1}{2}$$

$$x_0 := \sqrt{1-y_0^{\,2}} \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \qquad \varphi_0 := \text{atan}\left(\frac{y_0}{x_0}\right) \rightarrow \frac{\pi}{6}$$

4. Вычислим площадь области D, учитывая, что она состоит из четырех одинаковых площадей G, а якобиан преобразования координат равен r:

$$4\cdot\int_0^{\varphi_0}\int_{g(\varphi)}^{f(\varphi)_{2,0}} r\,dr\,d\varphi \rightarrow \sqrt{3}-\frac{\pi}{3} = 0.685$$

Пример. Найти площадь части поверхности сферы $x^2+y^2+z^2=a^2$, заключенной внутри эллиптического цилиндра $x^2+4y^2=a^2$ ($z \geq 0$).

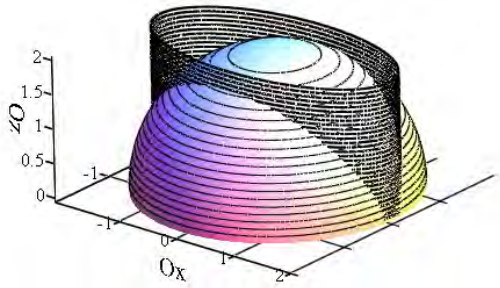
Решение:

1. Геометрическая интерпретация задачи:

$$a := 2 \quad f1(u,v) := \begin{pmatrix} a \\ u \\ v \end{pmatrix} \quad f2(\alpha,z) := \begin{pmatrix} 1 \\ \alpha \\ z \end{pmatrix} \quad fm(r,\alpha,z) := \begin{pmatrix} ar\cdot\cos(\alpha) \\ r\cdot\sin(\alpha) \\ z \end{pmatrix}$$

$$g1 := \mathrm{CreateMesh}\left(f1,0,2\cdot\pi,0,\frac{\pi}{2},100,\mathrm{sph2xyz}\right)$$

$$g2 := \mathrm{CreateMesh}(f2,0,2\cdot\pi,0,2,150,fm)$$

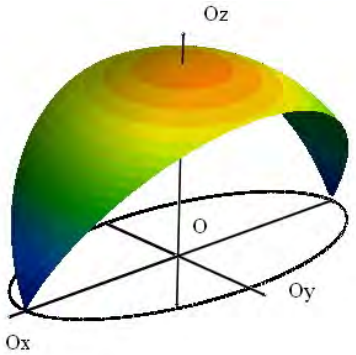


$$z(x,y) := \sqrt{a^2 - x^2 - y^2} \qquad xg(r,t) := a\cdot r\cos(t) \qquad yg(r,t) := r\sin(t)$$

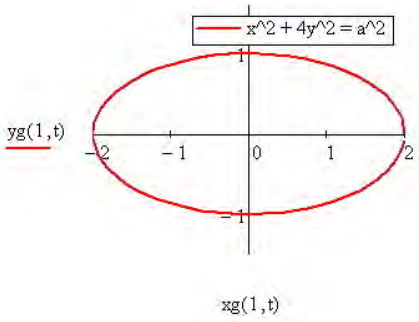
$$Zz(r,t) := z(xg(r,t),yg(r,t)) \rightarrow \sqrt{-4\cdot r^2\cdot\cos(t)^2 - r^2\cdot\sin(t)^2 + 4}$$

$$Pv := \mathrm{CreateMesh}(xg,yg,Zz,0,1,0,2\cdot\pi,100,100)$$

$$g3 := \mathrm{CreateMesh}(f2,0,2\cdot\pi,0,0.01,250,fm)$$



3. Построим на плоскости xOy кривую, по которой пересекаются сфера и эллиптический цилиндр:



4. Вычислим площадь поверхности сферы, заключенной внутри цилиндра [5]:

$$p(x,y) := \frac{\partial}{\partial x} z(x,y) \qquad q(x,y) := \frac{\partial}{\partial y} z(x,y)$$

$$ff(x,y) := \sqrt{1 + p(x,y)^2 + q(x,y)^2} \ \text{simplify} \ \rightarrow 2\cdot\sqrt{-\frac{1}{x^2 + y^2 - 4}}$$

$$\int_{-a}^{a} \int_{yn(x)}^{yv(x)} ff(x,y)\,dy\,dx = 8.37758$$

Пример. Вычислить объем, массу тела, ограниченного сферой $x^2 + y^2 + z^2 = 22$ и параболоидом $x^2 + y^2 = 9z$, если плотность $p(x,y,z) = x + y + z$.

Решение:

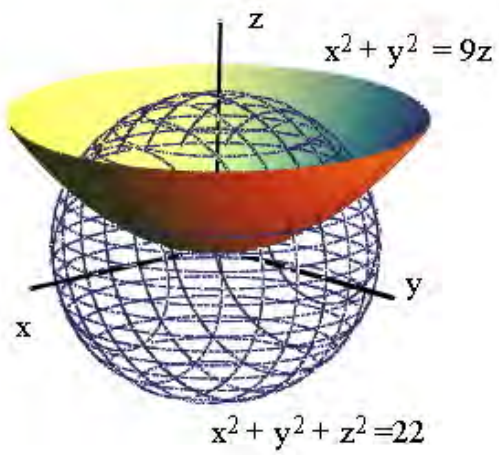
1. Геометрическая интерпретация задачи:

$$f2(u,v) := \begin{pmatrix} \sqrt{22} \\ u \\ v \end{pmatrix} \qquad g2 := \mathrm{CreateMesh}\left(f2,0,2\pi,0,\frac{\pi}{2},150,\mathrm{sph2xyz}\right)$$

$$z(x,y) := \frac{\left(x^2 + y^2\right)}{9} \qquad xg(r,t) := r\cos(t) \qquad yg(r,t) := r\sin(t)$$

$$Zz(r,t) := z(xg(r,t),yg(r,t)) \ \text{simplify} \ \rightarrow \frac{r^2}{9}$$

$$Pv := \mathrm{CreateMesh}(xg,yg,Zz,0,5,0,2\cdot\pi,200,200)$$



2. Находим радиус окружности, по которой пересекаются сфера и параболоид:

$$x1 := 0 \qquad y1 := 0 \qquad z1 := 0$$

$$\text{Given} \qquad x1^2 + y1^2 + z1^2 = 22 \qquad x1^2 + y1^2 = 9\cdot z1$$

$$Zp := \mathrm{Find}(x1,y1,z1) \qquad Zp^T = (3 \ \ 3 \ \ 2)$$

$$Rc := x^2 + y^2 = 9\cdot z \ \left| \begin{array}{l} \text{substitute}, x = \rho\cdot\cos(\varphi) \\ \text{substitute}, y = \rho\cdot\sin(\varphi) \\ \text{substitute}, z = Zp_{2,0} \\ \text{solve}, \rho \\ \text{assume}, \rho > 0 \end{array} \right. \rightarrow 3\cdot\sqrt{2}$$

3. Представим сферу и параболоид в цилиндрических координатах:

$$zc(\rho,\varphi) := x^2 + y^2 + z^2 = 22 \ \left| \begin{array}{l} \text{substitute}, x = \rho\cdot\cos(\varphi) \\ \text{substitute}, y = \rho\cdot\sin(\varphi) \\ \text{solve}, z \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} \sqrt{\rho^2 - 22}\cdot i \\ -\sqrt{\rho^2 - 22}\cdot i \end{pmatrix}$$

$$zp(\rho,\varphi) := x^2 + y^2 = 9\cdot z \ \left| \begin{array}{l} \text{substitute}, x = \rho\cdot\cos(\varphi) \\ \text{substitute}, y = \rho\cdot\sin(\varphi) \\ \text{solve}, z \end{array} \right. \rightarrow \frac{\rho^2}{9}$$

4. Вычислим объем и массу тела [4]:

$$\mathrm{Vol} := \int_0^{2\cdot\pi}\int_0^{Rc}\int_{zp(\rho,\varphi)}^{zc(\rho,\varphi)_1} \rho\, dz\, d\rho\, d\varphi \rightarrow \frac{2\cdot\pi\cdot\left(22\cdot\sqrt{22}-35\right)}{3} = 142.815$$

$$p(\rho,\varphi,z) := x + y + z \left|\begin{array}{l}\text{substitute}, x = \rho\cdot\cos(\varphi)\\ \text{substitute}, y = \rho\cdot\sin(\varphi)\end{array}\right. \rightarrow z + \rho\cdot\cos(\varphi) + \rho\cdot\sin(\varphi)$$

$$\mathrm{mass} := \int_0^{2\cdot\pi}\int_0^{Rc}\int_{zp(\rho,\varphi)}^{zc(\rho,\varphi)_1} \rho\cdot p(\rho,\varphi,z)\, dz\, d\rho\, d\varphi = 329.867$$

Пример. Вычислить поверхностный интеграл второго рода

$$\iint_S (x^2+y^2)dxdy + (x^2+z^2)dxdz + (z^2+y^2)dydz\,,$$

где S — внешняя сторона конической поверхности $x^2+y^2=z^2,\ 0\le z\le h$.

Решение:

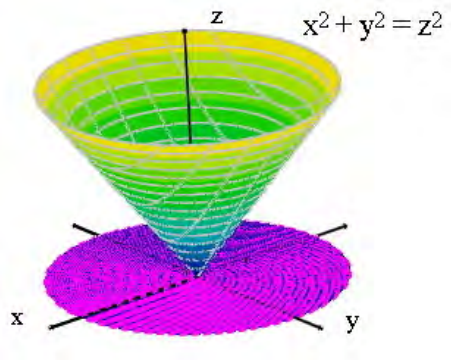
1. Геометрическая интерпретация задачи:

$$z(x,y) := \sqrt{x^2+y^2} \quad h := 2 \quad xg(r,t) := r\cos(t) \quad yg(r,t) := r\sin(t)$$

$$Zz(r,t) := z(xg(r,t), yg(r,t))\ \text{simplify}\ \rightarrow \sqrt{r^2}$$

$$Pv := \mathrm{CreateMesh}(xg, yg, Zz, 0, 2, 0, 2\cdot\pi, 100, 100)$$

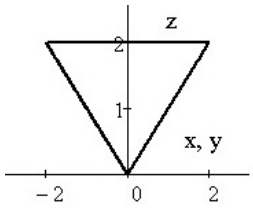
$$Zr(r,t) := 0 \qquad Pv1 := \mathrm{CreateMesh}(xg, yg, Zr, 0, h, 0, 2\cdot\pi, 100, 100)$$



2. Вычислим интеграл от первого слагаемого в подынтегральной функции, так как проекцией поверхности S на плоскость xOy является круг радиуса h [6]:

$$Ixy := 4\cdot\int_0^h\int_0^{\sqrt{h^2-x^2}} \left(x^2+y^2\right) dy\, dx \rightarrow 8\cdot\pi$$

3. Вычислим интегралы от второго, третьего слагаемых в подынтегральной функции и искомый поверхностный интеграл второго рода, учитывая, что проекцией поверхности S на плоскости xOz, yOz является треугольник [6]:



$$Ixz := \int_{-h}^{h}\int_{|x|}^{h} \left(z^2+x^2\right) dz\, dx \rightarrow \frac{32}{3}$$

$$Iyz := \int_{-h}^{h}\int_{|y|}^{h} \left(y^2+z^2\right) dz\, dy \rightarrow \frac{32}{3}$$

$$Ixy + Ixz + Iyz \rightarrow 8\cdot\pi + \frac{64}{3} = 46.466$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе обучения мы сочли важным не только показать возможности системы компьютерной математики MathCAD для решения конкретных задач, но и научить студентов общему подходу к использованию СКМ в профессиональной деятельности. Выбранные методы обучения и предлагаемые рекомендации по проведению занятий направлены на усвоение студентами знаний и умений решения задач. Студенты избавляются от дискомфорта при работе с громоздкими выкладками и приобретают уверенность при проведении символьных преобразований, у них развивается интерес к анализу результатов, вырабатываются устойчивые практические навыки решения задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шушкевич Г.Ч., Шушкевич С.В.** Использование систем компьютерной математики в учебном процессе // Актуальные вопросы современной информатики: материалы Международной заочной научно-практической конференции. В 2 т. Т. 2. — Коломна: МГОСГИ, 2011. — С.179—181.

2. **Международный стандарт инженерных расчетов.** URL: http:www.pts-russia.com/products/mathcad.htm, дата доступа: 20.11.2013.

3. **Шушкевич Г.Ч., Шушкевич С.В.** Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14. Ч. 1. — Мн.: Из-во Гревцова, 2010. — 288 с.

4. **Кудрявцев Л.Д.** Математический анализ. Т.2. — М.: Высшая школа, 1973. — 472 с.

5. **Демидович Б.П.** Сборник задач и упражнений по математическому анализу. — М.: Наука, 1969. — 544 с.

6. **Сборник задач по высшей математике:** 2 курс. — М.: Айрес-пресс, 2004. — 592 с.

А.Ю. Юдаев, Б.А. Соколов
Antonyoudaev@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ASPEN HYSYS НА ПРИМЕРЕ АТМОСФЕРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

АННОТАЦИЯ

В докладе анализируются возможности программного продукта Hysys фирмы AspenTech. Описывается построение модели атмосферного блока первичной переработки нефти на базе действующей установки, включающей трубчатую печь, ректификационную колонну и дополнительное оборудование. Рассчитываются и выводятся основные параметры работы блока.

ВВЕДЕНИЕ

Ресурсосбережение и энергосбережение являются важными факторами повышения конкурентоспособности нефтеперерабатывающих предприятий. Технологические схемы переработки нефти на разных стадиях достаточно разветвлены, поэтому для анализа их энергетической эффективности рационально применять программное обеспечение, обладающее большой гибкостью. Условия работы установки предполагают широкое варьирование многочисленных технологических параметров в условиях изменения состава поступающей нефти. Компьютерная система Hysys фирмы Aspentech является одним из передовых программных продуктов, ориентированных на моделирование химико-технологических процессов.

1. ВОЗМОЖНОСТИ ASPEN HYSYS

Aspen HYSYS представляет собой пакет программ для расчета стационарных и динамических режимов работы технологических схем, содержащих массообменную и теплообменную аппаратуру, трубопроводы, реакторы и т.д., проведения оптимизационных расчетов, разработки схем регулирования, контроля за работой систем управления, обучения операторов технологических установок [1].

В состав Hysys входят: база данных о физико-химических свойствах 10 тысяч различных веществ; 27 альтернативных пакетов для расчета физических свойств смесей; пакет для описания нефтяных фракций и расчета их свойств; методы термодинамических расчетов фазового равновесия; компьютерные модели нефтезаводского оборудования; средства визуализации схем, графические и текстовые редакторы; математические методы и программные средства расчета и оптимизации химико-технологических систем; средства формирования отчетов о результатах моделирования; средства создания новых компьютерных моделей; средства расширения существующей базы данных о физико-химических свойствах компонентов; средства настройки интерфейса системы [2].

Основными панелями при работе с программой являются: диспетчер нефтей, рабочая тетрадь Workbook и экран PFD [3].

2. СХЕМА АТМОСФЕРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Обессоленная нефть (рис. 1), предварительно нагретая в блоке теплообмена, поступает в первичный сепаратор 1. Жидкость из сепаратора нагревается в трубчатой печи 2 и смешивается с паром из сепаратора в смесителе 3. В печи сжигается газообразное или жидкое топливо. Нагретый поток поступает в парожидком состоянии в ректификационную колонну 4.

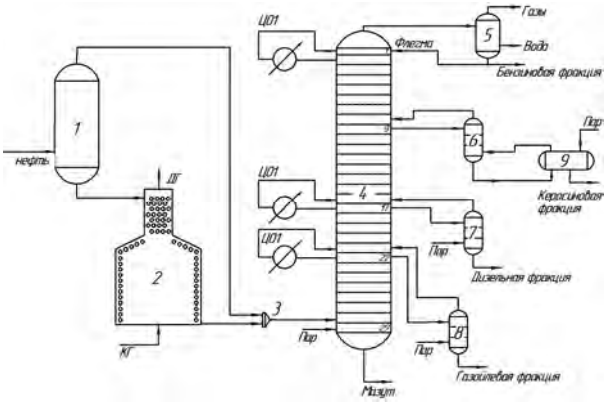


Рис. 1. Атмосферный блок установки первичной переработки нефти АВТ-1: КГ — компоненты горения; ДГ — дымовые газы

Колонна первичной переработки 4 нефти состоит из основной колонны с конденсатором 5, трех боковых стриппингов (отпарные колонны 6, 7, 8) и трех контуров циркуляционного орошения (ЦО). Количество тарелок в колонне — 29. Верхним продуктом колонны является бензиновая фракция. После выхода из колонны пары бензина, а также сопровождающие их водяные пары конденсируются в конденсаторе 5, после чего смесь разделяется в газосепараторе на газ, водный и бензиновый конденсаты. Жидкая бензиновая фракция подается в секцию вторичной перегонки. Часть возвращается в колонну 4 на ее верхнюю тарелку в качестве орошения.

Керосиновая и дизельная фракция выводятся из отпарных колонн 6 и 7. Керосиновый стриппинг

представляет собой колонну 6, состоящую из трех тарелок, с ребойлером 9. Под нижние тарелки отпарных колонн 7 и 8 вводится перегретый водяной пар. Тяжелый неиспаренный остаток нефти продувается перегретым водяным паром. Газойлевая фракция, освобожденная в значительной мере от низкокипящих фракций, с низа колонны направляется в отпарную колонну 8. Мазут выводится с низа колонны [4].

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для составления модели атмосферного блока установки первичной переработки нефти можно использовать данные технологического регламента установки ЭЛОУ-АВТ-6 действующего завода (табл. 1).

Таблица 1. Режимные параметры атмосферного блока

Производительность по сырой нефти, $м^3$/час	600—1300
Температура, °С: подогрева нефти в теплообменниках нефти на выходе из печи дымовых газов на перевале паров, уходящих из колонны внизу колонны из отпарной колонны 6 из отпарной колонны 7 из отпарной колонны 9	 200 не более 370 не более 800 не более 155 не более 355 не более 250 не более 280 не более 330
Давление, кг/$см^2$: нефти на входе в блок верха колонны	 5,3 не более 2,5
Разрежение под сводом печи, мм. в. ст.	не менее 3,0

Известны расходы трех циркуляционных орошений: со 2-ой на 1-ую тарелку, с 17-ой на 16-ую и с 22-ой на 21-ую, а также нагрузка холодильников (табл. 2).

Таблица 2. Параметры циркуляционных орошений

	Расход орошения, $м^3$/час	Нагрузка холодильника, кВт
Циркуляционное орошение 1	330	4073
Циркуляционное орошение 2 и 3	200	2909

Применяя промежуточное циркуляционное орошение, рационально используется избыточное тепло колонны для подогрева нефти, при этом выравниваются нагрузки по высоте колонны, и это обеспечивает оптимальные условия ее работы.

Параметры водяного пара на входе в низ колонны 4 (*Steam*) и в низ отпарных колонн 7 и 8 (*Steam DS, Steam GS*) представлены в табл. 3.

Также известны: состав нефтяной смеси, разгонка образцы нефти, плотность и вязкость фракций разгонки.

Таблица 3. Параметры греющего пара

Поток	Температура, °С	Давление, кг/$см^2$	Массовый расход потока, кг/час
Греющий пар в низ колонны 4	190	10	3400
Греющий пар в дизельный стриппинг 7	150	3,5	1300
Греющий пар в газойлевый стриппинг 8	150	3,5	1100

4. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ В ASPEN HYSYS

1. *Выбор системы единиц измерения.* Aspen Hysys содержит три основных набора единиц измерения: SI, европейская система единиц EuroSI и британская Field. Для изменения единиц измерения некоторых параметров, например давления, необходимо воспользоваться опцией *Tools-Preferences-Units-Clone* для создания новой системы измерения на базе существующей.

2. *Выбор компонентов.* В список компонентов могут быть объединены библиотечные и гипотетические компоненты. Для создания списка компонентов, используемых в расчете, применяется закладка *Component List View*, где можно выбрать необходимый перечень компонентов. Поиск по библиотеке веществ ведется по условному, полному имени компонента или по формуле вещества. Выбираем следующие индивидуальные компоненты: H_2O, C_3, iC_4, nC_4, iC_5, nC_5.

3. *Выбор термодинамической модели.* Для получения точного результата важно использовать соответствующий задаче математический метод расчета термофизических свойств компонентов. Для большинства углеводородных систем в широком диапазоне рабочих условий термодинамический пакет, базирующийся на уравнении состояния Пенг-Робинсона, обеспечивает высокую точность расчетов. Данный пакет был разработан специально для расчетов нефтперерабатывающей промышленности [2, 5]. В окне *Fluid Package* выбираем уравнение состояния Пенг-Робинсона.

4. *Характеристика нефтяной смеси.* Для задания параметров нефти необходимо воспользоваться диспетчером нефтей, где можно задать набор данных для создания нефтяной смеси, состоящей из нескольких образцов с разными разгонками.

В результате расчета заданной смеси можно вывести рабочие кривые в графическом виде, например, зависимость доли отгона в процентах от температуры (рис. 2), для чего необходимо перейти на закладку *Plots*.

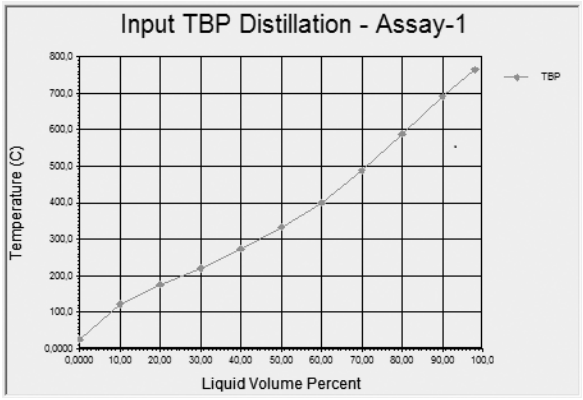


Рис. 2. Зависимость доли отгона от температуры

После нарезки смеси на ряд гипотетических компонентов необходимо инсталлировать полученный набор в схему. Программа рассчитывает потенциальное содержание продуктов в нефти (табл. 4).

Таблица 4. Потенциальное содержание продуктов в нефти

Продукт	Начало выкипания, °C / конец выкипания, °C	Доля об. / выход продукта $м^3$ на 600 $м^3$ сырья
Газ	20 / 70	0,036 / 2,16
Бензин	70 / 180	0,168 / 100,8
Керосин	180 / 240	0,130 / 78
Легкий дизель	240 / 290	0,090 / 54
Тяжелый дизель	290 / 340	0,088 / 52,8
Газойль	340 / 370	0,043 / 25,8
Мазут	370 / 792	0,445 / 267

Программа разбивает смесь на гипотетические компоненты по умолчанию, однако можно разбить исходную смесь на диапазоны, задав температуры и число фракций, самостоятельно.

5. *Построение технологической схемы.* В рабочей тетради (Workbook) задаем параметры потока обессоленной нефти. Чтобы задать сепаратор 1, необходимо выполнить операцию Workbook-*UnitOps-Add UnitOp-Separator-Add,* после чего в окне Сепаратора необходимо задать в качестве входного потока обессоленную нефть, а в качестве выходных — верхний и нижний отборы сепаратора.

В качестве модели трубчатой печи 2 можно использовать модель *Нагревателя*. Входной поток — нижний продукт сепаратора. Задаем параметры выходного потока и перепад давления в печи по сырью. Программа рассчитывает нагрузку печи, значение которой составило 77,87 МВт.

Потоки верхнего выхода сепаратора и выхода печи объединяются операцией *Mixer*. Объединенный поток является питанием ректификационной колонны 4.

Задание атмосферной колонны начинается с задания вспомогательных потоков. Параметры водяного пара на входе в низ колонны 4 и в низ отпарных колонн 7 и 8 представлены в табл. 3.

При расчете атмосферной колонны важную роль играет понятие «оверфлеш» — количество жидкости, стекающей с вышележащей тарелки на тарелку питания. Данный параметр влияет на качество получаемых продуктов.

Чтобы иметь эту величину в качестве спецификации колонны, необходимо задать в качестве питания колонны энергетический поток с неизвестной нагрузкой.

Для моделирования ректификационной колонны используем модель *Абсорбер с конденсатором*. Число тарелок характеризует число теоретических тарелок, так как в программе по умолчанию установлено значение эффективности тарелки равное единице. Можно задать любое другое значение эффективности для каждой тарелки. Конденсатор и кипятильник колонны рассматриваются отдельно и не входят в заданное число тарелок колонны.

Вводим число тарелок. В поле *Bottom Stage Inlet* выбираем греющий пар. В поле *Optional Inlet Streams* выбираем из списка поток *Column Feed*. Потоки *Column Feed* и *Column Heat* подаются на 28-ую тарелку. Задаем основные выходные потоки колонны: бензин, мазут, вода. Вводим значения давления в конденсаторе, сопротивления конденсатора и давления внизу колонны, равные 1.4, 0.6 и 2.3 $кг/см^2$ соответственно.

В окне колонны *Side Ops- Side Strippers- Add* добавляем керосиновый, дизельный и газойлевый стриппинг. Керосиновый стриппинг представляет собой колонну 6 с ребойлером 9, состоящую из 3-х тарелок, нагрузка ребойлера равна 2,21 МВт. Жидкость поступает в стриппинг с 9-ой тарелки основной колонны, пар из стриппинга поступает на 8 тарелку. Задаем имя продуктового потока — *Kerosine* и его расход — 78 $м^3$/час согласно таблице распределения (табл. 4). В стриппинги дизельного топлива и атмосферного газойля добавляется водяной пар. Расход дизтоплива — 106,8 $м^3$/час, газойля — 25,8 $м^3$/час.

В окне *Pump Arounds* задаем три циркуляционных орошения со 2-ой на 1-ую тарелку, с 17-ой на 16-ую и с 22-ой на 21-ую. В окне *Design-Monitor-Add Spec* зададим в качестве спецификации расход жидкости *Column Liquid Flow*, стекающей с тарелки, находящейся над тарелкой питания — «оверфлеш». Типичное значение «оверфлеша» — около 3—5 % общего расхода питания колонны, 23 $м^3$/час. В результате число степеней свободы стало равным нулю, и модель колонны готова к расчету.

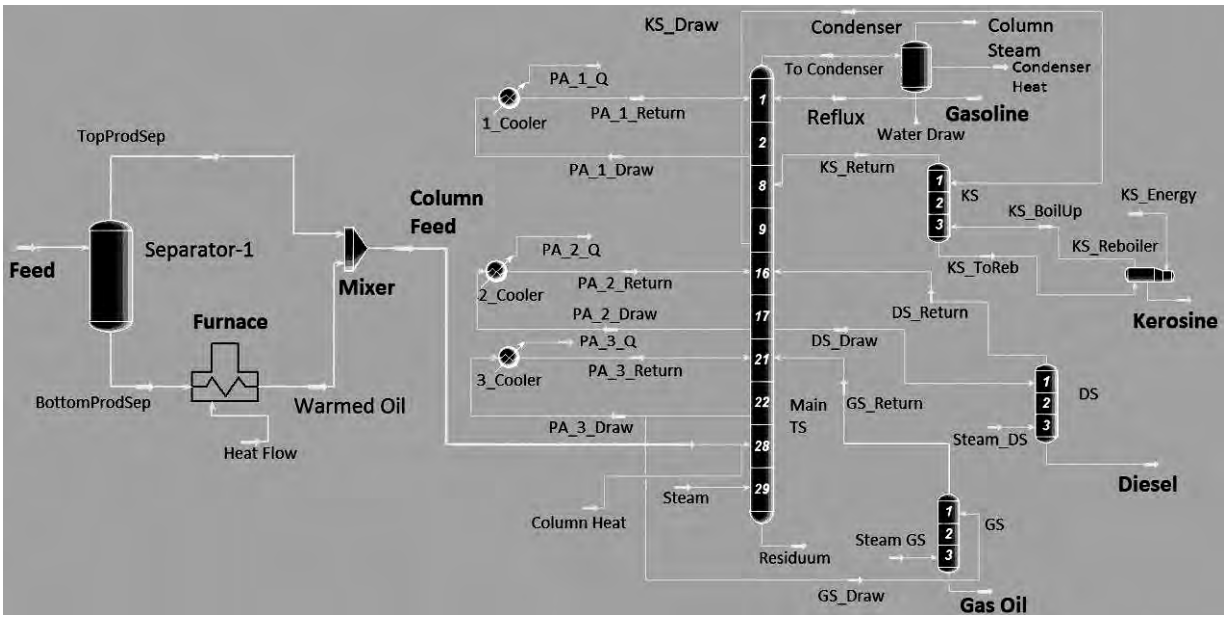


Рис. 3. Технологическая схема Атмосферного блока АВТ-1 в Aspen Hysys

6. *Результаты расчета.* Технологическая схема может быть полностью задана и рассчитана. Создав специальный отчет, выводим результаты расчета. Aspen Hysys рассчитывает всевозможные параметры выходных потоков: вязкость, плотность, молярная масса и т.д. Для составления материального баланса выводим данные по выходам продуктов из атмосферной колонны (табл. 5).

Таблица 5. Выходы продуктов из атмосферной колонны

	t, °C	P, кг/см^2	G, т/час
Бензин	71,77	1,4	68,7
Керосин	220,5	2,086	58,89
Дизельное топливо	242,3	2,171	81,3
Вакуумный газойль	291,9	2,225	23,48
Мазут	344,2	2,3	237,8
Вода	71,77	1,4	5,638

Потребление энергии в атмосферном блоке составило 84,654 МВт (табл. 6). Годовое потребление выражается в 84 787 т у.т./год.

Таблица 6. Затраты энергии на атмосферный блок

	МВт
Мощность печи	77,98
Пар в низ колонны	2,64
Пар для стриппингов	1,824
Ребойлер	2,21
Итого	84,654

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате построения модели в Aspen Hysys были рассчитаны основные показатели работы атмосферного блока установки. Данные моделируемой схемы в значительной степени соотносятся с параметрами действующей установки, из чего можно сделать вывод об адекватности модели и о возможности последующей оптимизации в Aspen Hysys с помощью оптимизатора и экономического пакета.

В настоящее время программный пакет Hysys используется при разработке на базе концепции интенсивного энергосбережения перспективной модели энергоматериалосберегающего теплотехнологического нефтеперерабатывающего комплекса на кафедре ЭВТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Худович И.М.** Современные системы автоматизированного моделирования химико-технологических процессов в нефтепереработке и нефтехимии, 2008.

2. **Лисицын Н.В., Федоров В.И.** Фазовый состав и физические свойства многокомпонентных смесей в компьютерной системе HYSYS: учебное пособие, 2005.

3. **Aspen Hysys.** Tutorials and Applications, 2009.

4. **Бондаренко Б.И.** Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа. — М.: Химия, 1983.

5. **Aspen Hysys.** Thermodynamics COM Interface – Reference Guide, 2010.

И.А. Яшин, А.А. Рытов
yashinia@gmail.com, rytovaa@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ WOLFRAM В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НИУ «МЭИ»

АННОТАЦИЯ

В последние десятилетия идет процесс информатизации образования — создание электронных курсов лекций, лабораторных работ и т.д. Однако никогда не ставился вопрос об эффективности программного обеспечения.

Сотрудники кафедры ЭФИС Национального исследовательского университета «МЭИ» уже несколько лет применяют пакет Wolfram Mathematica в преподавательской деятельности в курсе защиты информации. Данная статья предлагает оценить возможности более широкого применения данного пакета в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня сложно переоценить влияние вычислительной техники на образовательный процесс. Однако информатизация — это не просто закупка большого количества компьютеров и их установка в учебные лаборатории. Без современного и эффективного программного обеспечения компьютер — это просто дорогая груда железа.

1. ТЕХНОЛОГИИ WOLFRAM

Wolfram Research [1] является разработчиком математического программного обеспечения, наиболее известными проектами которого являются пакет компьютерной алгебры *Mathematica* и онлайн-проект *Wolfram|Alpha*. Однако на этом список продуктов не заканчивается. На сегодняшний день *Wolfram Research* предлагает:

– пакет компьютерной алгебры *Mathematica*;

– онлайн базу знаний и вычислительных алгоритмов Wolfram|Alpha;

– Формат вычисляемых документов *CDF* (*Computable Document Format*);

– пакет компьютерного моделирования SystemModeler;

– среду финансовых расчетов *Finance Platform*;

– надстройку высокоэффективного распараллеливания вычислений *gridMathematica*;

– надстройку интеграции *Mathematica* в *web*-приложения *webMathematica*;

– пакет разработки «тяжелых» проектов *Workbench;*

– дополнительные пакеты (*Add-on)* сторонних разработчиков.

Все пакеты являются самостоятельными и могут работать автономно. В то же время все пакеты обладают глубокой интеграцией друг с другом, что позволяет пользоваться результатами вычисления одного программного продукта в другом или осуществлять вызов функций какого-либо продукта из другого.

В качестве хорошего примера можно привести интеграцию *Wolfram|Alpha* с *Mathematica*. Пользователь может получить интересующую его информацию посредством запроса, выполненного в свободной лингвистической форме, непосредственно на сайте *Wolfram|Alpha*, а может с помощью функций пакета *Mathematica* осуществить соответствующие действия и продолжить работу с полученными данными.

Кстати

Для формирования запроса к Wolfram|Alpha необходимо в пустой ячейке ноутбука Mathematica нажать клавишу равно (=) один раз и ввести запрос.По нажатию клавиши Enter запрос будет обработан сайтом Wolfram|Alpha, а результаты отобразятся в рабочем ноутбуке Mathematica. При нажании равно (=) дважды, будет выведен подробный отчет Wolfram|Alpha.

Поэтому *Wolfram Research* говорит не о программах и пакетах в частности, а о **технологиях Wolfram**, некой экосистеме продуктов, построенных по схожим принципам, придерживающихся одной идеологии и позволяющей пользователю решать широчайший ряд задач, пользуясь одним инструментом.

2. ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ WOLFRAM MATHEMATICA

Краеугольным камнем Технологий *Wolfram* бесспорно является пакет *Mathematica*. Авторам не хочется в очередной раз перечислять все его возможности и достоинства: что *Mathematica* обладает прекрасными возможностями по символьному и численному вычислению сложных выражений, об огромном количестве функций, покрывающих фактически все области математики, о различных способах визуализации данных. Нельзя относится к пакету *Wolfram Mathematica* как к просто вычислительному средству, как к суперкалькулятору, хотя и тут *Mathematica* может похвастаться некоторыми уникальными свойствами. *Mathematica* — это комплексный пакет, позволяющий пользователю поставить задачу, решить ее, красиво визуализировать

полученные результаты, оформить публикацию и опубликовать ее в глобальной сети. И все это в одном пакете и, что самое главное, без каких-либо специальных познаний в программировании.

Если говорить о применении *Mathematica* в преподавательской и научной деятельности, то тут можно выделить несколько уникальных особенностей.

1) Система *Mathematica* поддерживает множество парадигм. Это означает, что пользователь может писать код, придерживаясь той концепции, которая ему близка. Это позволяет сразу получать результаты, не затрачивая огромного количества времени на обучение работе с системой.

Кстати

Максимального уровня производительности в расчетах *Mathematica* достигает при функциональном методе программирования, т.е. при применении встроенных функций для обработки данных. Тем не менее, разрабатывать программы можно при любой технологии программирования, постепенно, с опытом работы в *Mathematica*, переходя на функциональную.

2) Благодаря широким возможностям по визуализации, пользователь всегда найдет оптимальный способ для представления результатов своей работы в противовес сложно читаемым громоздким формулам.

3) Функции *Manipulate* и *Animate*, встроенные в Mathematica, позволяют практически в одну строчку кода создавать анимированные графики, в зависимости от одной либо многих переменных, которые лучше своих статических аналогов помогают студентам воспринимать материал.

4) В шаблоне подготовки доклада на конференцию Инфорино 2014 указано, что формулы подготавливаются исключительно с помощью Microsoft Equation или MathType. Данная формула:

$$\int_0^T \frac{1}{T}\sqrt{\sin^2(x)}\,dt$$

в нарушение требований оргкомитета просто скопирована из рабочего ноутбука Mathematica в формате *LaTeX* в *Microsoft Word* 2013 и воспринята им как объект *Equation*. При сохранении в режиме ограниченной функциональности (в формат *doc* 97-2003) формула автоматически преобразуется в рисунок для корректного отображения.

5) Поддержка огромного количества форматов для импорта (в версии 9-168) и экспорта (139) позволяют работать с данными, хранящимися на внешних носителях, и сохранять результаты в удобном для каждой конкретной задачи формате.

3. ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ WOLFRAM|ALPHA

Wolfram|Alpha [2] представляет собой базу знаний и специальных алгоритмов, позволяющих выдавать ответ на запрос, выполненный в свободной форме ввода, как при обычном разговоре. *Wolfram|Alpha* не является поисковой системой [3], а анализирует поступающий запрос специальными алгоритмами и возвращает пользователю не список ссылок, где эту информацию можно прочесть или посмотреть, а непосредственно ответ на его запрос.

Популярный сервис голосового ввода *Siri*, разработанный для *iOS*, при некоторых научных вопросах опирается на сервис Wolfram|Alpha.

Целевая аудитория *Wolfram|Alpha* — это, в первую очередь, студенты, ищущие ответы на интересующие их задачи. Так, к примеру, *Wolfram|Alpha* может не просто взять сложный интеграл или решить уравнение, но и пошагово показать, как это решение получено.

Wolfram|Alpha также позволяет и обучаться работе в системе *Mathematica*. При запросе из системы, если результат может быть получен в *Mathematica* автономно, *Wolfram|Alpha* вместе с результатом выдает соответствующую функцию, как показано на рис. 1.

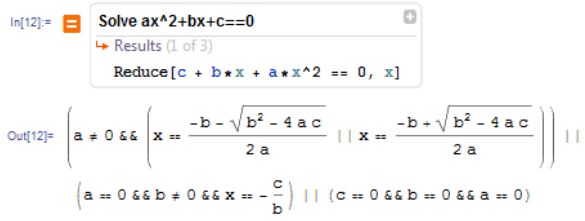


Рис. 1. Пример запроса к *Wolfram|Alpha* из *Mathematica*

Wolfram|Alpha оперирует большим количеством баз данных, содержащих информацию о погоде, городах и странах, планетах, химических формулах, многогранниках, теории чисел и многом, многом другом.

К сожалению, *Wolfram|Alpha* пока умеет «разговаривать» с пользователем только на английском языке.

4. ПРИМЕНЕНИЕ WOLFRAM MATHEMATICA В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Поскольку функциональность системы *Wolfram Mathematica* покрывает огромное количество областей, спектр предметов, на которых она может быть применена студентами и преподавателями, не ограничен. Это могут быть предметы технического, химимческого, биологического, экономического профиля и других профилей. Что может предложить *Wolfram Mathematica* студентам и преподавателям предметов, свойственных техническому образованию?

Высшая математика

Зачастую математики открыто выступают против прихода *Mathematica* (простите за каламбур) в учебные аудитории. И их аргументацию можно понять. Если студенту дать такой мощный инструмент, то что он будет делать сам.

Однако авторы, предлагая внедрить *Mathematica* в учебный процесс, ни в коем случае не призывают бездумно передать такой мощный инструмент в руки студентам. А вот стать хорошим помощником преподавателю *Mathematica* может:

– Широкие возможности по визуализации функций двух и трех переменных, параметрических уравнений, матриц, списков и прочего позволяют сделать процесс более наглядным и понятным [4]. Возможности функции Manipulate позволяют без особых временных затрат создавать динамические объекты, зависящие от одного или многих параметров.

– Поддержка формата *LaTex* позволяет переносить формулы любой сложности в другие документы простым копированием через буфер обмена.

– Функционал замораживания (Hold) выражений позволяет выводить не вычисленное выражение, а его решение, что снижает до минимума возможность опечаток в решениях.

– Возможности анализа получившегося выражения позволяют сгенерировать ряд случайных задач, а затем отобрать только те из них, которые имеют «красивые» ответы, например не содержат квадратных корней, тригонометрических функций или имеют только целые коэффициенты.

Таким образом, в высшей математике пакет *Mathematica* — это, прежде всего, инструмент преподавателя при подготовке лекций, семинарских и тестовых задач самого высокого уровня.

Для студента *Mathematica* может стать непревзойденным помощником. Система позволяет вычислять различные выражения как в символьном, так и в численном режиме с различной точностью, что позволяет проводить исследования различного характера в рамках выполнения курсовых, дипломных и выпускных работ.

Проект *Wolfram MathWorld* содержит огромное количество справочного материала по математике, в котором каждая статья сопровождается документом *Mathematica*, в котором можно вычислить предлагающиеся примеры, модифицировать их по собственному желанию и проанализировать результаты.

Электротехника и электроника

Все, что говорилось о применении Mathematica при подготовке лекций, практических занятий и контрольного материала в предыдущем разделе, в равной степени относится ко всем предметам, поэтому в дальнейшем авторы будут останавливаться лишь на отличительных особенностях применения Mathematica в данной области.

– В электротехнике и электронике Mathematica может стать удобным инструментом для анализа электрических цепей. Поддержка графов, решения систем уравнений, в том числе в матричной форме, решение дифференциальных уравнений позволяют анализировать процессы в электрических цепях [5]. При этом стоит заметить, что Mathematica не может составить уравнения, просто «посмотрев» на электрическую схему (хотя, безусловно, этому трюку ее можно научить), — этим должен заниматься студент, и именно это является основной задачей электротехники и электроники.

– Возможности по взаимодействию с периферией, в частности с распространенным последовательным портом, открывают возможности по управлению современными электронными приборами. Например, по управлению генератором и снятию результатов с осциллографа, с последующей их обработкой

– Отдельный интерес для электротехники и электроники и смежных предметов может стать *Wolfram SystemModeler*. Помимо прочего, он позволяет моделировать как идеальные, так и реальные электрические схемы. Отличительной особенностью *Wolfram SystemModeler* от других подобных продуктов является так называемое многодоменное моделирование, позволяющее в одной модели иметь различные типы компонентов: электрические, механические, логические, температурные. Это позволяет моделировать работу сложных систем. Например, не только моделировать работу моста на полевых транзисторах, но и оценивать температуру каждого из них, в том числе при применении радиаторов; не только моделировать работу различных электрических моторов, но и оценивать их параметры при различной нагрузке.

Цифровая обработка сигналов

Wolfram Mathematica обладает полным функционалом по работе с сигналами: одномерными и многомерными. Поддержка импорта/экспорта звуковых, графических и видео форматов позволяет обрабатывать фактически любые данные. Функционал *Mathematica* позволяет разделять цветовые каналы изображений, накладывать фильтры, в том числе по маске, проводить сложные вычислительные операции и много другое.

Mathematica позволяет напрямую взаимодействовать с *web*-камерами, что вместе с возможностью компиляции кода *Mathematica* в *C* позволяет оценивать время работы алгоритмов. При наличии установленного в системе линковщика *C* позволяет исполняемые файлы и библиотеки.

Криптология

Широчайшие возможности математического аппарата при простоте языка *Mathematica* позволяют

проводить исследования со студентами, фактически не знакомыми с программированием, обращая все свое внимание на суть алгоритмов, а не на то, как их запрограммировать. Авторы на протяжении нескольких лет проводят лабораторные работы по курсам «Математические основы криптологии» и «Методы и средства защиты информации», применяя литературу [6], снабженную примерами на языке *Mathematica,* что позволяет упростить втягивание в процесс студентов, плохо знакомых с программированием.

Вторым широким направлением работы авторов является автоматизированная генерация текущих и итоговых контрольных заданий. В силу развития портативной электроники, после первого теста все вопросы становятся скомпрометированными. Разработка большого количества вариантов, их проверка и перенос в тестирующую программу занимает большое количество времени. Авторы переложили эту задачу на ядра *Wolfram Mathematica.*

Программирование

Начнем с того, что сама система *Mathematica* является средой программирования, и учить (или учиться) применять ее «на все 100» можно очень долго. Тем не менее и в этой области *Mathematica* обладает рядом уникальных особенностей.

Как уже было отмечено выше, *Wolfram Mathematica* поддерживает много парадигм программирования. Т.е. позволяет в одном инструменте, пользуясь одним и тем же синтаксисом, рассматривать алгоритмы с различных точек зрения: процедурной, функциональной, работы с шаблонами и многих других. Аппарат стилей отображения в документе Mathematica позволяет выделять и оформлять код сторонних языков.

3. ТЕХНОЛОГИЯ *CDF*

Технология *CDF* (*Computable Document Format — формат вычисляемых документов*), представленная компанией *Wolfram Research* в восьмой версии *Mathematica*, позволяет передать другим всю мощь пакета. Создав документ в системе *Mathematica,* разработчик может сохранить его в формате *CDF* и передать другим пользователям или разместить в сети Internet. Просмотреть *CDF* документ можно с помощью бесплатно распространяемого *CDF Player* лишь с некоторыми ограничениями:

– невозможно вычислять код;

– невозможно импортировать/экспортировать файлы;

– невозможно пользоваться полями ввода.

При этом все динамические объекты, манипуляторы, графики сохраняют свою работоспособность, что делает формат *CDF* поистине уникальным в своем роде.

При работе в формате *CDF* непосредственно в *Mathtmatica* никакие ограничения не распространяются.

«*The difference between PDF and CDF is the same as the difference between dead and alive*» (Различие между форматами *PDF* и *CDF* такое же, как между мертвым и живым, перев. авт.) — именно так прокомментировал различие между *PDF* и *CDF* при открытии сайта русскоязычной поддержки *Wolfram Mathematica* [7] Олег Маричев, с 1990 года являющийся сотрудником *Wolfram Research.*

Ознакомиться с огромным количеством примеров в формате *CDF*, скачать их себе, попробовать изменить, а также опубликовать свои работы можно на сайте *Wolfram Demonstration Project* [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В качестве заключения хочется отметить, что, конечно же, технологии *Wolfram* не могут в одночасье решить все проблемы технического образования в России, что лицензионная копия *Wolfram Mathematica* у студента не сделает его тут же отличником. Но это тот инструмент, который может качественно изменить методологию преподавания многих предметов в сложных условиях плохой школьной подготовки студентов и малого количества аудиторных часов.

Вопрос интегрирования технологий *Wolfram* в учебный процесс является сложным, обсуждаемым и, с точки зрения авторов, актуальным. Данная статья является попыткой обратить внимание преподавательского сообщества НИУ «МЭИ» на данную проблему и приглашением к ее обсуждению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Wolfram Research:** официальный сайт. URL: https://www.wolfram.com/.

2. **Wolfram|Alpha.** Computational Knowledge Engine. URL: http://www.wolframalpha.com/.

3. **Wolfram|Alpha.** FAQ. URL: http://www.wolframalpha.com/faqs.html

4. **Морозов А.А., Таранчук В.Б.** Программирование задач численного анализа в системе Mathematica : учеб. пособие. — Мн.: БГПУ, 2005. — 145 с.

5. **Ким К.К., Бестужева А.Н., Смирнов А.Л.** Расчет электрических цепей в системе Mathematica — М. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — 280с.

6. **Тилборг ван Х.К.А.** Основы криптологии. Профессиональное руководство и интерактивный учебник. — М.: Мир, 2006. — 471 с.

7. **Русскоязычная поддержка** Wolfram Mathematica. URL: http://wolframmathematica.ru/.

8. **Wolfram Demonstrations Project.** URL: http://demonstrations.wolfram.com/.

Секция 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

А.С. Андреев[1], А.Ю. Гурьянов[1], А.С. Жабин[1], В.В. Крутских[1], А.А. Петрин[2], А.Н. Четин[2]
KrutskikhVV@mpei.ru
[1] ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва
[2]ОАО «НИИВК им. М.А. Карцева», Москва

КОМПЛЕКСНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ЗАПАСОВ УСТОЙЧИВОСТИ И ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена разработке программного обеспечения автоматизированного измерительного комплекса для испытаний импульсных источников питания в различных режимах работы. В докладе обсуждается ряд вопросов проектирования сложных систем и интеграции в данные системы оборудования различных производителей.

ВВЕДЕНИЕ

Хотя автоматизированные и автоматические линии контроля технологического процесса и испытания образцов продукции давно изобретены и широко применяются в промышленности, каждый раз, когда требуется выпустить новый серийный продукт, приходится создавать систему технического контроля заново. В отличие от конвейерных систем для крупного производства, системы контроля параметров изделия для мелкосерийного производства должны не только давать заключение «прошел/не прошел» испытание в соответствии с заданными условиями, но и давать подробный отчет, на каком шаге и при каких условиях данный образец не проходит испытание по заданным параметрам.

1. ЗАДАЧИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Основной целью построения данного комплекса является упрощение сложного и долговременного процесса контроля различных режимов источников питания, требуемых по стандартам [1—3].

Техническое задание оговаривало несколько крупных разделов при проектировании данной системы:

- Единую систему управления испытаниями;
- Систему контроля работоспособности приборов;
- Модули управления оборудованием для проведения испытаний.

Задача единой системы управления - объединить под общим интерфейсом различные модули для тестирования оборудования и создать систему отслеживания созданных отчетов по испытаниям.

2. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Согласно техническому заданию на разработку, программно-аппаратный комплекс должен проводить испытания преобразователей напряжения по алгоритмам, указанным в [1—3].

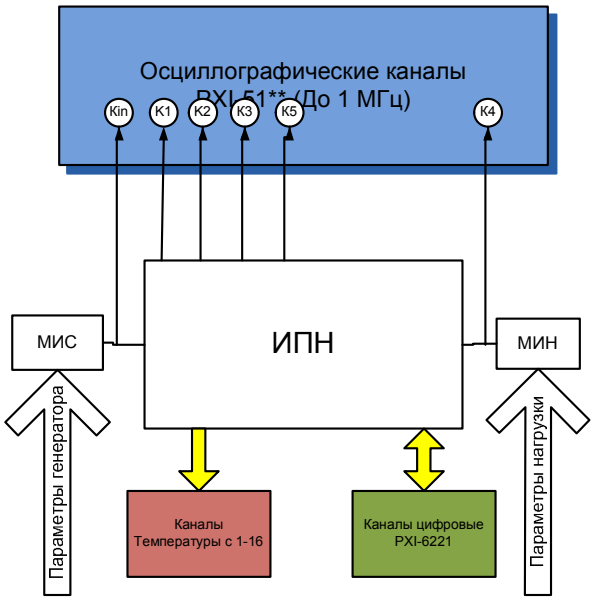


Рис. 1. Структурная схема измерительного комплекса

На рис. 1 изображена упрощенная структурная схема измерительного комплекса, в состав которого входит МИС — модуль имитации сети, МИН — модуль имитации нагрузки, ИПН — импульсный преобразователь напряжения, помещенный в термокамеру.

На рис. 2 представлен внешний вид измерительного комплекса в полной комплектации. В его состав входит контрольно-измерительное оборудование различных производителей под управлением программного обеспечения, разработанного в среде Labview.

Рис. 2. Измерительный комплекс

3. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В ходе разработки были построены структурные схемы комплекса в целом (рис. 3), а также для каждого отдельного модуля. При этом учитывалась взаимная связь модулей в системе. Важным фактором являлся учет пользователей и политики прав доступа, поэтому в систему был интегрирован модуль «Управление пользователями», не отмеченный на схеме.

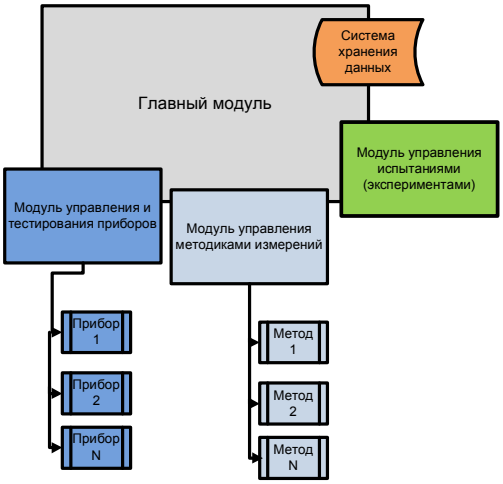


Рис. 3. Структура комплекса

Исходя из поставленных задач и структурной схемы, была создана карта каталогов (рис. 4) и событий, происходящих в программном комплексе (рис. 5). Таким образом, была решена задача стандартизации, модернизации и расширения функциональных возможностей комплекса. На рис. 6 приведен интерфейс системы управления испытаниями, отражающий таблицу испытаний, которая формируется конечным пользователем. Каждое испытание, описанное в ней, классифицировано по типу и дате. Также в таблицу заносится информация об объекте испытания, такая как номер, название блока, дата выпуска, примечания.

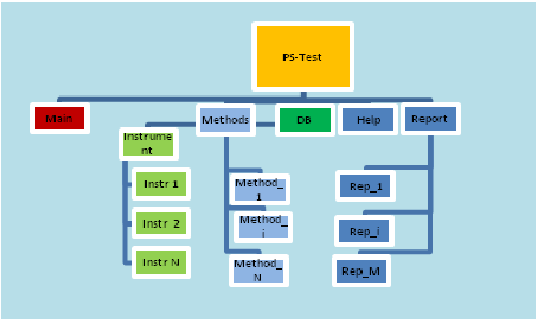


Рис. 4. Структура папок программы

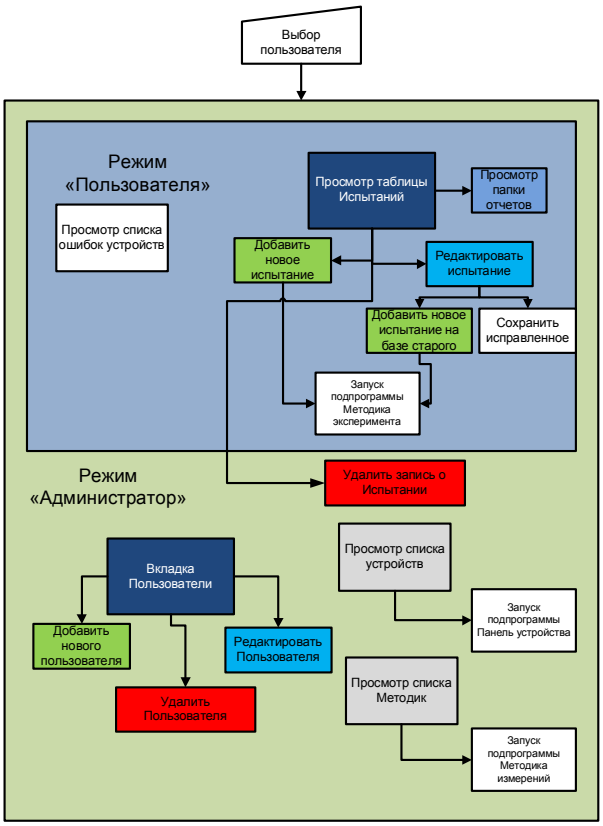


Рис. 5. Диаграмма событий в ПК

Рис. 6. Интерфейс управления испытаниями

4. ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В данном программном комплексе существует две разновидности модулей — «Инструментальный модуль» и «Модуль методики измерений», которые программируются в соответствии с разработанным нами регламентом.

Инструментальный модуль программы позволяет проверить наличие аппаратного устройства или прибора, интегрированного в измерительный комплекс, а также запустить интерфейс прибора для проверки работоспособности и выбора режимов его работы. На рис. 7 изображена упрощенная структурная схема алгоритма работы модуля.

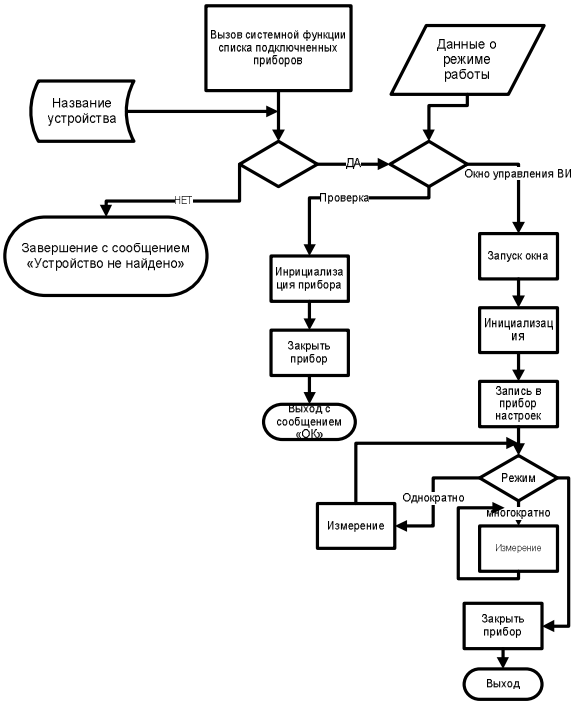


Рис. 7. Структура инструментального модуля

Модуль методики измерения предназначен для проведения испытаний по заданному заранее алгоритму с применением всей совокупности приборов измерительного комплекса. Обобщенный алгоритм работы модуля приведен на рис. 8.

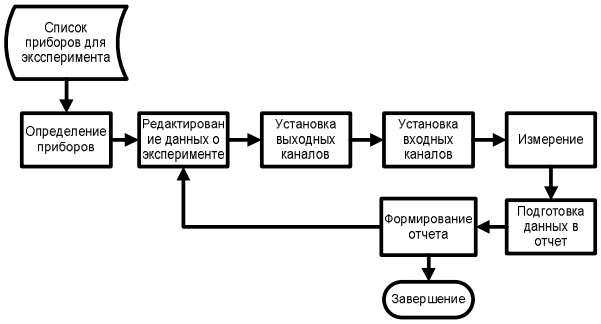


Рис. 8. Структура модуля методики измерения

5. ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Испытания ИПН могут проводиться при различных температурных режимах, для различных нагрузок и при определенных параметрах, установленных в модуле МИС. Параметры этого модуля определяются следующими видами тестов:

- отклонение напряжения;
- колебания напряжения;
- несинусоидальность напряжения;
- отклонение частоты;
- провалы напряжения;
- прерывания напряжения;
- временные перенапряжения;

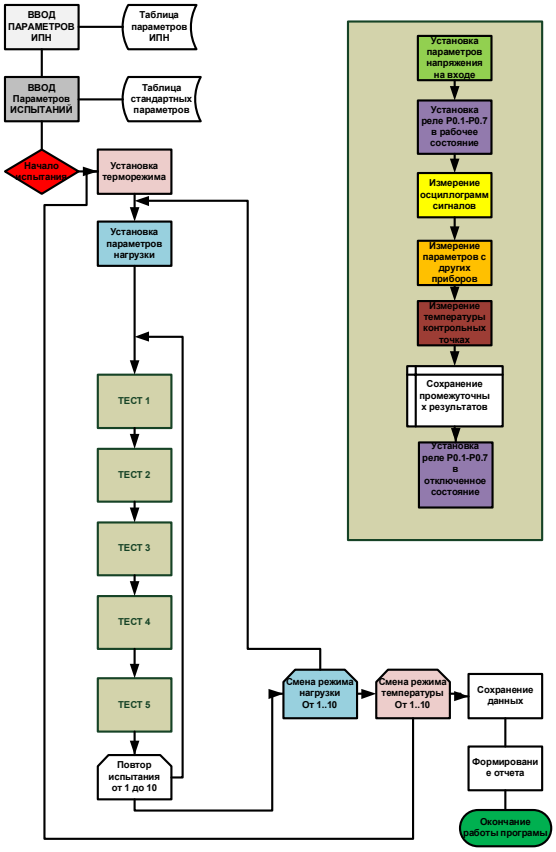


Рис. 9. Структурная схема измерительного модуля

Для каждого из обозначенных выше тестов существуют классы жесткости испытаний, описанные в ГОСТ. Стандартные классы жесткости испытаний были учтены при структурной проработке и при программировании модуля, а также был создан режим ручного ввода параметров теста с учетом ограничений на предельно допустимые значения. На рис. 9 изображена структурная схема программного модуля «методика измерений» с полным циклом работы. На рис. 10—12 приведены окна этого программного модуля. На рис. 10 представлено окно

контроля работоспособности приборов в комплексе и настроек приборов, которые нельзя определить автоматически.

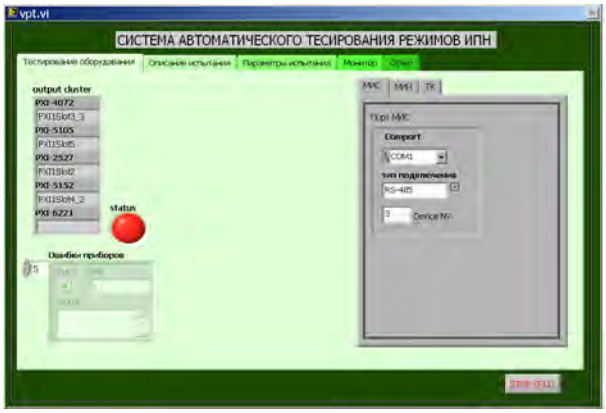


Рис. 10. Окно тестирования и настройки приборов

В окне, представленном на рис. 11, можно выбрать тип ИПН и параметры испытаний из соответствующего ему списка. Также предусмотрена возможность ввода в базу данных новых ИПН и создания новых шаблонов параметров испытаний.

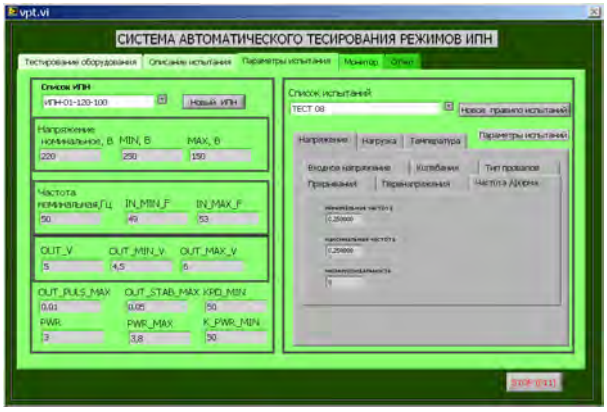


Рис. 11. Окно выбора испытаний

В окне текущего отчета (рис. 12) в режиме реального времени формируется отчет о прохождении теста, заданных начальных условиях, температуре на отдельных узлах ИПН, измеренных параметрах тока и напряжения в соответствии с задачей и проверке на допустимые значения полученных результатов.

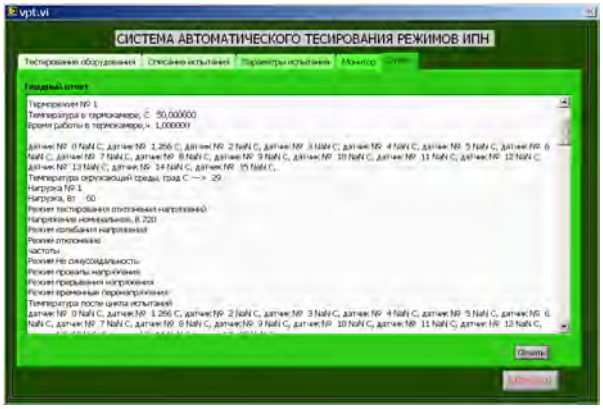


Рис. 12. Окно текущего отчета

Испытания программно-аппаратного комплекса показали, что время проведения одного испытания, включающего все тесты, при одной нагрузке и комнатной температуре занимает полчаса, а при необходимости установки иной температуры может увеличиться до 1,5 часов. Таким образом, время проведения испытания с учетом 10 нагрузочных и 10 температурных режимов может достигать суток и более.

6. ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ В НИОКР

Удобство среды разработки программного обеспечения Labview и знание этой среды студентами навело на мысль о привлечении студентов к работам в этом направлении.

К сожалению, мы получили отрицательный опыт. Студенты были мотивированы как материально — предполагалась оплата, так и нематериально — работы выполнялись в рамках научной работы магистров. Однако, как показал опыт, студенты оказались не заинтересованы в материальном вознаграждении и выполняли свою часть работы некачественно, как обычно выполняют свои учебные задания.

Таким образом, напрашивается вывод о том, что современные студенты:

- не могут работать в коллективе и подчинять свои интересы интересам группы;
- мало заинтересованы в финансах, для получения которых нужно усердно работать;
- не обладают как технической, так и технологической культура.

Это подтверждают и работодатели, принимающие молодых специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работ над измерительным комплексом был решен целый ряд программных и аппаратных инженерных задач, при этом имеется потенциал к расширению функциональных возможностей и применению комплекса для тестирования других радиоэлектронных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 13109-97**. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. **ГОСТ Р 51317.4.14-2000**. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

3. **ГОСТ Р 51317.4.11-2007**. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

Н.В. Белов, В.Е. Черемухин, Д.В. Жматов
profe44@mail.ru, 89222445545@mail.ru, absh-sila@rambler.ru
Московский институт энергобезопасности и энергосбережения (МИЭЭ), Москва

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен опыту разработки в МИЭЭ виртуальных средств измерений в виде блочно-модульных приборов для оснащения учебной лаборатории и решения исследовательских задач. Приведены примеры реализации виртуальных измерительных стендов на основе разработанных модульных приборов.

ВВЕДЕНИЕ

В системе профессиональной подготовки специалистов в области электротехники особое место занимает лабораторный практикум, предназначенный для приобретения навыков работы с электротехническим оборудованием. В ходе лабораторных работ формируются новые фактические знания об электротехнических устройствах и режимах их работы. Физические исследования позволяют глубже понять процессы и закономерности работы электротехнических устройств, позволяют принимать обоснованные технические решения по выработке предложений и рекомендаций по режимам их работы и эксплуатации. Выполнение подобных исследований требует использования разнообразных средств измерений от вольтметров и амперметров до сложных и дорогостоящих анализаторов качества электрической энергии. Комплектование учебных и исследовательских лабораторий такими приборами не всегда можно считать целесообразным ввиду фрагментарного их использования и высокой стоимости. В связи с этим предложено решить проблему оснащения лабораторий института путем самостоятельной разработки виртуальных средств измерений под возникающие учебные и исследовательские задачи.

1. МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРНИЙ

При разработке виртуальных средств измерений целесообразно придерживаться модульного принципа, позволяющего формировать измерительную систему из отработанных, протестированных и откалиброванных виртуальных приборов. В соответствии с задачами электротехнических исследований наиболее часто используются:

-вольтметры и амперметры средних, действующих и амплитудных значений;

- частотомеры;

-измерители активной, реактивной, полной мощности и энергии;

-средства регистрации токов и напряжений (самописцы и осциллографы);

-измерители сопротивления, емкости и индуктивности;

-анализаторы гармоник и спектра;

-анализаторы нелинейных искажений.

Основным элементом любой виртуальной измерительной системы является измерительный канал, который включает устройство сбора данных (УСД), преобразующее аналоговый входной сигнал в дискретный и ввод его в компьютер. Последующую обработку измерительной информации выполняет компьютер по программе, написанной в среде графического программирования LabVIEW. Особенностью технологии программирования в программной среде LabVIEW является блочный принцип программирования, сущность которого состоит в использовании широкого набора первичных программных объектов (функций и виртуальных приборов). Использование этих средств в сочетании с написанием программ на языке графического программирования, позволяют достаточно простыми и наглядными средствами создать разнообразные модули измерительных приборов. Под модулем измерительного прибора будем понимать функционально законченный и откалиброванный виртуальный измерительный прибор, содержащий средства согласования, цифрового ввода, обработки и представления значений электротехнических величин, реализованный средствами LabVIEW. В результате на компьютере при одном и том же устройстве сбора данных могут быть реализованы множество различных измерений с помощью программы обработки данных.

2. АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Входными сигналами при исследовании электротехнических устройств чаще всего являются мгновенные значения сетевых напряжений и токов. Для согласования уровней сетевого напряжения (220 и 380 В) с входным диапазоном АЦП (± 10 В) и обеспечения гальванической развязки измерительных каналов от сети использованы измерительные трансформаторы напряжения. В цепях постоянного тока согласование измеряемого напряжения с уровнем входных сигналов АЦП выполнено с помощью делителей напряжения. Сигналы, пропорциональные току, считываются с токовых клещей-адаптеров АТА-2504, принцип работы которых основан на эффекте Холла. Данные токовые клещи позволяют преобразовывать как постоянный, так и переменный ток в пропорциональное по уровню

напряжение с чувствительностью от 0,1 мВ/1 мА до 0,1 мВ/100 мА в диапазоне от 0—4 А до 0—150 А.

В качестве сбора данных использовано устройство USB-6009 компании National Instruments. Данное УСД содержит 8-канальный 14-разрядный АЦП с частотой опроса 48 кГц.

Программную часть виртуальных измерительных приборов составляют модули и блоки библиотеки LabVIEW — драйвер УСД (NI DAQ), функции вычисления средних (Mean), действующих (RMS) значений, формульных вычислений (Formula), гармонического анализа (Harmonic Distortion Analyzer) и др. [1].

3. ПРИМЕРЫ РАЗРАБОТАННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

На рис. 1 представлена измерительная панель лабораторной установки для исследования инверторов с квазисинусоидальной формой выходного напряжения и напряжения «чистый синус».

Измерительная панель объединяет виртуальные измерительные приборы, регистрирующие напряжения, токи и мощности на входе и выходе инвертора, частоту основной гармоники выходного напряжения. Характер изменения напряжений наглядно отображается в виде осциллограмм входных и выходных напряжений инвертора, а также спектрального состава гармоник основной частоты выходного напряжения. Форму выходного напряжения характеризует коэффициент нелинейных искажений.

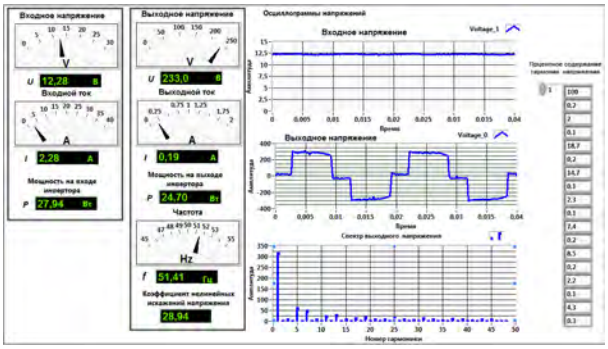


Рис. 1. Панель виртуальных измерительных приборов лабораторной установки для исследования инверторов

Применяя концепцию модульной разработки виртуальных средств измерений, создан информационно-измерительный комплекс для анализа показателей качества электрической энергии [2]. Внешний вид комплекса представлен на рис. 2. Измерительный комплекс обеспечивает выполнение следующих функций:

– измерение значения действующих напряжений и силы переменного тока в одно- и трехфазной сети;

– измерение активной, реактивной и полной мощности, определение коэффициента мощности в одно- и трехфазной сети;

– измерение частоты основной гармоники сетевого напряжения;

– измерение угла между напряжением и током в каждой фазе. Построение векторных диаграмм;

– измерение гармонических составляющих токов и напряжений в интервале до 50-й гармоники;

– отображение уровней гармоник напряжения и тока в виде графика амплитудного спектра;

– определение коэффициента нелинейных искажений по напряжению и току;

– определение несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности;

– регистрация параметров сети электроснабжения с установленным периодом опроса и сохранение их в электронные счетные таблицы формата MS Excel.

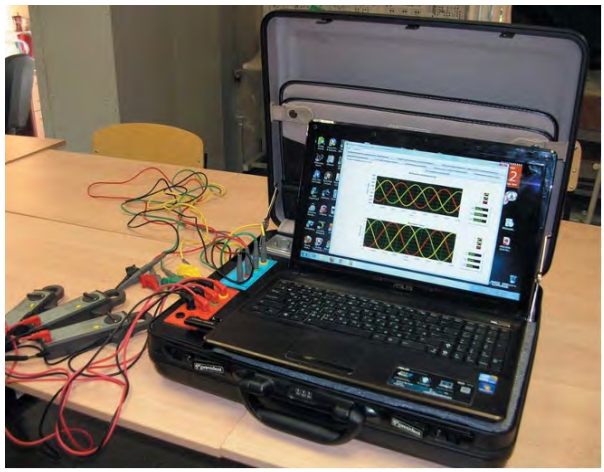


Рис. 2. Информационно-измерительный комплекс анализа показателей качества электроэнергии

На программное обеспечение информационно-измерительного комплекса получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и зарегистрировано в Роспатенте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт разработки виртуальных средств измерений с использованием модульного принципа показал, что имеется гибкая возможность доработки и изменения функционального назначения средств измерений для вновь возникающих исследовательских задач, реализации различных алгоритмов обработки сигналов и форм представления информации. За счет этого достигается низкая стоимость используемых многофункциональных измерительных средств в условиях образовательных учреждений, обеспечивается наглядность и компактность представления полученной измерительной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. — М.: ДМК Пресс, 2007. — 536 с.

2. Белов Н.В., Черемухин В.Е., Жматов Д.В. Информационно-измерительный комплекс для анализа параметров качества электроэнергии с применением технологий National Instruments // Control Engineering. 2013. № 6 С. 90—95.

А.А. Белогловский, Д.В. Карасева
BeloglovskyAA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРИМЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА

АННОТАЦИЯ

В докладе обсуждается применение численных моделей стримерного разряда в электрофизической подготовке студентов, обучающихся в Институте электроэнергетики НИУ «МЭИ» по профилю «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника» и программе подготовки магистров «Техника и электрофизика высоких напряжений». Рассказано об экономичной разностной трехмерной модели стримерного разряда в воздухе и реализующих ее программах, которые разработаны на кафедре ТЭВН. Показана их применимость в инженерном образовании.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие разряда в газе в электрическом поле начинается с появления в разрядном промежутке начального свободного электрона под действием внешнего ионизатора (развал отрицательных ионов, ионизирующее излучение). Если напряженность поля превышает начальное значение, то благодаря ударной ионизации начинается размножение электронов и формируется электронная лавина — компактная группа электронов, дрейфующих в поле и совершающих на своем пути акты ударной ионизации [1]. Лавина оставляет за собой след из положительных ионов. По мере ее развития, число электронов в лавине и ионов в следе увеличивается, нарастают накопленные в них заряды и созданное ими поле. Когда поле зарядов лавины становится сравнимым с внешним полем, между электронной головкой лавины и ее следом формируется плазменный канал, происходит лавинно-стримерный переход [1]. Стример — это плазменный нетермоионизированный квазинейтральный канал с избыточным зарядом на конце (стримерной головке), который распространяется в разрядном промежутке благодаря интенсивной ударной ионизации в сильном поле головки [1].

Стример — источник сильного электрического поля, в котором образуются химически активные частицы (радикалы), затем участвующие в реакциях в воздушной среде. Это позволяет применять его в роли их источника в промышленных (электросинтез озона) и природоохранных (конверсия газовых примесей) электротехнологиях. Стримерный разряд определяет начальные условия пробоя воздушных промежутков внешней изоляции электрооборудования. Поэтому математические модели разряда и реализующее их программное обеспечение (ПО) — это инструмент для изучения физических процессов в электротехнологических и электроэнергетических установках, и они необходимы в инженерном образовании. Такие модели и программы созданы на кафедре Техники и электрофизики высоких напряжений (ТЭВН) НИУ «МЭИ» и используются в подготовке бакалавров по профилю «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника» и магистров по программе «Техника и электрофизика высоких напряжений».

1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРИМЕРНОГО РАЗРЯДА В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ЭЛЕКТРИКОВ

Детальное описание лавинного и стримерного разряда в воздухе изучают студенты названных профиля и программы подготовки в рамках дисциплины «Электрофизические основы техники высоких напряжений». Здесь к математическим моделям разрядов, используемым для расчета их параметров, предъявляется ряд требований:

– корректность, т.е. они должны адекватно оценивать характеристики разряда и описывать их зависимости от влияющих параметров;

– простота и наглядность, т.е. они должны быть понятными на этапе бакалаврской подготовки, базироваться на ранее изученном материале;

– высокое быстродействие, т.е. они должны позволять вычислять необходимые параметры разряда непосредственно в ходе занятий.

В ходе изучения лавинного и стримерного разряда в воздухе нужно оценивать следующее:

– критические значения параметров лавины (число электронов, радиус, пройденный ею путь к моменту перехода в стример);

– пространственно-временные распределения значений концентраций заряженных частиц и напряженности поля в разрядном промежутке;

– максимальные значения напряженности поля, концентрации свободных электронов, радиусы лавины и стримера, скорость их распространения, зависимости названных величин от времени.

В математическом описании стримерного разряда в воздухе [1] учитываются процессы движения свободных электронов в электрическом поле, ударной ионизации газа электронами, их прилипания и отлипания, электронно-ионная и ионно-ионная ре-

комбинация, фотоионизация газа излучением разряда. Оно основано на диффузионно-дрейфовой математической модели, включающей в себя по одному уравнению неразрывности потока частиц на каждый их вид, учитываемый в модели, которое описывает распределение частиц в пространстве и времени, а также уравнение Пуассона для расчета электрического поля. Эти дифференциальные уравнения в частных производных дополняются начальными и граничными условиями для потенциала и концентраций частиц.

В общем виде эта модель допускает только численное решение. Однако, если принять ряд допущений, удастся получить частные приближенные аналитические решения для стадий разряда. Например, если пренебречь полем зарядов разряда и учесть только ударную ионизацию газа свободными электронами, их прилипание и дрейф в поле, то можно получить известную упрощенную модель электронной лавины [1], которая дает адекватные оценки критических значений ее параметров. В литературе описаны упрощенные аналитические модели короткого стримера с идеально проводящим каналом и длинного стримера с непроводящим каналом [1].

Общими недостатками подобных моделей являются невысокая точность, обусловленная приближенным характером заложенных в них допущений, и невозможность корректного расчета распределений поля и концентраций частиц. Тем не менее, они применяются в образовании, поскольку удовлетворяют требованиям простоты и высокого быстродействия. Отчасти они соответствуют и требованию корректности, поскольку позволяют оценить некоторые интегральные параметры разряда. Однако невозможность изучить с их помощью распределения концентраций частиц и напряженности поля в лавине и стримере делают их применение однобоким и не вполне наглядным.

Применение численных моделей разряда в образовании ранее сдерживалось неприемлемыми затратами времени на выполнение расчетов. Внедрение таких современных информационных технологий, как быстродействующие персональные компьютеры (ПК), средства визуализации результатов вычислений, проекционная и другая мультимедийная техника, а также развитие численных методов, позволяют строить экономичные численные модели разрядных процессов и реализующее их ПО, получать и наглядно представлять на занятиях результаты моделирования. Поэтому в подготовке инженеров-электриков приближенные аналитические модели лавинного и стримерного разряда следует дополнить численными моделями.

На кафедре ТЭВН разработана экономичная разностная трехмерная математическая модель стримерного разряда в воздухе [2] и реализующее ее ПО, в которых распределения концентраций заряженных частиц, потенциала и напряженности электрического поля являются функциями трех декартовых пространственных координат (x, y, z) и времени t. Модель описывает накопление, движение и взаимодействие свободных электронов и обезличенных положительных и отрицательных ионов. Таким образом, в ее состав входят три уравнения неразрывности потока названных заряженных частиц и уравнение Пуассона.

Для их численного решения были использованы простые, экономичные и достаточно точные конечно-разностные (КР) методы [3]. Уравнение Пуассона решалось методом верхней релаксации [3], а уравнения неразрывности — явным методом Куранта-Исааксона-Риса [4]. Такой выбор позволил построить модель и реализующее ее ПО, требующее умеренных затрат машинного времени при удовлетворительной точности результатов.

2. ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРИМЕРНОГО РАЗРЯДА В ВОЗДУХЕ

Программы, входящие в состав этого ПО, моделируют формирование электронной лавины, развитие одиночного стримера, одновременное распространение в разрядном промежутке нескольких стримеров, их ветвление [5, 6]. Они исполняются на настольном ПК или сервере, работающем под управлением 32- или 64-разрядной операционной системы Windows 7. Программы для моделирования формирования и распространения одиночной лавины и стримера являются однопоточными, и их можно использовать на ПК с одно- или двухъядерным процессором. Программы, моделирующие совместное распространение, взаимодействие и ветвление стримеров, используют параллельную обработку информации и являются многопоточными. Поэтому для их эффективного применения требуется, по меньшей мере, система с четырехъядерным процессором или многопроцессорная система. Минимальный объем оперативной памяти составляет 4 Гбайт, а свободного дискового пространства — 10 Гбайт.

Выбор названных выше КР методов позволил добиться умеренных затрат времени на решение трехмерной задачи. Например, моделирование развития электронной лавины вплоть до лавинно-стримерного перехода в миллиметровом промежутке на ПК с процессором Intel Core i7 с тактовой частотой 2200 МГц требует от 3 (при шаге КР сетки 0,0010 см) до 50 минут (шаг 0,0005 см). Расчет дальнейшего распространения стримера требует от 20 до 300 минут соответственно. Опыт многочисленных вычислительных экспериментов показал, что для получения корректных результатов достаточен шаг сетки 0,0008—0,0010 см, требующий вполне приемлемых для учебных занятий затрат машинного времени.

3. ПРИМЕР РАСЧЕТА

В качестве примера ниже приведены результаты математического моделирования электронной лавины (рис. 1) и формирующегося из неё катодона-

правленного стримера (рис. 2) в разрядном промежутке длиной 0,1 см с однородным электрическим полем с напряжённостью 8×10^4 В/см. Он заполнен сухим воздухом, атмосферные условия нормальные. Развитие разряда начинается с появления в середине промежутка в момент времени $t = 0$ неоднородности в начальном распределении концентрации электронов N_e в виде Гауссова пакета. Максимальное значение N_e в центре составляет 10^9 см$^{-3}$, концентрация уменьшается в e раз при удалении на 0,005 см от центра, расположенного на оси z, которая является осью симметрии системы. Начало координат помещено на поверхность плоского анода, а катод — на высоту $z = 0{,}1$ см над ним.

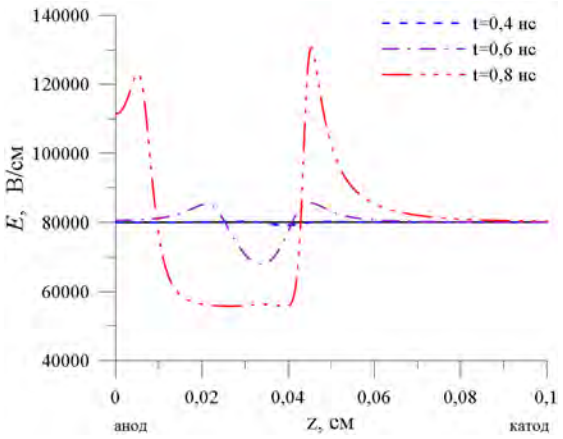
На рис. 1,*а* и 2,*а* показаны расчетные распределения напряженности электрического поля E вдоль оси z, а на рис. 1,*б* и 2,*б* — распределения плотности объемного заряда ρ. Рис. 1,*в* и 2,*в* иллюстрируют изменение во времени концентрации электронов N_e в плоскости симметрии xOz разрядного промежутка. Такой подбор материала обусловлен тем, что на оси z достигаются наибольшие значения E, ρ и N_e.

До момента $t = 0{,}4$ нс в лавине, движущейся к аноду, накапливается объёмный заряд, и к этому моменту концентрация электронов приближается к 10^{12} см$^{-3}$. Плотность заряда в ней мала, и напряжённость поля практически не изменяется по сравнению с исходным значением 8×10^4 В/см.

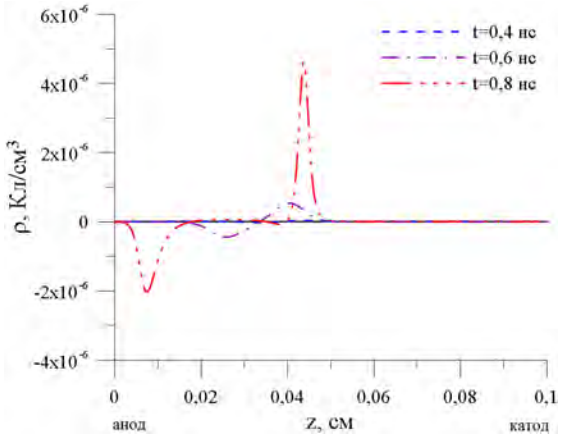
К моменту $t = 0{,}6$ нс максимальное значение N_e превышает 10^{13} см$^{-3}$, а величина ρ достигает $\approx10^{-6}$ Кл/см^3. Наибольшее отклонение E от исходного значения превышает 10 %, что означает начало перехода лавины в стример [1]. Число электронов в ней в этот момент составляет $\approx2\times10^7$. К моменту $t = 0{,}8$ нс (рис. 1) формируется биполярный стример с максимальной концентрацией электронов более 6×10^{13} см$^{-3}$. Он имеет квазинейтральный плазменный канал ($\rho \approx 0$) и две головки: отрицательная распространяется к аноду ($\rho_{max} \approx -2\times10^{-6}$ Кл/см^3), а положительная ($\rho_{max} \approx 4{,}5\times10^{-6}$ Кл/см^3) — к катоду. Поле в положительной головке ($E_{max} \approx 1{,}3\times10^5$ В/см) сильнее, чем в отрицательной ($E_{max} \approx 1{,}2\times10^5$ В/см).

К моменту $t = 0{,}9$ нс отрицательная головка достигает анода, её электроны покидают промежуток, и формируется катодонаправленный стример (рис. 2). Концентрация электронов в нем к моменту $t = 1{,}1$ нс достигает $1{,}2\times10^{15}$ см$^{-3}$, канал остается квазинейтральным, максимальная напряженность поля в головке приближается к 3×10^5 В/см, а наименьшее ее значение за головкой снижается до $\approx5\times10^3$ В/см.

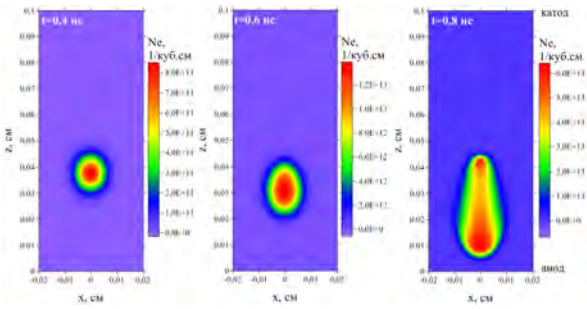
Полученные здесь, как и во множестве других расчетов, значения числа электронов в лавине в момент ее перехода в стример (10^7—10^8), их концентрации в молодом стримере (10^{14}—10^{15} см$^{-3}$), напряженности поля в его головке ($(2$—$3)\times10^5$ В/см) и за ней ($\approx5\times10^3$ В/см) хорошо соответствуют приведенным в литературе данным [1]. Это подтверждает корректность разработанной разностной модели лавинного и стримерного разряда в воздухе и реализующего ее ПО.



а)

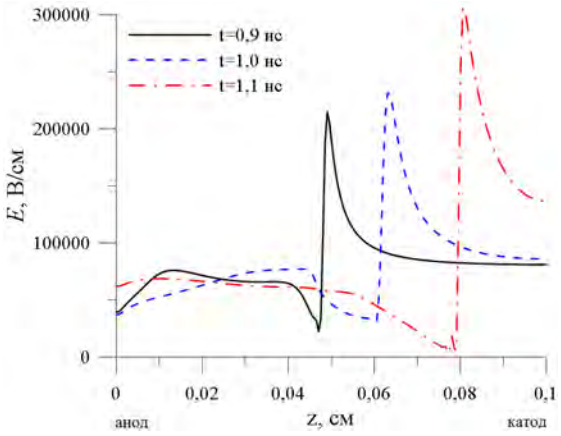


б)

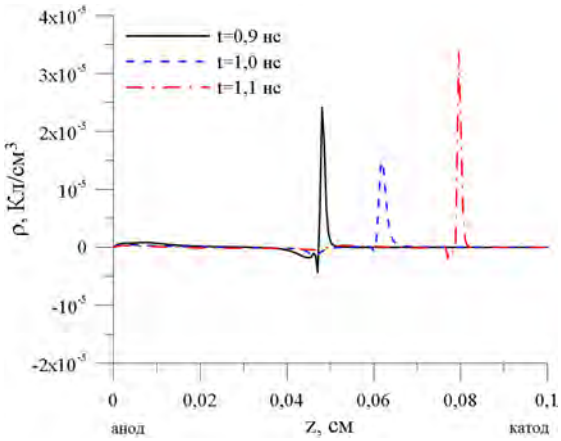


в)

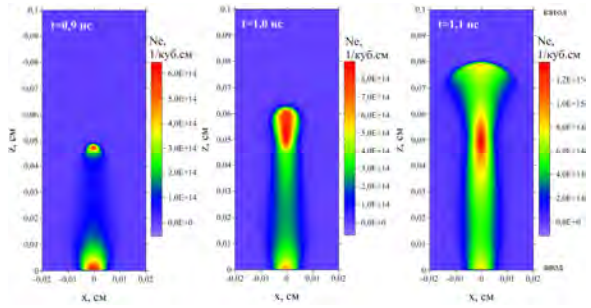
Рис. 1. Развитие лавины: зависимости $E(z)$ (*а*) и $\rho(z)$ (*б*), распределение $N_e(x,z)$ в плоскости симметрии xOz (*в*)



а)



б)



в)

Рис. 2. Распространение стримера: зависимости $E(z)$ (*а*) и $\rho(z)$ (*б*), распределение $N_e(x,z)$ в плоскости симметрии xOz (*в*)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важным элементом обучения студентов, заканчивающих НИУ «МЭИ» по профилю бакалавриата «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника» и программе подготовки магистров «Техника и электрофизика высоких напряжений», является изучение физических основ специальности, включающих в себя теорию электрических разрядов в газах, в т.ч. лавинного и стримерного.

Здесь традиционно применяются упрощенные аналитические модели, простые для понимания и легко применимые на занятиях. Однако узость их возможностей и невысокая точность результатов, обусловленная приближенностью заложенных в их основу допущений, делают привлекательным использование в инженерном образовании более универсальных численных моделей.

На кафедре ТЭВН НИУ «МЭИ» создана трехмерная разностная модель лавинного и стримерного разряда в воздухе и реализующее ее ПО. Они позволяют изучать формирование и развитие электронной лавины, лавинно-стримерного перехода и стримера, а также одновременное распространение нескольких стримеров и их ветвление. Примененные экономичные численные методы решения уравнений математической модели разряда и их программная реализация позволили снизить затраты машинного времени до значений, приемлемых для применения этого ПО на лабораторных и практических занятиях.

Созданное ПО успешно используется на кафедре ТЭВН для выполнения выпускных работ бакалавров и магистерских диссертаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Электрофизические** основы техники высоких напряжений: учебник для вузов / И.М. Бортник и др., под ред. И.П. Верещагина. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

2. **Белогловский А.А., Верещагин И.П., Хренов С.И.** Трехмерная математическая модель стримерного разряда в воздухе с учётом ветвления и фотоионизации // Вестник МЭИ. 2011. № 3. С. 49—51.

3. **Самарский А.А., Гулин А.В.** Численные методы. — М.: Наука, 1989.

4. **Юргеленас Ю.В.** Алгоритм расчёта динамики заряженных частиц в диффузионно-дрейфовой модели стримера // Физико-технические проблемы передачи электрической энергии: Сб. научн. ст. Вып. 1. / Под ред. А.Ф.Дьякова. — М.: Издательство МЭИ, 1998. С.121—160.

5. **Влияние** фотоионизации на распространение катодонаправленных стримеров в воздухе / И.П. Верещагин, А.А. Белогловский, М.А. Колобайцев, Г.З. Мирзабекян // Вестник МЭИ. 2012. № 2. С. 67—72.

6. **Влияние** фотоионизации на ветвление катодонаправленных стримеров в воздухе / И.П. Верещагин, А.А. Белогловский, Д.В. Карасева, А.В. Рушальщикова // Вестник МЭИ. 2012. № 4. С. 16—19.

И.В. Брейдо
jbreido@mail.ru
Карагандинский государственный технический университет, Караганда

КОМПЛЕКСНАЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНАЯ БАЗА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ» И «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

АННОТАЦИЯ

Описана комплексная лабораторная база, содержащая программно-аппаратные и виртуальные учебные средства, а также специализированные стенды, созданная в Карагандинском государственном техническом университете (КарГТУ).

ВВЕДЕНИЕ

Практическая реализация современных методов обучения специалистов инженерного профиля по наукоемким специальностям требует комплексного подхода к созданию учебно-лабораторной базы и интегрированных образовательных технологий, ориентированных на возможности этой базы.

Традиционно учебно-лабораторная база по техническим специальностям содержит дорогостоящие узкоспециализированные стенды. При этом, как правило, у студентов есть возможность получения практического опыта по наладке и эксплуатации только конкретного промышленного оборудования, т.е. полученные навыки носят узкоориентированный, а не системный характер.

В последние годы появилась тенденция ориентации только на виртуальные учебные средства, однако при этом нет возможности получения практических навыков работы на промышленном оборудовании.

Для получения максимального обучающего эффекта целесообразно ориентироваться на применение комплексной лабораторной базы, содержащей программно-аппаратные и виртуальные учебные средства, а также специализированные стенды.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ

При создании комплексной лабораторной базы важнейшей проблемой является определение разумного соотношения между виртуальными учебными средствами и специализированными стендами.

Исходя из опыта создания лабораторной базы для специальностей «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика» на кафедре автоматизации производственных процессов (АПП) КарГТУ выработаны определенные подходы к решению этой актуальной проблемы.

Лабораторная база кафедры включает в себя:

– Виртуальные и программно-аппаратные лабораторно-практические комплексы.

– Современные учебные стенды на базе программно-аппаратных средств и электрооборудования мировых производителей.

– Современные готовые учебные стенды мировых производителей средств автоматизации и электрооборудования.

– Модернизированные традиционные учебные стенды для изучения режимов работы еще применяемого в настоящее время в промышленности оборудования.

2. КОМПЛЕКСНАЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНАЯ БАЗА

На кафедре создано 15 программно-аппаратных (ПАК) и виртуальных лабораторно-практических комплексов (ВЛПК). Каждый комплекс содержит программно-аппаратную или программную части и методическое обеспечение, включающие теоретические разделы и методические указания по выполнению 5—15 лабораторных работ в электронном виде, и полностью закрывает дисциплину.

ПАК и ВЛПК применяются при изучении базовых и профильных дисциплин по направлениям: программные средства моделирования; прикладное программное обеспечение; электроника; теория линейных и нелинейных систем автоматического управления, моделирование; преобразовательная техника и др.

В связи с тем, что стоимость современных учебно-лабораторных стендов многократно превышает стоимость промышленного оборудования, на базе которого эти стенды изготовлены, целесообразно создание учебных стендов на основе элементов и комплектующих производителей средств автоматизации и электрооборудования.

В последние годы по этой технологии созданы учебные стенды на базе программно-аппаратных средств таких производителей, как «Siemens», «Schneider-Electric», «Mitsubishi-Electric», «Trei», «Adam» и др. Стенды задействованы в учебном процессе по базовым и профильным дисциплинам следующих направлений: электроника; автоматика и автоматизация; мехатроника; автоматизированный электропривод; средства обработки информации; промышленные контроллеры; программное обеспечение микропроцессорных систем.

К третьему направлению совершенствования лабораторной базы относится расширение функциональных возможностей современных готовых

учебных стендов мировых производителей средств автоматизации.

Так, для учебного стенда «Процессная техника» и мобильного робота «Robotino» производства концерна «Festo» разработано методическое обеспечение, позволяющее выполнять исследовательские работы для дисциплин магистратуры. Тем самым расширены функциональные возможности стенда без изменений в его аппаратной части. В настоящее время ведется работа по расширению функциональных возможностей стендов «Шаговый привод» и «Следящий привод», также произведенных концерном «Festo».

С учетом того, что на ряде предприятий в эксплуатации до сих пор находятся морально устаревшие средства автоматизации, что, в частности, характерно для горного производства, на кафедре выполнена модернизация стендов по горной автоматике. При сохранении существующих элементов управления, кнопочных постов, аналоговых и световых индикаторов произведена замена релейно-контактной автоматики на схемотехнические решения на основе цифровой техники или ПЛК типа «Logo». Все алгоритмы работы действующих систем сохранены, а надежность стендового оборудования повышена многократно. Таким образом, студенты получают практические навыки по находящимся в эксплуатации системам автоматики.

Формирование лабораторной базы кафедры производится силами ППС, студентов и магистрантов кафедры. Эта технология позволяет в процессе изготовления учебного оборудования привить практические навыки проектирования и создания программно-аппаратных средств электрооборудования и автоматизации студентам и магистрантам, причем результаты их работы оформляются в виде курсовых проектов, дипломных проектов и магистерских диссертаций. На защиту при этом представляются действующие образцы.

С учетом того, что проведение качественной профессиональной практики на большинстве предприятий в настоящее время является проблематичным, и, в лучшем случае, студенты на практике выполняют работу, не требующую высокой квалификации, то их участие в создании лабораторной базы является полезным в плане приобретения практического опыта в процессе обучения.

Участие в такой работе предъявляет к ППС высокие требования в плане профессиональной компетенции и является эффективным методом повышения инженерной квалификации молодых преподавателей.

При этом стоимость учебных стендов многократно ниже стоимости готового лабораторного оборудования, так как приобретаются только комплектующие и компоненты.

Представленная технология обеспечивает постоянное обновление лабораторной базы на кафедре.

Основные источники для получения программно-аппаратных средств и промышленного оборудования — это спонсорская помощь, организованная выпускниками кафедры, средства хоздоговоров КарГТУ, а также целевые средства, выделенные вузом на приобретение учебного оборудования.

Для создания лабораторных работ на кафедре применяется специализированное программное обеспечение изготовителей средств автоматизации, а также ППП систем имитационного и схемотехнического моделирования.

Новые технологии выполнения лабораторных работ освоены в процессе реализации международного образовательного Интернет-проекта «Синергия», в котором под эгидой концерна «Festo» (Австрия, Германия) участвуют Московский энергетический институт (МЭИ), Балтийский Государственный технический университет (Санкт-Петербург), Омский Государственный технический университет (ОмГТУ), Севастопольский Национальный технический университет (СевНТУ) и КарГТУ.

В рамках этого проекта разработаны и испытаны технологии дистанционного выполнения лабораторных работ в режимах on-line и off-line с помощью виртуального имитатора «Козимир» с последующей отработкой разработанных программ на стендах вузов-партнеров.

Начиная с осеннего семестра 2012/13 учебного года ведется регулярное Интернет-обучение в международной магистратуре в режиме on-line в сетке расписания в течение трех семестров в рамках модулей, подготовленных вузами-партнерами

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имеющаяся и постоянно обновляемая учебно-лабораторно-методическая база позволила создать и внедрить на кафедре АПП КарГТУ для специальностей «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика» интегрированную технологию сквозного непрерывного обучения студентов специальностей, обеспечивающую развитие логического мышления, изучение отдельных компонентов систем, их взаимодействие и функционирование в целом, получение исследовательских, проектных и эксплуатационных навыков.

И.А. Горкин
GorkinIA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

МЕТОД ВОЗБУЖДЕНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ГИРОСКОПОВ С ПОМОЩЬЮ МАЛЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИЕЙ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению метода возбуждения твердотельных гироскопов с помощью малых электромагнитных воздействий, подаваемых при помощи управления с микроконтроллера, и проблемам, связанным с реализацией данного метода на практике.

ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия в современном мире появилось множество устройств, работу которых уже и нельзя представить без гироскопов. Проблема же возбуждения их, т.е. приведения в оптимальное работоспособное состояние, стоит уже давно, и основные проблемы заключаются в высокой энергетической потребности и добротности используемых устройств. В данной работе рассматривается одна из этих проблем — энергетическая потребность — и косвенно решаются проблемы, связанные с добротностью.

Одним из современных решений по оптимизации рабочего пространства гироскопического комплекса является использование микроконтроллеров для подачи управляющих сигналов и съема показаний. Говоря о микроконтроллерах, конечно же, нельзя обойти стороной и тему оптимизации управляющего кода.

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ РАБОТЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

В современном мире остается актуальной проблема получения данных об ориентации объекта в пространстве. Для получения этой информации наиболее актуально использование гироскопических систем.

На основании этого для исследуемого в нашей лаборатории гироскопа была создана система, состоящая из:

– металлической полоски, жестко закрепленной у основания стенда, и имитирующей кромку резонатора;

– микроконтроллера, предназначенного для управления и обработки данных, получаемых с твердотельного гироскопа;

– электромагнитов, предназначенных для получения необходимого воздействия на исследуемый объект;

– тензорных датчиков и индукционных датчиков давления для исследования альтернативных вариантов съема показаний в режиме работы одним управляющим сигналом.

Стенд представляет собой: жесткозакрепленную у основания колеблющуюся кромку — в нашем случае это металлическая полоса; два электромагнита, находящиеся напротив друг друга, и между которыми находится полоса; датчики давления, находящиеся у основания закрепления полосы к основанию стенда; тензор датчика, прикрепленного непосредственно к полосе. Микроконтроллер находится рядом, и получает данные с электромагнитов, которые в пассивном режиме работают как конденсаторные обкладки параллельного типа и датчиков.

Для возбуждения твердотельного гироскопа используется электромагнит, питание на который подается с микроконтроллера в соответствии с управляющим сигналом. Благодаря находящейся с другой стороны твердотельного гироскопа обкладке, можно снять показания отклонения полосы от невозбужденного состояния. Ориентируясь на показания, происходит коррекция наличия или отсутствия питания на первом электромагните. В противофазу питание будет подано на второй электромагнит, что позволяет, не лишая систему электропитания, изменить направление воздействия на полосу и продолжить ее возбуждение.

Съем данных также возможен, используя лишь один электромагнит. Для этого установлены датчики давления, находящиеся у основания, или же тензор датчик, установленный непосредственно на приборе.

2. МЕТОД «МАЛЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ» И ПРОБЛЕМЫ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Идея метода состоит в том, что мы должны раскачать прибор, переходя с одной особой точки типа «центр» на другую, тем самым создавая внешней силой на фазном портрете системы «искусственный фокус», благодаря чему мы и сможем выйти на необходимый нам уровень.

Хоть идея предложенного метода и проста, но реализация его на практике затруднена в связи с физическими и электромагнитными явлениями.

Если говорить о физических явлениях, то это трение, которое неизбежно возникает, если создавать любую систему. С электромагнитными же явлениями картина выглядит сложнее. Изначально предполагалось создать более оптимальную систему, используя один электромагнит и снимающую обкладку. Но в этом случае у нас неизбежно возникает момент, когда в системе отсутствует питание, а емкость необходимо снять, что при текущей конфигурации системы затруднительно.

В ходе работы было найдено три принципиальных пути решения этой проблемы:

– использование датчиков давления или же тензор датчика;

– использование второго электромагнита;

– поиск альтернативных путей включения в цепь источника питания и/или всей системы в целом.

Первый способ был хорош тем, что не требовал сильных изменений в конструкции и доработки разработанного программного обеспечения.

Второй же, хоть и требовал больших временных затрат, но позволял не только снимать показания положения оболочки в пространстве, но и улучшает работоспособность системы в целом. Это происходит из-за того, что мы не отпускаем нашу возбуждаемую кромку на произвол судьбы, а подхватываем ее противоположным воздействием, что однозначно не позволит силам трения загубить наши начинания и ускоряет процесс возбуждения.

Третий же требует дальнейших научных изысканий и посему еще не был реализован.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря малому энергопотреблению, предложенный метод может составить конкуренцию разрабатываемым устройствам, в которых допустимы определенные временные затраты на включение, и при правильном управлении позволит поддерживать работоспособность гироскопа на продолжительном временном отрезке.

Сравнивая реализованные методы между собой, можно также выделить их достоинства и недостатки.

Первый метод менее точен и подходит для систем, в которых требуется вычислительная простота и не столь важно время, за которое будет достигнут результат.

Второй же, напротив, хоть и имеет более сложную конструкцию, более быстродейственен, но требует постоянной подачи питания.

Благодаря микроконтроллеру, без которого подобная система нереализуема, можно задавать различные режимы работы возбуждения, что позволяет созданной системе быть использованной и в лабораторных работах как яркий пример влияния управляющего воздействия на управляемую систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Меркурьев И.В., Подалков В.В.** Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов. — М.: ФИЗМАЛИТ, 2009.

2. **Гусев Г.Г.** Качественный анализ автоколебаний в электрических цепях / Под ред. В.В. Каратаев. — М.: Издательство МЭИ, 1990.

3. **Мартыненко Ю.Г.** Аналитическая динамика электромеханических систем / Под ред. И.В. Новожилова. — М.: Издательство МЭИ, 1984.

4. **Александров А.М., Губаренко С.И., Меркурьев И.В.** Линейные одномерные системы автоматического управления. — М.: Издательство МЭИ, 1998.

5. **Фрадков. А.Л.** Кибернетическая физика. — М.: Издательство СПб Наука, 2011.

Т.М. Гулевич, П.А. Морозов, Г.В. Макаров, М.С. Чабан
shemetova@sa.sibsiu.ru; morozovpaval@mail.ru; maggog1@gmail.com; michael.chaban@icloud.com
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ НА БАЗЕ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются современные учебно-исследовательские комплексы с использованием средств дистанционного обучения и новые возможности самостоятельной работы студентов.

Представлены конкретные приложения, пользовательские интерфейсы, разработанные с использованием современных средств программирования, интегрированных в состав учебно-исследовательского комплекса, включающего автоматизированные лабораторные установки на базе действующих физических моделей объектов и систем измерения.

Приводятся способы и варианты эксплуатации конкретных автоматизированных лабораторно-практических комплексов по информационно-измерительным технологиям.

ВВЕДЕНИЕ

Современное профессиональное образование характеризуется высоким уровнем компьютеризации и использованием многих новых информационных технологий, что требует быстрого освоения этих технологий не только в традиционных формах обучения, включая дистанционную форму, но и в режиме обучения без отрыва от производства.

В рамках применения традиционных лабораторных установок ввиду ряда ограничений невозможно охватить весь спектр задач изучения, исследования и сравнительного анализа различных структур, методов и средств измерений и, особенно, новых измерительных и информационных технологий. Возможное решение отмеченных задач и расширение функциональных возможностей рассматривается по пути создания учебно-исследовательских комплексов (УИК) с использованием технологии виртуальных приборов в среде графического программирования LabVIEW [1].

1. ОПИСАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

На кафедре автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) разработан и внедрен автоматизированный комплекс, позволяющий осуществлять проведение практических, лабораторных и исследовательских работ с применением реального оборудования [2].

В рамках УИК функционируют: пользовательский интерфейс; интерфейс администратора, включающий собственную систему управления содержанием (CMS); автоматизированные лабораторные установки (АЛУ), предусматривающие возможность дистанционного выполнения лабораторных работ; базы натурных и модельных сигналов, базы данных программных и технических средств автоматизации, научно-методической литературы. Доступ к УИК возможен как из внутренней сети университета, так и из глобальной сети Интернет.

Учебно-испытательный комплекс разработан на базе веб-технологий, имеющегося технического обеспечения, использования web-серверов, к которым подключаются клиенты (обучающиеся).

Хранение информации осуществляется в виде гипертекста, что позволяет обучающемуся ознакомиться с той или иной дисциплиной в комплексе, переходя по интересующим его ассоциативным ссылкам. Формат гипертекстовых документов совместим с любыми операционными системами (на любом компьютере достаточно установить только веб-браузер и работать с учебным комплексом).

Высокий уровень развития современных графических веб-браузеров позволяет вставлять в обычные HTML-страницы мультимедийное и активное содержимое, например, средства для ведения видеоконференций, возможность вставки видео- и аудиофрагментов информации, возможность применять ActiveX-компоненты для сопряженной работы с другим программным обеспечением различного назначения, в том числе средой конструирования электронных схем National Instruments LabVIEW и SCADA-систем, таких как Siemens WinCC и Wonderware InTouch.

Сбор данных и управление натурными подсистемами АЛУ осуществляет «сервер АЦП», который состоит из многофункциональной платы сбора данных фирмы Advantech и сервера OPC. Клиентская часть разработана на основе ActiveX, что позволяет использовать для доступа к АЛУ стандартный Web-браузер. Промежуточным звеном между клиентом и «сервером АЦП» является специализированный программный модуль, разработанный с использованием пакета LabVIEW.

Комплекс широко применяется на занятиях по дисциплинам информационно-измерительных технологий. Студенты и аспиранты обучаются постановке и решению задач промышленной метрологии, технических измерений; методам обработки сгенерированных временных рядов данных и динамиче-

ских сигналов, снятых с физических моделей и реальных технологических объектов.

В состав комплекса входят встроенные подсистемы контроля реализации учебного процесса, а также подсистемы тестирования и самотестирования для проверки знаний обучающихся.

Рассмотренная компьютерная технология внедрена при модернизации обучающих многовариантных автоматизированных комплексов «Логос» и «Метролог» по информационно-измерительным технологиям, включающего автоматизированные лабораторные установки (АЛУ): «Доза», «Расход», «ОДИМИМА», «Температура», «Коррекция», «АЦС» и другие встроенные и подключаемые измерительные подсистемы с соответствующими типовыми задачами промышленной метрологии, предназначенными для выполнения практических и исследовательских работ как в обычном, так и в дистанционном режимах. Общая структура лабораторно-практического комплекса «Логос» по информационно-измерительным технологиям представлены на рис. 1.

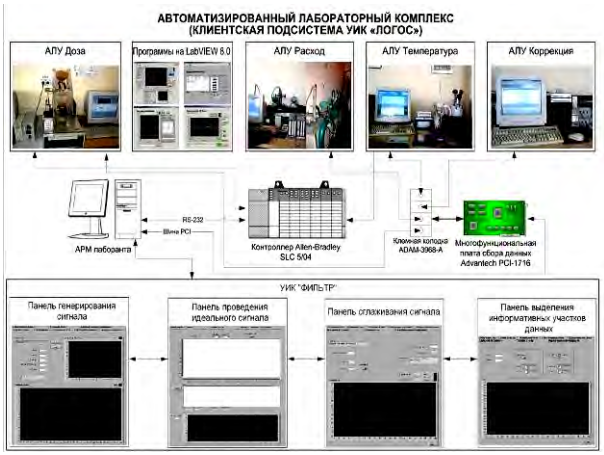


Рис. 1. Общая структура лабораторно-практического УИК «Логос»

Вход в комплекс осуществляется через разработанный информационный портал кафедры (sa.sibsiu.ru), что позволяет пользователю, пройдя идентификацию, работать с системой из личного кабинета как локально (в специально предназначенных для этого компьютерных классах), так и с рабочего места (по корпоративной сети предприятия), а также из дома (через глобальную сеть).

Выполнение работы начинается с личной страницы пользователя (рис. 2), где выбирается тип работы.

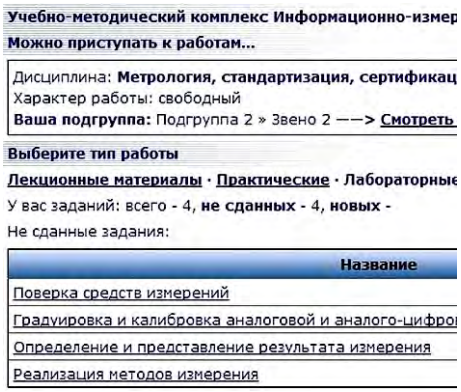


Рис. 2. Фрагмент личной страницы пользователя

В зависимости от типа выбранной работы появляется страница с порядком ее выполнения, включающая методические указания, описание средств, порядок выполнения и требования к представлению результатов работы (рис. 3).

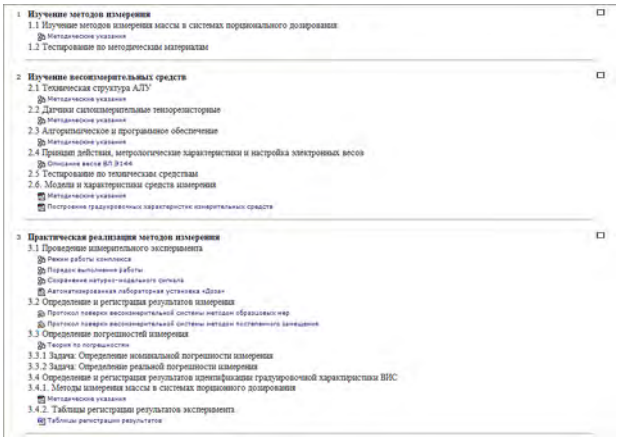


Рис. 3. Модуль формирования порядка выполнения работы

Для выполнения практической работы пользователю предлагается подключиться к терминальному серверу, непосредственно на котором выполняется эта работа. Такая технология позволяет пользователю работать с нужными приложениями, не устанавливая себе специализированное ПО.

2. ОПИСАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ «ДОЗА»

Примерами разработок являются конкретные приложения и пользовательские интерфейсы, разработанные в среде графического программирования LabVIEW в составе автоматизированной лабораторной установки «ДОЗА», представляющей собой действующую модель системы порционного дозирования сыпучих материалов с тестовым нагружением и прямым цифровым управлением от персонального компьютера, предназначенной для изучения и освоения традиционных и тестовых методов измерения массы, а также практических приемов настройки алгоритмов технических средств в аналого-цифровых весодозирующих системах.

Выполнение лабораторной работы начинается со страницы АЛУ (рис. 4) и перехода на страницу

порядка выполнения работы. Цифровой интерфейс лабораторных установок реализован через веб-компонент, что позволяет работать с ним непосредственно из браузера. В случае дистанционной работы для демонстрации происходящего на установке реализована веб-трансляция видео с камеры, направленной на данную установку. Видео наглядно демонстрирует пользователю результаты его действий и позволяет фиксировать показания аналоговых и цифровых приборов.

Рис. 4. Страница сайта АЛУ «ДОЗА»

Алгоритмическое обеспечение комплекса составляют помехозащищенные алгоритмы считывания с проверкой достоверности; выделения информативных участков СИИ; определения реакции сигнала на тест; многовариантного восстановления явных и неявных градуировочных характеристик и определения значений массы набираемого материала, а также алгоритмы выработки управляющих команд в соответствии с реализуемым методом и функцией дозирования.

Интерфейс программы состоит из двух меню, а именно, меню управления АЛУ «ДОЗА» и меню настройки отдельных блоков программы, а также диаграммы, на которой отображается динамика процессов дозирования, поверки и градуировки.

Для отображения величины массы в весовой воронке предусмотрен цифровой индикатор (рис. 5).

В программе существует возможность как ручного управления с помощью виртуальных кнопок, так и автоматического с применением различных методов (алгоритмов) дозирования.

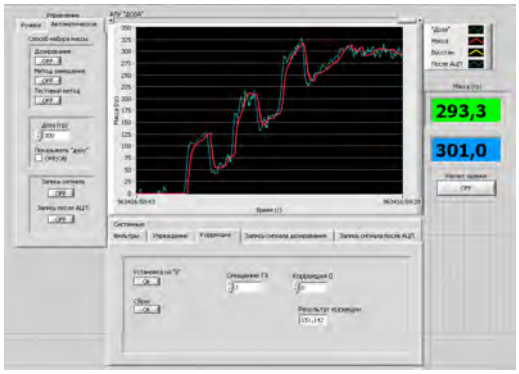


Рис. 5. Интерфейс модуля дозирования

3. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «ФИЛЬТР»

Решение многих задач связано с обработкой больших массивов числовых данных, представляемых одно- и многомерными временными рядами в так называемых сглаживающих фильтрах. Нередко возникает потребность их разделения на несколько составляющих с различными темпами изменения, в частности, если есть основания принять математическую модель рядов данных в виде суммы медленноменяющихся полезных сигналов и относительно быстро меняющихся помех, то первичная обработка числовых данных может быть сведена к их преобразованию в так называемых сглаживающих фильтрах. К настоящему времени разработано множество различных фильтров, отличающихся своими предпосылками, сложностью и точностью. Поэтому возникает задача правильного выбора и настройки сглаживающих фильтров для конкретных условий их использования.

Решение этих задач, представляющееся сложным в реальных системах, может быть реализовано с помощью разработанного учебно-испытательного комплекса (УИК) «ФИЛЬТР».

Программное обеспечение функциональных модулей учебно-испытательного комплекса «ФИЛЬТР», а также конкретных приложений и пользовательских интерфейсов разработано с использованием среды графического программирования LabVIEW.

На рис. 6 представлен интерфейс программы «ФИЛЬТР» с окном генерирования сигнала.

На рис. 7 представлен фрагмент интерфейса программы с результатом сглаживания сигнала с помощью медианно-экспоненциального фильтра.

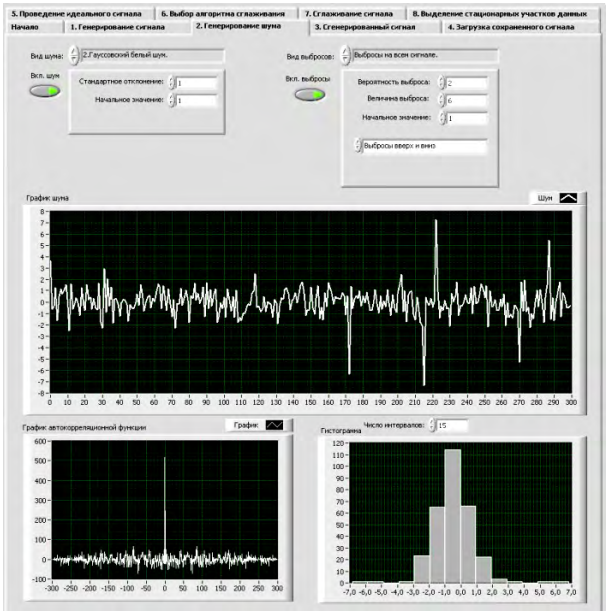


Рис. 6. Интерфейс модуля «Фильтр»

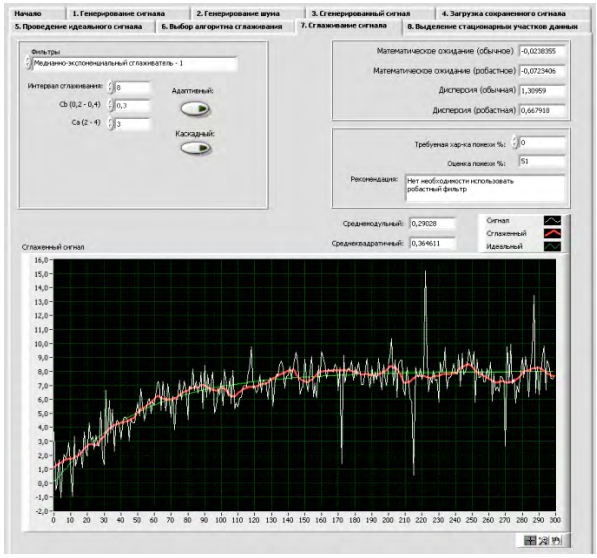


Рис. 7. Интерфейс модуля с результатом сглаживания сигнала

Разработанный программный модуль характеризуется гибкими возможностями исследования многих задач, связанных с определением характеристик и восстановлением полезных составляющих сигналов.

4. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ПО АНАЛОГО-ЦИФРОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМ

Комплекс предназначен для исследования и настройки различных модулей в аналого-цифровой системе (АЦС) измерения. Программное обеспечение позволяет исследовать результаты преобразования динамического сигнала при изменении основных настроечных параметров блоков системы и производить оперативный анализ результатов моделирования.

Графический интерфейс пользователя программных модулей «АЦС» и «АЦП» представлен на рис. 8 и 9.

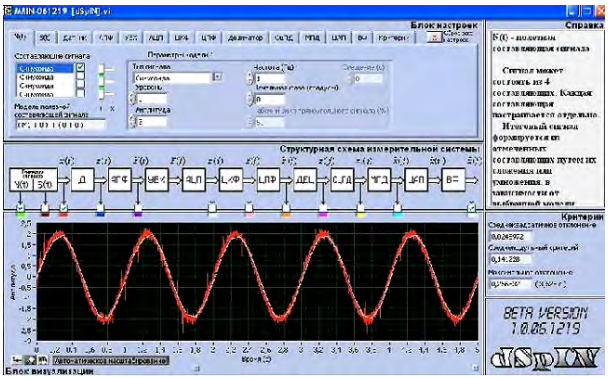


Рис. 8. Интерфейс учебно-исследовательского модуля «АЦС»

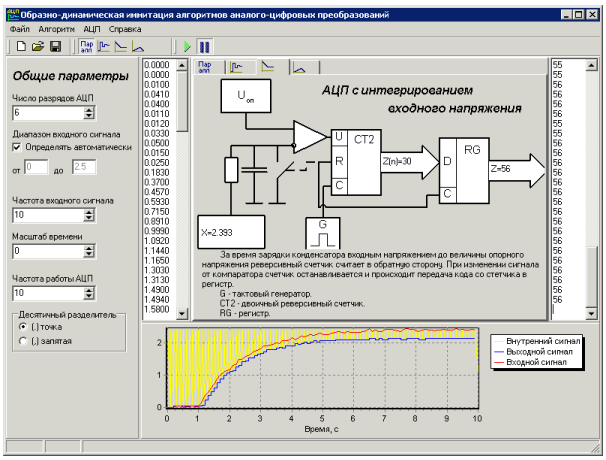


Рис. 9. Интерфейс модуля «АЦП».

Все блоки имеют модульную структуру, что позволяет гибко настраивать и исследовать любой модуль и их комбинации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные автоматизированные обучающие комплексы на базе современных информационно-коммуникационных технологий позволяют решать актуальные задачи, связанные с расширением функциональных возможностей новых форм обучения.

На базе системного подхода к разработке программно-алгоритмического обеспечения комплексов созданы условия для активного обучения студентов научно-исследовательской работе.

Накоплен опыт обучения специалистов с использованием УИК в качестве базы для проведения лабораторных работ и практических занятий и выявлены предпосылки дальнейшего совершенствования функционирования УИК как развивающихся человеко-машинных систем управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **National Instruments LabVIEW**. Основы I. Учебный курс (пер. с англ. Михеев П.М.). — М.: МГУ, 2003.

2. **Гулевич Т.М., Андрианов О.Н., Кадетов Д.В.** Учебно-исследовательский комплекс «Метролог». Труды международной научной конференции «Математические методы в технике и технологии — ММТТ-2000». — Санкт-Петербург, 2000. — 200 с.

А.А. Есюткин, О.С. Колосов
YesiutkinAA@mpei.ru; KolosovOC@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ И АНАЛИЗА СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

АННОТАЦИЯ

Изложены результаты, разработки и реализации лабораторного комплекса по обучению студентов основным навыкам по снятию и обработке статических характеристик объектов автоматизации в реальном времени на базе среды графического программирования LabVIEW с использованием комплекта виртуальных измерительных проборов NI ELVIS. Статические характеристики необходимы исследователю для определения коэффициента усиления объекта автоматизации, выявления различного рода нелинейностей объекта. В комплекс системы входят: многофункциональная плата ввода-вывода NI PCI-6251, макетная плата для создания прототипа объекта и среда графического программирования LabVIEW. На текущий момент времени это наиболее современные аппаратные и программные средства, используемые в учебном процессе для исследования объектов автоматизации.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших навыков, которым необходимо обучить студента при освоении курсов, связанных с теорией и практикой автоматического управления, является практика грамотного снятия и обработки статических характеристик реальных динамических звеньев, элементов и систем управления в реальном времени. Практика обучения студентов показывает, что подобные лабораторные работы, реализуемые обычно в среде *Matlab*, указанной цели не достигают. Ниже рассматривается опыт реализации лабораторного практикума по снятию и обработке статических характеристик типовых звеньев или систем управления в реальном времени на учебных стендах, оборудованных комплектом проборов NI ELVIS [3].

1. ЦЕЛИ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

До широкого внедрения персональных компьютеров в практику обучения специалистов в области управления, учебные стенды по изучению статических и динамических свойств звеньев и систем в реальном времени, а также снятию их частотных характеристик, оснащались регулируемыми источниками, стрелочными приборами, промышленными генераторами и осциллографами, которые позволяли примерно с 10 % погрешностью снимать статические и частотные характеристики исследуемого объекта. Однако точность таких исследований существенно снижалась при наличии случайных, аддитивно приложенных к выходу исследуемого объекта, помех. Особые сложности связывались с анализом относительно медленных переходных процессов, которые записывались на шлейфовых осциллографах. Естественно, все это происходило в реальном времени. Дальнейшая обработка результатов экспериментов с целью структурной и параметрической идентификации исследуемых объектов производилась ручным способом.

Внедрение цифровой техники в практику проведения лабораторных исследований позволило, с одной стороны, удешевить лабораторные стенды, повысить оперативность и точность обработки получаемых результатов, но, с другой стороны, уход от реальной среды в область виртуальных объектов не дает студентам практики работы с реальными устройствами в реальном времени. Подобный подход неизбежно снижает качество обучения.

На кафедре Управления и информатики НИУ «МЭИ» разработан и внедрен в учебный процесс учебный комплекс, состоящий из 7 лабораторных стендов, оснащенных современной учебно-исследовательской аппаратурой NI ELVIS [6]. С помощью такой техники удалось совместить положительные свойства учебных стендов прошлого, оснащенных аналоговой аппаратурой, на которых проводились исследования реальных объектов в реальном времени и современные компьютерные технологии, позволяющие автоматизировать процесс проведения исследований и последующую обработку результатов.

2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Студенты должны собрать прототип объекта автоматизации на макетной плате NI ELVIS. Для проведения исследований были собраны два макета типовых звеньев объекта с известными параметрами: инерционного и реального дифференцирующего. Построение автоматизированной системы (АС) на основе ЭВМ сводится к подключению к ЭВМ устройств управления объектом и измерения его параметров. Самый эффективный путь объединения в систему ЭВМ и устройств связи с объектом (УСО) для решения поставленной задачи — это подключение таких устройств непосредственно к магистрали ввода-вывода ЭВМ. Преимущества приборов на основе компьютера проистекают из самих возможностей ЭВМ. Устанавливая УСО в компьютер, студенты сразу же получают доступ к возможностям обработки, представления и хранения данных. Поток данных превращается в полез-

ную информацию быстрее, чем когда бы то ни было.

Статическая характеристика объекта представляет собой зависимость выходной величины объекта от входной величины в установившемся режиме. Для снятия статической характеристики необходимо подавать на вход объекта автоматизации дискретно изменяющийся с определенной частотой и определенным ступенчатым изменением уровня тестирующий сигнал и измерять выходную величину объекта каждый раз после окончания переходного процесса от действия очередной ступени входного сигнала. При наличии аддитивной случайной помехи в выходном сигнале с нулевым математическим ожиданием записываются несколько последних значений установившегося значения сигнала и проводится их усреднение.

Непременным условием при формировании входного тестирующего сигнала является его изменение во времени от нулевого значения до максимума в положительную сторону, возврат к нулю, далее изменение до максимального значения в отрицательную сторону и снова возврат к нулю. Таким образом, удается увидеть в составе исследуемого объекта при сопоставлении входного и выходного сигнала как однозначные нелинейности, так и «петлевые».

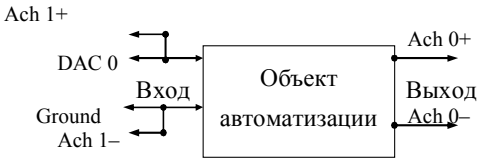


Рис. 1. Схема измерения статических характеристик объекта автоматизации

Схема измерения статических характеристик представлена на рис. 1. Ко входу объекта подключен цифро-аналоговый преобразователь (*DAC0-Ground*) для формирования входных напряжений и первый канал аналого-цифрового преобразователя (*Ach1*±) для их измерения. Выход объекта соединен с нулевым каналом аналого-цифрового преобразователя (*Ach 0*±), с помощью которого измеряется реакция объекта на входные управляющие воздействия в установившемся режиме. Измерительные каналы аналого-цифрового преобразователя (*Ach1* и *Ach0*) подключены по дифференциальной схеме, которая позволяет подключать их как к заземленным, так и плавающим источникам сигналов. Такая схема позволяет определять любую характеристику объекта, имеющего по одному входу и выходу.

Алгоритм измерения предусматривает:

1. Предварительный анализ исследуемого объекта автоматизации с целью оценки допускаемых границ изменения входного тестирующего сигнала, времени затухания переходных процессов в объекте при отработке ступенчатого сигнала и уровень шумовой составляющей в выходном сигнале;

2. Формирование массива напряжений в заданном диапазоне значений;

3. Последовательную установку значений напряжений на входе объекта из сформированного массива;

4. Задержку на время завершения переходного процесса на выходе объекта;

5. Измерение входного напряжения и реакции объекта на выходе;

6. Вывод результатов измерений входа и выхода и рассчитанной по результатам эксперимента характеристики объекта автоматизации.

3. ОБРАБОТКА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Блок-диаграмма программы, реализующей указанный алгоритм измерения статических характеристик объектов, выполненная в графической среде программирования *LabVIEW*, представлена на рис. 2.

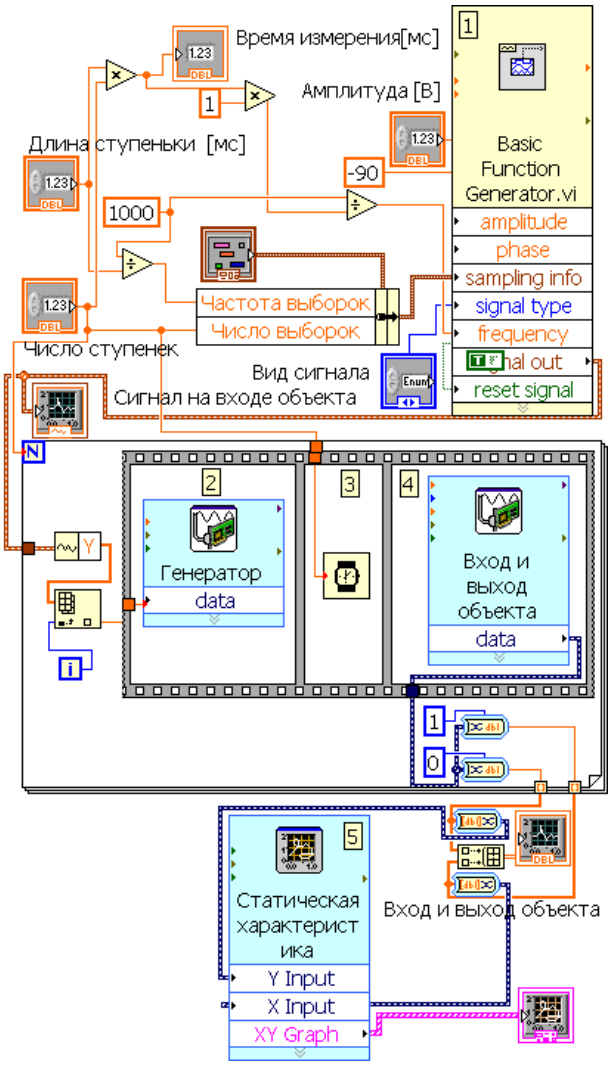


Рис. 2. Блок-диаграмма автоматизированной системы измерения статических характеристик объектов автоматизации

В блоке виртуального инструмента (ВИ) *Basic Function Generator* 1 реализован генератор сигна-

лов, формирующий массив напряжений в соответствии с алгоритмом измерения статической характеристики. Здесь можно указать вид сигнала, его амплитудное значение, длительность ступеньки (в соответствии с временем переходного процесса в системе) и количество ординат характеристики.

Сгенерированные значения входного напряжения далее последовательно поступают на вход цифро-аналогового преобразователя (блок 2 «Генератор»), на выходе которого формируются реальные управляющие сигналы на вход объекта автоматизации.

В блоке 3 *Wait (ms)* указывается время переходного процесса в системе, по завершении которого должно выполняться измерение сигналов на входе и выходе объекта автоматизации 4 «Вход и выход объекта».

По окончании измерений статической характеристики строятся зависимости входа объекта и выхода объекта от номера ординаты, наглядно показывающие процесс установки сигналов на входах и выходах и моменты измерений, и статическая характеристика объекта 5.

На рис. 3 показан интерфейс пользователя системы. График демонстрирует зависимости выхода и входа объекта от номера ординаты. Измерение реакции объекта на «скачек» входного напряжения выполняется после завершения переходного процесса в системе.

На следующем графике приведена статическая характеристика объекта, т.е. зависимость выходной величины от входной в установившемся режиме, построенная по результатам измерений.

Из статической характеристики можно определить коэффициент усиления объекта и наличие различного вида нелинейностей в системе.

До начала измерения характеристики в блоке «Входные параметры системы» необходимо указать: вид входного сигнала, его амплитудное значение, время, в течение которого должен завершиться переходный процесс на выходе объекта, и число ординат статической характеристики. При этом вычисляется общее время измерения характеристики. По результатам измерений параметров типовых динамических звеньев инерционного и реального дифференцирующего получены значения коэффициентов усиления, равные 0,5, и не выявлены нелинейности в их характеристиках, что полностью совпадает с теоретически рассчитанными значениями.

На рис. 4 представлены результаты исследования динамического звена с нелинейностью типа «насыщение». Здесь представлены: входной тестирующий сигнал и форма выходного сигнала. В выходном сигнале не просматриваются переходные процессы при изменении входного сигнала на очередную ступень, т.к. он представляет собой результат обработки и в нем представлены только установившиеся значения выходного сигнала после окончания переходных процессов.

Рис. 3. Интерфейс пользователя автоматизированной системы измерения статических характеристик объекта автоматизации (линейный объект)

Ниже на рис. 4. представлена полученная сквозная статическая характеристика такого объекта, на которой хорошо просматривается ее нелинейный вид.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Технические характеристики определяются возможностями многофункциональной платы ввода-вывода NI 6251 [6].

1. Диапазон амплитуд входного сигнала может программно устанавливаться в диапазонах: ±0,10 В, ±0,50 В, ±0,20 В, ±1,0 В, ±2,0 В, ±5,0 В, ±10,0 В.

2. Время переходного процесса в системе можно установить от 0 до нескольких часов с дискретностью 1 мс.

3. Число ординат статической характеристики от 3 до 1000.

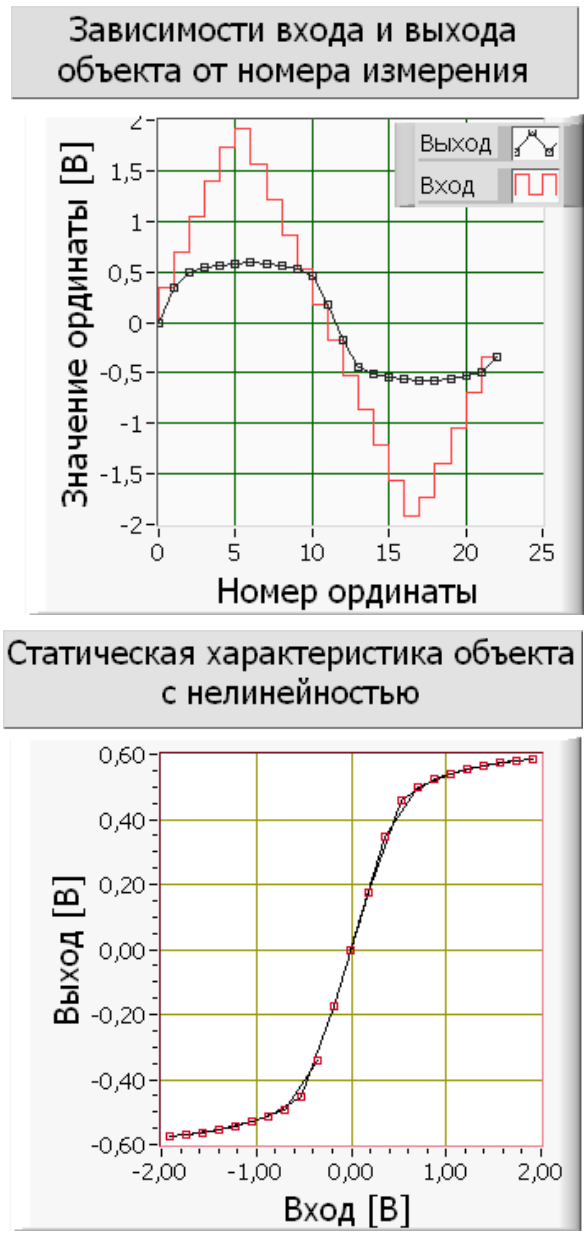


Рис. 4. Результаты измерения статических характеристик объекта автоматизации с нелинейностью (типа насыщение)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных аппаратных и программных средств исследования объектов автоматизации в процессе обучения студентов позволяет им с наивысшим эффектом проводить исследования компонентов автоматизированных систем в реальном времени в течение выполнения лабораторных работ, в курсовых проектах и при написании выпускных бакалаврских работ и магистерских диссертаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория систем автоматического управления. — Спб.: Изд-во «Профессия», 2004. — 752 с. (Серия: Специалист).

2. **Никишин А.Ф.** Структурная идентификация нелинейных динамических объектов и систем с использованием вычислительного эксперимента // Вестник МЭИ. 2007. № 4. С 99—104.

3. **Есюткин А.А., Колосов О.С.** Исследование частотных характеристик объектов автоматизации. // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» - ИФОРИНО-2012 (Москва, 10-11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ. 2012. С. 285—286.

4. **Колосов О.С., Никишин А.Ф.** Компьютерная обработка экспериментальных зависимостей. Тезисы докл. 7-ой МНТК студентов и аспирантов. В 3 т. Т.1. — М.: Изд-во МЭИ, 2001. — С 115.

5. **Тревис Дж.** LabVIEW для всех: Пер. с англ. Клушин Н.А. — М.: ДМК Пресс: ПриборКомплект, 2004. — 544 с.

6. **Комплект виртуальных измерительных приборов для учебных лабораторий NI ELVIS.** Технические средства. Руководство пользователя. 2006-перевод на русский язык: Учебный центр «Центр технологий National Instruments» Новосибирский государственный технический университет.

А.А. Ефимов, С.Ю. Мельников
efa33@aanet.ru, sburime@mail.ru
ФГАОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ В ПРОГРАММЕ MULTISIM

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен анализу возможностей программы-симулятора электронных схем Multisim при изучении студентами одного из разделов курса теоретической электротехники — электрических фильтров. Рассмотрены инструменты анализа и синтеза фильтров и средства интеграции Multisim со средой графического программирования NI LabVIEW.

ВВЕДЕНИЕ

Использование в инженерной подготовке имитационно-моделирующих программ — эффективный способ активизации познавательной деятельности студентов.

Одной из лучших программ для моделирования работы электронных схем, несомненно, является Multisim. Эта программа сочетает в себе очевидную простоту овладения основами электронного моделирования и, в то же время, является серьезным профессиональным инструментом, используемым современными радиоинженерами. Multisim предоставляет широкие возможности для имитационного моделирования сложных процессов в электрических цепях и позволяет снизить расходы на приобретение дорогостоящего оборудования, используемого в учебном процессе.

1. ПРЕИМУЩЕСТВА MULTISIM

Программа Multisim, наряду со средой графического программирования NI LabVIEW и рабочей станцией NI ELVIS, является основой платформы для обучения электротехнике и электронике компании National Instruments.

Отличительной особенностью Multisim по сравнению с другими популярными программами автоматизированного проектирования электронных устройств, такими как OrCAD, P-CAD (Altium Designer) или Proteus, является простой, интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Это один из важных факторов, благодаря которому программа Multisim получила широкое распространение в университетах и колледжах многих стран мира.

Другая важная отличительная черта этой программы — возможность обрабатывать моделируемой схемой реальные сигналы, импортируемые посредством набора инструментов LabVIEW Multisim Connectivity Toolkit, а также экспортировать эмулированные в Multisim сигналы на внешние устройства. Это приложение дополнительно интегрирует средство разработки схем Multisim с измерительной платформой LabVIEW.

Реальный сигнал может быть передан в Multisim с помощью рабочей станции NI ELVIS или посредством других специализированных устройств сбора информации, например, USB-6009.

В учебной версии Multisim преподаватель имеет возможность ограничить доступ к некоторым функциям программы. Например, в учебных целях в исследуемой схеме преподаватель может задать один из нескольких вариантов дефекта радиоэлемента с целью его последующего выявления при диагностике схемы с помощью виртуальных приборов.

Реализованная в программе возможность представления схемы (или ее части) в виде «черного ящика» позволяет выполнять в среде Multisim экспериментальное определение параметров двух- и четырехполюсников методами теории электрических цепей [1, 2].

Широкий набор виртуальных измерительных приборов и обширная библиотека SPICE-моделей элементов, включая их 3D-модели, дает пользователям Multisim возможность пройти полный цикл разработки электронного оборудования от проектирования устройства до его печатной платы.

2. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ

Характеристики электрических фильтров наиболее наглядно могут быть отображены с помощью приборов для измерения амплитудно-частотных характеристик и анализаторов спектра сигнала. Эти приборы очень дороги, поэтому хорошей альтернативой при выполнении студентами лабораторных работ по исследованию фильтров может стать их имитационное моделирование в Multisim с использованием виртуальных приборов: двухканального осциллографа, плоттера Боде, анализатора спектра и измерителя нелинейных искажений.

Изменение параметров источника сигнала, нагрузки или элементов схемы фильтра можно осуществлять в реальном времени в процессе симуляции его работы. На виртуальных приборах мгновенно отражается реакция на эти изменения. Это способствует более глубокому пониманию влияния каждого элемента схемы на характеристики фильтра.

Анализ работы фильтров при подаче на них периодических несинусоидальных сигналов удобно

выполнять, используя виртуальные анализаторы спектра на входе и выходе схемы. Получить передаточную функцию фильтра, оценить устойчивость схемы, влияние на ее характеристики разброса параметров элементов и колебаний температуры по методу Монте-Карло можно с помощью встроенных в Mulltisim процедур.

В библиотеке элементной базы Multisim имеются микросхемы реактивных ФНЧ 5-го — 8-го порядков (Баттерворта, Бесселя, Кауэра).

3. СИНТЕЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ

В Multisim включен инструмент Filter Wizard для автоматического синтеза некоторых типов пассивных и активных фильтров. При синтезе фильтра предоставляется возможность выбора следующих параметров:

– тип фильтра (низких частот, высоких частот, полосовой или заграждающий);

– частоты среза и подавления;

– коэффициент усиления в полосе пропускания;

– крутизна спада характеристики фильтра при переходе от частоты среза к частоте подавления;

– величины сопротивлений источника и нагрузки;

– характеристика фильтра по используемому многочлену (Баттерворта или Чебышева);

– структура (пассивный или активный).

После проверки возможности реализации фильтра инициируется процесс синтеза фильтра по заданным параметрам, и его схема появляется в рабочем поле.

С помощью программы Utiboard, поставляемой вместе с Multisim, можно получить 3D-модели печатных плат исследуемых схем. Utiboard предоставляет возможность ручного или автоматического размещения элементов на плате и ее трассировки. Таким образом, можно, например, сопоставить габариты пассивного и активного фильтров с близкими характеристиками, созданных на основе моделируемых схем [3].

Интегрирование программных продуктов Multisim и LabVIEW позволяет получить более удобную среду для моделирования электронных схем. Например, при исследовании электрических фильтров можно в качестве входного использовать реальный звуковой сигнал с микрофона, подключенного к компьютеру через его звуковую плату, а сигнал с выхода фильтра направить на динамик акустической системы. Эти операции осуществляются с помощью виртуальных приборов Microphone и Speaker, созданных в LabVIEW и включенных в состав инструментов Multisim.

Несмотря на то, что в данном случае в качестве устройства сбора данных используется всего лишь звуковая плата компьютера, такое включение наглядно демонстрирует возможность интеграции программы моделирования электронных схем (Multisim) и программы, ориентированной на автоматизацию экспериментальных исследований (LabVIEW) [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное инженерное образование в области электро- и радиотехники невозможно представить без программных продуктов, ориентированных на автоматизированное проектирование электрических и электронных схем.

Одной из лучших программ для моделирования таких схем является Multisim. Моделирование электронных схем в Multisim с визуализацией результатов в виде показаний виртуальных приборов способствует лучшему пониманию принципов функционирования реальных схем. В режиме моделирования появляется возможность исследовать недопустимые при натурном эксперименте аварийные режимы работы схем и совершенствовать навыки диагностирования неисправностей.

Multisim предлагает широкий набор инструментов для всестороннего анализа и синтеза различных типов электрических фильтров. Интеграция с программным продуктом LabVIEW предоставляет дополнительные возможности при исследовании электрических фильтров, делая более увлекательным для студентов процесс обучения.

Навыки имитационного моделирования в среде Multisim, полученные будущими инженерами, будут востребованы в дальнейшем на предприятиях, в НИИ и на производстве при проектировании различных радиоэлектронных устройств, схем контроля и управления технологическими процессами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хернитер М.Е.** Электронное моделирование в MultiSim. Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2009. — 488 с.

2. **Марченко А.Л., Освальд С.В**. MULTISIM 10: лабораторный практикум по электротехнике и электронике. Учебное пособие для вузов. — М.: ДМК Пресс, 2009. — 420 с.

3. **Загидуллин Р.Ш**. Multisim, LabVIEW, Signal Express. Практика автоматизированного проектирования электронных устройств. — М.: Горячая линия-Телеком, 2009. — 368 с.

М.П. Жохова, В.В. Краюшкин, Г.И. Лесников
ZhokhovaMP@mpei.ru, vvk.vmss@gmail.com, enray_@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ВЕБ-КОНСТРУКТОР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы создания различных виртуальных лабораторных стендов, используемых при изучении электротехнических дисциплин. Приводится описание специализированного веб-конструктора, существенно облегчающего создание таких виртуальных стендов. Описаны основные функции веб-конструктора, особенности использования и перспективы дальнейшего развития.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе рассматриваются вопросы виртуализации учебной электротехнической лаборатории, иными словами, вопросы разработки программной среды, позволяющей провести исследование различных электромагнитных процессов без непосредственного доступа к лабораторному стенду. Такой виртуальный эксперимент может быть доступен широкому кругу пользователей и практически не ограничен по времени в отличие от его физического аналога. Использование виртуальной лаборатории в учебном процессе при очной форме обучения позволяет студентам заранее подготовиться к выполнению лабораторных работ в физической лаборатории: ознакомиться с тематикой исследования, диапазоном изменения параметров элементов, показаний приборов, видом функциональных зависимостей динамически изменяющихся величин. В данном случае виртуальная лаборатория должна быть доступна студентам на сайте кафедры или учебном портале лектора.

1. LABVIEW И ADOBE FLASH

В качестве основных альтернативных программных средств, используемых для разработки виртуальных элементов электротехнической лаборатории, авторами рассматривалась среда разработки и платформа для выполнения программ LabVIEW, созданная на основе графического языка программирования «G» фирмы National Instruments и мультимедийная веб-платформа Adobe Flash компании Adobe для создания веб-приложений или мультимедийных презентаций. Имея в своем составе весьма большой набор стандартных элементов управления и индикации, а также средств взаимодействия между ними, LabVIEW позволяет достаточно быстро создать виртуальный лабораторный стенд (VI-стенд). На рис. 1 представлен скриншот лабораторного VI-стенда для исследования периодического процесса в цепи с одним накопителем. Предусмотрена возможность изменения параметров элементов и изменения топологии электрической цепи, работа с виртуальным осциллографом предполагает масштабирование шкал, сдвиг кривых по координатным осям. Однако использование виртуальных инструментов LabVIEW в качестве элементов веб-приложений весьма затруднительно и несколько ограничивает возможности их активного использования в учебных целях.

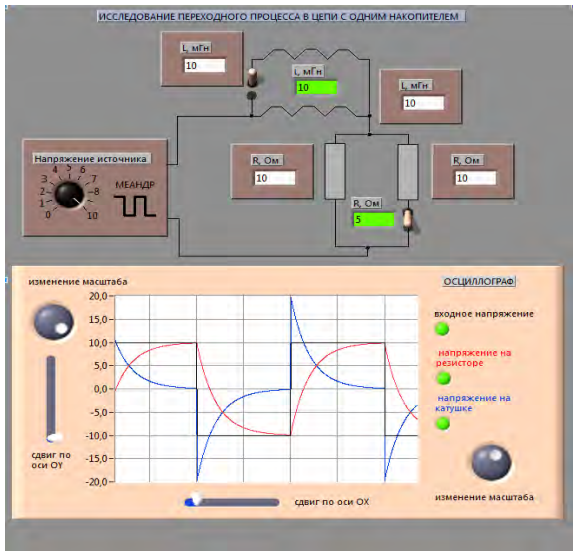


Рис. 1. Пример VI-стенда

В отличие от LabVIEW Adobe Flash изначально предназначен для использования в веб-приложениях и более приемлем для интеграции в единый образовательный интернет-ресурс, объединяющий в себе интернет-лекции, семинарские занятия, тестирование и виртуальную лабораторию. Одной из основных проблем, в данном случае является необходимость программирования на Adobe Flash отдельно каждого виртуального стенда. Для решения этой задачи было принято решение о разработке универсального веб-конструктора для создания виртуальных лабораторных стендов.

2. ВЕБ-КОНСТРУКТОР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ

Рассматриваемый веб-конструктор представляет собой веб-приложение, основной целью которого является создание xml-файлов описания виртуального стенда. В дальнейшем эти xml-файлы передаются на вход Flash-приложения для последующей обработки и воспроизведения в окне браузера заданного виртуального стенда. Основным достоинством веб-приложения является отсутствие необходимости установки дополнительных программных

средств на компьютер пользователя. Все, что необходимо для работы, — это браузер. Также к достоинствам можно отнести простоту интеграции приложения в инфраструктуру учебного сайта или портала кафедры (или преподавателя) и управление доступом к редактированию и созданию стендов. На рис. 2 приведен внешний вид интерфейса веб-конструктора стендов.

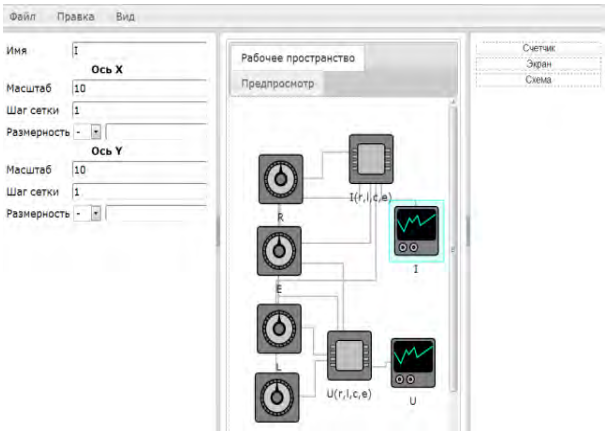


Рис. 2. Интерфейс веб-конструктора

Конструктор стендов позволяет в удобном виде создавать файлы стендов, которые потом проигрываются Flash-приложением. В конструкторе предусмотрено создание всех основных отображаемых на экране стенда элементов, таких как ручки счетчиков и экраны. Каждый из них может быть индивидуально настроен с помощью специального интерфейса. Пример такого интерфейса для настроек экрана показан на рис.3.

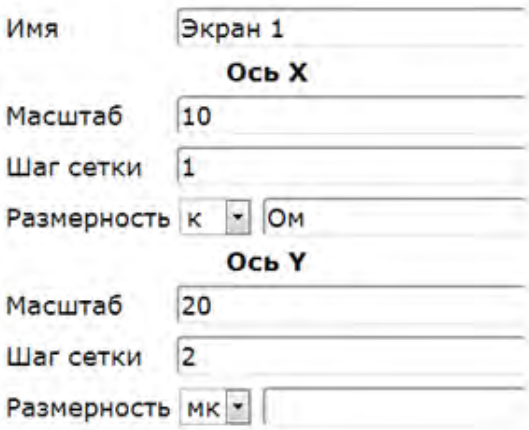


Рис. 3. Интерфейс настроек экрана

Flash-приложение позволяет также обрабатывать формулы, введенные в текстовом виде. Таким образом, пользователь может ввести математическое выражение в удобном для него виде; приложение «привяжет» переменные к счетчикам и выведет функциональные зависимости на экран. Используя данное приложение, можно довольно легко создавать новые стенды.

Пример действующего стенда на платформе Adobe Flash приведен на рис.4.

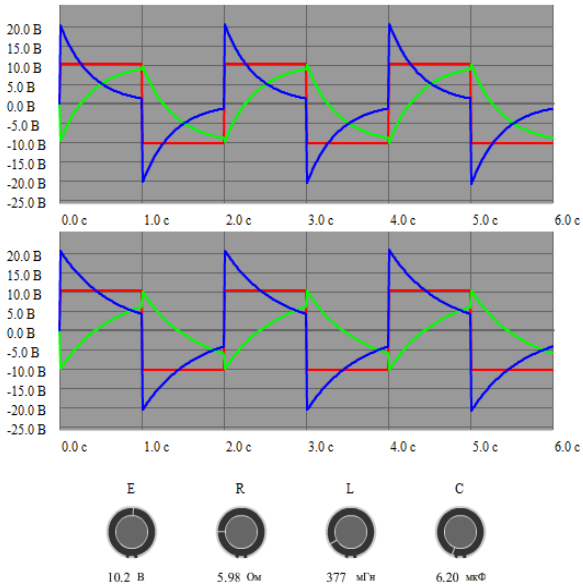


Рис. 4. Пример стенда на платформе Adobe Flash

Веб-конструктор и Flash-приложение спроектированы таким образом, что позволяют добавлять новые параметры и/или элементы, тем самым предоставляя удобный способ расширения функционала в перспективе. При этом возможна поддержка обратной совместимости ранее сделанных стендов, что позволяет весьма гибко подстроить приложение под необходимые цели, не опасаясь за сохранность ранее проделанной работы по созданию стендов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в докладе подходы к разработке веб-приложения «Конструктор стендов для виртуальной учебной электротехнической лаборатории» представляются авторам весьма актуальными. Данная работа является продолжением цикла работ [1], посвященных созданию широкого спектра виртуальных лабораторных стендов для проведения лабораторных работ по электротехническим дисциплинам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Жохова М.П., Краюшкин В.В., Лесников Г.И..** Виртуализация учебной электротехнической лаборатории // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО 2012. — М.: Издательский до МЭИ, 2012. С. 291—292.

Ж.Е. Жуматаева
zhanat_kyz@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МАИ»,
филиал «Восход», Байконур

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей автоматизации процесса обработки результатов испытаний. Приводится описание лабораторной установки, позволяющей получать выборки, имитирующие процесс проведения и результаты испытаний. Дано описание автоматизированной системы обработки результатов.

ВВЕДЕНИЕ

По мере повышения требований к характеристикам летательных аппаратов (ЛА) и связанного с этим их технического усложнения роль испытаний в процессе изготовления объектов становится все более значительной. При разработке современных ЛА из-за невозможности получения адекватного теоретического описания примерно до 40 % всех возникающих проблем решаются при помощи испытаний.

Современный подход к проведению испытаний и обработке их результатов предполагает все более широкое внедрение в данный процесс современных информационных технологий. Одному из способов применения программных продуктов при автоматизации испытаний посвящен данный доклад.

1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ

Испытания — это экспериментальное определение количественных и (или) качественных свойств объекта испытаний как результата воздействия на него при его функционировании.

В любом испытании можно выделить следующие четыре основных этапа (фазы): планирование испытания, его проведение, обработка полученных результатов, анализ полученных результатов и выработка решения [1].

Рассмотрим более подробно этап обработки результатов испытаний. Во многих испытаниях этап обработки полученных результатов можно увязать с первичной (предварительной) их обработкой, при которой производится предварительное осреднение данных, исключение из обработки аномальных измерений и т.д. В общем случае под первичной обработкой можно понимать процесс получения и представления (интерпретации) статистических характеристик результатов прямых измерений, получаемых при испытаниях. Такими характеристиками могут быть математические ожидания, среднеквадратические отклонения, корреляционные моменты или функции, законы распределения, показатели, отражающие свойства точечных и интервальных оценок статистических характеристик и т.д.

Полученные таким образом результаты первичной обработки используются на этапе анализа для решения задач вторичной обработки, при которой находятся оценки интересующих испытателей характеристик и параметров объекта или процесса его функционирования и вырабатываются решения, рекомендуемые администрации.

При проведении испытаний автоматизация способствует более полной и всесторонней проверке принятых проектных, конструкторских и технологических решений, научно-технических гипотез и теорий, определению свойств, характеристик и возможностей объектов испытаний, получению требуемого объема и качества испытательной информации.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ И ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ»

Дисциплина «Автоматизация испытаний» является одной из основополагающих при обучении студентов специальности 162110 — «Испытание летательных аппаратов», в результате изучения которой будущие инженеры должны овладеть навыками проведения инженерных расчетов с использованием различных программных продуктов.

Так, преподавателями кафедры Б12-ИТИиУ филиала «Восход» Московского авиационного института была разработана лабораторная установка «Исследование потенциометрических датчиков и линейных перемещений», которая используется при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Автоматизация испытаний» для студентов пятого курса. Данная лабораторная установка позволяет получать выборки, имитирующие результаты испытаний.

Установка представляет собой имитацию датчиков линейных перемещений (два перпендикулярно расположенных реостата R_1 и R_2 с линейной шкалой) и имитацию датчиков угловых перемещений (два потенциометра R_3 и R_4, расположенных слева и справа вдоль горизонтальной оси). Потенциометры расположены на расстоянии ~ 295 см. Каждый потенциометр снабжен транспортиром и визирной спицей, с помощью которого измеряется угол поворота. В соответствии с углом поворота измеряется напряжение для каждого потенциометра. Электрическая схема установки показана на рис. 1.

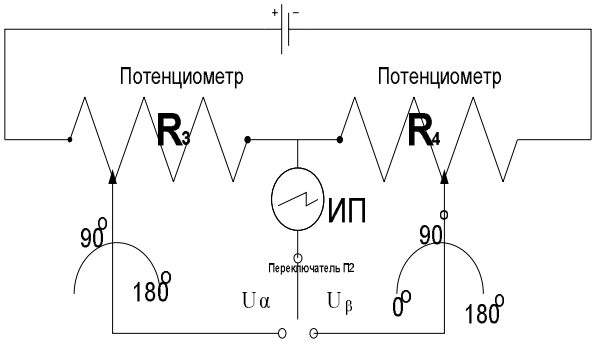


Рис. 1. Электрическая схема установки (переключатель П2 в положении R3, R4)

Исходными данными служат множество точек, которые расположены на графике, представляющем собой горизонтальную линию относительно оси X. Расстояние от оси X рассматривается как измеряемая величина (истинное значение уровня).

Регистрация углов γ и φ, а также соответствующих значений уровней напряжения происходит в момент совмещения визирных спиц над точками, расположенными на заданной линии.

На основе значений базы, которые фиксируются по линейке, расположенной на установке, и соответствующих углов поворота потенциометров вычисляются значения m_i:

$$m_i = \frac{d \cdot tg\gamma \cdot tg\varphi}{tg\gamma + tg\varphi}.$$

Выборка значений M заданного объема n принимается в качестве результатов испытаний. По желанию можно получить несколько выборок одинакового объема.

3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

В настоящее время на кафедре Б12-ИТИиУ разрабатывается автоматизированная система обработки результатов испытаний в среде разработки Delphi 10. Предполагается, что в дальнейшем лабораторная установка посредством аналого-цифрового преобразователя будет связана с персональным компьютером, на котором будет установлена автоматизированная система.

В силу того, что результаты испытаний представляют собой численные результаты со случайным исходом, для их анализа применяется аппарат математической статистики.

В разрабатываемой автоматизированной системе обработка результатов проводится на основе проверки ряда статистических гипотез, положений активного планирования эксперимента, использования уравнений регрессии.

Так, система будет представлять собой комплекс из 8 модулей, каждый из которых соответствует одной лабораторной работе.

В целом, в автоматизированной системе будут реализованы следующие статистические методы, которые используются в программах проведения и обработки результатов исследовательских, типовых, сравнительных и других видов испытаний: определение размера представительной выборки, сравнение двух дисперсий, сравнение двух средних, проверка однородности результатов измерений, методы регрессионного анализа, а именно метод наименьших квадратов, методы корреляционного анализа.

Таким образом, автоматизация этапа первичной обработки результатов испытаний позволяет сократить трудоемкость данного этапа, уменьшить число ошибок по сравнению с расчетами вручную, обеспечить полноту, достоверность, точность экспериментальных данных, удобство общения человека с ЭВМ, защищенность информации, а также длительное хранение испытательной информации и создание архивов данных для последующих испытаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное инженерное образование немыслимо без применения новейших информационных технологий. При подготовке будущих инженеров, в какой бы то ни было отрасли: энергетической, строительной, авиационной, нефтегазовой и др. — необходимо учитывать, что в любом случае в их профессиональной деятельности будут присутствовать компьютеры и информатизация. Поэтому уже сейчас, в процессе обучения, необходимо использовать различные уровни автоматизации при решении инженерных задач и проектировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Теоретические** основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем. Л.Н. Александровская, В.И. Круглов, А.Г. Кузнецов и др. — М.: Логос, 2003.

2. **Экспериментальная** отработка космических летательных аппаратов. А.В.Афанасьев, В.С. Барсуков и др. — М.: Изд-во МАИ, 1994.

3. **Ахназарова С.Л., Кафаров В.В.** Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. — М.: Высш. шк., 1985.

4. **Грановский В.А., Сирая Т.Н.** Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. — Л.: Энергоатомиздат, 1990.

А.А. Калинин
a.kalinin@kstu.kz
Карагандинский государственный технический университет, Караганда

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены особенности построения автоматизированной системы научных исследований энергетических характеристик режимов работы гидродинамических нагревателей (ГДН). Система создана с использованием современных информационных технологий для выявления закономерности преобразования электрической энергии в механическую с последующим преобразованием в тепловую в работе ГДН.

ВВЕДЕНИЕ

Современные SCADA-программы реализуют основные функции сбора, передачи, визуализации и архивирования измеряемых и контролируемых данных, формирования команд в системе контроля и управления, а также аналитического изучения измеряемых процессов. Все это делает их привлекательными для использования в инженерном эксперименте. Связка «Технологический стенд — SCADA-программа» позволяет не только сократить время проведения научных проектов, но и дает полноту предоставления данных с возможностью получения первичного результата сразу после завершения эксперимента.

1. ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведённый литературный анализ показал [1-8], что в настоящее время не в полной мере исследованы процессы преобразования электрической энергии в механическую с последующим преобразованием механической в тепловую при работе гидродинамических теплогенераторов, а также отсутствуют исследования, устанавливающие взаимосвязи теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии с конструктивно-эксплутационными параметрами гидродинамических нагревателей (ГДН).

Поэтому актуальными являются разработка методов проектирования реактора ГДН и определение методов установления оптимальных его параметров, обеспечивающих максимум теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии.

На кафедре автоматизации производственных процессов (АПП) Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ) выполнен комплекс работ, включающий [9]:

- разработку и изготовление установки для изучения энергетических характеристик ГДН жидких сред;

- создание автоматизированной системы научных исследований ГДН (АСНИ ГДН);

- разработку методов проведения экспериментов;

- выполнение экспериментальных исследований;

- определение оптимальных параметров ГДН;

- разработку методики проектирования реактора ГДН.

Работы проводились на испытательном стенде СГДН-05. Стенд создан для исследования энергетических характеристик экспериментальной серии гидродинамического нагревателя, что позволило выполнять весь комплекс задач планирования, сбора и обработки измерений электрических, гидродинамических и теплофизических процессов на испытуемых образцах ГДН.

2. АРХИТЕКТУРА АСНИ ГДН

Была предложена и реализована следующая архитектура АСНИ ГДН. Нижний уровень системы представляет собой информационно-измерительную сеть (ИИС), укомплектованную датчиками измеряемых величин, размещенными в контролируемых точках объектов стенда, устройствами аналогового вывода и релейной коммутации, выбранными с учетом промышленных условий эксплуатации. В качестве аппаратной базы нижнего уровня используются модули серии ADAM-4000 корпорации Advantech, которые позволяют формировать многоточечную сеть передачи данных, создаваемую на базе управляющего компьютера с использованием стандарта последовательной связи RS-485 по одной паре проводов, образующих двухпроводную симметричную линию связи.

Аппаратная платформа верхнего уровня системы была представлена автоматизированным рабочим местом инженера-исследователя (АРМ-И), выполненным на базе персонального компьютера (ПК) офисного исполнения.

COM-порт ПК соединен через модуль ADAM-4520 (преобразователь сигналов интерфейса RS-232 в RS-485) с ИИС АСНИ ГДН, использующей интерфейс RS-485. На эту же сеть соединены модуль аналогового вывода ADAM-4021, работающий с преобразователем частоты циркуляционного насоса стенда, и модуль релейной коммутации ADAM-4060D, используемый для управления электроприводами стенда.

Программная платформа верхнего уровня была представлена операционной системой Microsoft Windows Server 2003, Microsoft Data Access Components (MDAC) 2.6 (системные компоненты доступа к данным) и управляющей SCADA-программой.

Предложенная архитектура обеспечивала реализацию легитимных измерений физических величин, определяющих изучаемые процессы извлечения внутренней энергии жидкой среды при ее вихревом движении в трубном реакторе. Легитимность созданной АСНИ была обеспечена аттестацией этой системы в соответствии с набором действующих нормативных требований к средствам измерений.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ АСНИ ГДН

Полная функциональность АСНИ ГДН складывается из двух классов функций:

1) функций управления электромеханическим оборудованием стенда СГДН-05, участвующим в реализации планов экспериментов посредством установки требуемых режимов работы;

2) функций исследования (планирования, ведения, обработки и представления экспериментов).

Функции управления были реализованы в режиме ручного и автоматического управления объектами стенда СГДН-05 для формирования вихревого движения рабочей жидкости в трубном реакторе ГДН.

Класс функций управления представлен следующими экземплярами функций:

– режим управления: ручной/автоматический;

– циркуляционный насос: включить/отключить, регулировать давление;

– вентилятор: включить/отключить;

– подпиточный насос: включить/отключить;

– контроль и сигнализация: давление на входе ГДН, перезагрузка SCADA-системы, длительность эксперимента;

– подпиточный бак: зарядить, слить и промыть тракт.

Класс функций исследования был реализован в двух режимах работы технологического оборудования: «Аккумуляция тепла» и «Тепловая нагрузка». Режим «Аккумуляции тепла» был реализован при ручном и автоматизированном управлении технологическим оборудованием стенда СГДН-05. Ведение режима «Аккумуляция тепла» при ручном управлении объектами стенда СГДН-05 необходимо на этапе настройки измерительного комплекса, установки режимных параметров циркуляционного контура и определения предельных значений энергетических характеристик. Этот режим выполняется после подготовки гидравлического тракта циркуляционного контура.

Режим «Тепловая нагрузка» был реализован при раздельном и совместном включении циркуляционного и нагрузочного контуров. В варианте раздельного включения нагрузочный контур подключается к циркуляционному после нагрева рабочей жидкости в режиме «Аккумуляция тепла» до расчетной температуры, например до 90 °С.

Во втором варианте режима «Тепловая нагрузка» циркуляционный и нагрузочный контуры соединены в одну связную сеть, т.е. ГДН начинает нагрев полного объема рабочей жидкости, содержащейся в обоих соединенных контурах, начиная с общей начальной температуры.

Класс функций исследования был представлен следующими экземплярами функций:

– режим работы оборудования: «Аккумуляция тепла»/«Тепловая нагрузка»;

– матрица планирования экспериментов;

– архивация данных в реальном времени;

– тренды регистрируемых процессов;

– обработка результатов экспериментов;

– отчеты.

4. УПРАВЛЯЮЩАЯ SCADA-СИСТЕМА

Для достижения возможности управлять ходом эксперимента необходимо использовать систему диспетчерского управления и сбора данных — SCADA-систему. Она не только должна накапливать значения измеряемых величин, следить за ходом эксперимента по заданным экспериментатором параметрам, но и задавать частоту вращения вала двигателя циркуляционного насосного агрегата. Задача исследователя — по спланированному эксперименту ввести в выбранную SCADA-систему задающие параметры (например, время эксперимента или давление на входе ГДН) и составить код программы, в котором был бы реализован алгоритм автоматического изменения входных параметров электропривода насосного агрегата с частотным управлением в зависимости от получаемых данных с контрольных точек технологической схемы [10].

В АСНИ ГДН использовалась одна из эффективных SCADA-программ широкого применения — GENESIS32, разработанная фирмой ICONICS. С ее помощью была создана мнемоническая схема, которая полностью отображает все объекты реальной технологической схемы стенда с привлечением объемной графики. SCADA-программа GENESIS32 является комплексом клиентских и серверных приложений, основанных на технологии OPC. Она предназначена для разработки прикладного программного обеспечения визуализации контролируемых параметров, сбора данных и оперативного диспетчерского управления в автоматизированных системах управления технологическими процессами.

В состав GENESIS32 входят следующие клиентские приложения, соответствующие спецификации OPC и задействованные в проекте АСНИ ГДН: GraphWorX32, TrendWorX32, AlarmWorX32, DataWorX32, а также среда разработки и исполнения сценарных процедур VBA. Все программные компоненты реализованы на базе многопоточной модели и поддерживают технологию ActiveX.

Графические мнемосхемы автоматизированных рабочих мест оператора (рис. 1), называемые экранными формами, разрабатывались при помощи GraphWorX32. Построение мнемосхемы в GraphWorX32 произведено в следующем порядке:

– определение числа и типов объектов функциональной схемы АСНИ ГДН, которые необходимо отобразить на мнемосхеме и разработка их символов;

– построение статики функциональной схемы;

– разработка структурной схемы управления;

– определение числа и типов локальных переменных в соответствии со структурной схемой управления;

– разработка алгоритма работы мнемосхемы;

– определение числа и типов псевдонимов;

– построение динамики мнемосхемы;

– построение конфигурации DataWorX32.

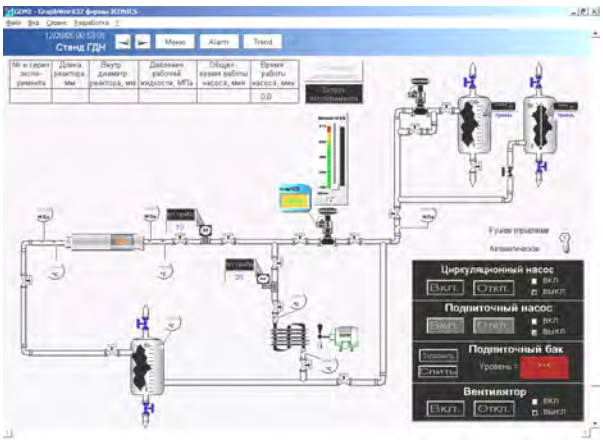


Рис. 1. Главная мнемосхема АСНИ ГДН

DataWorX32 предназначен для организации моста между множеством клиентских и серверных компонентов системы GENESIS32.

Пакет TrendWorX32 обеспечивает накопление и представление текущих данных в виде графических зависимостей от времени. Кроме того, TrendWorX32 является мощным средством архивации накапливаемой информации в базах данных с возможностью последующего извлечения и просмотра на графиках.

5. ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ СТЕНДА СГДН-05

При изучении энергетических характеристик ГДН в условиях физического аналога системы ГДН возникает необходимость в большом объеме дорогостоящих измерений температур, давлений и расходов в потоках энергоносителя, распределенных на участках трубопроводной сети стенда СГДН-05. Для минимизации объема физических измерений упомянутых величин в трубопроводной сети целесообразно использовать косвенные математические измерения на основе математической модели потокораспределения энергоносителя.

Построение такой модели возможно с помощью формализмов теории гидравлических цепей [11], которая предлагает формальные инструменты для представления технологической схемы физического аналога системы ГДН в терминах абстрактных объектов «узел» и «ветвь», наделенных требуемым набором свойств.

Информационная технология для решения задач анализа режимов большеразмерных гидравлических цепей была реализована в КарГТУ на кафедре АПП в среде интегрированной информационно-графической системы (ИГС) ГИД-99w, которая получила широкое распространение в крупнейших энергосистемах экономического пространства СНГ. Назначение ИГС — имитационное моделирование и пространственный технологический анализ эксплуатационных и аварийных гидравлических режимов теплоснабжающих систем переменной технологической структуры с несколькими источниками тепла и произвольным набором типового тепломеханического оборудования.

Расчетная гидродинамическая схема физического аналога системы ГДН приведена на рис. 2 и является абстракцией реальной технологической схемы в терминах теории гидравлических цепей.

Методом натурных измерений определены реальные геометрические и гидромеханические параметры участков и узлов действующей технологической схемы стенда СГДН-05, а методами расчета гидравлических цепей выполнено нахождение их эквивалентов. Были смоделированы характеристики всех объектов стенда, на основе которых создана расчетная база данных для проведения натурного эксперимента.

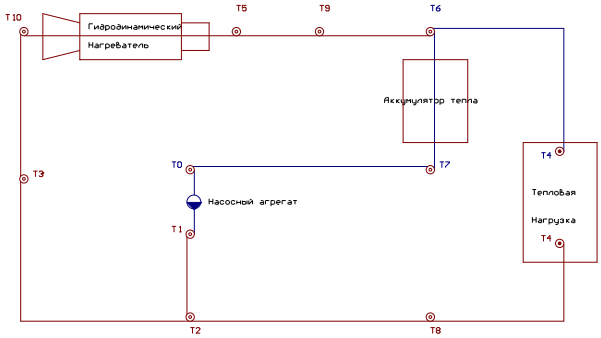


Рис. 2. Расчетная схема стенда СГДН-05 в ИГС ГИД-99w

6. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Следуя заданному плану эксперимента [9], инженер-исследователь, выбрав режим работы мнемонической технологической схемы (ручное управление или автоматическое), производил его запуск. При ручном управлении включение/отключение циркуляционного, подпиточного насосов, вентилятора производится через панель управления в правом нижнем углу схемы (рис. 1).

После запуска эксперимента автоматически происходило снятие и архивация данных с соответствующих каналов ввода-вывода стенда СГДН-05. Таблицы архивированных в базе данных АСНИ ГДН прямых измерений физических величин созданы по всей серии из проведенных 27 экспериментов.

Результаты последующей обработки собранных данных позволили найти математические зависимости, устанавливающие взаимосвязи теплопроизводительности и коэффициента преобразования энергии с конструктивно-эксплуатационными параметрами ГДН.

Созданная АСНИ ГДН обеспечивала накопление значений измеряемых величин в базе фактографических данных и визуализацию измеряемых параметров потоков рабочей жидкости в заданных точках теплогенерирующего и нагрузочного контуров ГДН в реальном времени. Также она обеспечивала ведение оперативного и долгосрочного архивов данных, предварительную обработку в заданных масштабах измерения и выдачу соответствующих аналитических отчетов и запросов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научная заинтересованность в использовании информационных технологий на современном этапе развития программно-технической базы обоснована широким спектром компьютерных средств обработки числовой, графической и текстовой информации, автоматизацией проектирования, проведения инженерных расчетов и экспериментальных исследований.

Особенностью выполненных исследований является созданная в КарГТУ автоматизированная система научных исследований ГДН, реализованная на современных средствах автоматизации с использованием SCADA-системы Genesis32.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Потапов Ю.С., Фоминский Л.П.** Вихревая энергетика и холодный ядерный синтез с позиций теории движения. — Кишинев-Черкассы: ОКО-Плюс, 2000.

2. **Фоминский Л.П.** Как работает вихревой теплогенератор Потапова. — РАЕН, Черкассы: ОКО-Плюс, 2001.

3. **Горлов В.А.** Теплогенератор Горлова. Заявка на патент РФ № 200110 5711/06, 2001 г.

4. **Бритвин Л.Н.** Теплогенератор кавитационного типа. Патент РФ по заявке 99110396/06, 2001 г.

5. **Быстров И.Б.** и др. Теплогенератор гидравлический. Патент РФ по заявке 2000129736/06, 2002 г.

6. **Мустафьев Р.И.** Теплогенератор и устройство для нагрева жидкости. Патент РФ RU 2132517, 1999 г.

7. **Курносов Н.Е.** Термогенерирующая установка. Патент РФ RU 2190162, 2001 г.

8. **Фурмаков Е.Ф.** Выделение тепла при изменении фазового равновесия в струе воды. В сб. «Фундаментальные проблемы естествознания», том I, РАН, СПБ, 1999 г.

9. **Отчет НИР** «Стендовые исследования режимов гидродинамических нагревателей и разработка методики расчета параметров их конструктивных узлов для промышленных технологий, использующих низкопотенциальное тепло» по Договору № 04.02.01 (Заказчик – ТОО «Темир Мен Мыс»). Караганда. КарГТУ. 2005. 296 с.

10. **Информационно-управляющие** технологии оптимизации функционирования теплоснабжающих комплексов / Б.Н. Фешин, Н.И. Томилова, А.Б. Крицкий и др. // Вестник автоматизации. 2013. № 1 (39). С. 36—39.

11. **Меренков А.П., Хасилев В.Я.** Теория гидравлических цепей. — М.: Наука, 1985.

А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, Е.Ю. Мишулин, С.Н. Довбань
kobzev42@mail.ru, mishulin59@mail.ru
Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир

ОБУЧАЮЩАЯ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА ПО СИСТЕМАМ ДВИГАТЕЛЯ И ШАССИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается программный комплекс для отладки алгоритмов диагностирования и управления двигательной установкой и шасси транспортного средства в режиме обучения при подготовке специалистов. Комплекс позволяет исследовать алгоритмы управления введением различных начальных условий и ограничений.

ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень автомобильной техники характеризуется широким внедрением систем автоматического управления и диагностики агрегатов и системы двигателя и шасси. Подготовка специалистов по разработке таких систем требует создания и использования обучающих программных средств для исследования этих систем и подготовки специалистов. В докладе рассматривается структурно-алгоритмическое построение и информационное обеспечение исследовательско-обучающих программ по автоматическим системам двигателя и шасси подвижных транспортных средств.

1. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АЛГОРИТМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Возрастающие требования по повышению технического оснащения и совершенствованию специальной техники требуют автоматизации и информатизации рабочих мест экипажей транспортных средств. В этом случае решается целый ряд задач, связанных с разработкой алгоритмов диагностирования и управления двигателем и шасси. В процессе диагностирования в общем случае принимают участие объект диагностирования, технические средства диагностирования и человек-оператор, которые в совокупности образуют систему диагностирования. Функции человека-оператора изменяются в зависимости от степени автоматизации процесса диагностирования и от того, какое (рабочее или тестовое) диагностирование выполняется.

При организации технологического процесса диагностирования ставится задача рациональной минимизации числа контролируемых параметров, повышения точности измерения и достоверности постановки диагноза. При этом должно соблюдаться условие минимизации (в разумных пределах) издержек на эксплуатацию, обслуживание и ремонт диагностируемого объекта с сохранением на должном уровне готовности выполнения поставленных задач: определение работоспособности объекта, выявление и локализацию отказа и неисправности, определение остаточного ресурса. Каждому из трех случаев соответствует определенный методический подход, обеспечивающий построение своего оптимального алгоритма диагностирования.

Построению алгоритма диагностирования должен предшествовать анализ статистических данных на наиболее часто повторяющиеся неисправности и отказы. На основании данных анализа разрабатываются блок-схемы структурно-следственных связей по цепи: диагностируемое транспортное средство — агрегат — система — механизм — узел — элемент — структурный параметр — неисправность — внешний признак (симптом) — диагностический параметр. Число звеньев в цепи в каждом конкретном случае (применительно к различным системам и агрегатам) может меняться. Каждое звено определяет задаваемый уровень поиска или технологического шага, направленного на установление неисправности.

Для определения взаимосвязи структурных и диагностических параметров транспортного средства все системы и агрегаты разделены на две группы (возможны и другие классификации).

Первая группа состоит из систем, агрегатов и узлов, обеспечивающих безопасность движения (ОБД), а вторая содержит остальные функциональные системы (ФС). Каждая группа включает в себя определенное число агрегатов и систем. Техническое состояние каждого агрегата (системы) характеризуется каким-то набором диагностических параметров, характеризующих состояние транспортного средства, его отдельных агрегатов и систем. Каждый из диагностических параметров зависит от значений соответствующих им структурных параметров, характеризующих состояние объекта, его отдельных агрегатов и систем.

Алгоритм диагностирования строится таким образом, чтобы по выбранному перечню параметров и последовательности их измерения определить работоспособность объекта и локализовать выявленные неисправности. Глубина локализации неисправности определяется в каждом конкретном случае своим уровнем: заменой детали, заменой или ремонтом узла или агрегата, проведением необходимых регулировочных работ. Этот уровень определяется эксплуатационными факторами (если требуется, то и экономическими), нормируемыми показателями надежности, требованиями обеспечения безопасности водителя, сохранения экологических характеристик и выполнения поставленных задач. Заключи-

тельными этапами построения алгоритма диагностирования является разработка базовой и комплексной маршрутных технологий. В основу построения алгоритма закладываются задачи статистического моделирования и в первую очередь условие альтернатив.

Для контроля и диагностирования систем, агрегатов и узлов шасси при выполнении функциональных задач они должны быть оборудованы датчиками и исполнительными элементами, необходимыми для получения диагностической информации и ее обработки для выдачи диагностического заключения.

Автоматизированная диагностическая система (АДС) представляет собой комплекс средств для автоматической оценки технического состояния транспортного средства в процессе выполнения функциональных задач. Принцип работы АДС в простейшем варианте заключается в следующем. Сигналы с датчиков, установленных на объекте диагностирования, поступают в анализатор, который формирует диагностическое заключение и выдает его в виде информации о состоянии контролируемого объекта.

По своей структуре АДС должна состоять из следующих элементов:

1) комплекта датчиков, воспроизводящих диагностическую информацию от объекта диагностирования;

2) преобразователей, принимающих сигналы от датчиков и преобразующих их в вид, удобный для дальнейшей обработки;

3) устройств обработки информации, проводящих оценку полученных данных диагностирования по заданной программе и выдающих конечные результаты в виде электронных сигналов;

4) устройств выдачи информации, фиксирующих результаты диагностирования на носителе информации.

На рис. 1. приведен обобщенный алгоритм диагностирования систем, агрегатов и узлов с использованием встроенных датчиков, обеспечивающий формирование и отображение сообщений об аварийных ситуациях механику-водителю и членам экипажа. На рис. 1 обозначено: $[G]_i$ — предельно-допустимые значения контролируемых параметров агрегатов, узлов, систем; G_i — текущие значения контролируемых параметров.

Техническое состояние машин (агрегатов, узлов) определяется структурными параметрами, однако в большинстве случаев невозможно осуществить их контроль без разборки.

Поэтому для данной цели используют диагностические параметры — косвенные величины, связанные со структурными параметрами и несущие достаточную информацию о техническом состоянии объекта.

В качестве диагностических параметров при оценке технического состояния транспортного средства используют:

− параметры рабочих процессов;

− параметры сопутствующих процессов (вибрации, шумы и т.п.);

− геометрические параметры (зазоры, свободный ход, люфты, несоосности и др.).

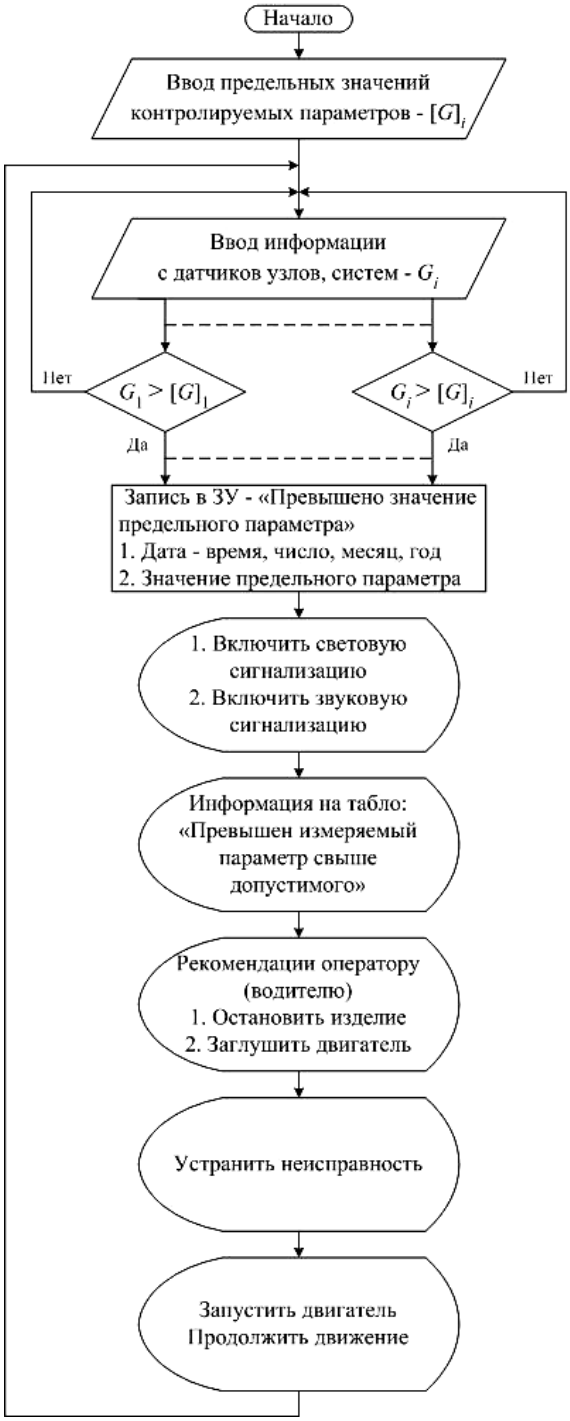


Рис. 1. Обобщающий алгоритм контроля узлов и систем

Выбор диагностических параметров определяется их взаимосвязью со структурными параметрами. Из всего комплекса диагностических параметров

выбираются те, которые удовлетворяют требованиям однозначности, стабильности, чувствительности, информативности и технологичности. Вполне очевидно, что чем больше диагностические параметры удовлетворяют рассматриваемым требованиям, тем эффективнее их использование при определении технического состояния объекта.

Процедура выбора диагностических параметров предусматривает следующие этапы:

− анализ статистических данных по эксплуатационным отказам и неисправностям с целью выявления наименее надежных составных частей и наиболее часто повторяющихся неисправностей;

− выявление структурно-следственных связей диагностируемого объекта;

− разработка методики поиска неисправностей и алгоритма диагностирования.

Алгоритм диагностирования должен быть построен таким образом, чтобы по выбранному перечню параметров определить работоспособность системы и локализовать имеющиеся неисправности. Локализация неисправностей, т.е. их поиск и устранение, является неотъемлемой частью технологического процесса диагностирования. Основные метрологические требования, которым должны удовлетворять методы и средства локализации неисправностей, не отличаются от требований к самому процессу диагностирования. К ним относятся точность, достоверность, быстродействие и эффективность. Необходимо решить такую задачу, чтобы по результатам проведенного диагностирования можно было осуществить прогнозирование технического ресурса устройств.

Существует достаточно много методов прогнозирования технического состояния. Это статистический анализ, диагностирование по результатам измерения параметров, метод доверительных интервалов, диагностирование по допустимому уровню вероятности безотказной работы, по частной реализации диагностического параметра, по технико-экономическим показателям с учетом вероятности безотказной работы агрегата. Выбрать рациональную периодичность и рациональный объем ремонтно-профилактических работ можно только на основе систематического сбора и глубокого анализа данных по результатам диагностирования.

2. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

В результате проведенного анализа структурно-алгоритмического построения систем диагностирования транспортных средств, предлагается аппаратно-программный комплекс для отладки алгоритмов контроля, диагностирования и управления двигательной установкой и шасси в виде информационно-управляющей системы.

Для оценки состояния и поведения машины используется информация, получаемая со следующих датчиков, расположенных на машине:

– датчики давления измеряют давление масла в КПП, ДВС, гидросистеме, пневмосистеме;

– датчики температуры для измерения температуры охлаждающей жидкости ДВС, масла в ДВС, охлаждающей жидкости в компрессоре, масла в гидросистеме.

Перечисленные датчики являются аналоговыми и имеют различные диапазоны измерения. Многие датчики имеют нелинейную характеристику. Используются также дискретные датчики, работающие в качестве сигнализаторов, например, сигнализатор критической температуры охлаждающей жидкости, аварийного давления масла и другие, концевые выключатели главного фрикциона, горного тормоза, вентилятора. Еще один тип датчиков — импульсные датчики, формирующие последовательность импульсов, например для контроля пройденного пути.

Информационно-управляющая система построена с использованием автономных модулей. Все модули объединены в бортовую двухпроводную или однопроводную сеть. Дублирование линий связи позволяет существенно повысить надежность такой системы.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Информационно-управляющая система реализует цикл диагностики и контроля состояния по заложенным в нее алгоритмам работы, которые впоследствии перекладываются на бортовую систему управления. В качестве базовой операционной системы для технологического программного обеспечения выступает ОС Microsoft Windows XP.

Структура ПО, представленная на рис. 4, максимально приближена к структуре информационно-управляющей системы за счет применения технологии межпроцессорного взаимодействия и средств синхронизации потоков. В ПО реализован механизм независимого виртуального времени, при помощи которого реализуются стандарты ОСРВ.

Для проведения диагностирования работы двигателя и его состояния необходимо иметь информацию об основных параметрах, позволяющих сделать заключение о его работоспособности. Часть информации можно получить с датчиков, установленных на двигателе, а основная информация получается аналитической обработкой первичных сигналов с датчиков. Контролируются следующие параметры двигателя, получаемые с датчиков: температура охлаждающей жидкости, температура масла, давление масла, частота вращения коленчатого вала.

При диагностировании шасси осуществляется контроль давления масла коробки передач, скорости движения, тока заряда аккумуляторных батарей, напряжения бортовой сети, количества топлива, со-

противление воздухоочистителя, давление воздуха в воздушной системе, информации о количестве заряженных баллонов противопожарного оборудования, пройденном пути. Возможен контроль и других параметров.

Алгоритмы управления двигателем обеспечивают подготовку к пуску, защиту от перегрева и разноса, остановку двигателя. Пуск двигателя осуществляется с автоматическим выбором оптимальной последовательности в зависимости от состояния узлов и агрегатов шасси, их теплового состояния.

При управлении движением осуществляется блокировка передач при переключении с высших передач на низшие (контроль превышения максимальных оборотов двигателя) и управление подтормаживанием.

Алгоритмы обеспечивают формирование сообщений на пульте отображения информации механика-водителя и передачу в аппаратуру управления информации об аварийных ситуациях.

Диалоговое окно обучающей программы приведено на рис. 2. В информационном окне (1) отображаются действия, которые должен совершить оператор в данный момент времени, а также различные неисправности и методы их устранения. При выходе из алгоритма кнопка «СТОП» (2) сменится на кнопку «СТАРТ», нажав которую можно еще раз пройти весь алгоритм. Если необходима экстренная остановка эмуляции, то необходимо нажать кнопку «СТОП».

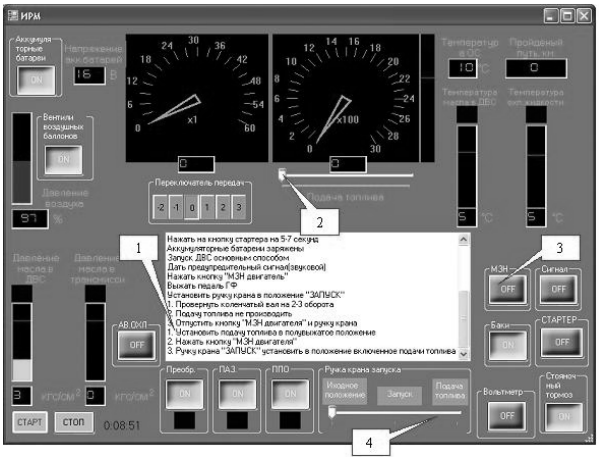


Рис. 2. Диалоговое окно обучающей программы

Процесс работы может завершиться, если произойдет внештатная ситуация, поведение при этом будет регламентироваться алгоритмами, заложенными в контроль текущего состояния машины. После того как будет проделана вся процедура внештатного поведения шасси в информационном окне, в конце всех надписей будет выведена надпись «СТОП», после чего необходимо нажать кнопку «СТОП» и по необходимости повторить процесс запуска и работы машины, нажав на кнопку «СТАРТ».

Программа работает на основе данных, хранящихся в файле базы данных формата Microsoft Access, которые могут быть изменены именно в этой программе. Структура базы данных показана на рис. 3. База данных содержит несколько таблиц.

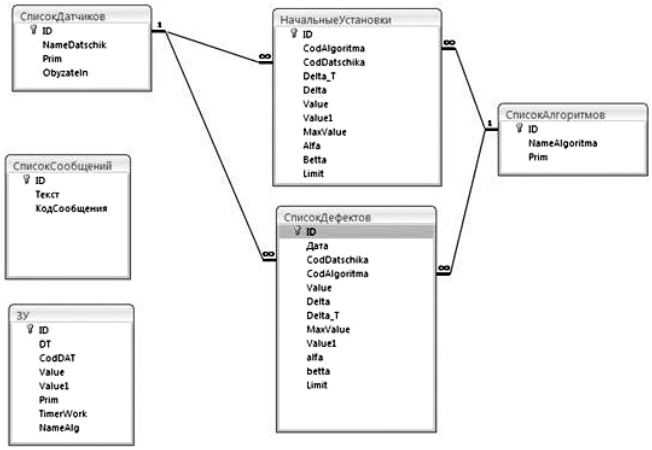


Рис. 3. Структура базы данных

Таблица «СписокАлгоритмов» содержит названия алгоритмов (поле NameAlgoritma), таблица «СписокДефектов» содержит данные о возникающих при работе отклонениях показаний датчиков в определенное время путем изменения основных (математических) параметров датчиков, таких как Delta, Delta_T, Value, Value1, Maxvalue, Alfa, Betta. Таблица «НачальныеУстановки» является основной таблицей, которая содержит исходные параметры каждого датчика для каждого алгоритма. Таблица «СписокСообщений» — системная таблица, необходимая для отображения текстовой информации в окне сообщений. Таблица «СписокДатчиков» содержит предопределенные в программе названия датчиков, изменять их нельзя, т.к. эти имена используются в программе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный аппаратно-программный комплекс обладает следующими возможностями. Решается задача обучения водителя и механика, обслуживающего системы двигателя и шасси. Имеется возможность отладки алгоритмов с изменением значений уставок всех параметров. Позволяет имитировать динамический процесс контроля и диагностирования. Предложенные алгоритмы распространяются практически на все транспортные средства, имеющие дизельный двигатель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пархоменко П.П., Сагомонян Е.С.** Основы технической диагностики. Кн. 2. Оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратурные средства. / Под ред. П.П. Пархоменко. — М.: Энергия, 1981. — 320 с.

2. **Кобзев А.А., Мишулин Ю.Е., Довбань С.Н.** Аппаратно-программный комплекс отладки алгоритмов диагностирования и управления двигателем и шасси транспортных машин. // Электроника и электрооборудование транспорта. 2010. № 5—6. С. 2—9.

А.С. Колмогоров, С.С. Колмогорова, С.В. Бирюков
lightsun@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет», Омск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению применения среды графического программирования LabVIEW фирмы National Instruments для проектирования измерительных приборов. Приводится пример разработанного виртуального прибора, а именно измерителя напряженности электрического поля.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость в измерении и контроле параметров электрических величин постоянных и переменных электрических полей (ЭП) постоянно повышается, причем не только как технологический аспект процессов производства, испытаний и эксплуатации, но и для нормирования параметров по электромагнитной безопасности на требования соответствия действующим правовым и нормативным документам Госстандарта и Госкомэпидемнадзора России. Для удовлетворения растущих требований необходимо не только улучшать метрологические и экспедиционные качества измерительных приборов, но и реализовать совместную работу с другими устройствами для интеграции ряда устройств в измерительную систему.

Для создания измерительных систем существует большое разнообразие платформ, но они обладают высокой стоимостью и рядом недостатков. Для экспериментальной проверки выбран путь виртуального моделирования измерительной системы, реализованный в среде графического программирования LabVIEW фирмы National Instruments. Таким образом, возможна реализация измерительной системы на основе датчиков напряженности в виртуальном приборе, который отвечает требованиям к современным автоматизированным контрольно-измерительным комплексам [1], а именно: многоканальность синхронных и параллельных измерений сигналов с согласованием измерений сигналов с датчика.

1. СРЕДА NI LABVIEW ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Среда NI LabVIEW является средой разработки приложений измерения, тестирования и управления, реализующая концепции потока данных и графического программирования. LabVIEW используется для создания приложений для контрольно-измерительных и вычислительных комплексов и систем аппаратно-программного моделирования [1].

При проектировании измерительных приборов в среде LabVIEW возможно измерение сигналов с датчиков с любым типом подключения. Простота проектирования удобного интерфейса пользователя, а также управление несколькими приборами, сбор и анализ данных осуществляется в одной среде. Гибкость системы за счет интеграции готового оборудования дает возможность изменения проектируемого датчика в процессе прототипирования без изменения алгоритма обработки получаемых данных. Среда NI LabVIEW имеет расширенный функционал обработки и анализа сигналов.

Кроме этого, среда NI LabVIEW легко интегрируется с множеством различного оборудования и позволяет работать со всем оборудованием в единой среде.

2. ВП ИЗМЕРИТЕЛЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭП И ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В среде NI LabVIEW 8.6 разработан измеритель напряженности (ИН) электрического поля (ЭП) с использованием изотропного трехкоординатного электроиндукционного сферического датчика (ИТЭСД) [2, 3].

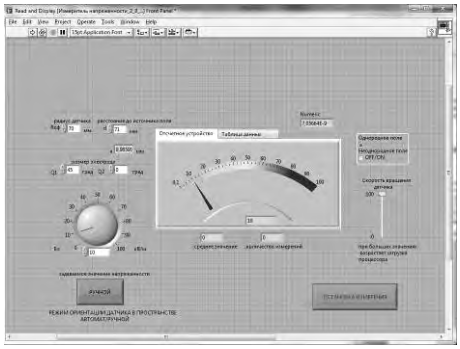


Рис. 1. Лицевая панель ВП ИН ЭП в среде LabVIEW 8.6

Лицевая панель ВП имитирует органы управления и индикаторы реального прибора (рис. 1). В полях ввода задаются исходные данные системы, «ползунком» задается скорость вращения вала с чувствительного элемента (ЧЭ). Выбирается также режим измерения: ручной или автоматический. Предусмотрен режим снижения скорости работы ВП для разгрузки процессора компьютера. Шкалы, расположенные сверху лицевой панели, представляют собой графическое представление ориентации ИТЭСД в пространстве.

Блок-схема модели на рис. 2 показывает программный код LabVIEW, который в графическом виде демонстрирует алгоритм процессов, происходящих при измерении значения напряженности ЭП. Блок-схема позволяет анализировать алгоритм с индикаций промежуточных значений в любой точке схемы.

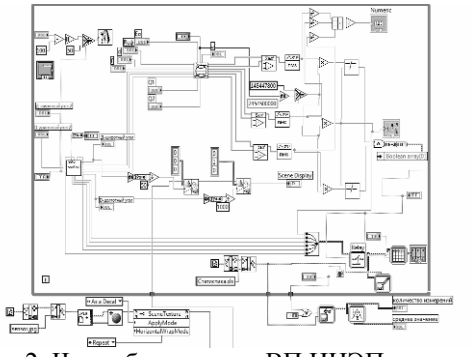


Рис. 2. Часть блок-схемы ВП ИНЭП в среде программирования LabVIEW 8.6

Для оптимизации структуры ВП выделен отдельный модуль виртуального инструмента ИТЭСД, блок-схема которого изображена на рис. 3. Этот модуль реализует математическое моделирование работы датчика с 6-ю чувствительными элементами.

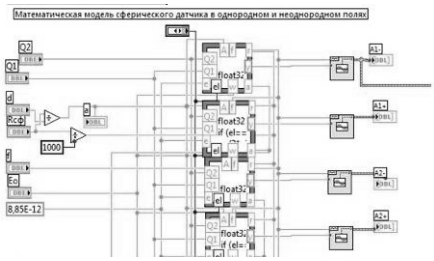


Рис. 3. Часть панели блок-схемы модуля виртуального инструмента ИТЭСД, реализующего работу датчика в составе ВП ИНЭП

В отдельный модуль выделен также инструмент управления положения датчиком (рис. 4), он обеспечивает учет направления ЭП и, как следствие, уменьшение погрешности системы от ориентации датчика в пространстве.

ВП предназначен для комплексного моделирования, наглядного отображения работы измерительного прибора, основанного на использовании ИТЭСД в однородном и неоднородном электрических полях, а также проведении метрологического анализа.

При подключении к персональному компьютеру реальных датчиков (например, модель устройства ИН ЭП) через специализированные устройства ввода-вывода и при частичной доработке структуры ВП, можно реализовать прибор с вычислительной мощностью ПК и отображением полученных данных на мониторе с последующим анализом и обработкой данных. Также необходимо отметить преимущество подобной распределенной системы по отношению к обычным модульным приборам. В первую очередь, это возможность удаленного нахождения оператора, что облегчает проведение анализа вдали от опасных объектов.

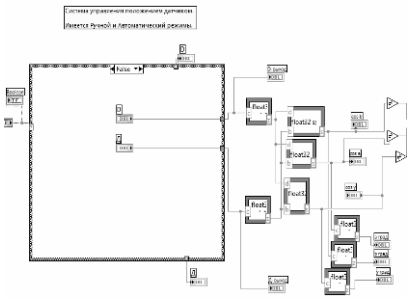


Рис. 4. Блок-схема модуля виртуального инструмента системы управления ориентацией ИТЭСД в составе ВП ИНЭП

ВЫВОДЫ

Применение среды виртуального программирования NI LabVIEW позволило разработать ВП [3], удобный для анализа данных. Выделения модулей математического расчета и управление пространственным ориентированием ИТЭСД в отдельные инструменты существенно упростило структуру ВП и сделало возможным быструю модернизацию ВП для работы в составе более сложного измерительного комплекса. Также необходимо отметить преимущество подобной распределенной системы по отношению к обычным модульным приборам, и в первую очередь, это возможность удаленного нахождения оператора, что облегчает проведение анализа вдали от опасных объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение среды NI LabVIEW является наиболее оптимальной для разработки, тестирования и практического применения средств измерений как отдельно, так и в составе измерительных систем с разнообразным комплексом функциональных возможностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Официальный** сайт компании National Instrument. URL: http://www.ni.com/labview/.

2. **Колмогорова С.С., Бирюков С.В., Ихлазов С.З.** Виртуальная модель измерителя напряженности электростатического поля // Молодежь и современные информационные технологии: Сборник трудов IX Всерос. науч.-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. — Томск: Изд-во СПБ Графикс, 2011. — С. 260—261.

3. **Колмогорова С. С.** Измеритель напряженности электростатического поля. // Свидетельство об отраслевой регистрации, № 17642, Министерство образования и науки РФ, ОФАП, М., 2011

М.С. Костин
mihailkos@mail.ru
Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА), Москва

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА РАДИОСЕНСОРНОГО СБОРА ДАННЫХ

АННОТАЦИЯ

Внедрение информационных технологий в сфере регистрации и контроля динамических параметров состояния объектов в исследовательских лабораториях наиболее активно приобретает тенденции в развитии экспертных систем диагностики. Аналитический мониторинг обеспечивается системой дистанционного программно-аппаратного комплекса сбора данных, отображающих характеристики колебательных процессов в интерпретации законов механики. Интерес к этому направлению также связан с построением образа псевдоизображений геометрических и физических свойств объектов, определяемых их структурой и материалом.

ВВЕДЕНИЕ

Радиооптическими устройствами сбора данных, обеспечивающими восприятие физико-механических свойств исследуемого объекта, являются системы дискретного или непрерывного зондирования. Ввиду инновационного пути развития информационных технологий в области сенсорного сканирования и автоматизированного реинжиниринга, особое внимание сосредоточено на системах дистанционного радиомониторинга — радиосенсорных радарах. При этом координатное сканирование позволяет с достоверной точностью воспроизводить сложную геометрию поверхностей объектов, их перемещения с целью восстановления объемного изображения посредством графических программных пакетов автоматизированного проектирования как Solid Works и Unigraphics.

Получение абсолютных и статистических информационных данных о виброметрических параметрах объектов представляет одну из задач исследования виброустойчивости конструктивных функциональных узлов при неразрушающем контроле и диагностике аппаратуры в момент ее эксплуатации, а также при проведении стендовых и имитационных лабораторных испытаний.

1. РАДИОСЕНСОРНЫЙ РАДАР

В работе рассмотрен технический способ организации сканирования геометрических и виброметрических (виброперемещение, виброскорость, виброускорение) параметров и свойств объектов с применением радиоволнового метода сбора данных, основанного на принципах радиолокации узконаправленной антенной.

Система радиосенсорной диагностики (СРСД) предназначена для бесконтактного дистанционного зондирования поверхности динамических и статических элементных структур, генерирующих собственные механические колебания поверхности или промодулированных внешними виброакустическими возмущениями среды [1]. Система способна обеспечивать сбор данных с высокой разрешающей способностью при отсутствии визуального доступа, прямой видимости исследуемых объектов, а также целей, находящихся за оптически непрозрачными препятствиями.

Из числа наиболее прогрессивных радиоволновых методов (резонансный, интерференционный, фазовый), главным образом, вытекают три основные проблемы обеспечения качества сбора параметрических данных: сохранение высокой стабильности частоты зондирующего радиосигнала с целью уменьшения ее флуктуации и повышения чувствительности и качества работы системы; увеличение проникающей способности радиоимпульсов при реализации подповерхностной локации; обеспечение достаточно удаленного от цели съема виброакустических параметров с необходимым разрешением. Представленный ряд недостатков в действии виброметрических радиосенсорных устройств может компенсироваться с применением технологий, построенных на принципах сверхширокополосной (СШП) радиолокации, что в рамках современной науки способно решить многие актуальные проблемы с перспективой на дальнейшую модернизацию. Применение СШП радиоимпульсов исключает необходимость генерирования СВЧ сигнала заданной частоты сканирования, а следовательно, и отпадает задача обеспечения частотной стабилизации, т.к. СШП импульс с гауссовой огребающей формируется как результат дифференцирования видеоимпульса наносекундной длительности при его прохождении через СШП антенну и не имеет несущей частоты, а характеризуется центральной частотой спектра. Полоса пропускания радиосенсорного радара будет ограничиваться полосой пропускания СШП антенны, что сводится к оптимизации в выборе длительности видеоимпульса по отношению к разрешающей способности. В таком случае остается лишь стабилизировать частоту зондирования, которая лежит в диапазоне от сотен килогерц до десятков мегагерц (в зависимости от шага временной дискретизации), что не составляет особых трудностей в техническом смысле реализации. Кроме того, сверхширокополосность зондирующего радиоимпульса улучшает энергетику сигнала, обеспечивает хорошую проникающую способность и делает си-

стему более помехоустойчивой к воздействию внешних электромагнитных помех [2, 3].

Исследовательской частью работы является функциональная модель радиосенсорного виброметрического радара. Численный алгоритм приема и обработки данных радара основаны на фазовом методе определения дальности [2]:

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 - \Delta\varphi_2 = -\frac{4\pi}{c} f\left(R_1 - R_2\right) = -\frac{4\pi}{c} f_c \upsilon_s T_{\Pi}.$$

где $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2$ — разности фаз при смещении поверхности объекта с расстояния R_1 до R_2; f_c — центральная частота спектра СШП импульса; c — скорость света; $\upsilon_s = \upsilon_m \sin\left(\omega_s t + \varphi\right)$ – виброскорость объекта; ($\upsilon_m = 2\pi F A_0$; F, A_0 — частота и амплитуда вибрации); $T_{\Pi} = 1/F_{\Pi}$ — период следования зондируемых импульсов. При этом закон девиации частоты следования отраженных импульсов имеет следующий вид:

$$F_s = \frac{1}{T_s} = \frac{c}{d - T_{\Pi}\upsilon_m \sin\left(\omega_s t\right)} = \frac{F_{\Pi}}{1 - \upsilon_m \sin\left(\omega_s t\right)/c},$$

где d — пространственное расстояние между импульсами, $\omega_s = 2\pi F$ — угловая частота механических колебаний.

Импульсное СШП зондирование, построенное на временном стробировании принимаемых импульсов, позволяет четким образом локализовать координатную привязку к цели, тем самым максимальным образом исключив помехи от пространственно рассредоточенных объектов, генерирующих сигналы ложной тревоги, и сформировать в более явном виде функцию колебательного закона поверхности [3].

Генерация возбуждающих СШП антенну видеоимпульсов наносекундной длительности, прием и регистрация информативных радиоимпульсов осуществляются на базе однокристального приемопередатчика NVA6100 компании Novelda AS [4]. При этом в приемнике осуществляется не регистрация самого исследуемого СШП импульса, а его отдельных выборок, каждая из которых формируется в различные периоды повторения эхосигнала. Численная обработка эхосигнала осуществляется в программной среде MatLab.

2. РАДИОГРАФИЯ ПСЕВДОИЗОБРАЖЕНИЙ

По форме отраженного от поверхности объекта СШП импульса — изображению огибающей импульса за период выборки — можно судить о геометрических и физических свойствах объекта. Организация приема и численной обработки такого сигнала основана на методе масштабно-временного преобразования (МВП), т.к. данный алгоритм является эффективным по широкополосности и чувствительности при детальном исследовании быстропротекающих процессов. При МВП осуществляется считывание мгновенных значений исследуемого эхосигнала с помощью суперкоротких дельта-импульсов относительно сдвигающейся выборки, что обеспечивает масштабируемое (растянутое) представление сигнала во времени и значительно упрощает процедуру приема и обработки [5]. В совокупности по форме огибающей собранного и сглаженного радиоимпульса, отраженного от цели, можно судить не только о структуре и материале объекта, но и даже о конкретной ограниченной траектории его движения, имея базу радиообразов путем сравнения полученного изображения с репером при последующей корреляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СРСД способна расширить информативные возможности проведения исследований в области бесконтактных измерений виброметрических свойств и параметров объектов. В перспективе, радиосенсорный радар может быть использован не только для сбора данных о динамическом колебательном состоянии объекта, но и как система сенсорного распознавания движений, а следовательно, как один из способов дистанционного управления аппаратными девайсами человеком по принципу радиосенсорной жестикуляции. Цифровая обработка сигнала и возможность модернизации программного обеспечения позволяют реализовать различные модификации и пути обработки контролируемых параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Костин М.С.** Моделирование виброметрического СШП радара // Сборник научных трудов. Ч. 1. Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем. — М.: РАДИОИНФОКОМ, 2013. — С. 246—249.

2. **James D. Taylor.** Ultra-wideband Radar Technology // CRC Press Boca Raton, London, New Work, Washington, 2000.

3. **Wang, Yazhou.** UWB Pulse Radar for Human Imaging and Doppler Detection Applications: PhD diss., University of Tennessee, 2012.

4. **Kinzie, Nicola Jean.** «Ultra-Wideband Pulse Doppler Radar for Short-Range Targets». PhD diss., University of Colorado, 2011.

5. **Кольцов Ю.В.** Методы и средства формирования сверхширокополосных сигналов. М.: Радиотехника, 2004. — 128 с.

В.Ф. Кузищин, Е.И. Мерзликина
KuzishchinV@yandex.ru, MerzlikinaYI@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ CODESYS В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен применению CODESYS при обучении студентов построению систем управления и программированию контроллеров. Рассматриваются состав, характеристики и возможности этой системы, ее преимущества для обучения студентов и опыт кафедры АСУТП применения этой системы в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время программируемые контроллеры широко применяются при автоматизации промышленных объектов и на лабораторных стендах. Каждый специалист, работающий с АСУТП, должен иметь навыки построения АСР, программирования контроллеров и разработки операторского интерфейса.

Существует множество SCADA-систем и систем программирования контроллеров, одна из них — система CODESYS, которая, благодаря своей простоте и нетребовательности к ресурсам компьютера, может применяться при обучении студентов. Опыту применения CODESYS в учебном процессе на кафедре АСУПТ НИУ «МЭИ» посвящен данный доклад.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ CODESYS

Система CODESYS — Controller Development System — разработана немецкой фирмой 3S-Smart Software Solutions GmbH [1] и широко применяется при автоматизации различных объектов промышленности и коммунального хозяйства за рубежом и в России [2, 3].

С помощью этой системы можно создавать программы для контроллеров на языках стандарта IEC 61131-3 (ST, IL, FBD, SFC, LD), а также на языке CFC, создавать визуализации, организовать архивирование данных процесса, конфигурировать входы и выходы контроллера. Доступная в настоящее время третья версия системы предоставляет возможность применять объекто-ориентированное программирование, однако можно работать и без него.

В состав CODESYS входят стандартные библиотеки, содержащие широко применяемые функции и функциональные блоки, также можно создавать и подключать пользовательские библиотеки.

Система может работать, в том числе, в режиме эмуляции, что не требует наличия контроллера и объекта для отладки программы.

CODESYS не имеет привязки к аппаратной платформе и может применяться в контроллерах различных фирм; для программиста эта система бесплатна, и ее можно скачать с сайта производителя. Сейчас имеется русифицированная версия системы CODESYS 2 [3].

2. ВОЗМОЖНОСТИ И СОСТАВ СИСТЕМЫ CODESYS

В CODESYS имеется редактор программного кода, редактор визуализаций и конфигуратор ресурсов системы.

Вид и состав функций редактора кода автоматически изменяются в зависимости от того, на каком языке будет написана программа, кроме того, в CODESYS имеются средства отладки программ и ряд функций, облегчающих работу программиста, например, автоматический «подхват» объявления переменных, выделенная область объявления переменных, выделение цветом команд и операторов [4]. Широкий выбор языков программирования позволяет легко решать различные задачи. В CODESYS имеется набор разнообразных библиотек, позволяющих быстро реализовать, например, различные алгоритмы регулирования, в том числе такие распространенные регуляторы, как ПИД и его производные и двухпозиционный с зоной возврата.

Встроенный графический редактор позволяет создавать несложные мнемосхемы, выводить значения различных параметров в виде чисел, графиков-трендов и показаний стрелочных приборов. Редактор позволяет создавать цветные изображения из набора графических примитивов, анимировать изображения и вставлять растровые рисунки. Инструмент «Тренд» позволяет не только выводить графики зависимости параметров процесса от времени, но и организовать архивирование данных процесса.

Конфигуратор ресурсов позволяет подключать внешние библиотеки, в том числе пользовательские, устанавливать целевую платформу, конфигурировать входы и выходы контроллера и связь с внешними устройствами и т.д.

3. ПРИМЕНЕНИЕ CODESYS ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

CODESYS нетребователена к ресурсам компьютера и проста в освоении, собственно обучение работе с интерфейсом среды не требует большого количества времени и усилий. Таким образом, можно сосредоточиться на обучении студентов навыкам программирования на языках стандарта IEC 61131-

3, создания операторского интерфейса, организации архивирования данных и т.д. Кроме того, данную систему можно скачать бесплатно с сайта разработчика [1], имеется русифицированная версия [3], а наличие режима эмуляции не требует обязательного применения реального оборудования; эти факторы позволяют использовать CODESYS для самостоятельной работы студентов, выполнения домашних заданий, курсовых и дипломных работ.

В качестве недостатка для учебного процесса можно отметить, что в стандартных библиотеках CODESYS нет блока эмуляции объекта. На ранних этапах это может представлять трудности для студентов, однако их можно преодолеть, если написать пользовательский функциональный блок или блоки для моделирования объекта, пользуясь, например, аппаратом элементарных звеньев и имитационного моделирования. Помимо прочего, это позволит студентам закрепить знания по курсу «Теория автоматического управления».

Получение и закрепление студентом упомянутых выше навыков при работе с CODESYS позволит ему быстрее и легче освоить более сложные системы программирования и SCADA-системы.

На кафедре АСУТП МЭИ был разработан комплекс лабораторных работ с применением CODESYS на базе технических средств фирмы Овен, часть комплекса уже вышла из печати, например [5, 6]. Структура отдельных работ и комплекса в целом позволяет варьировать задания по уровню сложности, применять его при выполнении студентами учебных исследовательских работ, курсовых работ и т.д.

Например, Лабораторная работа № 1 посвящена освоению среды программирования и получению динамических характеристик объекта управления. При выполнении второй работы студенты применяют полученные по результатам первой характеристики для настройки АСР с ПИ и П-регуляторами. Кроме того, при выполнении этих работ студенты получают навыки программирования, создания визуализаций, архивирования данных и последующей их обработки, конфигурирования входов и выходов контроллера.

Упомянутые работы можно использовать как справочные пособия при выполнении студентами учебной исследовательской работы, например, оценки влияния вида расчетной модели объекта на качество работы АСР, оценки влияния нелинейных составляющих динамических систем на качество регулирования, оценки необходимости коррекции расчетных настроек и т.д. В прочих работах комплекса рассматриваются позиционные алгоритмы регулирования, изучение АСР с исполнительным механизмом постоянной скорости, моделирование системы управления сдвоенными насосами, проблемы автонастройки АСР с ПИ-регулятором. По результатам выполнения лабораторных работ студенты получают навыки программирования на языках FBD, CFC, ST и LD, а также навыки построения АСР, создания человеко-машинного интерфейса и организации взаимодействия по сети между различными устройствами, входящими в систему управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время инженерное образование и работа инженера подразумевают широкое применение вычислительной техники и различных программных пакетов. Тем не менее, не все пакеты удобны для использования в учебном процессе, особенно на начальном этапе: многие из них сложны в освоении и настройке собственно интерфейса и среды, а также требовательны к ресурсам вычислительной техники. Это может привести к тому, что заметное время будет тратиться именно на обучение студентов работе со средой, что может не входить в задачи курса и отвлекать внимание от основных вопросов.

Система CODESYS в силу своей простоты достаточно хорошо подходит для обучения программированию, построению АСР, принципам организации операторского интерфейса и т.д., так как на освоение собственно среды не тратится много времени. Кроме того, CODESYS — исходно не учебный, а профессиональный программный продукт, применяемый при автоматизации промышленных объектов, и полученные навыки могут быть успешно использованы студентом в дальнейшей профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **3S-Smart** Software Solutions: официальный сайт фирмы. URL: www.codesys.com, дата обращения 23.11.2013.

2. **ООО «ПК Пролог»**: официальный сайт. URL: www.codesys.ru, дата обращения 23.11.2013.

3. **Овен »**: официальный сайт компании. URL: www.owen.ru, дата обращения 23.11.2013.

4. **Петров И.В.** Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. — М.: Солон-Пресс, 2007.

5. **Кузищин В.Ф., Мерзликина Е.И.** Исследование характеристик объекта управления (электрической печи) на базе контроллера ПЛК 150. Лабораторная работа № 1: Методическое пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

6. **Кузищин В.Ф., Мерзликина Е.И.** Исследование АСР температуры электрической печи на базе контроллера ПЛК 150. Лабораторная работа №2: Методическое пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

А.Г. Лесков, В.В. Иларионов, А.М. Зимин, С.Д. Морошкин, И.А. Калеватых
agleskov@rambler.ru
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Москва

УДАЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ РОБОТОТЕХНИКЕ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДЕЛИРУЮЩЕГО СТЕНДА

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен построению и использованию в учебных целях функционально-моделирующих стендов манипуляционных роботов, которые управляются в удаленном режиме. Основа стендов — полунатурные модели манипуляционных роботов, включающие компьютерные модели и физические макеты на основе серийных промышленных роботов. Пользователь стенда имеет возможность в режиме дистанционного доступа выбрать структуру и параметры системы управления роботом и запрограммировать его для решения конкретных задач.

ВВЕДЕНИЕ

Студенты, обучающиеся робототехническим специальностям, должны получать не только теоретическую, но и практическую подготовку. Робототехническое оборудование само по себе довольно дорого, и снабдить каждого студента личным роботом невозможно. В то же время промышленный робот (ПР) является изделием, которое необходимо подготовить к решению различных задач — разработать программное обеспечение, снабдить навесным оборудованием и т.п. Таким образом, промышленный манипулятор сам по себе, «с конвейера», не приспособлен решать сложные задачи, тем более быть частью учебного процесса.

Эффективным решением проблемы является организация удаленного доступа к роботам, снабженным распространенным в робототехнике навесным оборудованием и соответствующим методическим и программным обеспечением.

1. ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД

На базе функционально-моделирующего стенда (ФМС) Лаборатории специальной робототехники и мехатроники Дмитровского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана создана Интернет-лаборатория «Робототехника» [1], которая предоставляет возможность, используя технологии сетевого доступа, проводить удаленные лабораторные практикумы на реальном сложном робототехническом оборудовании.

ФМС представляет собой полунатурный комплекс, включающий в себя несколько объединенных в сеть персональных компьютеров, промышленные роботы, средства человеко-машинного интерфейса, мультимедиа-системы с передачей изображения через сеть Интернет. ФМС космических манипуляционных роботов (КМР) — эффективный инструмент для проведения исследований по широкому кругу проблем космической робототехники (человеко-машинный интерфейс, роботизированные технологии сборки и обслуживания и др.). ФМС КМР (рис. 1) может служить ядром для построения тренажеров, а также систем подготовки и сопровождения роботизированных операций в космосе.

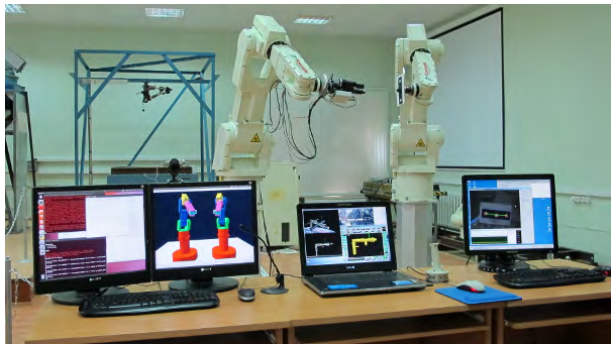


Рис. 1. Функционально-моделирующий стенд космических манипуляционных роботов (МР)

ФМС позволяет:

– моделировать в реальном масштабе времени динамику и процессы управления различными МР как в виртуальной форме, так и на физическом уровне, в том числе при выполнении контактных операций, операций с использованием аппаратуры систем наведения, рабочих инструментов и средств человеко-машинного интерфейса;

– задавать параметры модели МР;

– готовить, отрабатывать и верифицировать алгоритмы управления и программы действий (автосеквенции) МР;

– осуществлять регистрацию характеристик динамических процессов и логики функционирования; оценивать эффективность управляющей деятельности операторов МР, разрабатывать и реализовывать эффективные методики подготовки операторов;

– осуществлять дистанционный доступ к управлению ФМС по сети Интернет с использованием режима видеоконференции.

Аппаратную основу ФМС составляют три промышленных робота: два KAWASAKI FS-020N грузоподъемностью 20 кг каждый и один — KAWASAKI FS-003N грузоподъемностью 3 кг.

Инструментальные фланцы промышленных роботов FS-020N оснащены шестикомпонентными силомоментными датчиками, на которых установлены захватные устройства манипулятора различного типа: трехпальцевый центрирующий электрический для силового захвата объектов цилиндрической формы, а также трехпалая кисть с тактильным очувствлением для деликатного захвата объектов сложной формы.

Стенд оснащен различными системами технического зрения: моноскопической, установленной в рабочий орган одного из ПР FS-020N, и стереоскопической съемной, а также системой построения карты глубин сцены на основе MS Kinect, установленной на ПР FS-003N.

В качестве средств управления стенда используются программные пульты управления, геймпады, джойстики, а также голосовое управление.

2. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЯМИ РАЗЛИЧНЫХ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

Ядром ФМС является инвариантная к моделируемому манипуляционному роботу моделирующая система реального времени (МСРВ) — универсальная система моделирования МР в реальном масштабе времени. МСРВ осуществляет автоматическое формирование уравнений МР и решение этих уравнений численными методами.

Удаленный пользователь имеет возможность дистанционно управлять полунатурной моделью МР (рис. 2).

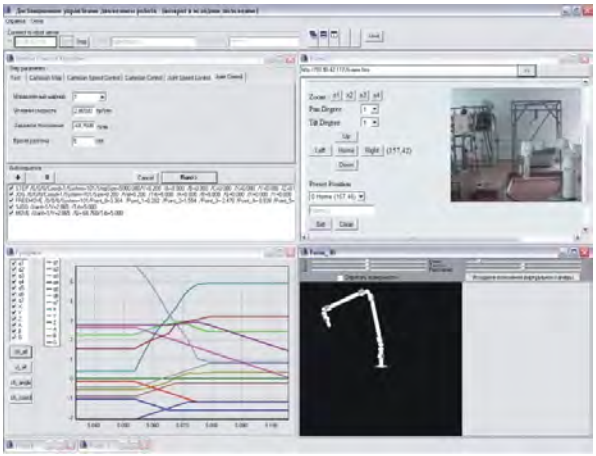


Рис. 2. Клиентский пользовательский интерфейс сетевого управления МР

При подключении удаленного пользователя МСРВ принимает команды управления в составе сформированной пользователем миссии, отрабатывает их на математической модели и реальном роботе и возвращает параметры состояния модели и реального робота в клиентский пользовательский интерфейс управления через сеть Интернет [2] с частотой около трех раз в секунду.

3. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЬЮ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

В штатном режиме в ФМС введены параметры КМР. В составе ФМС имеется специальный пульт человеко-машинного интерфейса, который позволяет решать задачи ввода команд управления и отображения информации о движении МР в цифровой и графической форме.

Пульт управления осуществляет сетевое взаимодействие (обмен командами и данными) с моделирующей системой стенда.

4. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВУРУКИМ РОБОТОМ

Два промышленных робота ФМС образуют двурукий робототехнический комплекс, а третий ПР оснащен видеокамерой. Удаленный пользователь имеет возможность управлять связанным движением двух рук комплекса. Оператор может задавать их перемещение по шести координатам, а также изменять расстояние между руками с целью захвата различных предметов.

Управление комплексом осуществляется с помощью игрового геймпада. Программы дистанционного управления преобразуют отклонение рукояток геймпада в скорости перемещения рук. В качестве обратной связи оператор получает информацию о положениях и скоростях конечных точек обеих рук, положениях и скоростях шарниров каждой руки, силовые и моментные воздействия, оказываемые на рабочие органы рук. Цикл удаленного управления двуруким роботом в среднем составляет около 0,1 секунды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важно давать студентам практические навыки работы с роботами. ФМС позволяет прививать такие навыки при работе как с серийными ПР, так и со сложными манипуляционными системами, которые невозможно эксплуатировать в земных условиях. Созданная Интернет-лаборатория «Робототехника» предоставляет возможность проводить удаленные лабораторные практикумы на реальном сложном робототехническом оборудовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Integrated** Laboratory Instruction in Robotics / V.V. Illarionov, A.G. Leskov, S.M. Leskova et al. // Proc. Intern. Conf. on Engineering Education (ICEE-2008). — Pecs — Budapest, Hungary, 2008. — Paper №. 83. — 6 p.

2. **Using** Integrated assembly of Virtual and Real Robot System with Remote Access for Practical Training / V.V. Illarionov, S.V. Korshunov, A.G. Leskov et al. // Innovations 2009: World Innovations in Engineering Education and Research / Editors W. Aung et al. — INEER, Arlington, VA 22205, USA, 2009. — P. 99—108.

И.А. Мельников[1], Н.Г. Разуванов[2], В.Г. Свиридов[1], Е.В. Свиридов[1]
MelnikovIAl@mpei.ru, SviridovEV@mpei.ru, SviridovVG@mpei.ru, RasuvanovNG@mpei.ru
[1]ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва,
[2]Объединенный институт высоких температур РАН

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МГД-ТЕПЛООБМЕНА

АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена созданию автоматизированной системы научных исследований (АСНИ) экспериментального стенда НИУМЭИ — ОИВТ РАН для исследования закономерностей теплообмена при течении жидко-металлического теплоносителя в условиях сильного магнитного поля.

ВВЕДЕНИЕ

Жидкие металлы (ЖМ), обладая специфическими особенностями, являются привлекательными теплоносителями в различных отраслях энергетики. Особенно перспективным выглядит использование ЖМ в термоядерных энергетических установках типа ТОКАМАК, где предполагается их использование для охлаждения дивертора и бланкета, где ЖМ циркулирует в условиях сильного магнитного поля. При проектировании элементов ТОКАМАКа необходимо знать закономерности гидродинамики и теплообмена ЖМ в магнитном поле [1]. А этот вопрос изучен плохо.

Исследование МГД-теплообмена в НИУ МЭИ проводятся на уникальном экспериментальном жидкометаллическом МГД-комплексе, аналогов которому в России и за рубежом, насколько нам известно, не существует. Этот комплекс входит в состав лабораторной базы НИУ МЭИ — ОИВТ РАН. Разработка и внедрение АСНИ для данного стенда является одной из важнейших задач для получения надежных экспериментальных данных при таких исследованиях.

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД

На рис. 1 приведена схема экспериментального стенда.

Исследования характеристик потока осуществляются по отработанной методике: используется зонд рычажного типа «качалка» (рис. 2), на который монтируется в зависимости от задачи либо микротермопара, либо корреляционный датчик скорости [2].

Определяются такие величины, как расход, величина магнитной индукции, плотность теплового потока, тепловые потери в секции нагревателя, температуры входа/выхода, координаты зонда, температура охлаждающей воды и др.

В процессе измерений могут быть получены поля температуры, скорости, пульсаций температуры, распределения температуры стенки по периметру. Результаты экспериментов записываются в файл-отчет (текстовый файл или таблица Excel). По экспериментальным данным рассчитывается важнейшая характеристика теплообмена — коэффициент теплоотдачи.

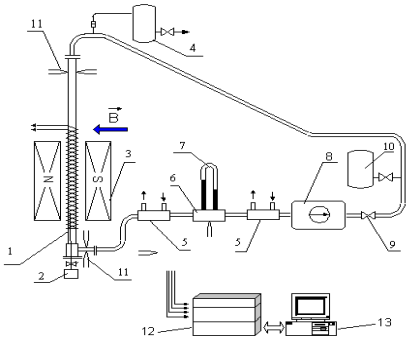


Рис. 1. Схема экспериментального стенда: 1 — рабочий участок; 2 — зонд рычажный; 3 — электромагнит; 4 — компенсационная емкость; 5 — теплообменники типа «труба в трубе»; 6 — расходомер; 7 — дифманометр; 8 — электромагнитный насос; 9 — регулировочный вентиль; 10 — емкость с ртутью; 11 — накладные термопары; 12 — измерительная приборная стойка; 13 — компьютер (ПК)

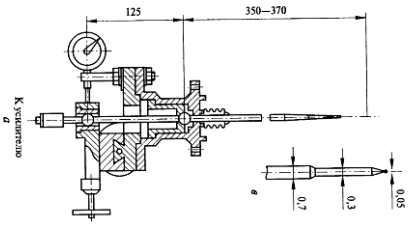


Рис. 2. Зонд качалка. Микротермопара

2. АСНИ

Автоматизированная система научных исследований выполнена с использованием протокола GPIB (КОП — канал общего пользования).

В состав АСНИ входят: ПК (персональный компьютер), адаптер National Instruments (NI) GPIB-USB-HS, многофункциональная плата NI 6289, усилитель отечественного производства, вольтметр В7-34 и коммутатор Ф7078.

Использование стандартного протокола GPIB позволяет интегрировать оборудование различных производителей, поколений, классов точности в одну систему в зависимости от поставленной задачи, существенно снижая накладные расходы.

На рис. 3 приведена структурная схема измерений.

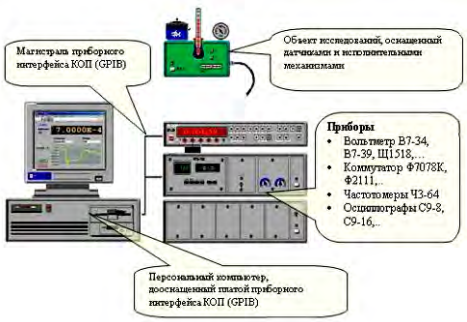


Рис. 3. Структурная схема измерений

Сигнал с датчика усиливается и подается на вход мультифункциональной платы, подсоединенной к ПК. Сигналы с датчиков величин, определяющих режимные параметры установки, заведены на коммутатор Ф7078, работающий в связке с вольтметром В7-34. Оба прибора подключены к ПК через USB GPIB контроллер.

Программное обеспечение комплекса выполнено в среде графического программирования NI LabVIEW 2012 и текстовой среде NI CVI 9.0.

На рис. 4 приведены некоторые виртуальные панели программного обеспечения, используемые при проведении исследований.

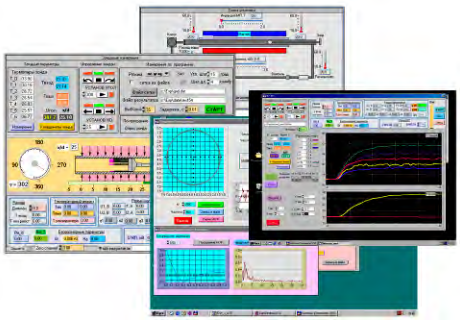


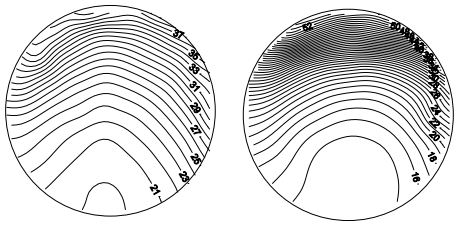
Рис. 4. Программное обеспечение. Виртуальные панели

На стенде реализован удаленный доступ, позволяющий проводить эксперименты дистанционно в автоматическом режиме. Управление стендом в таком режиме осуществляется по протоколу TCP IP.

3. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В данном разделе кратко проиллюстрированы экспериментальные результаты одной из исследуемых на этом стенде конфигураций: опускное течение ртути в круглой трубе в поперечном магнитном поле (МП) с неоднородным по периметру обогревом.

На рис. 5 изображены поля температур. Изменение температуры в точке потока во времени отображено на рис. 6. Зависимость безразмерного коэффициента теплоотдачи от величины МП (число Гартмана-Ha) и расхода (число Пекле — Pe) приведена на рис. 7.



а) б)

Рис. 5. Поле температур: а — без МП; б — с МП

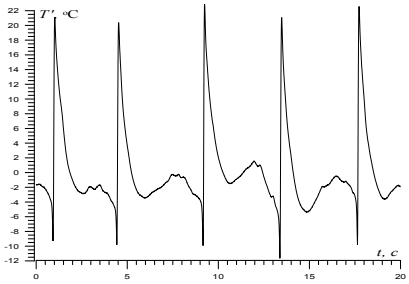


Рис. 6. Пульсации температуры во времени

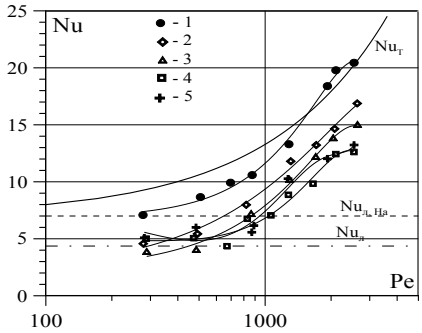


Рис. 7. Зависимость числа Нуссельта от режимных параметров: 1 — Ha = 0; 2 — Ha = 130; 3 — Ha = 220; 4 — Ha = 320; 5 — Ha = 410

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АСНИ успешно внедрена на экспериментальном стенде МЭИ — ОИВТ РАН и используется при проведении исследований гидродинамики и теплообмена МГД-течений, а также для проведения лабораторных практикумов. По результатам проведенных экспериментов успешно защищены кандидатские и докторские диссертации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генин Л.Г., Свиридов В.Г. Гидродинамика и теплообмен МГД-течений в каналах. — М.: Издательство МЭИ, 2001. — 200 с.

2. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. — М.: Энергия, 1978.

Е.В. Свиридов, И.А. Мельников, И.О. Дударенко
evsviridov@gmail.com, corpuscula@gmail.com, statusgman@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ ВОЗДУХА В КРУГЛОЙ ТРУБЕ

АННОТАЦИЯ

В данной работе производится обзор лабораторной экспериментальной установки, используемой на кафедре Инженерной Теплофизике МЭИ для научных и образовательнх целей. Предоставлено описание системы автоматизации эксперимента, разработанной специально для данной установки.

ВВЕДЕНИЕ

Для построения различных моделей, проведения инженерных расчетов, проектирования различных энергоустановок необходимо знать закономерности турбулентного течения (течение настолько сложное, что до сих пор плохо изучено). Специфика такого течения скрыта в тонкой пристеночной области [1]. В настоящее время работы по разрешению этой задачи ведутся как в теоретическом, так и экспериментальном направлении.

Работа посвящена введению в эксплуатацию автоматизированной системы по исследованию гидродинамики течения воздуха в круглой трубе термоанемометрическим методом. Система построена на базе международного стандарта PXI.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Автоматизированная система, внедренная на лабораторный стенд кафедры инженерной теплофизики НИУ «МЭИ», будет использована при проведении научных исследований (исследование структуры потока вблизи стенки) и выполнении лабораторных работ при обучении студентов по курсу «Физика специальная».

Целью работы является проектирование системы, которая бы позволила проводить эксперименты в автоматическом режиме.

2. ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЯ

Лабораторный экспериментальный стенд представляет собой аэродинамическую трубу разомкнутого типа, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Воздух из атмосферы засасывается при помощи насоса. Насос подключен сильфонным соединением и подводящими. Далее воздух поступает в стабилизирующий участок длиной 6 м (L/D = 150), на выходе из которого установлен расходомер — двойная диафрагма. К расходомеру подключен датчик разности давлений. После расходомера установлена успокоительная камера, подвод воздуха к которой осуществляется через диффузор. Внутри успокоительной камеры установлены сетки, которые выравнивают профиль скорости и разрушают крупномасштабные турбулентные образования, генерируемые вентилятором. Более мелкие вихри имеют меньшее время «жизни» и эффективно подавляются механизмом вязкой диссипации. На выходе из успокоительной камеры установлено сопло, обеспечивающее плавный вход в опытный участок. Непосредственно опытный участок представляет собой канал круглого сечения диаметром 32 мм и длиной 4 м (L/D = 125). На выходе из опытного участка установлен координатный механизм, осуществляющий точное позиционирование зонда и позволяющий установить его текущую координату. На данной установке подразумевается использование термоанемометра и микротермопары для измерения полей скорости и температуры. Управление насосом, координатным механизмом, а также измерение сигналов с датчиков осуществляется при помощи автоматизированной системы.

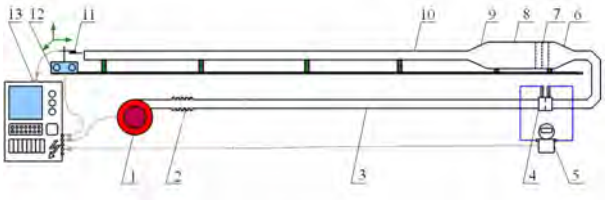


Рис. 1. Схема аэродинамического стенда: 1 — насос, 2 — сильфон и подводы, 3 — участок стабилизации, 4 — расходомер, 5 — датчик разности давлений, 6 — диффузор, 7 — сетки, 8 — успокоительная камера, 9 — сопло, 10 — опытный участок, 11 — зонды, 12 — координатный механизм, 13 — измерительный комплекс

3. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Автоматизированная система смонтирована на оборудовании фирмы «National Instruments». Контрольно-измерительное оборудование установлено в шасси NI PXI-1050 с предустановленным контроллером NI PXI-8196. Для регистрации сигнала термоанемометра используется осциллограф NI PXI-5122. Измерение температуры осуществляется вольтметром NI PXI-4072. Многофункциональный модуль NI PXI-6259 производит сбор данных с расходомера, датчиков перемещения зонда. Управление низкомощностной нагрузкой (привод позиционируещего механизма зонда, привод шибера) осуществляется при помощи источника постоянного тока NI PXI-4110 и блока реле NI PXI-2565. Регулирование расхода воздуха в канале выполняется лабораторным автотрансформатором, также подключенным в блоку реле.

Управление лабораторным стендом в процессе выполнения эксперимента (регулирование расхода воздуха, перемещение термоанемометрического датчика) осуществляется с помощью виртуальной «Приборной панели» (рис. 2). Сюда же выводятся значения основных измеряемых величин.

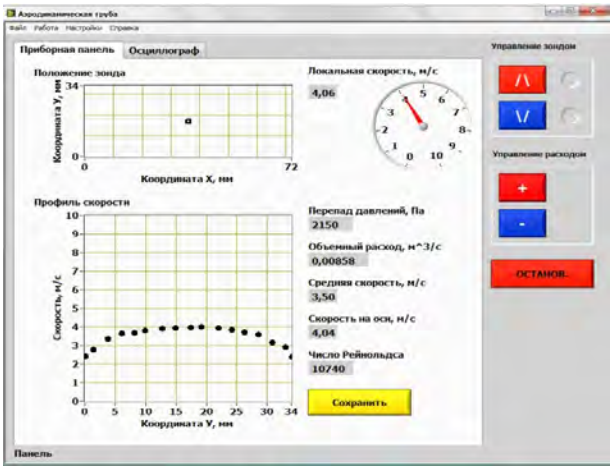


Рис. 2. Приборная панель

Внедренная система позволяет осуществлять управление стендом и получение данных в автоматическом режиме (в том числе и дистанционнно), значительно сократив время, необходимое на проведение эксперимента, и надежность получаемых данных. Наличие такой системы делает установку привлекательной для использования ее в учебном процессе.

Результаты, полученные при помощи такой автоматизированной системы, были использованы в курсовых проектах, бакалаврских работах и магистерских диссертациях, впоследствии успешно защищенных.

4. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В состав автоматизированной системы входят: шасси NI PXI-1050, контроллер NI PXI-8196,1 осциллограф NI PXI-5122, вольтметр NI PXI-4072, многофункциональный модуль NI PXI-6259, источник постоянного тока NI PXI-4110, блок реле NI PXI-2565. Программное обеспечение для проведения экспериментов и лабораторных работ было разработано в среде графического программирования LabVIEW 2012.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение подобных систем перспективно в научно-исследовательской и образовательной отраслях. Разработанная система успешно используется в НИУ МЭИ. Конфигурация установки предоставляет достаточно легкий способ ее модификации, что важно для дальнейшего развития решения будущих задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Валуева Е.В., Свиридов В.Г.** Введение в механику жидкости. — М.: Издательство МЭИ, 2001.

2. **Системы** автоматизации теплофизического эксперимента / Н.А. Виноградова, А.И. Карякин, Е.В. Свиридов и др.. — М.: Издательство МЭИ, 2007.

А.В. Трофимов, А.М. Поляков, Г.А. Абдухалилов
TrofimovAV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ

АННОТАЦИЯ

Представлен опыт организации изучения современных автоматизированных систем управления электротехническим оборудованием (АСУ ЭТО) электрических станций и подстанций, реализованных в соответствии со стандартом МЭК 61850. Рассмотрены принципы организации информационных моделей для описания электрических схем электроустановок и интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) на примере учебно-исследовательского полигона на кафедре «Электрические станции» Московского энергетического института. Приводится описание программно-технических средств, включающих инновационные разработки различных производителей, средств организации цифровых сетей, систем сбора и отображения информации.

ВВЕДЕНИЕ

Повсеместное использование в качестве систем контроля и управления (СКУ) оборудованием электростанций и подстанций автоматизированных систем управления (АСУ) на базе современных микропроцессорных средств существенно изменило подходы к их проектированию, внедрению и эксплуатации. Если при реализации СКУ на традиционных средствах рабочей документации проектной организации было достаточно для закупки аппаратуры, монтажа и наладки системы, а всю логику, реализованную на реле, можно было «потрогать руками», то при реализации алгоритмов на микропроцессорной технике существенная часть проекта уходит в область информационных технологий.

Основой АСУ электротехническим оборудованием (ЭТО) является программно-технический комплекс (ПТК), оборудование которого, в соответствии со сложившимися подходами, можно условно разделить на два уровня.

К верхнему уровню — уровню подстанции — относятся средства хранения и представления информации, средства локальной вычислительной сети (Ethernet), автоматизированные рабочие места (АРМ) (оперативного персонала, службы РЗА, инженера службы АСУ, обслуживающего и эксплуатационного персонала). К нижнему уровню относятся микропроцессорные интеллектуальные электронные устройства, которые непосредственно связаны с объектом управления. С их помощью обеспечивается сбор информации и выдача команд управления, необходимые для функционирования подсистем и реализации всех функций АСУ ЭТО. Обмен информацией между устройствами ПТК осуществляется по цифровым сетям. Для унификации цифрового обмена в системах автоматизации подстанций разработан стандарт МЭК 61850. На кафедре «Электрические станции» МЭИ обучение основам АСУ ЭТО ведется на полигоне, соответствующем этому стандарту.

Рис. 1. Техническое обеспечение полигона

1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МЭК 61850

Основной целью стандарта МЭК 61850 («Сети и системы связи на подстанциях») является обеспечение совместимости ИЭУ различных производителей. Для реализации этой цели были решены две основные задачи.

Разработана информационная модель, позволяющая описать первичное и вторичное оборудование подстанций и реализуемых им функций. Предполагается, что задачи, выполняемые АСУ ЭТО подстанции реализуются функциями, которые обмениваются данными с другими функциями. Функции выполняются в ИЭУ. Функции реализуются с помощью логических устройств, названия и данные которых стандартизованы.

В качестве единой цифровой сети выбрана Ethernet. В стандарте прописано несколько протоколов, по которым передаются данные, основные — MMS и GOOSE. MMS используется для передачи данных от ИЭУ на верхний уровень, а GOOSE используется для обмена данными между ИЭУ. Также в стандарте рассматривается понятие SV (sampled value) для передачи по сети в цифровом формате аналоговых значений от измерительных трансформаторов тока и напряжения.

2. ЯЗЫК ОПИСАНИЯ МОДЕЛЕЙ

Разработка проекта начинается с описания модели схемы электроустановки. На рис. 2 приведен фрагмент схемы учебного полигона, на котором кроме первичного оборудования обозначены имена ИЭУ, обеспечивающих управление и защиту присоединений, и направления цифрового обмена.

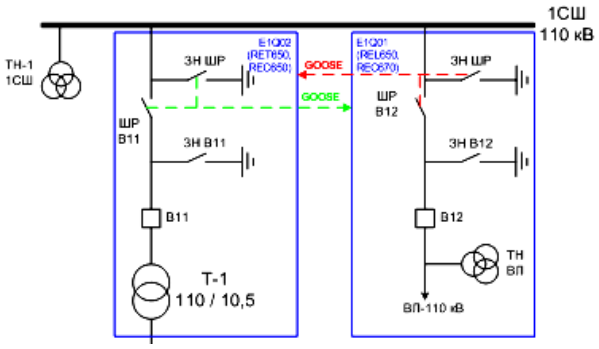


Рис. 2. Фрагмент схемы электроустановки

Для описания информационных моделей используется стандартизированный язык описания конфигурации ПС — Substation Configuration Language (SCL). Этот язык основывается на языке XML, получившем широкое распространение при моделировании данных. Основные виды файлов на языке SCL: *.SSD — содержит описание топологии подстанции (однолинейную схему) и требуемой функциональности АСУ ТП (логические узлы без привязки к конкретным ИЭУ); *.ICD — содержит описание функциональных возможностей ИЭУ (для каждого устройства — свой файл); *.SCD — описывает подстанцию целиком, включая топологию, ИЭУ, функциональность и связи; *.CID — содержит описание функционала ИЭУ в конкретном проекте, включая привязку к сетевым адресам и информационный обмен между устройствами (для каждого устройства — свой файл).

Ниже приведен фрагмент SCD-файла в виде XML-текста, в котором описано, что управление шинным разъединителем QB1 (ШР В12) и заземлителями QC1 (ЗН ШР) и QC2 (ЗН В12) ведется с помощью логических узлов управления коммутационными аппаратами CSWI (lnClass) с номерами 2, 3, 4 (lnInst) соответственно, расположенными в ИЭУ управления AA1E1Q01A1 (iedName).

```
<ConductingEquipment name="QB1" desc="ШР В12"
type="DIS" sxy:x="6" sxy:y="4" sxy:dir="vertical">
<LNode iedName="AA1E1Q01A1" ldInst="LD0" prefix="S"
lnClass="CSWI" lnInst="2"/> </ConductingEquipment>
<ConductingEquipment name="QC1" desc="ЗН ШР"
type="DIS" sxy:x="8" sxy:y="4" sxy:dir="vertical">
<LNode iedName="AA1E1Q01A1" ldInst="LD0" prefix="S"
lnClass="CSWI" lnInst="3"/> </ConductingEquipment>
<ConductingEquipment name="QC2" desc="ЗН В12"
type="DIS" sxy:x="11" sxy:y="4" sxy:dir="vertical">
<LNode iedName="AA1E1Q01A1" ldInst="LD0" prefix="S"
lnClass="CSWI" lnInst="4"/> </ConductingEquipment>
```

Приведенный пример иллюстрирует необходимость тесной взаимосвязи специальных знаний в области электроэнергетики и знаний в области информационных технологий.

3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИИ В АСУ ЭТО

Фактически сегодня информационные технологии стали основой автоматизированных систем управления технологическими процессами. Вошел в моду термин «цифровая» подстанция. Соответственно без изучения ИТ невозможно ни проектирование, ни эксплуатация современных электроустановок. С другой стороны, организовать это обучение невозможно без реального оборудования, которое представлено на учебном полигоне для различных видов присоединений. Для понимания функционирования полигона необходимо применение информационных технологий и соответствующего программного обеспечения. Основные разделы:

- построение информационных моделей;
- организация и анализ работы цифровых сетей;
- разработка пользовательского интерфейса;
- языки технологического программирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-исследовательский полигон АСУ ЭТО кафедры «Электрические станции» МЭИ представляет собой современную, высокотехнологичную установку, которая позволит значительно улучшить подготовку специалистов электроэнергетиков в области автоматизации электрических станций и подстанций.

Техническое обеспечение полигона является лишь необходимой основой для проведения обучения, а для эффективного обучения дополнительно необходимо методическое, программное и информационное обеспечение, разработка которого является отдельной сложной научно-технической задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гусев Ю.П., Поляков А.М., Трофимов А.В.** Учебно-исследовательский полигон АСУ электроустановок // Энергоэксперт. 2011. № 3. С.54—58.

2. **Drew Baigent Mark Adamiak Ralph Mackiewicz.** Протокол МЭК 61850. Коммуникационные сети и системы подстанций. Общий обзор для пользователей. URL: http://pm.geindustrial.com/faq/documents/general/IEC61850.pdf.

С.Д. Федорович, П.П. Щербаков, С.П. Щербаков, А.Г. Агеев
FedorovichSD@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА»

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению технической реализации удаленного доступа к лабораторным установкам. Анализируются основные компоненты дистанционного лабораторного комплекса кафедры ОФиЯС Национального исследовательского университета «МЭИ». Работа дистанционного комплекса рассматривается на примере лабораторной работы «Проверка температурной шкалы Кельвина (Газовый термометр постоянного объема)».

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение программы развития НИУ «МЭИ» позволило в период 2010—2013 г. включить в учебный процесс кафедры ОФиЯС систему дистанционного управления экспериментом (СДУЭ), которая обеспечивает возможность доступа студентов к лабораторным ресурсам НИУ «МЭИ» через интернет в многопользовательском режиме реального времени. СДУЭ позволяет получать базы экспериментального материала по теплофизическим свойствам веществ на стендах автоматизированной учебно-научной лаборатории. Студенты имеют возможность подготовиться к работе, используя её компьютерную модель, ответить на контрольные вопросы и получить доступ к выполнению эксперимента в реальном масштабе времени на реальном физическом объекте.

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОМ

Автоматизированный дистанционный лабораторный комплекс предназначен для обеспечения доступа студентов к изучению и выполнению лабораторных работ по разделу «Молекулярная физика и термодинамика». В состав комплекса входят три лабораторные работы:

1) Лабораторная установка «Определение теплопроводности воздуха методом нагретой нити».

2) Лабораторная установка «Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом протока».

3) Проверка температурной шкалы Кельвина (Газовый термометр постоянного объема).

Кроме перечисленных лабораторных работ установка может быть использована при изучении отдельных тем курсов, связанных с автоматизацией теплотехнических измерений, управлением экспериментом и промышленной автоматикой.

Система дистанционного управления экспериментом (СДУЭ) обеспечивает:

1) изучение теории, применяемой методики экспериментального определения физических величин и выполнение работы на виртуальной модели лабораторной работы;

2) изучение порядка работы на реальной установке с дистанционным доступом;

3) допуск к работе по контрольным вопросам;

4) выполнение работы и регистрацию измеренных величин;

5) обработку экспериментальных данных.

СДУЭ соответствует разработанной в НИУ «МЭИ» концепции автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа [1]. Лабораторные работы выполняются многими учащимися практически одновременно с применением одного экземпляра оборудования. Результаты экспериментов передаются на компьютеры, с которых приходят задания. На компьютерах учащихся размещаются программно-методические средства подготовки заданий, обработки экспериментальных данных, имитационного моделирования, подготовки отчетов, теории изучаемых объектов, проверки знаний.

Автоматизированный дистанционный лабораторный комплекс выполнен в соответствии с международными стандартами, применяемыми в промышленной автоматике. Комплекс содержит основные компоненты структуры дистанционной лаборатории [2]: главный сервер, дистанционную учебную лабораторию, компьютерный класс кафедры ОФиЯС, специализированное программное обеспечение.

В состав программного обеспечения входят: программа сбора данных и управления приборами лабораторных установок, интегрированная в LMS Moodle; программа для администрирования работы удаленных пользователей; программа учета и оценки выполненных лабораторных работ.

Сервер построен на базе ОС Windows с дополнительным пакетом программ для Web приложений (Apache, MySQL, PHP, LMS Moodle). Взаимодействие с установками через веб-интерфейс выполняется при помощи средств платформы LabView.

Дистанционная лаборатория имеет следующие системные требования для ПК пользователей:

- Процессор Intel/AMD с частотой 1GHz или выше;
- Оперативная память 512Мб или больше;
- Наличие мыши или иного указывающего устройства;

- Разрешение экрана не ниже 1024x768;
- ОС Windows XP или выше;
- Браузер MSIE 8 или выше;
- ActiveX-компонент библиотеки LabView (http://joule.ni.com/nidu/cds/view/p/id/2088/lang/en; файл LVRTE2010min.exe).

2. АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СДУЭ

В качестве примера конструкции и работы автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа рассмотрим лабораторную установку «Проверка температурной шкалы Кельвина (Газовый термометр постоянного объема)». Эта лабораторная установка, внешний вид которой представлен на рис. 1, состоит из обогреваемой герметичной цилиндрической емкости 1 с воздухом. Емкость изготовлена из медной трубы. Материал и размеры емкости позволяют обеспечить необходимое термостатирование воздуха, находящегося в ее объеме. Нагревание емкости производится электрическим нагревателем, намотанным на цилиндрическую поверхность емкости 1. Регулирование мощности нагревателя производится двумя способами: диммером 2 (ручной режим управления) и автоматическим регулятором, управляемым с компьютера (дистанционный режим управления). Внутри емкости находится ХК термопара t_1 ^oC, соединенная с первым каналом измерителя температуры 3 (красный дисплей). Вторая ХК термопара t_2 ^oC, находящаяся на внешней поверхности медного цилиндра, соединена со вторым каналом измерителя температуры 3 (зеленый дисплей). Давление воздуха в емкости измеряется электрическим датчиком давления. Для тарировки (проверки) датчик давления соединяют с водяным U-манометром 4, у которого одно колено соединено с атмосферой. После тарировки U-манометр необходимо отсоединить от электрического датчика давления. Поставка прибора производится с тарированным электрическим датчиком давления и отсоединённым от емкости U-манометром. Предусмотрено соединение ёмкости с атмосферой с помощью заглушки 5. Электрический датчик давления питается от стабилизированного блока питания. Показания датчика давления в кПа отображаются на красном ЖК индикаторе измерителя давления 6. Зеленая шкала ЖК индикатора служит для установки требуемого давления в автоматическом режиме управления нагревателем.

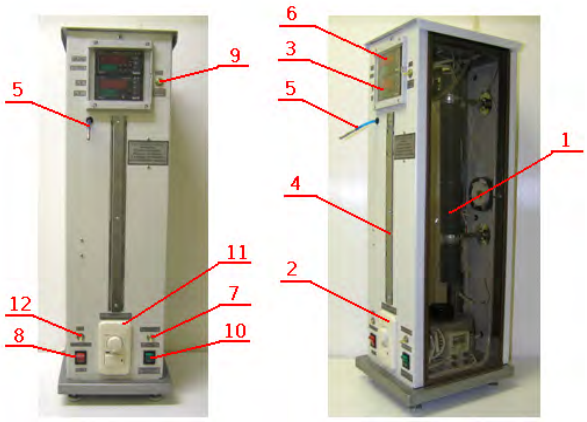


Рис. 1. Внешний вид лабораторной установки «Газовый термометр постоянного объема»

3. РАБОТА С САЙТОМ ДИСТАНЦИОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

На главной странице сайта дистанционной лаборатории (рис. 2) отображается список доступных курсов. Значок «открытая дверь» под названием курса означает, что на этот курс запись свободная и студент может записаться на курс самостоятельно. В ином случае запись на курс производится другим способом, например, аккаунт студента создается вручную преподавателем.

В данной дистанционной лаборатории разрешена свободная запись на курсы, поэтому студенты могут сделать это самостоятельно, выбирая название курса на главной странице сайта. После нажатия кнопки «Записаться на курс» на главной странице сайта будет отображаться только тот курс, на который записан студент. Чтобы записаться на остальные курсы, необходимо нажать кнопку «Все курсы» на главной странице сайта и выбрать другой курс.

На странице курса (рис. 3) отображается список лабораторных работ, и в каждой лабораторной работе — список элементов. Некоторые элементы могут отображаться в затененном виде — это значит, что доступ к элементу временно закрыт, и он откроется после выполнения одного или нескольких условий, которые пишутся под названием закрытого элемента.

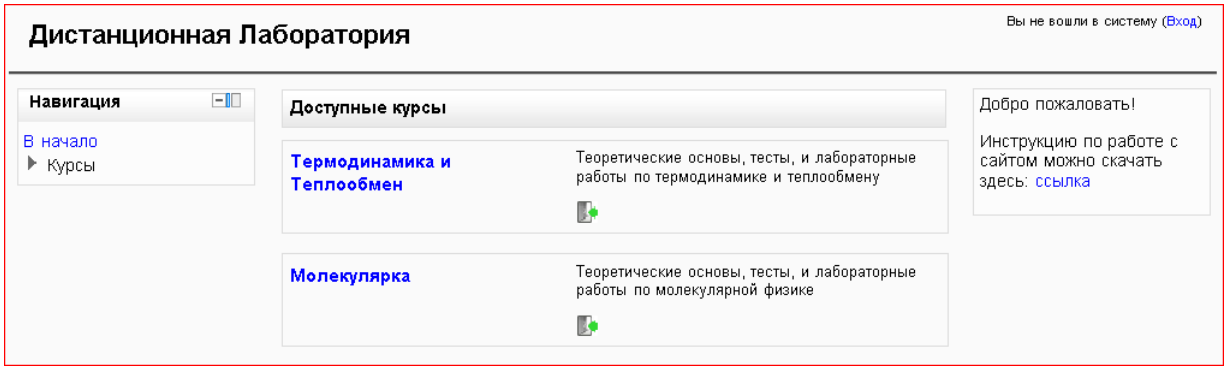


Рис.2. Внешний вид главной страницы сайта дистанционной лаборатории

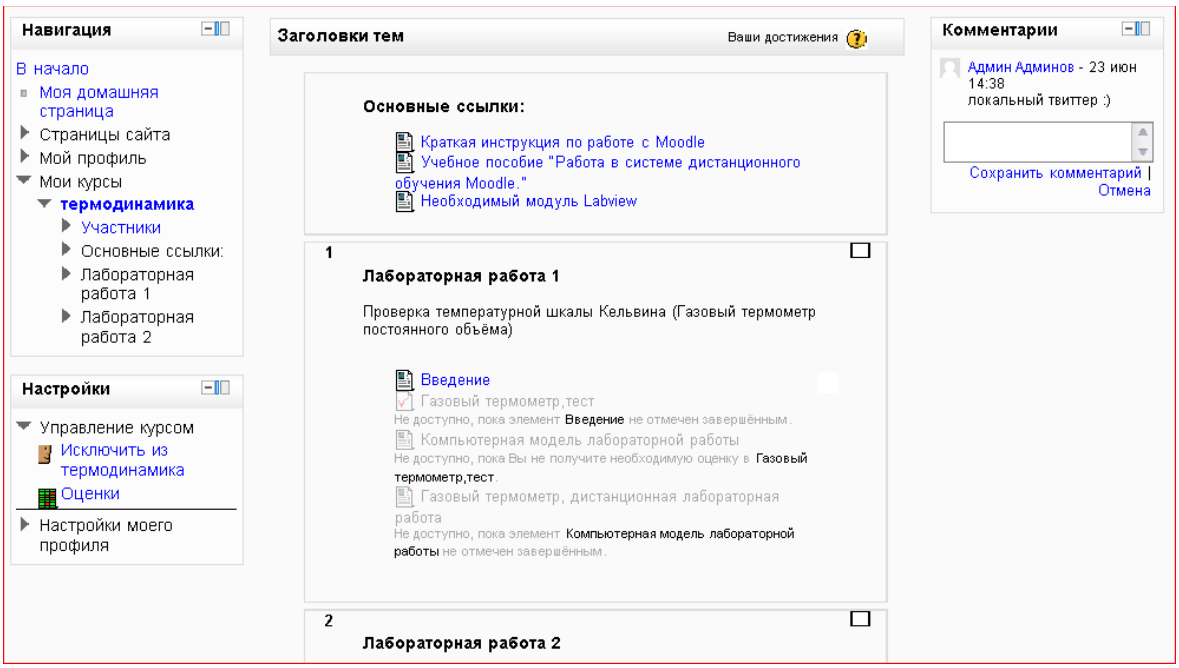


Рис. 3. Внешний вид страницы курса

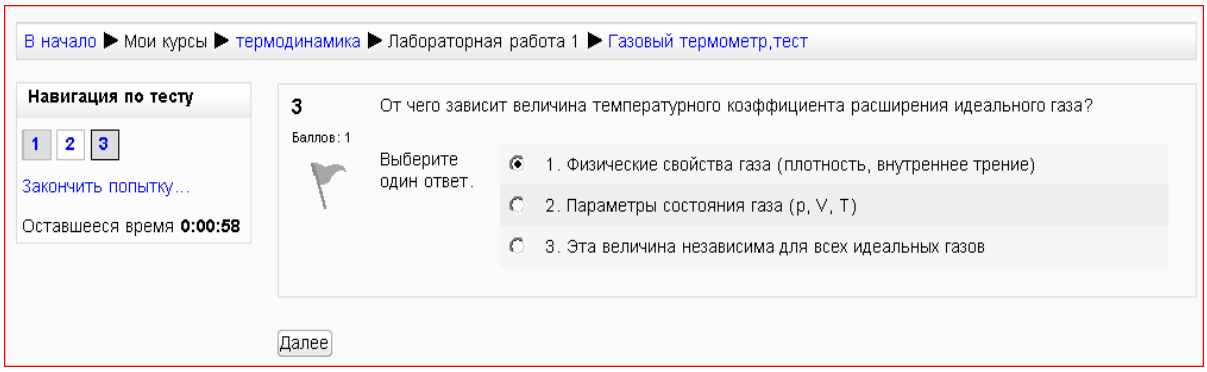


Рис. 4. Внешний вид блока «Навигация по тексту»

К примеру, на рис. 3 есть закрытый элемент «Газовый термометр, тест». Чтобы получить к нему доступ, необходимо прочитать страницу «Введение», а чтобы получить доступ к элементу «Компьютерная модель лабораторной работы», необходимо получить 3 балла в элементе «Газовый термометр, тест» (правильно ответить на все 3 вопроса теста).

В меню «Навигация» расположены ссылки, повторяющие внешний вид курса, в «свернутом» виде для более удобной навигации по сайту. В меню «Настройки» можно отредактировать профиль, например, добавив или изменив какую-то информацию о себе. Также есть возможность просмотреть свои оценки за прохождение тестов и самостоятельно исключиться из текущего курса.

На основных страницах курсов и на страницах с лабораторными работами есть блок «Комментарии», в котором можно в реальном времени общаться с другими студентами или преподавателями курса.

Для сбора студентом необходимой информации при подготовке к работе предусмотрен блок «Моя домашняя страница», который допускает редактирование нажатием кнопки «Настроить эту страницу».

Для выполнения лабораторной работы студенту необходимо зайти на страницу «Введение» выбранной лабораторной работы (рис. 3), скачать и изучить ее описание. После прочтения страницы «Введение» открывается доступ к тесту, пройдя который студент получает доступ к компьютерной версии лабораторной работы. На прохождение теста дается 10 попыток, ограничение по времени — 2 минуты, необходимо ответить правильно на все три вопроса.

В блоке «Навигация по тесту» (рис. 4) можно выбрать следующий вопрос, если студент хочет подумать над текущим вопросом позже. Нажатие на значок «флаг» пометит текущий вопрос в блоке навигации. После ответа на все вопросы необходимо нажать на кнопку «Закончить попытку», и на страницу будет выведен результат выполнения теста.

Выполнение виртуальной лабораторной работы на компьютере позволяет натренироваться в работе с установкой. Виртуальная работа запускается файлом

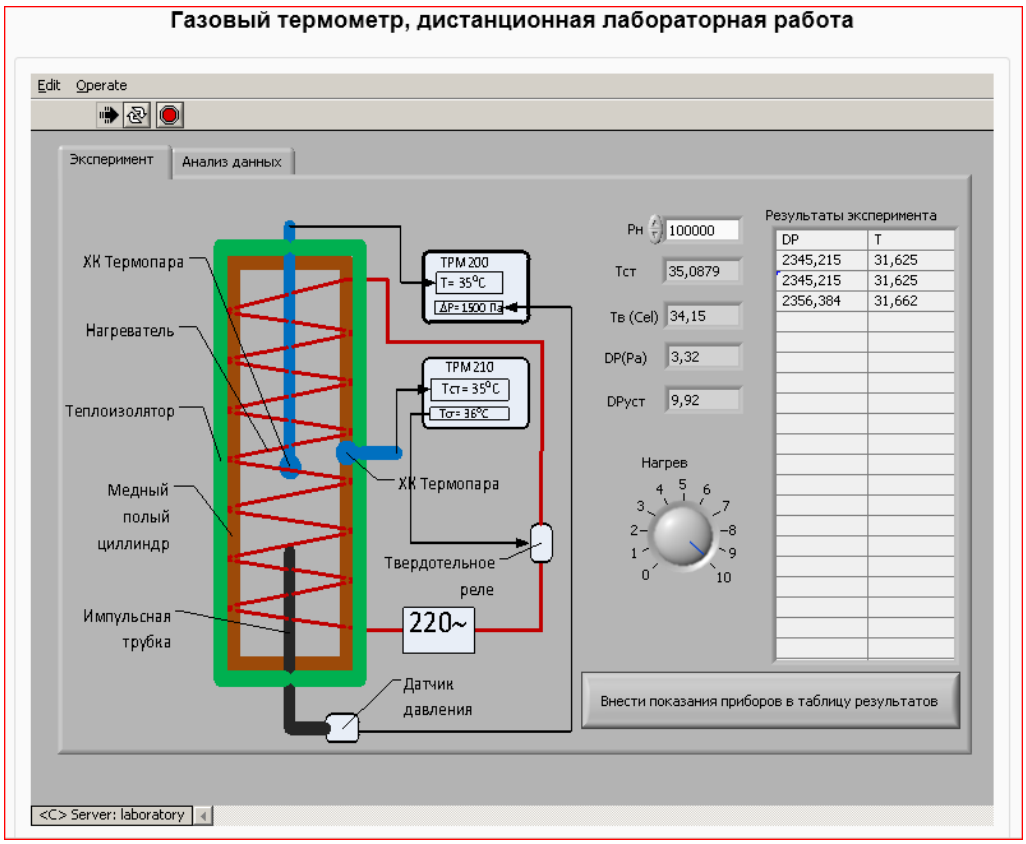


Рис. 5. Панель управления лабораторной установкой

Launcher.exe. Вид виртуальной панели управления лабораторной установкой представлен на рис. 5. Для дистанционного управления лабораторной установкой необходимо нажать на ссылку с названием лабораторной работы и подписью «дистанционная лабораторная работа» на странице курса, и на экран будет выведена панель управления установкой (рис. 5). Изменение параметров эксперимента производится поворотом ручки и/или нажатием на стрелки рядом с названием параметра.

После проведения измерений управление установкой передается другому студенту. Запись измеренных данных в таблицу производится кнопкой «Внести показания приборов в таблицу результатов». На вкладке панели «Анализ данных» выводится график искомой экспериментальной зависимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенностью дистанционного обучения в инженерном образовании является необходимость применения автоматизированных лабораторных практикумов удаленного доступа к реальному оборудованию по компьютерным сетям. Рассмотренный в докладе автоматизированный дистанционный лабораторный комплекс «Молекулярная физика и термодинамика» представляет собой логическое продолжение развития лабораторного комплекса по курсу общей физики кафедры ОФиЯС НИУ «МЭИ», содержащий около шестидесяти лабораторных работ на реальных установках, две трети из которых дополнены соответствующей компьютерной моделью. Технология преподавания курса общей физики с использованием электронного учебно-методического комплекса в учебной лаборатории была отмечена дипломом Всероссийского выставочного центра (ВДНХ) в 2011 году.

Удаленный доступ студентов к эксперименту позволяет не только изучить физические процессы, но познакомится с технологией дистанционного управления установками.

Автоматизированный дистанционный лабораторный комплекс «Молекулярная физика и термодинамика» будет использован в 2014 году для проведения лабораторных работ со студентами ИТАЭ (профиль подготовки «Термоядерные реакторы и плазменные установки») и ИЭТ (профиль подготовки «Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Информатизация** образования: направления, средства, технологии / Под общ. ред. С.И. Маслова. — М.: Издательство МЭИ, 2004.

2. **Информатизация** инженерного образования: электронные образовательные ресурсы. Выпуск 5 / сост.: Т.И. Болдырева, А.И. Евсеев, Б.Р. Липай и др.; под общей ред. С.И. Маслова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

Б.Н. Фешин, К.М.Тохметова
bfeshin@mail.ru, Kuralay_toxmetova@mail.ru
Карагандинский государственный технический университет, Караганда

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА «ТРИПОД»

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается роботизированный комплекс ТРИПОД. Комплекс является технологическим объектом подготовки промпродукта «Жевательная резинка» к продаже. Процесс подготовки включает операции укладывания продукта в мини-контейнеры, перекладки изделия на конвейеры, транспортировки, наклейки этикеток, складирования и учета продукции на различных стадиях. На сегодняшний день все операции по управлению элементами роботизированного комплекса осуществляются в режиме ручного управления. В составе комплекса есть полный комплект оборудования для создания иерархической системы управления технологическими элементами всего комплекса. Рассматриваются требования к автоматизации ленточных конвейеров (ЛК) ТРИПОД. Предлагается блок-схема алгоритма работы автоматизированной системы управления ЛК ТРИПОД.

ВВЕДЕНИЕ

Роботизированный комплекс «ТРИПОД» предназначен для управления в ручном режиме процессом предтоварного оформления (конвертации и наклейки этикеток) продукта «Жевательная резинка». Комплекс разработан фирмой FESTO. Существуют техническая документация в виде описания системы CMXR-C2 и руководство по программированию FTL CMXR-C2. Эти документы представлены на 6 языках: немецком, английском, французском, итальянском, испанском, словацком.

В состав роботизированного комплекса входят многокоординатный контроллер FESTO CMXR-C2, пульт ручного управления, электрические и пневматические ротационные приводы, 2 конвейера, манипуляторы с захватывающими устройствами [1].

В настоящее время операции по управлению элементами роботизированного комплекса осуществляются в режиме ручного управления. Предполагается, что управление конвейерами роботизированного комплекса «ТРИПОД» будет осуществляться с помощью контроллера CMXR-C2 фирмы FESTO. CMXR-C2 представляет собой модульную систему управления, которая состоит из центрального блока CMXR-C2 с различными интерфейсами связи, модулей входов/выходов и пульта ручного управления.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА

Специализированный язык программирования, контроллера FESTO CMRX-C2 называется FTL (FESTO Teach Language) и предназначается для программирования робототехники и систем перемещения. FTL не требует знаний языков высокого уровня. Основой для FTL-команд являются слова и словосочетания английского языка.

Контроллер CMRX-C2 имеет 2 режима работы:

– ручной режим со сниженной скоростью;

– автоматический режим.

Ручной режим работы служит для установки кинематических механизмов и ввода в эксплуатацию программ. Команды при этом выполняются с пульта ручного управления, а скорость перемещения механизмов ограничивается. В автоматическом режиме работы комплекса перемещения кинематики могут выполняться на номинальных скоростях.

Операции, требуемые для работы комплекса (в том числе корректировки FTL-программ), могут выполняться путем инициализации мобильного пульта ручного управления CDSA. Связь CDSA с контроллером CMXR осуществляется по сети Ethernet.

Для управления контроллером CMXR-C2 может применяться и встроенный контроллер CoDeSys. Это возможно через пути доступа дискретных входов/выходов, PROFIBUSDP, Ethernet TCP/IP или CAN с помощью модулей CoDeSys [2].

2. ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА

Перед кафедрой АПП КарГТУ поставлена конструкторская задача — разработать систему автоматического и автоматизированного управления конвейерами, установленными в технологическом роботизированном комплексе ТРИПОД.

С учетом информации, изложенной выше, а также исходя из анализа принципов автоматизации промышленных конвейерных установок [3], далее осуществляется разработка требований к автоматизации конвейерных линий комплекса ТРИПОД.

Под автоматизированной конвейерной линией понимается такая линия, конвейеры которой объединены общей системой управления, обеспечивающей соблюдение необходимых блокировок и защит, а также автоматическую реализацию законов пуска, остановки и дозапуска конвейерной линии.

В комплексе объектом автоматизации являются два последовательно расположенных ленточных конвейера. На входной конвейер манипулятор устанавливает контейнеры с промпродуктом (жевательной резинкой). С выходного конвейера контейнеры перемещаются на наклонную площадку. Контейнеры скатываются с наклонной плоскости и захватываются захватом манипулятора с целью перемещения на следующую площадку для упаковки и наклейки этикеток, затем осуществляется складирование готовой продукции.

3. ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА

Система автоматизированного управления (САУ) ленточными конвейерами (ЛК) должна:

– вести постоянный контроль над технологическим процессом, состоянием технологического оборудования;

– вести постоянный контроль за состоянием приводов, несущей поверхности и контейнеров на ЛК;

– обеспечить возможность управления процессами пуска и остановки конвейеров с помощью средств полевой автоматики;

– обрабатывать показания аналоговых и дискретных датчиков и вести мониторинг состояния приводов конвейеров;

– производить диагностику и сигнализацию нарушений и аварийных ситуаций ЛК с их протоколированием;

– обеспечить возможность дистанционного управления электроприводами ЛК, а также ведение истории их состояния;

– формировать задающие воздействия САР скорости электроприводов ЛК;

– производить расчет и прогноз сводных технологических и технико-экономических параметров ЛК и оперативный контроль над ними в часовом, сменном и месячном разрезах;

– обеспечить связь САУ ЛК с существующей управляющей ПЭВМ;

– производить хранение и представление значений измеренных и расчетных величин.

Требования к автоматизации привода ЛК ТРИПОД во многом определяются для САУ и САР заданными характеристиками:

– установленными мощностями приводов;

– перегрузочной способностью;

– динамическими качествами;

– возможной точностью регулирования;

– возможными уровнями автоматизации;

– алгоритмом работы комплекса ТРИПОД при условии обеспечения плавности пуска и торможения с надежным ограничением ускорения и рывка, а также максимального момента на валах двигателей и их производных.

Прецезионный характер технологического процесса комплекса ТРИПОД предполагает регулирование скорости и позиционирования в крайних положениях первого и второго конвейеров, а также в любой момент времени по команде оператора или системы оперативно-диспетчерского управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Решение задачи автоматизации конвейеров технологического комплекса «ТРИПОД» осуществляется в рамках международной программы дистанционного обучения «СИНЕРГИЯ» с целью подготовки исследовательского лабораторного оборудования и отработки технологии дистанционного обучения.

2. Для магистрантов специальности «Автоматизация и управление» (в КарГТУ, г. Караганда) и «Управление в технических системах» (в МЭИ-FESTO, г. Москва) в 2012/2013 и 2013/2014 учебных годах кафедрой автоматизации производственных процессов Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ) в режиме дистанционного обучения были прочитаны курсы лекций: «Основы проектирования производственных автоматизированных комплексов (АТК) (регулируемых по скорости конвейерных линий)», «Системы управления и контроля режимов работы АТК» и «Системы оперативно-диспетчерского управления АТК». Решение задачи автоматизации конвейеров технологического комплекса «ТРИПОД» позволит применить теоретические знания, формализованные в лекционных курсах, получить опыт разработки и внедрения информационных технологий и ресурсов в инженерное образование, а также их применения в учебном процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **571687** GDCP—CMXR-C2-SY-DE. Руководство по микропроцессорному оборудованию комплекса ТРИПОД.

2. **571699** GDCP—CMXR-C2-CS-DE. Руководство по программированию на базе контроллера CodeSys.

3. **Практикум** по автоматизации технологических процессов и производств. Ч. 2: Учеб. пособие / И.В. Брейдо, Г.А. Эм, Е.В.Андреев и др. — Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009. — 100 с.

Г.В. Шведов, Е.С. Василенко
shvedovgv@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

АННОТАЦИЯ

Описана виртуальная лабораторная работа по расчету и анализу установившихся режимов радиальной электропередачи напряжением 110—220 кВ, предназначенная для формирования профессиональных компетенций у студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника.

ВВЕДЕНИЕ

Выпускник-бакалавр по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника должен обладать определенными профессиональными компетенциями (ПК), в состав которых включены [1]:

– способность рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов (ПК-15);

– способность рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов (ПК-16).

Согласно [1], в результате изучения дисциплин базовой части профессионального цикла обучающийся в том числе должен владеть методами расчета и анализа параметров и режимов работы электроэнергетических сетей и систем.

Формирование данных компетенций и результатов обучения осуществляется при изучении студентом одной из базовых дисциплин направления 140400 Электроэнергетика и электротехника — Электроэнергетические системы и сети.

Для обеспечения заявленных [1] требований, обязательных для выполнения вузами, была разработана виртуальная лабораторная работа «Исследование установившихся режимов двухцепной воздушной линии с одним источником питания», которая реализована в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 на языке объектно-ориентированного программирования C# (Си-Шарп).

Применение в учебном процессе виртуальных лабораторных работ позволяет учесть европейские тенденции по усилению прикладной направленности подготовки бакалавров, которая обеспечивается большой долей лабораторных и практических занятий, и по оптимизации процесса обучения за счет рационального перераспределения времени между аудиторными и внеаудиторными занятиями, реализуемого увеличением доли контролируемой самостоятельной работы студентов [2, 3].

Однако необходимо осознавать, что виртуализация лабораторных работ не должна приводить к полному отказу от «традиционных» лабораторных работ на физических моделях, а должна их гармонично дополнять. В противном случае формирование одних результатов обучения будет происходить в ущерб другим, таким как постановка и проведение эксперимента, сборка электрических схем и т.п.

1. ОПИСАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Целью настоящей лабораторной работы является расчет и анализ параметров установившихся режимов электропередачи при различных способах задания нагрузки.

В лабораторной работе исследуются установившиеся режимы радиальной электропередачи, состоящей из двухцепной воздушной линии (ВЛ) напряжением 110—220 кВ с одним источником питания (ИП), понижающей подстанции (ПС) и нагрузки на шинах 10 кВ (рис. 1).

Рис. 1. Схема моделируемой электропередачи

В качестве характерных режимов в данной лабораторной работе рассматриваются следующие установившиеся режимы:

– нормальный режим;

– послеаварийный режим;

– холостой ход (отключение трансформаторов);

– холостой ход (отключение нагрузки).

Для расчета установившихся режимов электропередачи в работе реализован итерационный метод расчета в *два этапа*, который студенты изучают в теоретической части дисциплины [4] и закрепляют на практических занятиях [5] и при выполнении индивидуального расчетного задания. В качестве первого приближения (нулевой итерации) принимается равенство напряжений в узлах сети номинальному.

Все элементы электропередачи представляются соответствующими схемами замещения: воздушная линия (ВЛ) 110—220 кВ — П-образной схемой за-

мещения, двухобмоточный трансформатор — Г-образной схемой замещения; источник питания — шинами бесконечной мощности.

Нагрузка моделируется тремя способами:

– постоянным отбором мощности:

$$S_н = P_н + jQ_н = \text{const};$$

– постоянным сопротивлением:

$$Z_н = R_н + jX_н = \text{const};$$

– в виде статических характеристик нагрузки (СХН) по напряжению:

$$\underset{*}{P_н} = f(U_н) = a_0 + a_1 \underset{*}{U_н} + a_2 \underset{*}{U_н^2};$$

$$\underset{*}{Q_н} = f(U_н) = b_0 + b_1 \underset{*}{U_н} + b_2 \underset{*}{U_н^2}.$$

В представленной виртуальной лабораторной работе имеется своя база данных каталожных параметров по маркам проводов ВЛ и трансформаторов. Для класса напряжения 110 кВ доступны для выбора следующие марки проводов ВЛ:

– АС 70/11;

– АС 95/16;

– АС 120/19;

– АС 150/24;

– АС 185/29;

– АС 240/32

и марки трансформаторов:

– ТДН-10000/110;

– ТДН-16000/110;

– ТРДН-25000/110;

– ТРДН-40000/110;

– ТРДЦН-63000/110;

– ТРДЦН-80000/110.

Для класса напряжения 220 кВ — марки проводов ВЛ:

– АС 240/32;

– АС 300/39;

– АС 400/51

и марки трансформаторов:

– ТРДН-40000/220;

– ТРДЦН-63000/220;

– ТРДЦН-100000/220;

– ТРДЦН-160000/220.

Необходимо отметить, что схема моделируемой электропередачи идентична схеме, используемой в действующей лабораторной работе, проводимой на

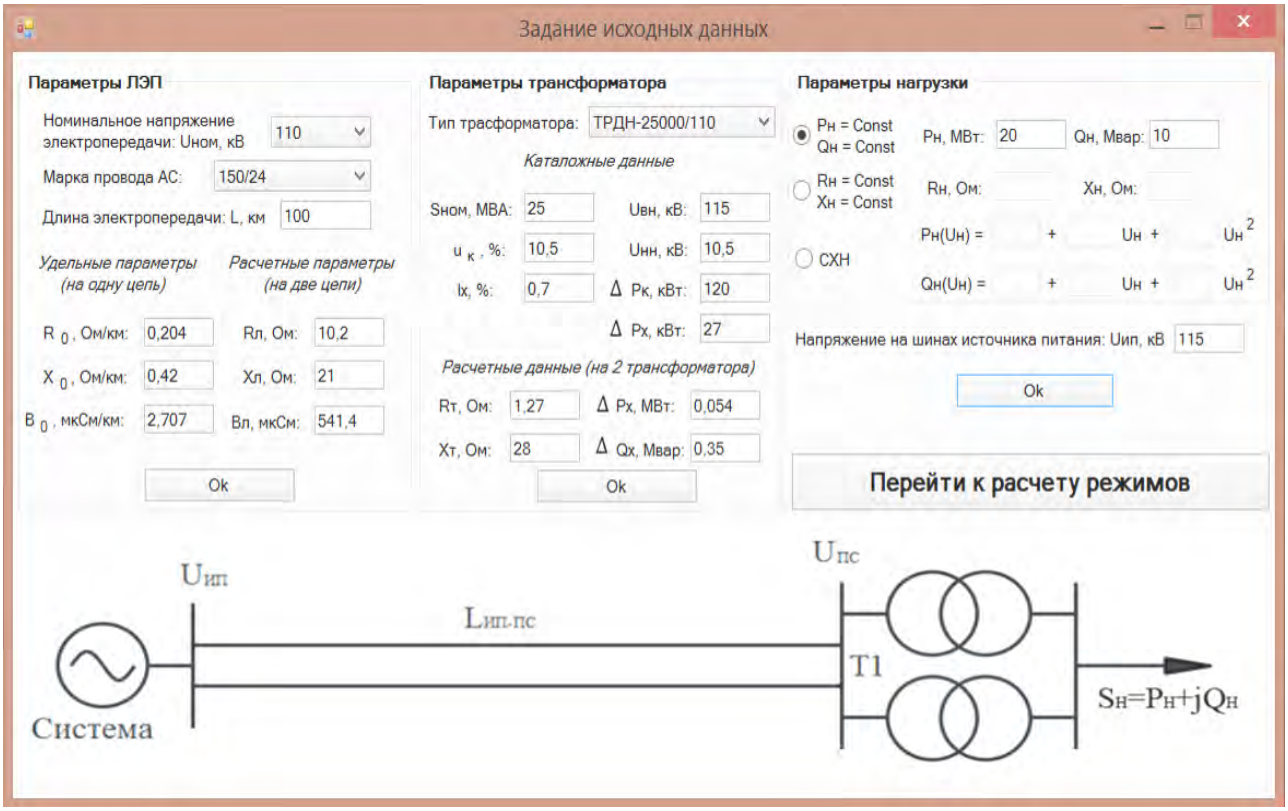


Рис. 2. Окно задания исходных данных для исследуемой электропередачи

физической модели. Основное отличие заключается в моделировании нагрузки различными способами. На физической модели достаточно хорошо нагрузка замещается постоянным сопротивлением, что не приемлемо для расчета установившихся режимов. Кроме того, в виртуальной работе существенно расширяется вариативность исходных данных по параметрам ЛЭП (длина ВЛ и марка провода), трансформаторов и нагрузки.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

При запуске лабораторной работы необходимо ввести данные пользователя (группа и Ф.И.О. студента), которые необходимы для создания отчета с результатами работы. После ввода информации о пользователе появляется окно задания исходных данных, в котором необходимо ввести исходные данные (рис. 2).

В параметрах ВЛ задаются номинальное напряжение электропередачи (110—220 кВ), марка провода АС и длина ВЛ. В левой нижней части блока «Параметры ЛЭП» для заданного номинального напряжения и марки провода выводятся справочные данные (удельные параметры) провода ЛЭП. В правой части этого же блока пользователю предлагается ввести расчетные параметры ВЛ.

В блоке «Параметры трансформатора» из раскрывающегося списка «Тип трансформатора» выбирается тип трансформатора в соответствии с выбранным номинальным напряжением электропередачи. После выбора типа трансформатора в средней части блока «Параметры трансформатора» заполняются поля «Каталожные данные», соответствующие выбранному типу трансформатора. В нижней части блока пользователю предлагается ввести расчетные данные выбранного трансформатора (сопротивление и потери холостого хода (расчетные данные вводятся на два трансформатора)).

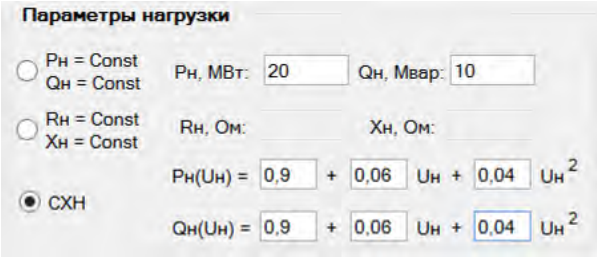


Рис. 3. Задание нагрузки в виде СХН

После выбора типа представления нагрузки станут доступными соответствующие поля для ввода параметров нагрузки. В случае задания нагрузки в виде СХН, задаются коэффициенты a_0, a_1, a_2 и b_0, b_1, b_2, а также значения $P_н$ и $Q_н$ в именованных единицах (рис. 3).

Если все необходимые расчетные данные, введенные пользователем, определены верно (допускается погрешность расчета не более 5 %), то при нажатии на кнопки «Ok» появится соответствующее сообщение и станет доступной кнопка «Перейти к расчету режимов». В противном случае будет выдано сообщение о неверном вводе расчетных параметров ЛЭП или трансформаторов.

После нажатия кнопки «Перейти к расчету режимов» станет доступным окно «Расчет характерных режимов» (рис. 4), в верхней части которого представлена схема замещения исследуемой электропередачи.

Для получения данных о параметрах выбранного (в верхней правой части окна) режима исследуемой электропередачи (напряжения в узлах и потоки мощности в ветвях схемы замещения) необходимо произвести его расчет (кнопка «Расчет режима») и выбрать требуемый узел на схеме замещения сети (таких узлов на схеме — шесть). В нижней части окна отобразятся параметры режима для соответствующего узла и число итераций, за которое сошелся итерационный процесс расчета режима. Для сравнения параметров различных режимов необходимо требуемые режимы заранее рассчитать.

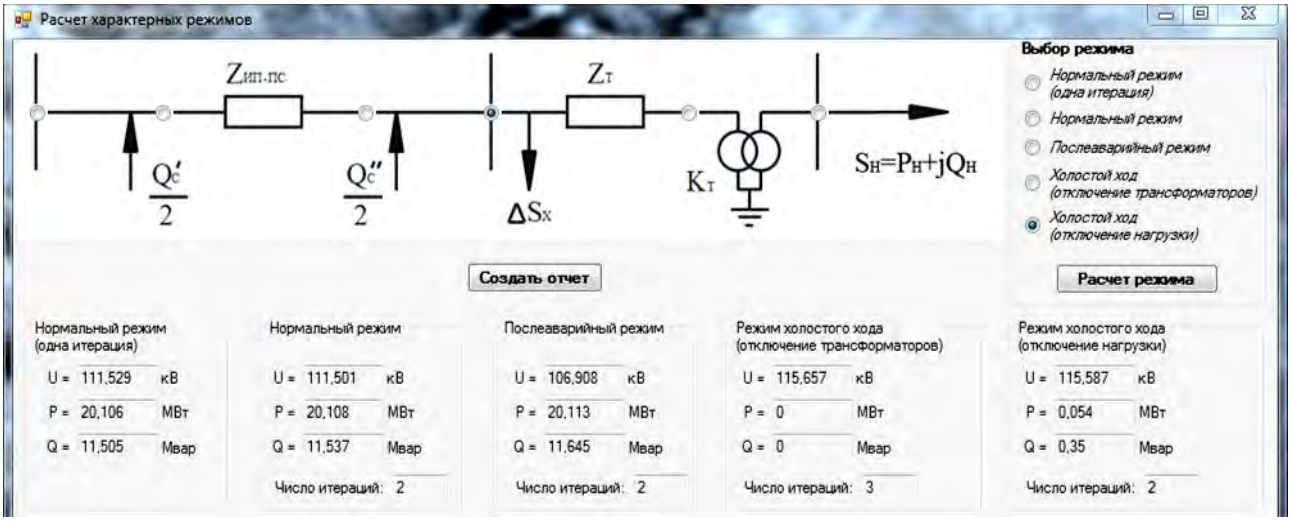


Рис. 4. Окно расчета характерных режимов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1
По дисциплине Электроэнергетические системы и сети

Исследование установившихся режимов двухцепной воздушной линии с одним источником питания

ОТЧЁТ
Выполнил студент группы Э-8-07
Василенко Евгений Сергеевич.

Тип представления нагрузки:
Постоянный отбор мощности

Нормальный режим (одна итерация)

Узел	U, кВ	P, МВт	Q, Мвар
1	115,000	20,504	5,469
2	115,000	20,504	9,049
3	111,529	20,106	8,230
4	111,529	20,106	11,505
5	108,505	20,000	10,000
6	9,874	20,000	10,000

.....

Холостой ход (отключение нагрузки)

Узел	U, кВ	P, МВт	Q, Мвар
1	115,000	0,062	- 6,826
2	115,000	0,062	- 3,246
3	115,587	0,054	- 3,263
4	115,587	0,054	0,350
5	115,587	0	0
6	10,518	0	0

Рис. 5. Фрагмент отчета по лабораторной работе

Для нормального режима выводятся как окончательные результаты, так и результаты расчета режима после выполнения только одной итерации метода в два этапа. Это позволяет сопоставить результаты расчета режима студентом вручную, которые ограничиваются только одной итерацией [4], с результатами, полученными в данной лабораторной работе.

Результаты расчетов установившихся режимов работы сети, полученные в данной лабораторной работе, совпадают с результатами, полученными в промышленном программном комплексе «RastrWin».

По результатам выполнения лабораторной работы формируется отчет в формате *.txt* (текстовый редактор *Блокнот*) или в формате *.docx* (текстовый редактор *MS Word*) (рис. 5), используя который студенты должны провести анализ результатов и сделать выводы: как и почему изменяются параметры режима, потери мощности и напряжения при переходе от нормального режима к послеаварийному режиму и режимам холостого хода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разработанной виртуальной лабораторной работы в учебном процессе способствует активизации студентов в получении и закреплении ими профессиональных знаний, умений и навыков и формированию и развитию профессиональных компетенций, а также позволяет существенно увеличить вариативность исходных данных для большей индивидуализации самостоятельной работы студента.

Эффективность таких виртуальных работ можно продемонстрировать следующим экспериментом. При выполнении традиционных лабораторных работ студентам как будто случайно сообщалось о наличии виртуальных и предоставлялся доступ к ним. В условиях отсутствия принуждения к их выполнению студентам было интересно посмотреть «что это такое», т.е. процесс самостоятельного обучения представлялся им как добровольная игра, в которой надо вводить «какие-то данные» для получения тех или иных результатов. А в конечном итоге достигались требуемые результаты обучения. Это подтверждает идеи лауреата премии TED Prize Сугаты Митры об организации обучения детей без участия учителя, сформированные им после проведения эксперимента под названием «Дыра в стене» (Hole in Wall) [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника (квалификация (степень) «бакалавр») // Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 8 декабря 2009 г. № 710.

2. **Боровкова А.М., Кондратьева О.Е., Росляков П.В., Шведов Г.В.** Опыт реализации болонского процесса в университетах Германии // Вестник МЭИ. 2013. № 4. С. 228—234.

3. **Егорова Л.Е., Кондратьева О.Е., Росляков П.В., Шведов Г.В.** Задачи повышения качества российского высшего технического образования // Вестник МЭИ. 2013. № 5. С. 169—173.

4. **Электрические системы**. Электрические сети: учебник для вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.; под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. — М.: Высшая школа, 1998. — 511 с.

5. **Электрические системы** и сети в примерах и иллюстрациях: учебное пособие / В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Э.Н. Зуев и др.; под ред. В.А. Строева. — М.: Высшая школа, 1999. — 352 с.

6. **Sugata Mitra**. School in the Cloud. URL: http://www.ted.com/talks/lang/ru/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud.html (дата обращения: 05.12.2013).

Секция 4

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

P.G.Matukhin, S.L.Elsgolts, O.A.Gracheva, E.V.Pevnitskaya
m-pg@mail.ru; svetlanaels@mail.ru; nafnaf_08@mail.ru; pevrudn@rambler.ru
Peoples Friendship University of Russia, Moscow

MICROSOFT SKYDRIVE AS A PLATFORM FOR ONLINE MULTIMEDIA MANUAL FOR PRE-UNIVERSITY TRAINING OF FOREIGN STUDENTS OF ENGINEERING DEPARTMENT WITH ELEMENTS OF SMART TECHNOLOGIES

ABSTRACT

The objectives and structure of online multimedia manual in physics for the organization of educational communication in natural science and engineering with elements of smart technologies and webinars at the preparatory Department of the University. Estimated prospects of the MS-SkyDrive Internet resource as an IT platform to support the complex solution of the tasks of the formation and development of basic competences of foreign students in Russian language of science as a foreign language, physics and information technologies including mobile access.

INTRODUCTION

Foreign students come to the preparatory faculty of the University to get the Pre-university training to enter at the faculties with increased demands on natural-scientific disciplines. Its goal is to build a solid educational competent scope as the profile of science and in the language sector of the educational and professional communication. Teachers of physics develop advanced smart multimedia learning tools complex in collaboration with colleagues of the Russian language as a foreign language (RFL) department and IT experts. Compressed terms of training and the need to ensure wide access to the complex and it's components faced developers the necessity to use Internet technologies. It is supposed to use the elements of smart technologies, webinars and mobile access. The vast opportunities of cloud Internet resources, such as MS-SkyDrive, make them adjustable for use as an IT environment for preparation, loading, storage, access and application of interactive tools to support learning in online mode. Simultaneously the problem of the increase of IT competency of all participants of educational communication was solving.

COMPONENTS OF THE MULTIMEDIA TOOLS COMPLEX FOR ENHANSED TRAINING OF FOREIGN STUDENTS IN PHYSICS

One of the main items for future engineering-ditch of any specialty is physics. Teachers in physics on the preparatory level at the Russian Language and Basic Education Department dealing with foreign students coming to study at PFUR face a very complex problem. Despite the fact that foreign students already have some basic education in physics, their earlier knowledge needs to be adjusted to Russian educational standards. At the same time they are undergoing intensive training in Russian of science as a foreign language. Thus, the task of training at the preparatory faculty is not only bringing in accelerated mode of level of preparation of students on the subject in compliance with the standards of the Russian Federation on secondary education taking into account, that the level of knowledge of students from different countries varies greatly. It is also attended by teachers of profile disciplines in the formation of the basic professional educational competences of students in the Russian as a foreign language for scientific and physical purposes and in the sector of application of information technologies in natural science education. The aim of such an integrated approach is to achieve a level of preparation of students adjusted to enter the University and to study physics, and other engineering disciplines in Russian language as a foreign language of science based on modern means of information technologies successfully along with native Russian students.

Fig. 1. Title slide of the Presentatin

One of the ways to achieve these goals is to use modern information technologies in the educational and professional communication [3—5]. In particular, their application creates interactive electronic training manuals, intended for the use not only offline, but also Internet-resources based. This will allow to include in the program of training a set of smart elements of online communication [6], such as students' selftraining, including the self-test, mobile access, or conducting exercises with elements of webinars.

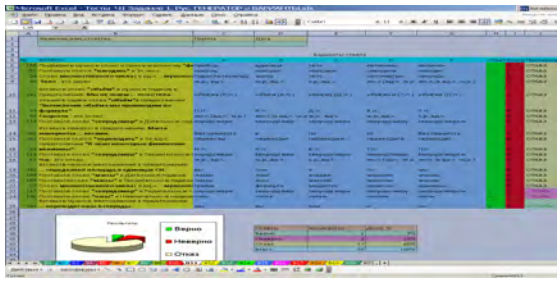


Fig. 2.Question set

It is the ambitious idea to develop the project of multimedia manual complex in physics for foreign students, focused on special training on Russian language of physics as a foreign language. The basis for elaboration includes the principle of providing the wide access to and open use of components of the complex in different modes, including offline, on-line system with Internet access and in mobile mode. Multifunctional use of the complex presupposes how to work with the audience and for the students' self-work. It also provides for the classroom and outdoor

control of the level of training and learning of students. Mediacomplex includes audited presentation corelated with the adopted textbook [1] and applications for this tutorial [2] and a set of test tools for the preparation and monitoring of the level of training.

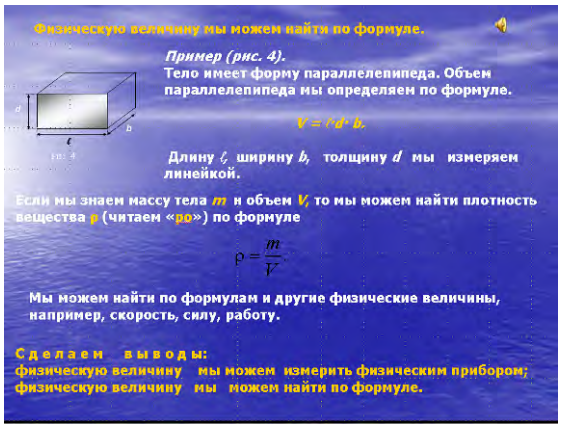


Fig. 3. Slide from Part 1

Test system consists of the set of the issues in physics (300 questions) and Russian language of physics as a foreign language (200 items), computer simulators, and tests. Elements of the set are performed in the mode of the table processor Excel files [7] and web pages designed under the specialized training tests environment Hot Potatoes [8].

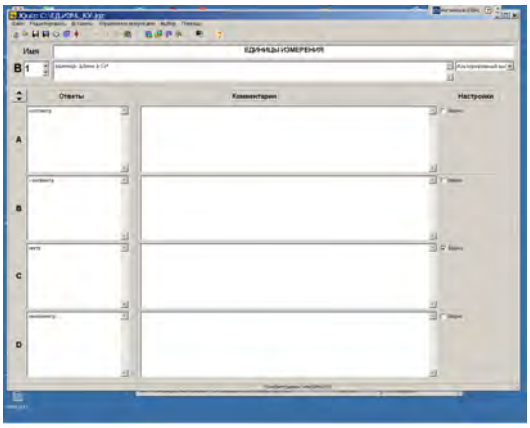


Fig. 4. Hot Potatoes test on Physics

Audited presentation on the course of «Physics» for foreign students of the preparatory Department forms is the basis of the mediacomplex. It is intended for training on the topics in mechanics. Slides of the presentation are designed to suit the requirements of the existing educational standards and in accordance with the level of education and language training of foreign students. Each slide contains the header, illustrations, definitions, physical formula. Audio records associated with slides allow students to listen fragments of the manual in Russian language.

To increase the efficiency of media complex as a mean to support the training process the presentation is equipped with built-in elements of self-control. This minitests are designed in the form of interactive web pages, which are prepared under the tests constructor HOT POTATOES environment. They contain the question, variants of the answer and the field to point the correct answer. They have a built-in check module and the test result display. Mini tests are embedded in a presentation after each paragraph. They serves as training elements for self-control in personal studies. Assembly of different HP tests can be used both as training engines as well as means of the periodical and remote control in the online mode, including for self-teaching on physics and for webinar studies. This is covered further in [5].

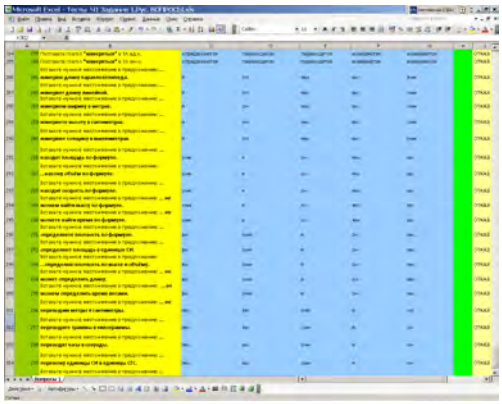


Fig. 5. Training module

Computer training tools are included in the media complex formed as Excel tables are intended for self-control in the process of the presentation study and for preliminary training, as well as for official testing procedures. Training tools are developed not only to be built-in the individual paragraphs, but also for practical topics of the course «Physics» for foreign students. Files of tests simulators are placed on the MS-SkyDrive network share. Hyperlink on the test modules are available in its final part of each section of the presentation. They can be used by students themselves outside-taken in person and on the lessons in the computer class.

Using the test generator and the set of questions, everyone can create an unlimited number of control issues. They can include a number of questions for the control of both the audience and extracurricular. Possibilities and information about the IT support of the media complex built-in testing subsystem are presented in the papers [5—8].

MULTIMEDIA MANUALS ON RLFS IN THE PHYSICAL EDUCATION OF FOREIGN STUDENTS

The need of the development of the broad access online media complex to support preparation for the application of foreign students of engineering and scientific areas, chosen their degree mastering in Russian language, was highlighted by the way of understanding of teachers of Russian language, Physics and Informatics of the difficulties faced by foreign students who participate in the core disciplines in parallel with beginning studies of Russian as a foreign language and a language of the physical science at a basic level.

The problems in the grammar of Russian language are well-known. This is first of all specific syntax and their implementation with flexible word order, distinctive design, character of links between words in a sentence, case-case system of nouns and adjectives.

Modern realities in the language of engineering and natural Sciences compared with common language have their own specific features in terms of grammar, and in terms of vocabulary, which requires for elaboration of special technologies for correct educational content presentation and fastening. Therefore the main task of the media complex in conjunction with the apparatus of built-in tests on Russian language of physics as a foreign lan-

guage is to create a foreign language students framework on the subject of «Physics». To solve the problem, the developers of media complex focuse on the implementation of the following linguistic tasks:

1) development of lexical physical terms compatibility;

2) development of the case system and verbal forms in a scientific context;

3) development of syntactic structures and their implementations in scientific language.

Implementation of these tasks was following by the tests of number of types:

1) tests for approval kind and number of adjectives and nouns;

2) tests on the use of prepositions, participating together with the endings in the formation of case grammatical values;

3) tests to determine the cases of nouns in the syntactic context;

4) tests for the presence of the verbal word form;

5) run on understanding the functioning of words and word collocations on «Basic concepts in mechanics».

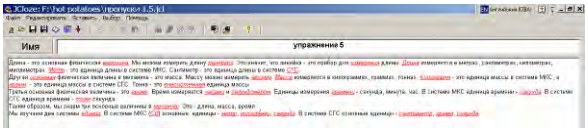


Fig. 6. Hot Potatoes Fill The Gap test on Russian

To support the solution of the above described tasks of teaching foreign students on Russian as a foreign language of science media complex includes interactive elements for training and monitoring of the achieved level of mastering the current language-acoustic material. It is completing the mini tests embedded in slides, simulators, tests on the topics of the manual and sets options for mid-term and final testing.

Language mini tests are included in the presentation in parallel with tests in physics. Their presence allows us to combine the specialist training with the language in the mode of unity. This approach through is quite important for teaching of the contingent of foreign students of the preparatory faculty. And it allows provide the synergy effect from combination of two educational directions – study of physics and language training.

EXCEL kits of tests for the preparation, organization and holding of the computer training and testing on scientific language of physics at the level of Russian as a foreign strange similar to those described above sets of test in physics. Base of 200 questions is also the basis of the simulator and test generator. Using these tools, a set of options with a given number of issues, and embedded environments tools verification is to be designed.

Sets of test tools on scientific language of physics are designed in such a way that they could be posted online. They may be downloaded and used in standalone mode or when placing on Internet services such as MS-SkyDrive, apply for webinars and self-control, including mobile access.

These tests are extremely important and useful for training in Russian language because foreign students translate grammatical phenomena from their language into Russian language, making countless mistakes. The instructor provides tests which help to reorient the foreign students from grammar realities of their native language to realities of Russian language. So online tests seem to be indispensable for providing foreign students the necessary time to reflect specific grammar of Russian language and give the opportunity of constant training at a convenient mode, including removed access. Therefore, the advantage of the system of allocation and access for the media complex and built-in tests on the Internet resource MS-SkyDrive is the fact that it can be used as taken in personal and outside of the classroom, self-study language training of foreign students.

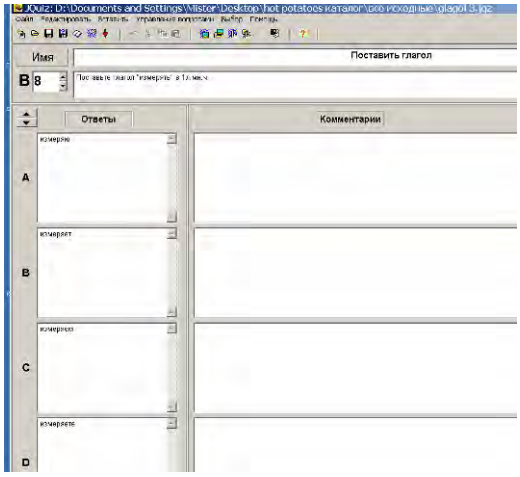


Fig. 7. Hot Potatoes Quiz test

The means of IT support of training, similar to that described above, and their components may be effectively used in achieving the goal of preparing foreign students for the core disciplines, combined with enhanced language training under such conditions as the maximum availability and functionality. Solution of such tasks faces a number of certain difficulties.

The first and foremost is the problem of IT competence of the developers. Usually they are extremely well-educated experts in their field of knowledge and have extensive experience with a contingent of foreign students in pre-University stage. But they should not always be considered to be professionals in the field of information technologies, although master them at a level above the advanced computer user level. Thus, one of the tasks of development and application of informational and methodological support of training is the best free choice of software tools and platforms for placement of their products, educational purpose. On the one hand, used instrument should provide effective solution of these problems, on the other hand, they should not require significant time and effort on their study.

In the course of analysis of modern network resources and software tools, the aim was to choose the most appropriate subject to the following requirements indicated:

- Accessibility;
- Reliability;
- Easy to use;
- Functionality
- Compatibility
- Prospects;

and some others.

Several different platforms including corporate network of the University, some of Internet hostings and cloud services were explored. Most appropriate up-to-day tools taking into account the above requirements in our opinion is the Internet-resource MS-SkyDrive, which is a subsystem of the postal service Outlook provided by the company of Microsoft [9].

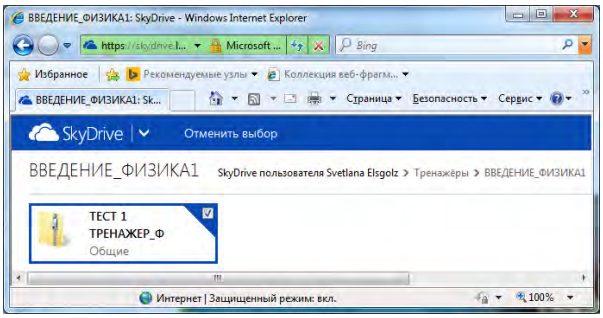


Fig. 8. Test directory placed on the SkyDrive

Based on this resource the structure of catalogues for placing the media complex components was created, including trainers and sets of option tests. Methods of organizing the system of storage simplicity, its identity to the standard file system of Windows allowed developers of media complex in short terms to master basic directory and file management operations under SkyDrive environment. Built-in components of the package MS-OFFICE enables them to create and edit the elements of the complex using the collective mode of remote access.

The advantage of the SkyDrive resource is availability of developing the system of regulation of access. It provides the ability to assign different rights to different groups of users. Developers have the highest access level. They have the right to place components of the complex in the directory, edit them and provide access to users. Users have the right to view the available files and copy them to their computer or mobile device.

SkyDrive performs the function of file storage. This store is a reliable transmission element of educational information in computer mediated communication among teachers and students. Active resource options allow us to organize the direct communication and feedback in this process. The training materials and tests move in the forward direction from the teacher to the students. In the opposite direction — filled tests and results of their processing come toward a teacher. Thus, SkyDrive tools provide the opportunity to organize interaction without the restrictions on chronotop of the communication. Apparatus for short links makes it possible to organize conveniently hypertext links to various components of the complex together in many different ways. For example, the developers of the complex took advantage of this opportunity to insert hyperlinks on tests and simulators directly in the presentation slides, on the pages of the training group in the office of a teacher on the portal of the University etc. Thus, the MS-SkyDrive been apart of a re-solution of the main tasks effectively used as a medium for improving the IT competence of developers in the mode of self-education.

We particularly should note that the usage of this resource is very high, taking into account its dynamic. For example, recently some instruments were significally developed. In particular, the functions of the embedded spreadsheet tool SURVEY. It allows to design on-line tests of all types with automatic collection of the results and their processing in real time. Currently the possibilities to use the programs for the application in the media complex are under investigation.

CONCLUSION

Discussed in the paper results on the development of media complex in physics for foreign students of the preparatory Department and organization of accommodation and access to its components based on Internet resource MS-SkyDrive and experiences of the network elements of the educational system allows to make a conclusion about the effectiveness of, and prospects for the selected configuration of its tools and to identify areas for further development.

LIST OF LITERATURE

1. **Yefremov A.P., Pevnitskaya E.V., Kutuzov Yu.A.** and others. Mechanics. RUDN. 2008.

2. **Gracheva O.A., Elsgolts S.L., Pevnitskaya E.V.** Studiing Physics in Russian. P.1-3. RUDN. 2011-13.

3. **Rhuzhentseva T.S., Matukhin P.G**. Structure and methodical aspects of the use of professionally - oriented electronic English language Manuals//Bulletin of the PFUR. Series: Russian and foreign languages and methods of their teaching. 2004. № 1. P. 136-145.

4. **Titova E.P., Matukhin P.G., Provotorova E.A., Zabolotnaya I.M.** Development of a complex of electronic means of distant study of the course «Anatomy» for foreign medical students of pre-university training period based on the Microsoft SkyDrive cloud technologies // Natural and technical Sciences. 2013. № 5. P. 299-305

5. **Gracheva O.A., Elsgolts S.L., Matukhin P.G.** Interdisciplinary IT Projects in The Development of Electronic Manuals and Test Systems on Russian as a Foreign Language of Physics// Bulletin of the People Friendship University of Russia. Series: Information Technogies in Education . 2013. № 4. P. 27-39.

6. **Gerasimenko T.L., Grubinin I.V., Gulaja T.M., Zhidkov, O., Romanova S.A.** Development of the language competence of students at a non-language University using smart technologies// UMO Bulletin. Series: Economics, Statistics and Informatics. – M: Publishing house: Moscow state University of Economics, Statistics and Informatics, no: 1, 2013 - P: 3-6

7. **Gracheva O.A., Elsgolts S.L., Matukhin P.G., Pevnitskaya E.V., Matyash,** G.A. Base of questions, test simulator, generator of tests and set options for the «Mechanics» section of the introductory physics course for foreign students. EXCEL tables// Moscow, Database of OFERNIO INIM RAO, 2013. - 9 P. 8. Gerasimova A.V. Gracheva O.A., Zavadskaya O.A. Kuznetsova YU.V., Matukhin P.G., Pevnitskaya E.V. Tkachenko D.I., Elsgolts S.L., Introduction to the course of Physics. Set of tests on Russian as a foreign language (the language of physics)//Register of algorithms and programs VNTIC. - M: the Certificate of registration of the electronic resource № 50201350724 ; Appl. 04.07.2013 ; publ. 09.07.2013.

9. **Hill D.** NEWS ABOUT MICROSOFT SKYDRIVE, Windows IT Pro/ RE. 2012. № 8. P. 64.

А.Н. Афанасьев, Н.Н.Войт, Т.М. Егорова
a.afanasev@ulstu.ru, n.voit@ulstu.ru, egorovatm@ido.ulstu.ru
Ульяновский государственный технический университет,
Институт дистанционного и дополнительного образования, Ульяновск

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье разработан метод индивидуализации процесса обучения, учитывающий опыт проектных работ, включающий модели потоков проектных работ в диаграмматическом представлении.

Рассмотрен опыт внедрения системы дистанционного образования во все формы обучения технического вуза.

ВВЕДЕНИЕ

Инженерное образование всегда отличалось высоким уровнем фундаментальной, профессиональной и практической подготовки инженерных и научно-технических кадров страны. Но в настоящее время требуется переход на качественно новую систему инженерного образования. Необходимо, учитывая интересы работодателей, внедрять новые инновационные образовательные технологии, основанные на личностно-ориентированных методиках и компетентностном подходе, включающих теорию интеллектуальных систем обучения.

Дистанционное обучение будущих инженеров обусловлено тем, что в будущей профессиональной деятельности специалисту приходится постоянно повышать свою квалификацию, о чем свидетельствуют требования к кандидатам, в которых работодатели указывают на необходимость постоянного обучения со стороны сотрудника, обладание актуальными знаниями при полной занятости работника на предприятии.

1. ОБУЧЕНИЕ ПРОЕКТНОМУ ОПЫТУ

Одним из направлений развития электронного обучения на основе организационных, технологических, нормативно-правовых, программных, технических и информационных ресурсов Института дистанционного и дополнительного образования (ИДДО) УлГТУ является разработка методов и средств повышения интеллектуализации вузовской системы дистанционного образования (СДО).

Обучающая система с элементами искусственного интеллекта позволяет не просто обучать студентов и контролировать их знания, но и по результатам деятельности студентов может определить, какие знания недостаточны или ошибочны и вернуть обучаемого на соответствующий раздел теории или практики, либо дать дополнительные разъяснения, адаптировать процесс обучения под особенности каждого конкретного обучаемого, работающего с системой.

Современные технологии проектирования имеют рекомендации аналогичные Rational Unified Process, основанном на потоках работ в коллективной работе. Процесс проектной деятельности коллектива можно представить последовательными и параллельными потоками работ, визуализация которых приобрела известность в диаграмматических формах: UML, IDEF, eEPC и т.п.

Метод индивидуализации процесса обучения проектированию в потоках проектных работ (ППР) реализует настоящий принцип с помощью математического аппарата: ассоциативной модели предметной области, нечеткой оверлейной модели обучаемого, графового сценария учебных траекторий, интеллектуальных процедур диагностики, управления процессом обучения [1].

Определив в основе проектного опыта проектные прецеденты [2], можно формализовать его в виде проектных решений, стандартов, подходов, методик, процедур и моделей, успешно выполненных в САПР, применительно к коллективу они являются ППР.

Обучение проектному опыту, в том числе моделям ППР, заключается в обучении структурному и параметрическому синтезам проектной деятельности в коллективе проектировщиков, анализу и оценке проектных решений, проектному творчеству.

Широко используются в разработке современных автоматизированных систем диаграмматические конструкции, определенные в стандарте Framework for Software Product Line Practice-Version 5.0 [2], поэтому обучение должно включать контент, содержащий диаграмматики ППР.

Диаграмматические представления ППР определены стандартами, каждый из которых имеет графическое языковое представление.

2. КОНТРОЛЬ ДИАГРАММАТИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОТОКОВ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

Контроль ППР, представленных диаграмматическими моделями в терминах графических языков, выполняется авторскими синтаксическими, семантическими анализаторами на основе RV-грамматики [3].

Схема анализа диаграммы в нотациях UML, IDEF, eEPC и т.п. с помощью RV-грамматики содержит следующие этапы.

1) лексический разбор диаграмм;

2) синтаксический разбор и построение дерева разбора;

3) семантический анализ дерева разбора;

4) сохранение результата анализа.

3. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ

В основе математического обеспечения уровня концептуального взаимодействия положены компьютерные модели, представляющие предметную область проектной деятельности, степень готовности обучаемого к решению задач, сценарий и информационный поток данных [4].

Разработана ассоциативная модель предметной области в виде дерева онтологий, отличающаяся динамическим использованием иерархических, упорядоченных и ассоциативных связей, обеспечивающая адекватное представление процессов и объектов, повышающая качество содержания обучения.

Разработана нечеткая оверлейная модель обучаемого, в которой используются нечеткие лингвистические индивидуальные характеристики (знания, умения, владение навыками и компетентность), соответствующие теоретическому и практическому уровням его подготовки в предметной области.

Разработана графовая модель сценария траектории обучения, позволяющая представить процесс обучения, упорядочивая учебно-методический материал. Характеристика разработанных моделей приведена в табл. 1.

Разработана интеллектуальная процедура диагностики знаний, умений, владения навыками и компетентности обучаемого на базе классификации с помощью нечетких карт Кохонена [4].

Индивидуальные профессиональные характеристики модели обучаемого меняются событийно в контрольных точках Ki сценария.

Разработаны процедуры интеллектуального планирования и управления траекторией обучения, использующий комплекс моделей «Предметная область», «Обучаемый», «Сценарий» для достижения требуемых характеристик. Управление траекторией обучения рассматривается как выбор вариантов сценария обучения и его реконструкция. В зависимости от степени подготовленности обучаемого принимается решение о выборе траектории обучения. Характеристика методов приведена в табл. 2.

Другим инновационным направлением является использование SMART-учебника.

Таблица 1. Характеристика моделей системы обучения

Наименование моделей	**Назначение**	**Математический аппарат**	**Отличительные свойства**	**Положительные эффекты**
Ассоциативная модель предметной области	Представление объектов и процессов	Ассоциативное дерево онтологий	Динамическое использование связей, интеграция по содержанию	Повышение качества содержания контента
Нечеткая оверлейная модель обучаемого	Представление индивидуальных профессиональных характеристик обучаемого	Система из нечетких лингвистических индивидуальных характеристик обучаемого	Нечеткий характер оценок теоретической и практической степени подготовки обучаемого в предметной области, учет предыстории обучения	Создание адаптивной индивидуальной траектории

Таблица 2. Характеристика процедур системы обучения

Наименование процедур	**Назначение**	**Математический аппарат**	**Отличительные свойства**	**Положительные эффекты**
Диагностика компетентности	Оценка уровня подготовленности к решению задач	Классификация индивидуальных профессиональных характеристик с помощью нечетких карт Кохонена	Уменьшение числа ошибок в оценке уровня подготовленности	Повышение качества технологий обучения
Интеллектуальное планирование и управление траекторией обучения	Достижение нужных индивидуальных профессиональных характеристик при обучении	Система моделей – «Предметная область», «Обучаемый», «Сценарий»	Гибкое управление сценарием в процессе обучения	Сокращение сроков процесса обучения

Одной из задач при разработке SMART-учебника является интеграция социальных сетей с учебным контентом. Поскольку социальные сети позволяют технически реализовать то, в чем нуждается современный студент, а именно общедоступные социальные инструменты и средства взаимодействия для построения своего собственного информационного пространства. Разработанная авторами технология по интеграции социальных сетей в учебный контент вуза включает:

– выбор дисциплин и ведущих преподавателей;

– регистрацию (запись) студентов в LMS Moodle;

– подготовку и размещение преподавателем в социальных сетях идеальных заданий;

– заданий для подгрупп;

– заданий для общего проекта данной группы.

4. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПОТОКОВ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

Компонентно-сервисная организация в соответствии со стандартом IEEE P1484.1 положена в программную реализацию метода индивидуализации (рис. 1).

Проектная среда представлена ППР, взаимодействие к которым организовано с помощью программного интерфейса «Мост», связанного с «Ядром программы» и обеспечивающего обмен информацией в диаграмматических формах.

Ядро программы является менеджером, инкапсулирующим сервисы и компоненты системы.

Компонент «Программная область» реализует ассоциативную модель предметной области, взаимодействует с «Ядром программы» и БД учебно-методического контента.

Компонент «Обучаемый» реализует нечеткую оверлейную модель обучаемого, взаимодействует с «Ядром программы» и БД модели обучаемого.

Компонент «Сценарий» реализует граф сценария траекторий обучаемого, взаимодействует с «Ядром программы» и БД информационно-логических моделей.

Компонент «Протокол» реализует протокол информационных потоков, взаимодействует с «Ядром программы» и БД протоколов обучаемых.

Компонент «Метод диагностики» реализует метод индивидуализации, взаимодействует с «Ядром программы» и БД настроек синопсисов [1, 4].

5. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ В УЛГТУ

Поэтапное внедрение электронного обучения в классические формы обучения вуза содержит:

– создание единой информационной образовательной среды на основе интернет-портала (реализуются функции LMS, электронной библиотеки, видеопортала, видеоконференцсвязи);

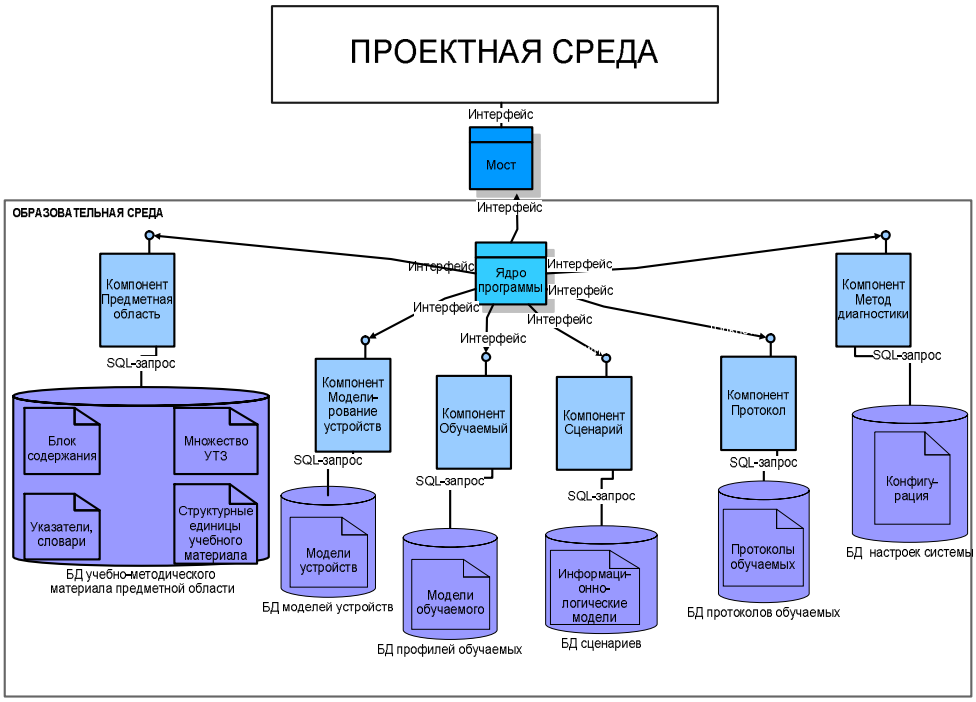


Рис. 1. Программная реализация метода индивидуализации обучения проектированию ПП

– создание образовательного электронного контента, который позволяет реализовывать учебный процесс в системе СДО по 6 направлениям (10 профилей) и 5 специальностям ВПО (электронные обучающие системы дисциплин включают программу дисциплины, учебно-практическое пособие в гипертекстовом виде, руководство для изучения дисциплины, тестовые задания (претест, рубежный тест, итоговый тест), интерактивные практикумы с мультимедийными компонентами. Ведется автоматизированное сохранение результатов обучения);

– реализация разделения преподавательского труда (выделены авторы, раработчики электронного контента, компьютерные методисты);

– реализоция индивидуального сопровождения студента в процессе обучения администраторами учебного отдела;

– организация повышения квалификации ППС в области **применения** инструментов и методов e-learning;

– во всех районных центрах области организованы точки удаленного доступа к корпоративной сети УлГТУ с полным ресурсным обеспечением;

– разработана автоматизированная система организации обучения, обеспечивающая управление учебным процессом студентов с индивидуальной траекторией обучения;

– используются гибкие подходы в преподавании, различные модели обучения с целью удовлетворения потребностей разных категорий учащихся.

В систему дистанционного образования ИДО УлГТУ за период 1999-2012 гг. было вовлечено свыше 3000 студентов, проживающих в сельских районах Ульяновской области и свыше 7000 (8000) городских студентов.

Разработана программа повышения квалификации ППС по организации и внедрению e-learning во все формы обучения (модульная, в зависимости от индивидуальной готовности преподавателя).

В УлГТУ состоялась презентация единого образовательного портала университета (eos.ulstu.ru). Портал включает в себя сервис электронных обучающих систем, видеоконференцсвязь, видеопортал и электронную библиотеку.

В настоящее время ведется работа над проектами:

– идентификация личности обучаемого;

– коммерческий портал дистанционных образовательных услуг (изучение отдельных дисциплин, возможность оплаты через интернет);

– анализ тестовых заданий с использованием инструментария Moodle;

– реализация и внедрение балльно-рейтинговой системы;

– «Рейтинг разделов учебника»;

– исследование и применение автоматного подхода к разработке программных тренажеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан новый метод диагностики проектных компетенций проектировщика, новый метод адаптивного управления траекторией обучения проектировщика, использующий комплекс моделей (предметной области, проектировщика, сценария и протокола), программная система анализа и контроля диаграммных схем ППР, интеллектуальная система обучения проектированию ППР.

На основе выполненных разработок готовится пилотный проект интеллектуальной дистанционной образовательной среды для студентов ИДДО УлГТУ, реализованный в среде LMS Moodle. Применяемые методики, авторские разработки и алгоритмы могут быть использованы и в других областях для создания на их основе интеллектуальной образовательной сред.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Гульшин В.А.** Концепция организации и реализация корпоративной образовательной среды промышленного предприятия // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT’13». Научное издание в 4-х томах. — М.: Физматлит, 2013. Т.2. С. 252—257.

2. **Маклаев В.А., Соснин П.И**. Создание и использование базы опыта проектной организации. — Ульяновск: УлГТУ, 2012. — 360 с.

3. **Афанасьев А.Н., Брагин Д.Г., Гайнуллин Р.Ф.** Анализ и контроль диаграмматических процессных нотаций // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT’13». Научное издание в 4 т. — М.: Физматлит, 2013. Т.1. С. 125—128.

4. **Афанасьев А.Н., Войт Н.Н.** Методология разработки распределенных интеллектуальных систем проектной деятельности // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT’11». Научное издание в 4 т. — М.: Физматлит, 2011. Т. 1. С. 132—142.

А.Н. Афанасьев, В.А. Куклев, Т.М. Егорова
afanasyevan@ido.ulstu.ru, v_kuklev@rambler.ru, egorovatm@ido.ulstu.ru
Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕНТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В СЕТЕВОМ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОМ КУРСЕ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен авторский опыт реализации компетентностного подхода в ходе внедрения дистанционных образовательных технологий в очное обучение студентов технического вуза. За основу взята общепрофессиональная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности». Приведены примеры интерактивных практикумов. Курс реализован в среде СДО Moodle.

ВВЕДЕНИЕ

В Ульяновском государственном техническом университете (УлГТУ) создаются условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от их мест нахождения. При внедрении электронного обучения особое внимание уделяется реализации компетентностного подхода.

1. ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА КОМПЕТЕНЦИЙ В БЛОЧНО-МОДУЛЬНОМ СЕТЕВОМ КУРСЕ

Действительно, профессиональные знания и опыт сегодня не являются основными требованиями, соответствие которым обеспечивает специалисту востребованность на рынке труда. Известно, что важным критерием успешного прохождения конкурса на вакансию является оценка личностного потенциала выпускника вуза, его особые личностные качества, которые обеспечивают ключевые компетенции выпускника, его конкурентно значимые умения. Большинство работодателей хочет видеть в выпускниках вуза активную жизненную позицию, высокую мотивацию, склонность к саморазвитию, трудолюбие, нацеленность на результат, развитые коммуникативные навыки и склонность к здоровому образу жизни.

Подчеркнем, что конкурентоспособными на рынке труда выпускников вузов делают два основных качества: специальные знания, рыночный спрос на которые высок и которые не могут быть компенсированы личностными качествами; особые личностные качества, которые требуются в рыночной экономике сверх знаний, полученных в вузе.

Для реализации компетентностной модели нами используется технология обучения на основе следующих аспектов построения учебного процесса: многоуровневое и нелинейное развертывание обучения, составление образовательных программ с учетом индивидуальной образовательной траектории, фиксация результатов обучения с помощью накопительных и переносимых единиц, формирование портфолио и др.; а также применена оценочная система с учетом планирования и оценки трудоемкости учебного процесса на основе квалиметрической оценки уровней сформированности компетенций.

Наш опыт опирается на многообразие личностных качеств, необходимых для успешной профессиональной деятельности и обобщенных в [1]: системность мышления; высокий профессионализм в своей области, ориентация на высокое качество, приверженность качеству, ответственность за выполняемую работу; восприимчивость к новому, креативность, умение учиться, сообразительность, способность получать результат, умение решать большие и сложные задачи за короткие сроки; быть всегда в курсе новинок, «идти в ногу» с прогрессом, выдвигать идеи, предлагать свои варианты решения; серьезность мотивации к профессии, склонность к саморазвитию; серьезный багаж знаний; стремление к новым знаниям, стремление разобраться и быстро освоить необходимые знания, умения, навыки; сообразительность; аналитические способности; системное мышление; эрудиция; активная жизненная позиция, мобильность и быстродействие, способность работать самостоятельно, желание работать и творить, готовность к трудностям, стрессоустойчивость; навыки коммуникации (позвонить, встретиться, договориться назначить встречу), деловой этикет, умение показать свои наиболее выгодные качества при приеме на работу, умение думать о других; умение работать в команде на общий результат, умение брать на себя ответственность, умение делегировать полномочия, справедливость, доброжелательность, умение обосновать свои решения; результативность, умение добиваться поставленных целей, изыскать возможности для решения задач, адаптивность к условиям внешней среды; добросовестное отношение к работе, тщательность в работе, дисциплина труда, дисциплина соблюдения технологии, исполнительность, надежность; здоровье, отсутствие вредных привычек, наличие семьи.

В реализуемой нами модели согласно рекомендаций, изложенных в [1], важнейшая роль отводится новым подходам к оцениванию результатов обучения (рис. 1).

В сетевом блочно-модульном курсе, размещенном в среде Moodle, используется активное обучение, при котором осуществляется постоянное взаимодействие между преподавателем и студентом, обеспечивается механизм саморазвития обучающихся, повышается мотивация, обеспечивается контроль самостоятельной работы обучающихся. На каждом этапе обеспечивается обратная связь. В учебной дисциплине определяется необходимое и достаточное число связанных между собой дидактических единиц (модулей), фиксируются

формируемые знания, умения, навыки и способы деятельности, составляющие содержание планируемых к развитию компетенций студентов.

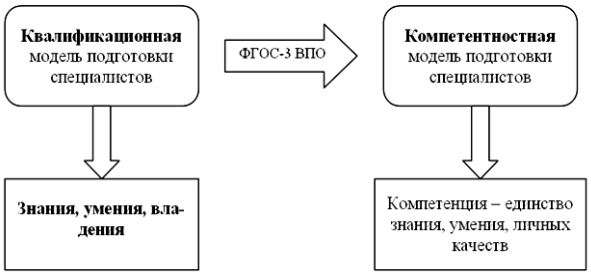


Рис. 1. Изменение результатов обучения

Оценка результатов обучения студентов осуществляется посредством компетентностно ориентированных заданий, которые требуют комплексной деятельности по решению проблемы (поиск информации, обмен информацией, структурирование и применение информации, работа в группе, вербальные и невербальные способы коммуникации, подготовка презентаций и защита результатов деятельности). Для этого применяются специфические приемы активизации познавательной активности [2]; увеличивается содержательная часть заданий; выполнение заданий требует от студента совершения определенной деятельности по поиску необходимой информации, разрешению возникшей проблемы или оформлению результатов ее решения.

Учебный процесс в блочно-модульном сетевом курсе от начала изучения учебных курсов и до контроля рассчитан на самостоятельную работу студента под руководством и при помощи преподавателя. Изучаемое содержание дисциплины разбивается на модули, контроль по которым обязателен. Например, дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» разбивается на 8 модулей, по которым осуществляется текущий, рубежный и итоговый контроль, в дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС) оценивания достигнутых результатов [3].

Важнейшим на пути формирования компетенций является обеспечение понимания студентами важности результатов обучения и их ответственности при прохождении оценочных процедур.

При оценке компетенций в блочно-модульном сетевом курсе мы опираемся на пять уровней подготовленности:

- базовый (знания, позволяющие понимать);

- исполнительский (знания, позволяющие их использовать и применять);

- технологический (знания, позволяющие их интегрировать);

- экспертный (знания, позволяющие ставить оценки и развиваться);

- синтезирующий уровень (знания, позволяющие действовать в ситуации неопределенности), для чего введена шкала оценивания, описанная в [3].

2. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА (БРС) ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Автоматизированная БРС для обучения на основе компетентностного подхода реализована в институте дистанционного и дополнительного образования УлГТУ. Внедрение БРС, на наш взгляд, способствует:

а) повышению качества учебного процесса через привитие навыков и умения системной, ритмичной, самостоятельной работы в течение всего периода обучения;

б) повышению мотивации студентов к освоению образовательных программ посредством более высокой дифференциации оценки их текущей учебной работы, а также в повышении уровня организации образовательного процесса в вузе;

в) реализации в институте системы управления качеством образования, позволяющей на основе анализа показателей успеваемости студентов оперативно оптимизировать организацию самостоятельной работы студентов, своевременно устранять недостатки в усвоении и закреплении ими программного материала;

г) получению объективной и более точной оценки знаний и уровня профессиональной подготовки студентов в процессе обучения.

Оценка успеваемости студентов в рамках БРС осуществляется в ходе текущего, рубежного и итогового контроля. Текущий контроль осуществляется в ходе учебных (аудиторных или самостоятельных) занятий. Формами текущего контроля могут быть тематические тесты, опросы на семинарских, практических и лабораторных занятиях. Рубежный контроль осуществляется по самостоятельным учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля. В течение изучения курса проводится не менее трех таких контрольных мероприятия по графику. Каждое из этих мероприятий является своего рода микроэкзаменом по материалу курса и проводится в виде рубежного тестового контроля. В качестве форм рубежного контроля нами предложено использовать контрольные работы, самостоятельное выполнение студентами определенного числа домашних заданий. Итоговый контроль – это экзамен по окончанию изучения курса и/или зачет по дисциплине (курсу) в целом. Форма проведения промежуточных аттестаций за каждый модуль определяется кафедрой по дисциплине до начала нового учебного года.

Полная оценка по дисциплине определяется по сумме баллов, полученных студентом по различным формам текущего и рубежного контроля и баллов, полученных при сдаче экзамена или зачета.

Конкретное закрепление количества набираемых баллов за определенными темами и видами работ устанавливается в рабочей программе на заседании предметно-методической комиссии, отвечающей за данную дисциплину. Основные количественные показатели БРС: максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100; максимальная сумма баллов, набранная студентом к моменту проведения аттестации, должна быть не более 70; количество баллов, выносимых за самостоятельное индиви-

дуальное задание, не более 30 баллов; конкретное значение оценки индивидуального задания и его критерии определяются кафедрой.

Автоматизация БРС заключается в доработке автоматизированной системы организации обучения (АСОО), включающей:

а) сопровождение «Справочника технологий изучения дисциплин»;

б) сопровождение «Справочника контрольных точек БРС»;

в) учет по каждому студенту в учетной карточке технологии изучения дисциплины;

г) формирование балльно-рейтинговой карточки студенту по каждой дисциплине;

д) оплату преподавателю проведения контрольных точек БРС; д) передачу из СДО Moodle в АСОО баллов отдельно по тестам теоретической части, каждому практикуму, форуму;

е) печать экзаменационной ведомости с учетом накопленной суммы баллов по сравнению с контрольным числом;

ж) печать договоров со студентом по организации дополнительных занятий (проверке самостоятельной работы);

з) мониторинг успеваемости студентов (среднегодовые рейтинги студентов (средний балл за учебный год; в разрезе профилей, технологий обучения);

и) вывод студенту информации о критериях аттестации дисциплины в рамках текущего и промежуточного контроля успеваемости.

3. ИНТЕРАКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИХ ОЦЕНКА В БЛОЧНО-МОДУЛЬНОМ СЕТЕВОМ КУРСЕ

Типовой сетевой курс содержит: руководство по изучению дисциплины, блочно-модульное содержание учебного материала. Перечислим компоненты руководства по изучению дисциплины:

а) компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, и ожидаемые результаты (описание знаний, умений, владений) по данной дисциплине с распределением их по уровням освоения компетенции;

б) связь разделов дисциплины с формируемыми компетенциями, трудоемкость в зачетных единицах и виды учебной работы;

в) таблица лабораторного практикума;

г) таблица с тематикой практических занятий, тренингов, деловых и ролевых игр;

д) оценка, диагностика и квалиметрия результатов обучения (рекомендуемая балльно-рейтинговая система оценки; таблица распределения оценочных баллов за дисциплину);

е) методические рекомендации по организации изучения дисциплины (отдельно для бакалавра и преподавателя).

Опыт показал, что каждый раздел блочно-модульного курса должен содержать: основные термины и понятия, используемые в разделе; основные обозначения (при необходимости); глоссарий к разделу; методические рекомендации для студента по изучению раздела; методическое руководство для преподавателя по достижению целей (алгоритмы обучения); лекционный материал по разделу; вопросы и задания для самоконтроля; тестовые вопросы — банк контрольных заданий, соответствующий целям, поставленным данным разделом, содержащий входные и выходные контрольные теоретические тесты и специальные задачи различной степени сложности, а также методические указания к проведению контроля; вопросы и задания для обсуждения на семинарских занятиях; исполнительский блок (для формирования компетенций), включающий: пакеты типовых, комплексных и ситуационных задач и упражнений с алгоритмами решений (образцами выполнения заданий, вариантами исходных данных); описания лабораторных работ; сценарий построения практикумов для его реализации в интерактивной форме для дистанционных образовательных технологий; дополнительные материалы для углубленного изучения; индивидуальные задания для самостоятельной проработки дополнительного материала, подлежащего отдельному оцениванию; перечень рекомендуемой литературы, Интернет-ресурсов и программного обеспечения; основная и дополнительная литература; программное обеспечение.

Типовой сетевой курс содержит интерактивные практические упражнения на основе компьютерных моделей лабораторного практикума, доступ к которому возможен с мобильных устройств, поддерживающих технологию Flash-анимации, пример показан на рис. 2.

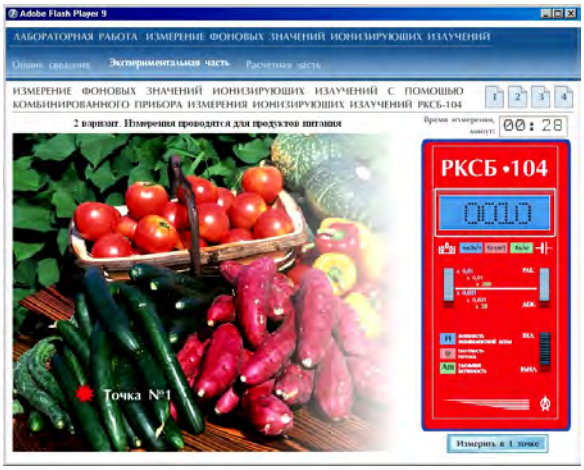


Рис. 2. Пример интерактивного практикума

Например, сетевой курс по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» содержит 18 интерактивных заданий. Набранные баллы за выполнение контролируемых действий суммируются БРС, затем переводятся в традиционную систему оценивания. Индивидуальные задания к каждому модулю для самостоятельной работы, имеющие балльную оценку, учитываются отдельно и суммируются к общему рейтингу. В процессе обучения бакалавр должен полностью выполнить учебный план, предусмотренный рабочей учебной программой дисциплины.

Степень успешности освоения дисциплины в системе зачетных единиц оценивается суммой баллов, исходя из 100 максимально возможных, и включает две составляющие.

Первая составляющая включает оценку преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению всех модулей дисциплины в течение предусмотренного учебным планом временного отрезка. Результат изучения модулей оценивается по билетам. Структура вопросов билета включает: первый вопрос — теоретический, оценивающий уровень знаний; второй вопрос — практический (расчетная задача), оценивающий уровень умений; третий вопрос — практический, связанный с профессиональной предметной областью; четвертый вопрос — вопрос, требующий выбора правильного ответа из не менее чем пяти альтернативных вариантов (реализуется в виде сетевого компьютерного теста).

Вторая составляющая — оценка уровня самостоятельной работы по освоению дисциплины путем балльной оценки качества представленных отчетных материалов. Индивидуальные задания оцениваются в баллах. Студент может выбрать из перечня индивидуальные задания для набора недостающих баллов на получение более высокой оценки. Например, выполнение одного из самостоятельно изученных материалов подтверждается компьютерной презентацией, включающей обобщающий материал (не менее 30 слайдов) и представляемой преподавателю для проверки и оценивания. Традиционная оценка выставляется на основе разработанной нами шкалы [3].

4. ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Успешность реализации компетентностного подхода на основе электронного обучения в учебный процесс значительно зависит от качественного уровня подготовки профессорско-преподавательского состава в данной области, поэтому одним из ключевых проектов для решения задачи внедрения e-learning во все формы образования в УлГТУ стал проект «Школа e-learning». Проект стал основой ресурсного центра, на базе которого происходит интеграция электронных образовательных ресурсов и повышение квалификации преподавателей. Центральным направлением работы школы электронного обучения является осуществление технической, технологической и информационно-методической поддержки преподавателей и студентов. В центре внимания находится оказание учебной, научно-методической поддержки обучения: коллективное создание модели современного обучения, реализация требований к уровню учебно-методических разработок, апробация современных методик преподавания, организация обмена опытом, обучение преподавателей, контроль качества создаваемых электронных образовательных ресурсов.

В рамках проекта реализованы следующие рабочие программы.

1. «Информационные системы и технологии. Разработка электронных образовательных ресурсов в среде Moodle». Преподаватели, прошедшие курсы повышения квалификации по этой программе, разрабатывают электронную обучающую систему по своим дисциплинам. В состав разработанных ими материалов обязательно входят краткие конспекты лекций со ссылками на актуальные информационные ресурсы, разработанные в системе Moodle тематические и рубежные тесты, блок формирования компетенций.

2. «Информационные системы и технологии. Внедрение e-learning в образовательный процесс». Программа рассчитана на овладение навыками работы следующих ролей работы с электронными системами на платформе Moodle: заведующие кафедрами (основные функции — назначение для дисциплин своей кафедры преподавателей в роли разработчиков и в роли тьюторов; мониторинг соответствия содержания электронных курсов кафедры и УМК соответствующих дисциплин); преподаватели, (основные функции — наполнение электронного курса дополнительными ресурсами, редактирование ресурсов и элементов курса, зачисление на курс, студентов); тьюторы (основные функции: организация обучения студентов с использованием данного курса: организация занятий, консультирование, просмотр действий обучающихся, оценивание учащихся, аналитическая работа с журналом оценок).

Школа организует семинары по изучению LMS Moodle и конструированию электронных курсов, участвует в разработке нормативных документов ВУЗа для внедрения и развития электронного обучения («Политика в области использования ИКТ и e-learning в образовательной деятельности УлГТУ», материалы для бизнес-процессов взаимодействия подразделений университета, задействованных в E-learning).

Одной из главных задач школы является организация научно-методической работы для исследования, разработки и внедрения инновационных моделей процесса обучения, внедрение технологий мобильного обучения, организация видов учебных занятий в виртуальном мире, учебная работа со студентами в социальных сетях, использование массовых открытых образовательных курсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Накопленный опыт реализации компетентностного подхода в сетевом блочно-модульном курсе свидетельствует о повышении мотивации обучаемых в ходе образовательного процесса; формировании целостной системы необходимых знаний и умений, а также способов самостоятельной деятельности обучающихся; развитии предметных и универсальных компетенций как результатов освоения образовательных программ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ефремова Н.Ф.** Компетенции в образовании: формирование и оценивание. — М.: Изд-во «Национальное образование», 2012. — 416 с.

2. **Современные образовательные технологии**: уч. пособие / Под ред. Н.В. Бордовской. — М.: КНОРУС, 2013. — 432 с.

3. **Куклев В.А.** Безопасность жизнедеятельности: учебно-практическое пособие. — Ульяновск: Ульян. гос. техн. ун-т, 2011. — 302 с.

Э.Б. Бадамшина, И.А. Бамбуркина
BadamshinaEB@mpei.ru, BamburkinaIA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается методика проведения практических занятий по физике в интерактивной форме с применением мультимедийного оборудования на кафедре физики имени В.А. Фабриканта НИУ «МЭИ».

ВВЕДЕНИЕ

Использование интерактивного метода обучения при проведении практических занятий позволяет повысить эффективность образовательного процесса, так как он основан на взаимодействии студентов между собой и с преподавателем, в результате чего достигаются хорошие результаты обучения всеми учащимися.

Было неоднократно замечено, что монотонное изложение информации приводит к автоматической, неосмысленной фиксации материала обучаемыми. При этом интерес у студентов к предмету постепенно угасает, поэтому его необходимо постоянно стимулировать. Одним из способов такой стимуляции является применение мультимедийного оборудования, а возможность непринужденной беседы пробуждает интерес к происходящему на занятиях. Все это повышает мотивацию студентов к изучению дисциплины.

1. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Термин «интерактивное обучение» означает обучение, основанное на активном взаимодействии с субъектом обучения (учителем, преподавателем), т.е. интерактивное обучение – это обучение с хорошо организованной обратной связью субъектов и объектов обучения, с двусторонним обменом информацией между ними [1].

Другими словами, интерактивные методы ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения. Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия.

Использование компьютерных интерактивных средств в обучении отвечает основным дидактическим принципам современной системы высшего образования, ориентированной на подготовку высококвалифицированного специалиста [2]:

– научность;

– развитие теоретического мышления и творческой активности студентов;

– системность обучения;

– самообразование;

– обеспечение необходимого темпа изложения материала в сочетании с высоким уровнем трудности;

– инновационность и наглядность обучения;

– профессиональная направленность.

Рассмотрим методику проведения практических занятий по физике в интерактивной форме и сравним ее с традиционным методом обучения.

Целью проведения практических занятий по физике является обучение студентов методике решения задач по пройденным темам. Традиционно перед решением задач преподаватель кратко объясняет тему занятия и формулирует необходимые законы. Затем зачитывается условие задачи и, если необходимо, на доске изображаются рисунки и выполняются пояснения, после чего следует решение задачи.

Интерактивный метод проведения практических занятий состоит в следующем: студентам показывается видеоматериал, содержащий физические эксперименты, на основе которого формулируется условие задачи, после чего предлагается обсудить увиденное, вспомнить законы, лежащие в основе экспериментов. При этом преподаватель только направляет обсуждение в нужное русло и комментирует правильные рассуждения, дополняя и обобщая их, если это необходимо. Когда у большинства студентов возникнет понимание увиденного на экране, преподаватель, а в некоторых случаях и сами студенты, производят математические выкладки. По окончании решения задачи студенты совместно с преподавателем подводят итоги и делают соответствующие выводы.

Кроме того, в качестве самостоятельной подготовки можно заранее объявить тему следующего занятия, что даст возможность студентам найти и изучить теоретическую информацию и затем применить ее на практических занятиях.

Таким образом, интерактивный метод проведения практических занятий обладает неоспоримым преимуществом, так как студенты с интересом

наблюдают за происходящим на экране, с удовольствием в непринужденной обстановке обсуждают увиденное, что способствует лучшему усвоению пройденного материала.

Однако при проведении практических занятий в интерактивной форме был выявлен недостаток по сравнению с традиционным методом обучения: количество решенных задач немного меньше (3—4, а не 5—6 как при традиционном способе). Но уменьшение количества задач покрывается улучшением усвоения материала.

Кроме того, было замечено, что обучающихся с применением интерактивной формы не должно быть много. Оптимальное количество участников составляет 10—15 человек.

2. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ

Оснащение аудитории мультимедийным оборудованием дает возможность повысить интерес студентов к такому предмету, как физика, позволяет сделать занятие более интересным и динамичным, облегчает процесс понимания и запоминания материала.

На кафедре физики сформирована видеотека из учебных фильмов, анимаций физических процессов и видеороликов, которая используется при подготовке материалов для проведения практических занятий в интерактивной форме.

Рассмотрим способы применения мультимедийного оборудования на практических занятиях по одному разделу общего курса физики «Механика». В качестве условия задачи в данном случае выступает видеоматериал с физическим экспериментом. Показывать видео студентам можно двумя способами. В первом случае видеоролик показывается целиком, после чего студенты обсуждают эксперимент и вспоминают законы, лежащие в его основе. Во втором — видеоролик показывают частично, до какого-то момента, далее студенты вспоминают законы и делают предположение об окончании эксперимента, и уже после обсуждения досматривают его до конца.

Кроме того, в процессе показа видеоматериала у преподавателя имеется возможность остановить воспроизведение и прямо на этом кадре, используя интерактивную доску, выполнить необходимые для понимания эксперимента подписи и рисунки. Пример такого кадра из видеоролика с подписями изображён на рис. 1.

Важным моментом применения мультимедийного оборудования на практических занятиях является то, что студенты видят физические эксперименты, а не просто текст, описывающий условие задачи. При традиционной форме проведения занятий студенты часто не могут понять задачу, потому что им сложно наглядно представить ее условие. При интерактивной форме отпадает необходимость изображать рисунки на доске, что иногда бывает весьма затруднительно.

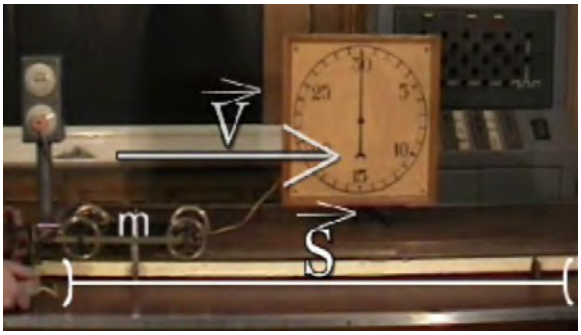


Рис. 1. Остановленный кадр из видеоролика с выполненными на нем комментариями

В связи с этим показ студентам видеороликов с экспериментами перед математическими выкладками дает возможность самостоятельного поиска материала по заданной теме перед занятием, интерактивная беседа и обсуждение увиденного на экране позволяют учащимся более полно представить условия задач и лучше усвоить материал. При этом у студентов возникает интерес к рассуждениям и к решению задачи в целом. Кроме того, просмотренные видеоролики хорошо запоминаются, что впоследствии позволяет студентами быстрее вспоминать изученный материал во время сдачи зачетов и экзаменов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интерактивное обучение с применением мультимедийного оборудования позволяет решать одновременно несколько задач, главной из которых является развитие коммуникативных умений и навыков у студентов. Такой вид обучения помогает установлению эмоциональных контактов между учащимися и преподавателем, обеспечивает воспитательную задачу, поскольку приучает работать в команде, прислушиваться к мнению своих товарищей, обеспечивает высокую мотивацию, прочность знаний, творчество и фантазию, коммуникабельность, активную жизненную позицию, ценность индивидуальности, свободу самовыражения, акцент на деятельность, взаимоуважение и демократичность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Селевко Г. К.** Энциклопедия образовательных технологий: В 2 т. Т. 1. — М.: НИИ школьных технологий, 2006. — 816 с.

2. **Образцов П. И.** Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения. — Орел: Орловский государственный технический университет, 2000. — 145 с.

Л.И. Белоусова, С.Д. Криштоф
lib215@list.ru, s.kryshtof@gmail.com
Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды, Харьков

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН БУДУЩИМ ИНЖЕНЕРАМ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы использования Интернет-технологий в учебном процессе по естественно-математическим дисциплинам в высшей школе как средства повышения эффективности обучения. Выделены дидактические функции указанных технологий; определены компоненты готовности преподавателя к их использованию; описана реализованная в педагогическом университете подготовка будущих преподавателей естественно-математических дисциплин к использованию Интернет-технологий в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

В профессиональной подготовке будущего инженера большую роль играют дисциплины естественно-математического цикла, закладывая необходимый фундамент для освоения профильных дисциплин. Построение эффективного учебного процесса в условиях существенного разброса студентов по уровню начальной подготовки требует от преподавателя использования широкого спектра дидактических средств, позволяющих варьировать способы представления учебного материала, формы организации учебной деятельности студентов и оказания им подержки, что делает целесообразным использование Интернет-технологий.

1. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Рассматривая роль Интернет-технологий в учебном процессе по естественно-математическим дисциплинам в высшем учебном заведении, можно выделить основные функции указанных технологий: функцию информационного обеспечения учебного процесса, функцию инструментальной поддержки учебной деятельности студентов, коммуникативную функцию.

Функция информационного обеспечения заключается в возможности использования в учебном процессе информационных Интернет-ресурсов, актуальных для поддержки учебного процесса. К таким ресурсам следует отнести: источники информации справочного характера (электронные энциклопедии, справочники, словари), учебно-методические материалы, научные и научно-популярные издания, разнообразные информационные ресурсы, которые могут быть использованы преподавателем для связи содержания обучения с реалиями современности (результаты исследований, статистические данные и т.д.). Многообразие и разноуровневость информационных источников позволяют целевым образом адресовать студента к самостоятельному изучению определенных источников, реализуя индивидуализацию его подготовки. Кроме того, преподаватель имеет возможность создавать авторскую предметную площадку в Интернете для размещения учебных и методических материалов, тематики заданий, рекомендаций и указаний к их выполнению, критериев оценивания результатов учебной деятельности и их текущих показателей, графиков проводимых в рамках учебного процесса мероприятий и т.д.

Функция инструментальной поддержки заключается в возможности использования сервисов Интернет как инновационного технологического оснащения учебного процесса. Средства инструментальной поддержки можно разделить на две основные категории: инструменты общего назначения (виртуальные электронные доски, ментальные карты, сервисы для создания блогов, для организации коллективной работы и т.д.) и инструменты специализированного предметного назначения (различные виртуальные инструменты и среды поддержки предметной деятельности, тренажеры, средства онлайнового тестирования и т.д.).

Коммуникативная функция реализуется с использованием специализированных (вебинары, тематические рассылки и т.д.) и массовых (электронная почта, скайп, социальные сети) средств обеспечения межсубъектного и коллективного общения участников учебного процесса.

2. КОМПОНЕНТЫ ГОТОВНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

На основании проведенного анализа были выделены следующие компоненты готовности преподавателя естественно-математических дисциплин к применению Интернет-поддержки в учебном процессе: *мотивационно-ценностный*, характеризующий личностное отношение преподавателя к такому применению; *когнитивно-процессуальный*, отражающий уровень его компетентности в области Интернет-технологий, ознакомленность с ресурсами и сервисами Интернет, значимыми для использования в обучении; *организационно-методический*, характеризующий степень владения преподавателем приемами и способами организации деятельности студентов с использованием Интернет-технологий как

в рамках традиционного учебного процесса, так и в процессе внеаудиторной деятельности; *рефлексивно-оценочный*, отражающий способность адекватно оценить уровень собственной компетентности в области динамично развивающихся Интернет-технологий, а также методик и приемов их использования в учебном процессе и определить направления дальнейшего совершенствования своей готовности к такой деятельности.

Мотивационно-ценностный компонент касается личностных качеств и устремлений преподавателя, таких как осознание дидактической значимости применения Интернет-технологий в учебном процессе, внутренняя потребность в овладении инновационными методами профессиональной деятельности, готовность к волевым усилиям, к преодолению трудностей.

Когнитивно-операционный компонент включает знания основ Интернет-технологий, сервисов предметно-педагогического назначения, их дидактических возможностей, реализованного в них инструментария, особенностей его применения; умения использовать специализированные сервисы для создания авторских Интернет-ресурсов; информационные умения, необходимые для работы с Интернет-ресурсами (умения находить нужные источники, оценивать их надежность и достоверность представленной информации, а также умения использовать ее, соблюдая этические нормы и права интеллектуальной собственности).

Организационно-методический компонент включает умения преподавателя опираться на Интернет-ресурсы в процессе подготовки лекций, при постановке практических и учебно-исследовательских заданий для студентов; организовывать индивидуальную и различные формы групповой работы студентов с использованием Интернета; осуществлять выбор адекватных методов и методических приемов обучения с использованием Интернет-технологий.

Рефлексивно-оценочный компонент отражает способность преподавателя к критическому анализу эффективности использованных методов и форм обучения с применением Интернет-технологий; умение оценивать дидактический потенциал Интернет-ресурсов и сервисов, целесообразность их использования в обучении; умение критически оценивать свою готовность к использованию Интернет-поддержки и самостоятельно совершенствовать ее, в том числе с применением представленных в Интернете учебных и методических материалов, массовых открытых онлайновых курсов и т.п.

3. РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО ПРЕПОДАВАТЕЛЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ

Подготовка будущих преподавателей естественно-математических дисциплин к использованию Интернет-технологий реализована в учебном процессе педагогического университета как органическая часть их профессиональной подготовки в магистратуре по соответствующим специальностям.

Формирования ценностных ориентиров и мотиваций студентов к использованию Интернет-технологий в будущей профессиональной деятельности начинается в процессе изучения курса «Педагогика высшей школы» (тема «Система средства обучения в высшей школе») и продолжается в процессе освоения последующих учебных дисциплин.

С целью формирования когнитивно-операционного, а также рефлексивно-оценочного компонентов разработан и введен в учебные планы подготовки будущих преподавателей естественно-математических дисциплин курс по выбору учебного заведения «Интернет-технологии в образовании» объемом в 3.5 кредита ECTS, состоящий из таких модулей: «Инструментальные сервисы Интернет в предметно-педагогической деятельности», «Предметно-ориентированные ресурсы Интернет» (поиск, анализ, оценка, особенности использования), «Интернет-поддержка самообразования педагога».

Организационно-методический компонент формируется в процессе изучения курса «Методика преподавания профильной дисциплины в высшей школе», где рассматриваются конкретные способы использования Интернет-технологий на разных этапах учебного процесса, в целях педагогической диагностики, для организации самостоятельной учебно-познавательной и научно-исследовательской деятельности студентов — индивидуальной и в составе групп. Изучение курса подкрепляется педагогической практикой в вузе, одним из заданий которой является проведение и анализ занятия с дидактически обоснованным использованием Интернет-технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подготовка будущего преподавателя к использованию Интернет-технологий является многоаспектной задачей, успешное решение которой требует непрерывного отслеживания инноваций в образовательном сегменте Интернет и обновления содержания учебных курсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Интернет_обучение: технологии педагогического дизайна.** — М.: Издательский дом «Камерон», 2004. — 216 с.

И. Виноградова[1, 2], Р. Клюкас[2], В. Тринкунас[2]
vinogradova.irina@gmail.com, nsc@vgtu.lt
[1]Вильнюсский университет, Институт математики информатики, Вильнюс
[2]Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса, Вильнюс

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ

АННОТАЦИЯ

Одна из новых форм заочного обучения, набирающая популярность, — это дистанционное обучение. Эта форма популярна в связи с возможностью учиться в удобное время и удобном для учащегося месте, используя специально подготовленные материалы, информационные и коммуникационные технологии (ИКТ). Электронные базы научных публикаций, сайты новостей, электронная почта, бесплатные компьютерные формы общения привлекли пользователя своим удобством и быстротой работы. Цель публикации — ознакомить с этапами развития дистанционного обучения (ДО), новыми техническими возможностями и поделиться опытом организации дистанционной учебной формы в Вильнюсском техническом университете имени Гедиминаса (ВГТУ).

ВВЕДЕНИЕ

Качественное обучение является важной проблемой, интересующей общество. Одна из форм заочного обучения — это дистанционное образование, начавшее развитие в начале XX века. Всемирная конференция ЮНЕСКО по вопросам высшего образования (Париж, 1998) отметила, что «дистанционное обучение и новые ИКТ обеспечивают большую доступность высшего образования, особенно для новых социальных групп. Важно использовать их потенциал в образовании».

Электронные базы научных публикаций, сайты новостей, электронная почта, бесплатные компьютерные формы общения привлекли пользователя своим удобством и быстротой работы. Ведь имея интернет, выше перечисленные услуги не стоят дополнительных затрат. Преподавателям трудно сегодня представить подготовку и проведение лекции без компьютера и интернета.

Цель публикации — ознакомить с этапами развития дистанционного обучения, новыми техническими возможностями и поделиться опытом организации дистанционной формы обучения в ВГТУ.

1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Можно различить три поколения дистанционного обучения, использующие различные информационные и коммуникационные технологии. К первому поколению дистанционного образования причисляются письменные и печатные раздаточные материалы, отправляемые обучаемым по почте. Обучающиеся выполняли письменные работы и отсылали их преподавателям для проверки. С появлением радио в 1920-е годы и телевидения в 1950-е эти «новые» информационные и коммуникационные технологии стали использовать в ДО для создания радиовещательных образовательных программ и транслируемых по телевидению учебных курсов. Иногда такие программы дополнялись печатными материалами, а также организовывались занятия для локальных учебных групп. Основание Открытого университета Великобритании в 1969 году ознаменовало начало второго поколения ДО. Тогда впервые был широко применен мультимедийный подход. Открытый университет Великобритании разрабатывал высококачественные учебные материалы специально для дистанционного обучения, применялись как односторонние, так и двухсторонние средства связи. Использовались печатные материалы, широковещательные трансляции и аудиокурсы, переписка, краткосрочные стационарные курсы, конференции с использованием телефона, видео- и компьютерных конференций. В третьем поколении ДО для предоставления связи между преподавателем и обучающимся, и между самими обучающимися применяются интерактивные, электронные и иные технологии, основанные на применении компьютерной техники. Один из ярких примеров использования информационных технологий — это уроки из космоса, проводимые с 1990 А. Серебровым для учеников школ Москвы и Подмосковья. По словам известного космонавта «Уроки из космоса как органическая часть образовательных программ помогут изменить сознание людей, их мышление». После широкого внедрения сервиса WWW, начиная с 1993 года, дистанционное образование, основанное на этой технологии, получило большое распространение. Гипермедийное представление учебной информации, а также быстрая и удобная связь, и интерактивное взаимодействие между преподавателями и обучающимися, явились, таким образом, шагом вперед по сравнению с предыдущими поколениями ДО. Теперь высокий уровень интерактивного взаимодействия доступен всем участникам учебного процесса.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Одним из условий успешного обучения является его организация. Для удобной работы дистанционного обучения создается виртуальное место, среда, где происходит обучение, включая в себя обучающегося и область, в которой учащийся работает, сотрудничая с другими участниками обучаемого про-

цесса. Виртуальная среда или среда обучения как система управления обучением является «стенами» виртуального университета. Система обеспечивает доступность электронного курса для студентов, позволяет преподавателям работать с учащимися по разным сценариям обучения.

Одна из самых популярных и широко используемых в мире систем дистанционного обучения Moodle использует следующее технические возможности для:

– организации процесса обучения;

– представления электронного материала обучения;

– проверки знаний в виде представления работ преподавателю или тестирования;

– создания своего профиля в виде персональной страницы;

– общения и дискуссий с учащимися;

– работы в группах;

– анкетирования, выбора тем работ;

– накопление студентами базы данных;

– персонализации обучаемого процесса преподавателем;

– наблюдения процесса обучения;

– проверки плагиата работ;

– сохранение и оценка присланных работ;

– система оценивания курса.

Параллельно среде организации процесса обучения преподавателем, разрабатываются интеллектуальные среды, персонализирующие обучения для конкретного ученика. Цель интеллектуальной системы обучения — создать индивидуальные планы обучения и помочь выбрать наиболее подходящую последовательность изучения материала. Так же персонализируют изучаемые материалы для конкретного студента, в соответствии с его специфическими характеристиками, такими как стиль обучения, модальность, познавательность, компетенция и т. д. Индивидуализируя процесс обучения, студенты учатся принимать решение и мыслить самостоятельно.

Однако наиболее важным достижением использования новых технологий в дистанционном образовании — это видео-конференционные системы. Первые программы для синхронного общения (онлайн) предоставляли возможность общаться между залами со специальным конференционным оборудованием. Сегодняшние технологические решения позволяют участникам процесса обучения присоединяться к виртуальному классу со своих персональных компьютеров, демонстрировать свои работы (презентации) всем участникам конференции.

Для изучения естественных наук необходимы практические занятия. Лабораторное оборудование, управляемое при помощи Интернета, позволяет учащимся работать дистанционно.

3. ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ВГТУ

Качество обучения зависит от компетентности преподавателя, методики преподавания, мотивации учащегося, благоприятной среды обучения и других факторов. По сравнению с очной формой обучения, основной недостаток дистанционного обучения — отсутствие «живого» общения с преподавателями.

По этой причине ВГТУ создал дистанционные программы обучения, заменив теоретические лекции 50 % записанным лекционным материалом и 50 % онлайн лекций. Важную роль при этом играет программное обеспечение, поддерживающее стабильную онлайн связь в виртуальной аудитории. Тогда общение становится полноценным, студент и преподаватель видят друг друга и общаются между собой, только это происходит при помощи информационных технологий.

Дистанционные курсы предназначены как для традиционной, так и для дистанционной аудитории. В первом случае общение со студентами происходит в аудитории, поэтому система используется в основном для размещения объявлений и лекционного материала. Организация работы с дистанционной аудиторией, когда студенты находятся в разных странах или в разных временных поясах, должна быть тщательно продумана. Виртуальная среда обучения используется для того, чтобы приблизить и улучшить традиционные методы преподавания.

Каждый дистанционный курс включает в себя материал для самостоятельного изучения и возможность проверить свои знания при помощи тестов. Преподаватель проверяет знания учащихся во время их заочного обучения. Учащиеся пересылают свои сканированные работы или электронные работы на проверку преподавателю или решают задания в виде теста, используя разные варианты вопросов (выбрать правильный ответ из нескольких вариантов, решить задание и ввести ответ в систему, открытый тип вопроса и др.).

Для записи лекций естественных наук, таких как математика, физика, используются новейшие технологии, например планшетные экраны. Лабораторные работы реализованы в виде анимационного материала программистами дистанционного центра (рис. 1) или сделана видео запись работы преподавателя в лаборатории.

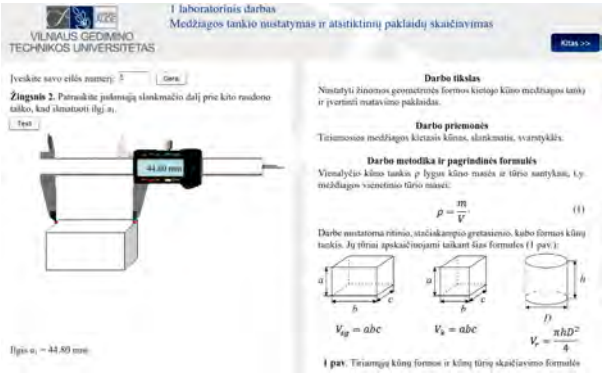


Рис. 1. Пример анимационного материала лабораторной работы

Ресурсы и элементы курса в Moodle — это инструментарий для создания курса. Ресурсы используются для вложения теоретического материала. Различные типы ресурсов позволяют вставить в курс практически любое веб-содержимое. Содержимое курса может быть представлено в виде отдельных файлов, документов различных форматов, внешних ссылок или группы документов в виде содержимого каталога. Есть возможность работать в текстовом редакторе, текстовой странице Moodle, по своим возможностям похожим на MS Office Word программу. Ресурс «пояснение» имеет аналогичный редактор, как в текстовой странице, но выводит текст в разделе учебного материала. Элементы курса — это интерактивные средства, при помощи которых преподаватель проверяет знания студентов, организует работу и общение с ними. Именно работа с элементами курса оценивается системой и преподавателем и, в конечном счете, позволяет выставить итоговую оценку за усвоение учебного курса. Наиболее используемыми элементами являются файлы, страницы, форумы, тесты, пояснения, задания (рис 2).

В таблице указанно количество используемых модулей элементов курса ВГТУ.

Модуль элемента курса	Количество	Проценты
Файл	18244	51,31 %
Страница	4711	13,25 %
Форум	3343	9,40 %
Тест	2170	6,10 %
Пояснение	2075	5,84 %
Задание (2.2)	1246	3,50 %
Папка	1219	3,43 %
Гиперссылка	1060	2,98 %
Чат	268	0,75 %
Опрос	245	0,69 %
Видеоконференция BigBlueButton	221	0,62 %
Анкетный опрос	105	0,30 %
Лекция	101	0,28 %
База данных	88	0,25 %
Глоссарий	83	0,23 %
Пакет SCORM	74	0,21 %
Семинар	66	0,19 %
Посещаемость	59	0,17 %
Вики	44	0,12 %
Обратная связь	38	0,11 %
Задание	35	0,10 %
Журнал	19	0,05 %
Пакет IMS содержимого	14	0,04 %
Анкета	12	0,03 %
Посещаемость	11	0,03 %
Книга	5	0,01 %

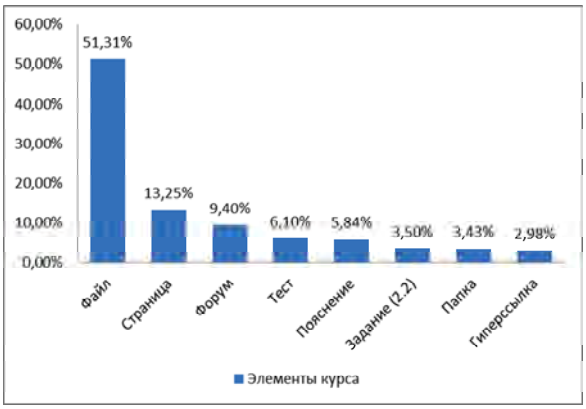


Рис. 2. Самые используемые элементы курса в ВГТУ

В день в системе наблюдается от 10 до 20 тысяч просмотров. Статистика просмотров первой страницы системы VGTU Moodle за месяц показана на рис. 3.

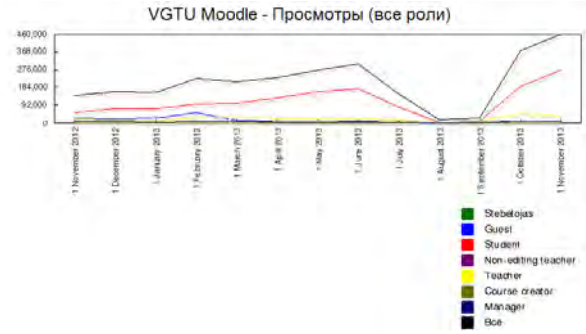


Рис. 3. Посещаемость в Moodle системе

Преподавание дистанционных занятий проходит по расписанию в аудитории дистанционного обучения. Контактные часы работы — это заранее подготовленные лекции, лабораторные работы и практические занятия в виде анимационного или видео материала и не меньше 50 процентов синхронного общения. Студенты могут посещать эти лекции в университете. Экзамен происходит очно, во время сессии.

Курсы дистанционных программ обучения должны быть апробированы по критериям качества дистанционного центра ВГТУ. Качество курса оценивается группой экспертов, проверяется актуальность и ясность изложения материала, упражнения для самопроверки, видеоматериал, план обучения и другие аспекты. Если курс прошел апробацию, он приравнивается к методическому материалу, который засчитывается преподавателю при аттестации.

Материал обучаемого предмета оценивается по критериям качества, а конечный результат зависит от количества кредитов курса. Если средняя оценка материала оценивается от 5 до 8 балов, тогда курсу выделятся его количество кредитов. Если средняя оценка от 9 до 10 балов, курсу выделяется в полтора раза увеличенное количество его кредитов. Конечный результат умножается на коэффициент 0,2 и приравнивается к авторскому листу методического материала. При подготовке материала несколькими авторами, рабочий вклад указывается процентами. Если автор апробирует свою преподаваемую часть курса, при подсчете соответственно учитываются кредиты этой части, указанные в программе преподавания курса. Дистанционный материал обучения апробируется на 5 лет. Если комиссия подтверждает, что материал не соответствует требованиям, курс возвращают на доработку. Курс признается не соответствующим требованиям, если его средняя оценка или хотя бы один из оцениваемых аспектов ниже 5 баллов.

После успешного опыта внедрения методики и виртуальной среды в ВГТУ, увеличилось количество студентов, обучающихся дистанционным образом. Насчитывается 8 программ дистанционного обучения бакалавров: технология строительства и управления, машиностроение, транспортная инженерия, информационная инженерия, информационные технологии в бизнесе, телекоммуникация, строительная инженерия, строительные инженерные системы. Также имеется 6 программ дистанционного обучения магистратуры: управление информационными технологиями, технологии управления бизнес-процессами, строительные технологии и управление, управление недвижимостью, руководство недвижимостью, управление бизнесом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дистанционное образование стало популярным в связи с возможностью учиться в удобное время и удобном для учащегося месте, используя специально подготовленные материалы, информационные и коммуникационные технологии.

Одна из самых популярных и широко используемых в мире систем дистанционного обучения Moodle успешно используется в ВГТУ при организации 12 дистанционных программ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса.** Закон 231. Организация и отчет практики 2013 г. 22 апреля. № 366 — «Бюллетень образования 2 (79)». — Изд-во: Циклонас, 2013. **Vilniaus Gedimino technikos universitetas.** Studijų biuletenis 2(79), Įsakymas 231. Dėl 2012–2013 m. M. Praktikų organizavimo ir atsiskaitymo, 2013 m. balandžio 22 d. Nr. 366, Vilnius (на литовском языке).

2. **Дземидене Д., Танкалевичене Л.** Выбор сценария и электронные компоненты услуг в системе образования — «Информационные науки». — Изд-во: Вильнюсский университет, 2005. С. 73—78. **Dzemydienė D., Tankelevičienė L.** Scenarijų parinkimas ir elektroninių paslaugų komponentai nuotolinio mokymo sistemoje — «Informacijos mokslai». Vilniaus universitetas, 2005. P. 73—78 (на литовском языке).

3. **Клюкас Р., Виноградова И.** Опыт внедрения и эксплуатация moodle системы в Вильнюсском техническом университете имени Гедиминаса (ВГТУ) // Сборник трудов XX междунар. научно-техн. конф. «Машиностроение и техносфера XX1 века», 16—21 сент. 2013, г. Севастополь. — Изд. ДонНТУ, 2013. Т. 1. С. 295—298.

4. **Серебров. А.** Уроки из космоса приводят ребят на путь открытий. Образование XXI века. «Учительская газета, независимое педагогическое издание». Взято из интернета 2013 ноября 18: http://www.ug.ru/old/99.23/t6.htm.

5 **Тринкунас В., Бигелис З., Виноградова И., Шилеикикне И.** Обучение педагогического персонала преподавать дистанционным образом. Учебное пособие. — Изд-во: Техника, 2008. **Trinkūnas V., Bigelis Z., Vinogradova I., Šileikienė I.** Dėstytojų mokymas teikti studijas nuotoliniu būdu. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2008 (на литовском языке).

6. **UNESCO организация объединенных наций по вопросам образования, науки и культуры.** Информационные и коммуникационные технологии в дистанционном образовании. Учебные материалы ИИТО. Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. Москва. Изд-во: ЗАО «Издательский дом «Обучение-Сервис», 2006.

7. **Von Euler, M & Berg, D.** The Use of Electronic Media in Open and Distance Education. Paris: UNESCO, 1998.

А.И. Газейкина
Gazeykina@uspu.ru
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА ЯЗЫКАМ И ТЕХНОЛОГИЯМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей обучения будущих инженеров технологиям программирования средствами дистанционных технологий, в частности, с помощью системы видеоконференцсвязи. Анализируются возникающие при этом организационные и методические проблемы. Приводится опыт дистанционного обучения удаленных студентов в Уральском государственном педагогическом университете.

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное обучение относится к одной из форм обучения. Целью использования дистанционных образовательных технологий является предоставление студенту возможности освоения образовательной программы в целом и, в частности, содержания конкретной учебной дисциплины, в удобное для него время и в удобном для него месте и темпе.

1. СПЕЦИФИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРОГРАММИРОВАНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Курс программирования является одним из основных курсов специальной подготовки будущего инженера/бакалавра в области информационных систем и технологий. Поэтому содержание, формы и методы обучения должны соответствовать современному состоянию языков, методов и технологий программирования, а также отвечать перспективам их развития. При изучении программирования студенты осуществляют следующие виды учебно-познавательной деятельности [1]:

– освоение нового теоретического материала, к чему отнесем: освоение языковых конструкций (например, операторов циклов в конкретном языке программирования), разбор типовых алгоритмов (например, алгоритмов сортировки массива), знакомство с теоретическими и методологическими положениями (например, принципами объектно-ориентированного программирования);

– выполнение учебных заданий, среди которых выделим: индивидуальные задания, фронтальные лабораторные работы, индивидуальные и групповые проекты, долгосрочные коллективные проекты;

– выполнение контрольных мероприятий: сдача зачета/экзамена, защита курсовой работы.

Применение дистанционных технологий позволит повысить интенсивность и результативность освоения технологий программирования студентами любой формы обучения, как очной, так и заочной.

Однако обучение студентов программированию средствами дистанционных технологий имеет специфические особенности:

– поскольку большую часть учебных заданий студент будет выполнять удаленно, целесообразно использовать непроприетарное программное обеспечение, в первую очередь, компиляторы и интегрированные среды разработки;

– помимо традиционных презентаций (в произвольном формате) для проведения учебных занятий нужны заготовки программного кода, которые будут анализироваться, обсуждаться, дополняться, изменяться в ходе занятий и самостоятельной работы;

– востребованными будут образцы выполнения заданий разных типов;

– так как результатом выполнения учебного практического задания, как правило, является программа (исходный программный код), для проверки его правильности целесообразно применять проверяющую систему, которая в автоматическом режиме использует систему тестов и принимает (или не принимает) разработанную студентом программу.

В процессе обучения студентов технологиям программирования целесообразно реализовать различные модели учебного информационного взаимодействия [2], к которым отнесем интеграцию аудиторных форм и использование коммуникационных сервисов и ресурсов информационной среды дистанционного обучения, поддержку учебного процесса для удаленных студентов, поддержку учебной и научно-познавательной проектной деятельности.

2. ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНСТИТУТА МАТЕМАТИКИ, ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УРГПУ

В Институте математики, информатики и информационных технологий Уральского государственного педагогического университета осуществляется подготовка будущих инженеров по специальности 230202 Информационные технологии в

образовании и направлению 230400 Информационные системы и технологии.

Для реализации дистанционных образовательных технологий применяются следующие программные средства:

– программное обеспечение для веб-конференций, обеспечивающее общение и сотрудничество через онлайн-доступ преподавателей, организаторов учебного процесса и студентов (Adobe Acrobat Connect Pro 8);

– средство организации совещаний и семинаров по сети в реальном времени, которое позволяет проводить презентации, обмениваться файлами, потоковым аудио, видео, а также служит средством для организации многопользовательских видеоконференций (Adobe Connect Pro Meeting — вебинар);

– учебный портал, использование которого позволяет организовать опосредованный обмен файлами для выдачи заданий студентам и отправку ими выполненных заданий обратно преподавателю (e-portal, созданный на базе платформы Sakai);

– проверяющая система для тестирования программного кода в режиме онлайн.

Система видеоконференцсвязи (ВКС) Adobe Connect Pro активно применяется в процессе подготовки студентов филиалов университета. При этом обеспечивается обратная связь с удаленными обучаемыми в режиме реального времени, а методы обучения и управления учебным процессом близки к традиционным аудиторным. На подготовительном этапе преподаватель подбирает учебно-методическое обеспечение, организует собрание (термин ВКС), разрабатывает его макет, подготавливает опросы и оповещает студентов о собрании. Во время проведения интерактивного занятия преподаватель открывает собрание и управляет ходом занятия в соответствии с его планом, проводит запланированные опросы, обеспечивает обратную связь.

Несмотря на то, что система ВКС предоставляет возможность рассылки файлов (дополнительных материалов, заданий и пр.), для этой цели удобнее использовать учебный портал. Каждый из студентов, в том числе и удаленных, имеет логин и пароль, и может быть подписан на нужный сайт учебной дисциплины. На сайте дисциплины преподаватель размещает учебные задания и другие учебно-методические материалы.

Преимуществом такой организации учебного процесса является возможность предварительного изучения студентами выложенных материалов, что делает последующее интерактивное занятие с помощью системы ВКС более эффективным: лекция превращается в консультацию и обсуждение наиболее сложных и значимых элементов содержания. Выполненные задания студенты имеют возможность отправить на проверку преподавателю как средствами учебного портала, так и через тестирующую систему. Второй вариант является предпочтительным, он избавляет преподавателя от необходимости читать и тестировать исходные коды студенческих программ.

3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

К организационным проблемам отнесем:

– необходимость технологической подготовки преподавателя, особенно в области освоения возможностей системы ВКС;

– необходимость подготовки большого объема учебно-методических и других сопровождающих материалов;

– при работе с группой удаленных студентов в аудитории должен присутствовать тьютор, способный оперативно решать возникающие организационные и технические проблемы.

Опыт показал, что студенты не испытывают затруднений технологического характера на занятии, проводимом с помощью системы ВКС.

Методические проблемы:

– недостаточная разработанность содержания учебных заданий и проектов, сложности с подбором большого числа однотипных заданий, а также заданий, учитывающих специфику подготовки именно будущих инженеров, в том числе таких заданий, которые удаленные студенты могли бы выполнять коллективно;

– специфика разработки учебно-методических материалов для использования в процессе обучения средствами дистанционных технологий (дозированность учебного материала, его наглядность, интерактивность).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдение за учебной деятельностью будущих инженеров, анализ выполненных индивидуальных заданий и проектов, курсовых работ привели к выводу о возможности и целесообразности применения дистанционных технологий при обучении технологиям программирования. При этом повышается не только результативность обучения, но и формируется технологическая составляющая профессиональной подготовки будущего инженера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Газейкина А.И.** Обучение программированию будущего учителя информатики // Педагогическое образование в России. 2012. № 5. С. 45—48.

2. **Лапенок М.В.** Теоретические модели осуществления учебного информационного взаимодействия в информационной среде дистанционного обучения // Педагогическое образование в России, 2012. № 2. С. 214—217.

А.В. Горанский, С.А. Никитин, Т.В. Савицкая, А.Ф. Егоров
coder@muctr.ru, sergey.torin@gmail.com, savitsk@muctr.ru, egorov@muctr.ru
ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Москва

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ MOODLE И FLASH-ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается один из методов разработки информационно-образовательных ресурсов с использованием современных мультимедийных и web-технологий.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время подготовка инженеров по различным направлениям включает не только общетеоретическое обучение, но и обязательную отработку и закрепление практических навыков. Существующие традиционные методы для приобретения и закрепления практических навыков (обучение, тестирование) широко распространены, но малоэффективны для практической подготовки. Тренажерные системы: аппаратные, виртуальные (LabVIEW — англ. Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) и совмещенные — более эффективны, но трудоемки при разработке, сложны в освоении и часто требуют специализированных программно-аппаратных средств для их реализации.

Решение этой проблемы найдено в использовании узкоспециализированных программных приложений — апплетов, работающих в информационно-образовательной среде или ресурсе. Общие сведения о приложениях-апплетах изложены в [1].

Опыт использования в подготовке инженеров и в разработке автоматизированных систем обучения (АСО) [2, 3] системы управления обучением Moodle, свободно-распространяемого под универсальной общественной лицензией GNU веб-приложения, предоставляющего возможность создавать сайты для дистанционной работы, показал, что ее функциональных возможностей недостаточно для отработки практических навыков обучения. Таким образом, возникла необходимость разработать модель гибкого и относительно легкого в эксплуатации информационно-образовательного ресурса с возможностью отработки практических навыков с использованием современных мультимедийных технологий, т.е. на примерах и задачах, содержащих анимацию, 3d-модели объектов, звуковое сопровождение и интерактивные элементы.

1. ОБЗОР WEB-ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИИ FLASH

Основным преимуществом web-технологий является возможность удаленного и мобильного доступа. Использование LMS Moodle (Learning Management System — Система управления обучением) дает множество дополнительных преимуществ, в первую очередь как свободно распространяемой среды, которая позволяет совмещать различные методики и технологии обучения [4].

Существует возможность создания дистрибутива разработанного и наполненного контентом информационно-образовательного ресурса на базе Moodle, с целью использования его в локальной сети, не имеющей доступа к сети Интернет или даже на отдельной ЭВМ.

В первую очередь стоит отметить некоторые функциональные возможности технологии Flash:

– реализация как простых наглядных тренажеров, так и сложных комплексных мультимедийных приложений;

– возможность частичной автоматизации обработки ответов и действий обучаемого;

– модернизация контента самого приложения в процессе эксплуатации благодаря использованию XML (англ. eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки);

– гибкость и относительная простота работы с графической, текстовой, аудио- и видео- информацией.

Объектно-ориентированный язык программирования ActionScript как универсальный инструмент для реализации алгоритмов и методик — также является неотъемлемой частью Flash.

Важным преимуществом является относительная простота разработки приложений (апплетов) благодаря наличию библиотек, гибким инструментам разработки и достаточно подробной документации. Таким образом, Flash-технология отвечает всем требованиям, предъявляемым к средствам разработки апплетов [1].

Относительная гибкость данной технологии дает возможность интегрировать ее продукты (приложения в формате .swf) в качестве встроенных приложений систем, построенных с использованием web-технологий, таких как система управления обучением Moodle.

Основными недостатками технологии Flash для разработки информационно-образовательных ресурсов являются:

– чрезмерная нагрузка на центральный процессор, связанная с неэффективностью виртуальной машины Flash Player, если приложение высоконагруженное или не оптимизировано;

– возможность Flash-приложений нарушать работу всего браузера;

– возможность «взлома» Flash-приложения с целью нарушения его работы или подделки результатов.

Перечисленные недостатки на практике возникают редко.

Одним из способов интеграции Flash-апплетов в систему Moodle является пакет SCORM (англ. Sharable Content Object Reference Model, «образцовая модель объекта содержимого для совместного использования») — сборник спецификаций и стандартов, разработанный для систем дистанционного обучения, широко применяемый с 2006 года. Но разработанные для АСО практические примеры показали, что SCORM имеет значительный недостаток: при интеграции полноценных интерактивных мультимедиа приложений и апплетов вызывает сложность организации обратной связи (от обучаемого к системе обучения), поскольку в настоящее время его функционал и гибкость настройки крайне ограничены для такого типа данных.

Также существенным недостатком является практически полное отсутствие документации на русском языке.

2. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ FLASH И СРЕДЫ LABVIEW

В качестве инструмента создания апплетов для информационно-образовательных ресурсов возможно использование среды разработки и выполнения программ LabVIEW, о преимуществах которой говорится в [5, 6]. Но при таком использовании этот инструмент имеет ряд существенных недостатков:

– высокая трудоемкость и большие временные затраты при разработке новых графических элементов;

– необходимость использования библиотеки Run-Time на стороне обучаемого (в зависимости от состава приложения может быть весьма объемна);

– ошибки в среде разработки (особенно версии 6.0 и 8.0);

– необходимость изучения специализированного графического языка программирования «G», менее гибкого и предоставляющего меньшие возможности по сравнению с языком программирования ActionScript;

– сложность интеграции с другими приложениями (как и технология Flash не имеет встроенного модуля для интеграции в Moodle);

– высокая стоимость полного комплекта инструментов.

Представленную ниже модель можно модифицировать для интеграции приложений разработанных в среде LabVIEW, но ввиду ее технической сложности и трудоемкости разработки приложений (тренажеров, обучающих систем) такой подход нецелесообразен.

Поэтому для разработки информационно-образовательных ресурсов для обучения практическим навыкам выбрана Flash-технология и предложен способ интеграции в среду дистанционного обучения Moodle.

3. МОДЕЛЬ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ТРЕНАЖЕРНО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Согласно принципам трехуровневой архитектуры приложений разработана модель простой в эксплуатации и полной по функциональному наполнению системы для дистанционного обучения, представленная на рис. 1.

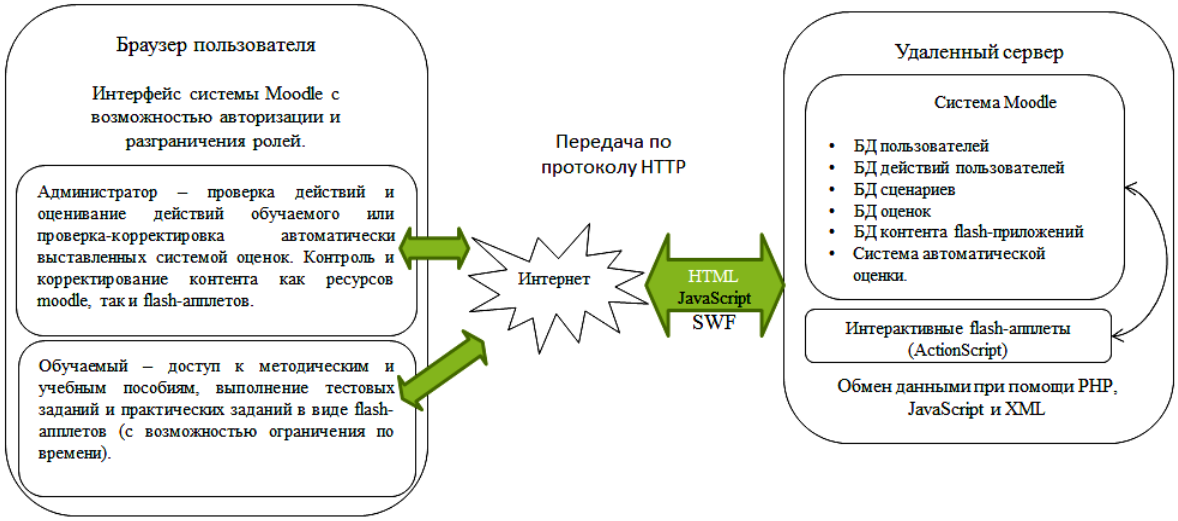


Рис. 1. Модель системы для дистанционного обучения

Администратор в данной модели выполняет две роли: ассистент-разработчик — ведущий программист-дизайнер Flash-апплетов и преподаватель, проводящий экспертную оценку действий пользователя и самого Flash-апплета, интегрированного в систему. Таким образом, осуществляется непрерывный процесс модернизации апплета, который может быть как видеоуроком или презентацией, так и компьютерным тренажером с виртуальной моделью прибора или сложной технической системы, а также системы управления.

Данная модель позволяет построить систему для локального обучения (учебный класс без выхода в Интернет или единое рабочее место для обучаемого и преподавателя), используя возможность создания файла инсталляции (дистрибутива), включающего готовый сервер с установленной системой Moodle, уже наполненной контентом (рис. 2).

Рис. 2. Модель системы для локального обучения

Приведенная модель соответствует как требованиям к системе обучения или тренажеру, так и к программному обеспечению (модульность, надежность, информационная безопасность). Однако она имеет несколько недостатков:

1) обязательное наличие на компьютере обучаемого браузера с установленным проигрывателем Adobe Flash Player или любого другого, способного работать с форматом .swf;

2) Ссистема Moodle, хотя и является исключительно гибкой и быстроразвивающейся LMS, не адаптирована для интеграции Flash-приложений, поэтому автоматизированная система оценивания Moodle не может обрабатывать результаты практической работы с Flash-приложением.

3) требует больших трудозатрат разработка и интеграция базы данных сценариев (если система — тренажерно-обучающая), так как в системе Moodle отсутствует такая структура;

4) освоение системы Moodle, несмотря на большое количество документации и методических материалов, остается трудоемким.

Решениями основных проблем являются:

1) соблюдение системных требований к рабочему месту обучаемого в случае удаленного обучения или интеграция в дистрибутив плеера Adobe Flash в случае локального использования;

2) разработка механизма интеграции Flash-апплета как особого типа вопроса — одного из основных видов контента Moodle (рис. 3).

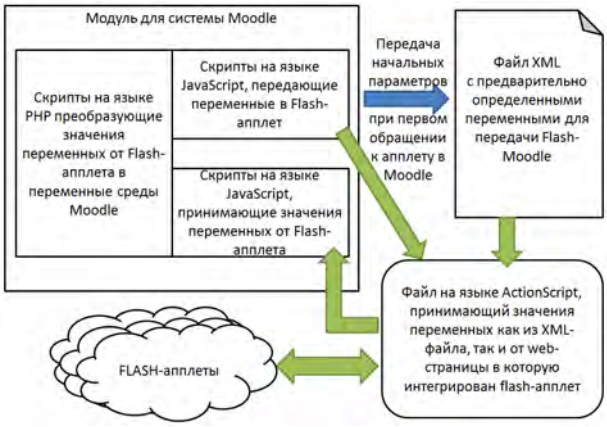


Рис. 3. Модель системы для локального обучения

Модуль (фактически новый тип элемента Moodle) разработан на основе документации с официального сайта разработчиков LMS Moodle — https://moodle.org/.

В среде Adobe Flash предусмотрены возможности по интеграции разработанных приложений, в том числе с web-технологиями. Поскольку система

Moodle представляет собой набор динамических web-страниц, то Flash-апплет может принимать и передавать (используя функцию ExternalInterface) переменные той странице, в которую встроен в качестве практического задания.

Файл на языке ActionScript, который является неотъемлемой частью разрабатываемого Flash-апплета, представляет собой API (англ. Application Programming Interface — интерфейс программирования приложений) для приема-передачи значений переменных. Такой универсальный файл (набор готовых процедур, функций и констант) можно интегрировать в каждый разрабатываемый Flash-апплет. Целесообразно предусмотреть два режима его работы: интегрированный в среде Moodle и самостоятельный режим Flash-приложения для отладки при разработке.

Файл XML используется для задания исходных значений переменных и работы Flash-апплета в режиме отладки. Взаимодействие XML-Flash реализуется при помощи встроенных функций.

Ключевым звеном в данном методе интеграции являются скрипты на языках JavaScript и PHP, которые динамически осуществляют:

– прием переменных из Flash-апплета;

– перевод переменных в формат представления данных Moodle;

– занесение значений переменных в базу данных;

– передачу переменных Moodle Flash-апплету по запросу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в работе показано, что Flash-технология является одним из лучших инструментов разработки компактных мультимедийных и интерактивных приложений, содержащих анимацию и 3d-объекты для отработки практических навыков. Функциональные возможности, доступность и документированность системы Moodle делают ее использование для разработки систем дистанционного обучения наиболее целесообразным в настоящее время. Следовательно, предложенные модели позволят существенно снизить трудозатраты на разработку информационно-обучающих и тренажерных систем, имеющих большое количество апплетов для отработки практических навыков инженеров при изучении широкого круга дисциплин профессиональных циклов.

В настоящее время с использованием предложенного метода интеграции Flash-технологии в среду дистанционного обучения Moodle ведется подготовка заданий для обучения практическим навыкам инженерной подготовки химиков-технологов, которые позволят существенно расширить функциональные возможности существующей междисциплинарной АСО [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Новикова С.Ю., Сутченков А.А., Тихонов А.И.** Средства публикации расчетных приложений в web. // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 216—219.

2. **Разработка** автоматизированных лабораторных комплексов: учеб. пособие / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, С.П. Дударов и др.; под общ. ред. проф. А.Ф. Егорова. — М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2006. — 176 с.

3. **Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А.** Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для многоуровневой подготовки химиков-технологов // Открытое образование 2012. № 6. С. 20—33.

4. **Савицкая Т.В., Егоров А.Ф., Виноградов А.П.** Использование современных информационных технологий для подготовки специалистов по проблемам химической безопасности // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10-11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 393—394.

5. **Щербаков Г.И., Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Кирсанов А.Ю.** Организация и построение типовой дистанционной автоматизированной лаборатории на основе LabVIEW-технологии для общетехнических инженерных дисциплин технического университета // Сборник трудов XI международной научно-методической конференции «Наукоемкие технологии образования». — Таганрог: ТРТУ, 2003. С. 177—179.

6. **Михайлова П.Г., Савицкая Т.В.** Программный комплекс LabVIEW для моделирования процессов химической технологии. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Под редакцией проф. А.Ф. Егорова. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. — 62 с.

Е.Г. Губский
evgforcontact@gmail.com
Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, Москва

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается технология проектирования и разработки лабораторных комплексов для обеспечения учебного процесса в системах дистанционного обучения на базе оболочки MOODLE.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее остро в процессе развития и становления систем дистанционного обучения стоит вопрос о необходимости реализации дистанционного лабораторного практикума независимо от информационной среды, в которой реализован практикум, являющийся основным средством для отработки теоретических навыков и знаний. В Московском институте энергобезопасности и энергосбережения спроектировано и разработано более 90 моделей для лабораторных комплексов по различным техническим дисциплинам.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Постановка задачи или проектирование модели лабораторной работы состоит из нескольких основных этапов:

1. Формирование целей лабраторной работы.

2. Разработка математической модели лабораторной установки.

3. Схематическое изображение стенда лабораторной установки.

4. Разработка входных и выходных данных для лабораторной работы (формирование вариантов заданий и механизма выбора варианта).

5. Описание сценария работы лабораторной установки применительно к одному из вариантов задания.

6. Описание граничных условий.

Результатом является техническое задание на разработку лабораторного комплекса.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОТОПЛЕНИЕ»

Испытание центробежного насоса

Исходные данные:

- марка насоса НБЦ-0,55;
- КПД электродвигателя насоса 85 %;
- удельный вес жидкости γ = 9810 Н/м3.

Наблюдаемые параметры:

- подача насоса Q = (л/мин);
- давление по манометру (в напорном трубопроводе) рМ (бар);
- давление по мановакуумметру (в всасывающем трубопроводе) рМВ (бар);
- мощность, потребляемая электродвигателем насоса по ваттметру NЭЛ (Вт);

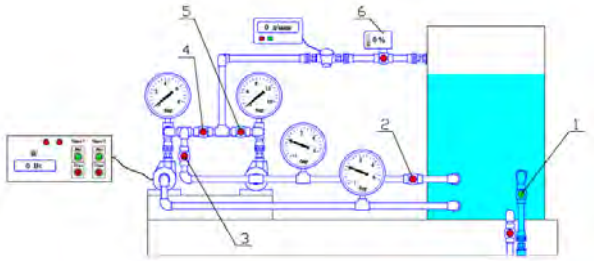


Рис. 1. Пример схематичного изображения установки для проведения первого опыта.

Методика проведения работы (сценарий работы установки).

1. Заполнить основной бак водой, для чего необходимо:

- открыть кран 1 (у крана две позиции — «открыто» и «закрыто»);
- при достижении уровня жидкости (рис.) кран 1 автоматически закрывается.

2. Проведение работы:

- открыть краны 4 и 6 (при этом кран 1, 2, 3 и 5 должны быть закрыты);
- включить насос (жидкость будет нагнетаться насосом из бака через всасывающий трубопровод, краны 4 и 6, и расходомер обратно в бак);
- при закрытом кране 6 снять показания мановакуумметра рМВ, манометра рМ, ваттметра NЭЛ (мощность на клеммах электродвигателя) и расходомера Q;
- частично открыть кран 6 (на 25 %) и снять показания мановакуумметра, манометра, ваттметра и расходомера;
- повторить опыт (предыдущий пункт), увеличивая степень открытия крана 6 до полного его открытия (каждый раз на 25 % — всего 5 опытов).

Таблица 1. Основные параметры (Входные/выходные данные)

Параметр	Расчетная формула	Значения параметров				
Степень открытия крана, %	-	0	25	50	75	100
Исходные данные						
Марка насоса	-	НБЦ – 0,55				
КПД электродвигателя насоса, %	η	85				
Удельный вес жидкости, Н/м3	γ	9810				
Наблюдаемые параметры						
Давление по манометру, бар	рМ	5	4.6	4	3.2	1.4
Давление по мановакуумметру, бар	рМВ.	0.4	0	-0.1	-0.2	-0.4
Подача насоса, л/мин	Q	0	11.5	23	34.5	46
Мощность потребляемая электродвигателем насоса по ваттметру, Вт	NЭЛ.	150	260	355	465	540
Расчетные параметры						
Напор насоса, м	$H = \frac{p_M \pm p_{MB}}{\gamma}$	46.9	46.9	41.8	34.7	18.3
Полезная мощность, Вт	$N_П = \gamma \cdot Q \cdot H$	0	88	157	196	138
Мощность на валу насоса, Вт	$N = N_{ЭЛ}\eta_{ЭЛ}$	128	221	302	395	459
КПД насоса, %	$\eta = \frac{N_П}{N} \cdot 100\%$	0	40	52	49	30

3. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Для разработки лабораторной работы была выбрана среда программирования Adobe Flash, которая обладает большим количеством инструментов для отрисовки и кодирования логики работы анимированных объектов. Другим плюсом технологии Flash является предустановленность или простота установки проигрывателя для просмотра приложений, разработанных по технологии Flash. В настоящее время проигрыватель Flash установлен на 98 % настольных компьютеров.

На рис. 2 показан результат разработки модели по техническому заданию и перечню данных, приведенных выше.

Модель предоставляет студенту следующие возможности:

- изучение устройства и работы центробежного насоса. Отображение подсказок об основных узлах установки;
- снятие показаний измерительных приборов, для составления отчета;
- контроль основных узлов лабораторной установки на каждом этапе выполнения работы. Подсвечиваются как узлы, над которыми требуется произвести действие, так и уже включенные узлы;

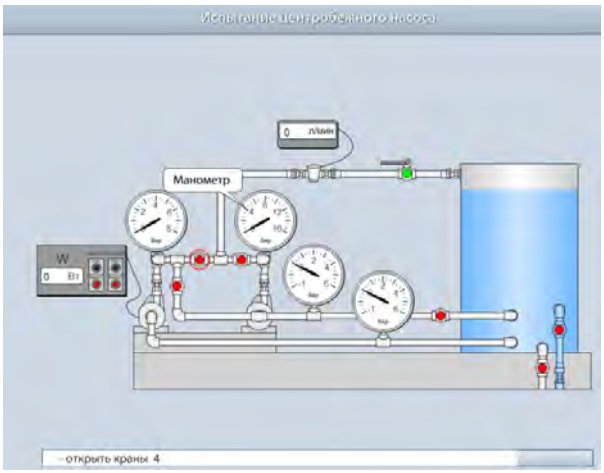


Рис. 2. Модель «Испытание центробежного насоса»

- на каждом шаге выполнения лабораторной работе дается подсказка, на каком этапе работы находится пользователь и что делать дальше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате преподаватель получает интерактивную модель. Составлен перечень вариантов заданий для выполнения лабораторной работы «Испытание центробежного насоса» по дисциплине «Отопление». На базе этой модели преподавателем внедряется в учебный процесс проведение лабораторных работ как для заочной формы обучения, так и для других форм обучения в режиме тренинга. Результатами работы модели являются: изучение устройства и работы центробежного насоса, проведение эксперимента по заданию преподавателя, получение результатов работы лабораторной установки для заполнения отчета и сравнения теоретических результатов с практическими.

По сравнению с реальной установкой такая методика обучения предоставляет следующие преимущества:

- постоянная работоспособность стенда и измерительной аппаратуры;
- отсутствие необходимости постоянного надзора за правильностью выполнения лабораторной работы;
- безопасность при работе с установкой и с точки зрения безопасности студента и с точки зрения исправности установки.
- постоянный доступ к установке в любой момент времени on-line.

В НОУ ВПО МИЭЭ подобные лабораторные комплексы получили повсеместное внедрение и успешно проходят апробацию, доказывая свою состоятельность и надежность.

М.П. Жохова, В.В. Краюшкин, К.В. Краюшкин
zhokhovamp@mail.ru, vvk.vmss@gmail.com, jangokvk@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

СИСТЕМА ЗАГРУЗКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИЙ ЛЕКЦИЙ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОС ANDROID

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы использования современных мобильных устройств в образовательном процессе. Приводится описание разработанной авторами автоматизированной системы загрузки и отображения презентаций лекций по ТОЭ на мобильных устройствах под управлением ОС Android. Представлен анализ преимуществ и недостатков таких систем и перспективы их развития.

ВВЕДЕНИЕ

Уровень развития и распространения различных современных мобильных устройств (смартфонов, планшетников и т.п.) на сегодняшний день достаточно высок, в связи с чем, естественно, возникает интерес к интеграции таких устройств в различные сферы деятельности современного общества, в частности, в систему образования. Это действительно весьма актуальная задача, учитывая, что мобильные устройства стали практически неотъемлемым атрибутом современной молодежи (и не только молодежи). В этой связи стоит отметить и тенденцию продаж смартфонов, например, в нашей стране доля проданных смартфонов за третий квартал 2013 года составляет 47 % от общего числа проданных мобильных устройств; по сравнению с предыдущим кварталом рост составил 39 %. В данной работе рассматривается клиент-серверное приложение для подготовки, загрузки и отображения учебной информации в виде презентаций лекций на мобильных устройствах (смартфонах и планшетниках) под управлением ОС Android.

1. ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И РАЗМЕЩЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА СЕРВЕРЕ

Несмотря на то, что данный доклад в основном посвящен вопросам загрузки и отображения информации на мобильном устройстве, для более полного понимания картины функционирования всей системы в целом хотелось бы несколько слов сказать о ее серверной части — приложении для подготовки и размещении на сервере информации для последующей загрузки на мобильные устройства. По сути, это веб-приложение, выполненное по технологии LAMP (Linux + Apache + MySQL + PHP), с принудительной авторизацией, разным уровнем доступа к данным (администраторы, модераторы, обычные пользователи), позволяющее формировать на сервере необходимую структуру каталогов и размещать там лекционный материал в виде слайдов (изображений в формате JPEG). В настоящий момент данное приложение находится в завершающей стадии разработки.

2. ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Рассматриваемое мобильное приложение написано классическим для ОС Android способом без применения кроссплатформенных технологий. Минимальная поддерживаемая версия ОС — Android 2.3.3 Gingerbread (API level 10). На Рис. 1 можно видеть иконку приложения на рабочем столе смартфона сразу после установки.

Рис. 1. Экран запуска приложений (рабочий стол)

На рис. 2 изображен первый экран приложения со структурой курса лекций. Данная структура загружается с сервера в формате JSON и кэшируется локально в обычный файл. Под структурой в данном случае подразумеваются не только сами названия лекций, которые непосредственно представлены на рис. 2, но и список изображений (слайдов), относящихся к каждой лекции. Каждое изображение в структуре представлено в виде прямой URL-ссылки на него (типа http://…slide.jpg), что и позволяет использовать текстовый формат JSON в данном случае. При первом запуске загрузка происхо-

дит автоматически, далее пользователь может обновить список вручную (рис. 2, кнопка в правом верхнем углу). Подход к проектированию приложения, при котором структура курса формируется на сервере, очень важен в данном случае, так как значительно увеличивает гибкость всей системы — при модернизации курса все изменения производятся на сервере, а в самом приложении пользователю достаточно просто нажать кнопку обновления.

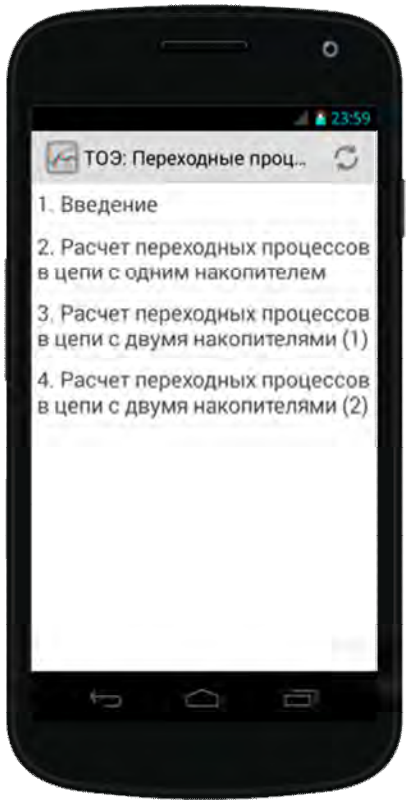


Рис. 2. Наименования разделов презентаций лекций

На рис. 3 представлен второй экран приложения, предназначенный непосредственно для просмотра слайдов лекций. В верхней части экрана находится набор миниатюр слайдов и имеется возможность его горизонтальной прокрутки. У каждого слайда из этого набора имеется номер (в левом нижнем углу) и индикатор кэша (в правом верхнем). Изначально индикатор кэша серого цвета; если слайд сохранен в локальный файл в памяти смартфона (закэширован), индикатор слайда будет зеленого цвета, а загрузка на экран автоматически будет осуществляться из этого файла.

Кнопки кэширования находятся в ActionBar в правом верхнем углу экрана. Для удобства их сделано две: левая — для кэширования всех слайдов выбранной лекции, правая — для кэширования одного выбранного слайда. Основная часть экрана снизу отведена непосредственно для просмотра текущего слайда и поддерживает стандартные жесты масштабирования и прокрутки изображений.

Отдельно хотелось бы отметить особенность вывода изображений на экран. В данном приложении при первой загрузке (как с сервера, так и из локального файла) изображения сохраняются в оперативной памяти в виде массива байтов. Далее, при повторной загрузке, они всегда берутся уже из этого кэша в оперативной памяти. Такой алгоритм отображения слайдов позволил многократно повысить производительность приложения и отзывчивость интерфейса.

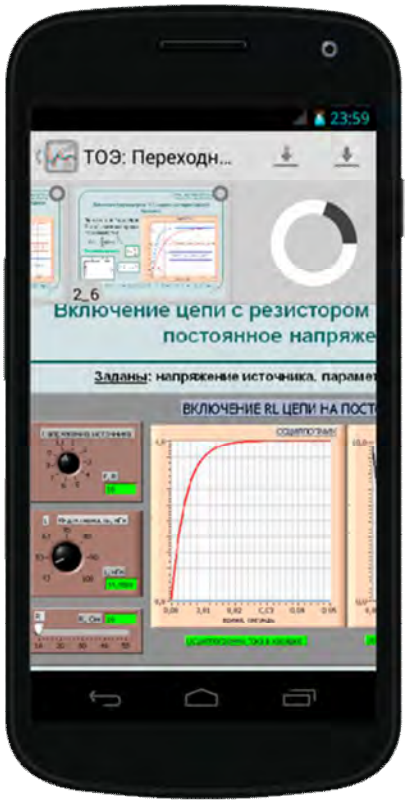


Рис. 3. Экран просмотра слайдов лекций

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа является продолжением цикла работ [1], посвященных использованию мобильных устройств в учебном процессе. Несмотря на то, что в мобильных устройствах уже существуют средства просмотра как изображений, так и презентаций формата Microsoft PowerPoint, рассматриваемое приложение позволяет не только структурировать лекционный материал, но существенно упростить и автоматизировать его распространение. В дальнейшем авторами планируется разработка аналогичного мобильного приложения для платформы iOS компании Apple.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Краюшкин В.В., Краюшкин К.В.** Мобильные устройства в учебном процессе // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО 2012. — М.: Издательский до МЭИ, 2012. С. 381—382.

М.Н. Иванов, Е.П. Попова
ivanov@msiu.ru, epopova@sde.ru
ФГБОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ФГБОУ ВПО «МГИУ»

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен опыту использования дистанционных образовательных технологий (далее ДОТ) в ФГБОУ ВПО «МГИУ» (далее МГИУ). Рассматриваются основные этапы развития ДОТ в МГИУ. Приводится описание основных составляющих Единой информационно-образовательной среды МГИУ. Выделяются приоритетные направления развития Электронной системы дистанционного обучения университета.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного промышленного производства, научно-технический прогресс, внедрение инновационных технологий привели к ситуации, когда требования к выпускникам со стороны работодателей меняются за время обучения студента. Особенно это относится к подготовке инженерно-технических кадров для российской экономики.

Специалисты, работающие на производстве, получившие образование ранее, по той же причине нуждаются в непрерывном повышении своей квалификации. При этом работодатель заинтересован в проведении обучения сотрудников без отрыва от производства или с их минимальным временным отсутствием на работе. Территориальная удаленность предприятий от вузов и учебных центров существенно затрудняет решение этой задачи. Решению этой проблемы посвящен данный доклад.

1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МГИУ

В современных условиях дистанционные образовательные технологии являются оптимальным инструментом для оказания образовательных услуг вузом вышеуказанной категории потребителей. Использование данных технологий обучения позволяет реализовать концепцию непрерывности образования, решить проблему территориальной удаленности и идеально подходит для использования в учебных заведениях с интегрированной системой обучения.

Дистанционные образовательные технологии с успехом используются для обучения студентов очной и очно-заочной форм обучения, заочной формы, а также в дополнительном профессиональном образовании.

В МГИУ применение дистанционных образовательных технологий ведется, начиная с 1994 года. За эти годы были проанализированы и опробованы различные подходы и технологии. Результатом этой деятельности является функционирующая в вузе Единая информационно-образовательная среда. В ее состав входит функционирующая в университете с 2007 года Электронная система дистанционного обучения (далее ЭСДО), разработанная на базе модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды Moodle, и Информационно-аналитическая система управления вузом (ИС), разработанная на базе СУБД Oracle, с которой ЭСДО тесно интегрирована.

2. КОМПОНЕНТЫ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Среди всех компонент Единой информационно-образовательной среды прежде всего хочется остановиться на сервисах для потенциальных абитуриентов, подсистеме приемной кампании, особенностях ЭСДО, а также личных кабинетах студента, преподавателя и сотрудника в ЭСДО, о которых далее пойдет речь.

Работа с потенциальными абитуриентами начинается задолго до момента поступления. Для этих целей в ЭСДО предусмотрен раздел для подготовки к ЕГЭ. Ведущие преподаватели проводят консультации по различным предметам в течение всего года. Предлагаются варианты тестирования на базе вопросов предыдущих лет и авторские тесты преподавателей МГИУ. Регистрация слушателей свободная, что позволяет привлечь широкую аудиторию потенциальных абитуриентов.

Подготовка к ЕГЭ и предлагаемые демонстрационные курсы из программы первого семестра различных направлений и специальностей подготовки позволяют потенциальным абитуриентам адаптироваться к «новым» механизмам освоения знаний, что положительно влияет на процесс обучения в первом семестре.

Сервис электронной приемной комиссии создан для того, чтобы абитуриенты могли подать первоначальное заявление на зачисление и получить ответы на возникшие вопросы о ходе приемной кампании, не выходя из дома. Тем самым они экономят свое время при личном визите в учебное заведение, так как большинство документов, необходимых в процессе формирования личного дела, уже готовы.

Прием вступительных экзаменов у абитуриентов, которые получили образование до введения ЕГЭ, также проходит с использованием дистанци-

онных образовательных технологий. Абитуриенты, поступающие не на базе ЕГЭ, для прохождения первого этапа вступительных испытаний в назначенное время в помещении учебного заведения получают доступ к системе тестирования по установленным предметам.

После окончания вступительных экзаменов их результаты переносятся из ЭСДО в ИС. Для успешно сдавших вступительные испытания формируются договора на оплату образовательных услуг и квитанции на оплату обучения.

LMS Moodle предоставляет богатые функциональные возможности для обеспечения доступа к материалам, организации консультаций и проведения учебного процесса. Но отсутствие в LMS Moodle модуля управления учебным процессом является существенным недостатком при необходимости построения полнофункциональной образовательной среды. Интеграция LMS Moodle с ИС МГИУ позволило решить эту проблему.

ЭСДО МГИУ содержит ряд инновационных решений. Это функционал модулей «Личный кабинет студента», «Личный кабинет преподавателя», «Личный кабинет администрации» и виртуальный лабораторный комплекс по естественно-научным и инженерным дисциплинам.

В ЭСДО МГИУ студенты получают доступ к учебным курсам и информации о графике учебного процесса на текущий семестр. В начале семестра студент видит перечень контрольных мероприятий, которые необходимо будет выполнить, и критерии выставления оценок по дисциплинам.

Преподаватели отвечают на вопросы студентов оффлайн в течение всего семестра, но кроме этого проводят несколько консультаций в режиме реального времени. Для обеспечения проведения очных консультаций и лекционных занятий в ЭСДО интегрирована система проведения вебинаров.

В личном кабинете студента в ЭСДО доступна электронная зачетка с отдельным блоком, содержащим перечень контрольных мероприятий, по которым имеются задолженности. Студент видит рекомендованные оценки по дисциплинам текущего семестра и информацию по оплате обучения.

Механизм рекомендованных оценок существенно упрощает работу преподавателей и учебный процесс для студента. На основе разработанной системы критериев, настраиваемых по каждой дисциплине (при необходимости) преподавателем, в любой момент времени доступна текущая успеваемость студентов. В конце зачетно-экзаменационной сессии преподаватель переносит рекомендованные оценки в ведомости, внося коррективы в случае необходимости. Преподавателю также доступна вся необходимая в процессе работы статистика. В частности, при входе в ЭСДО он видит по каким, закрепленным за ним дисциплинам, студенты задали новые вопросы или прислали работы на проверку. Также доступна подробная информация об изучении дисциплины каждым студентом и график консультаций.

В личном кабинете сотрудника преподаватели и администрация вуза могут контролировать процесс обучения студентов, а администрация следить за работой преподавателей. Администрация вуза не только контролирует ход учебного процесса, активность работы преподавателей, но и отвечает на вопросы студентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря разработке ИС и ЭСДО с тесными обратными связями в МГИУ удалось создать Единую информационно-образовательную среду, позволяющую оказывать образовательные услуги с использованием дистанционных образовательных технологий в полном объеме.

Особое внимание при разработке электронных учебно-методических комплексов уделяется виртуальным лабораторным практикумам по инженерным дисциплинам. Разработанные комплексы виртуальных лабораторных работ позволяют вести полноценный учебный процесс по инженерным специальностям и направлениям подготовки. Дополняя обучение прохождением практик на профильных предприятиях, МГИУ удается повысить уровень профессиональной подготовки обучающихся. Единая информационно-образовательная среда позволяет оказывать образовательные услуги населению в удаленных населенных пунктах, что позволяет не только поддерживать кадровый потенциал региональных предприятий, заинтересованных в квалифицированных кадрах, но и положительно влиять на экономику региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванов М.Н.** Основные составляющие системы дистанционного образования в вузе // V Международная научно-практическая конференция «Информационная среда ВУЗа XXI века»: Материалы. — Петрозаводск, 2011. С. 96—98.

2. **Валявский А.Ю., Иванов М.Н.** Управление учебным процессом в ГОУ МГИУ посредством использования современных информационных технологий // Информационные и телекоммуникационные технологии. 2011. №13. С. 15—19.

И.Г. Игнатова, Н.Ю. Соколова
igi@miee.ru, dre@miee.ru
ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются особенности реализации электронного обучения, дистанционных образовательных технологий по инженерным направлениям подготовки. Приведены этапы подготовки обучения с применением электронного обучения. Рассмотрен опыт дистанционного обучения студентов МИЭТ.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс официального разрешения использования дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в вузах РФ начался примерно 15 лет назад, когда ограниченному количеству вузов приказом Министерства образования РФ было разрешено в качестве эксперимента применять ДОТ при обучении студентов. Поняв преимущества использования ДОТ, число желающих легитимно использовать ДОТ увеличивалось и для регламентации деятельности учебных учреждений в 2005 году был утвержден «Порядок разработки и использования дистанционных образовательных технологи» [1]. В 2012 году в ФЗ «Об образовании в Российской федерации» (далее Закон) внесены статьи о реализации образовательных программ с применением электронного обучения (ЭО) и ДОТ. Таким образом, законодательно закреплена возможность применения ЭО, ДОТ в учебном процессе.

МИЭТ имеет достаточный опыт реализации обучения с применением ДОТ в инженерном образовании, чему и посвящен данный доклад.

1. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭО, ДОТ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ

В Законе [2] однозначно даны определения ЭО, ДОТ. В отличие от электронного обучения, в определении которого говорится об электронном виде информации, предоставляемой обучаемому, а также технологии передачи информации, ДОТ отражают только способ взаимодействия между участниками образовательного процесса. Можно сказать, что ДОТ — это часть ЭО.

Преимущество ЭО, ДОТ — возможность обучения на расстоянии и в любое время — в случае с инженерными направлениями подготовки может являться и недостатком, особенно в части выполнения лабораторных работ, т.е. получения практических навыков. Поэтому для использования данной технологии выбираются направления подготовки, в которых обучение связано с использованием современного программного обеспечения и/или организации удаленного доступа к лабораторному оборудованию.

На семинаре «Стратегия развития и внедрения e-learning и дистанционных образовательных технологий», проходившем 21—22 ноября 2013 года, участники делились опытом реализации лабораторных практикумов. Первый пример: поскольку станки управляются программами, то студенты пишут программу и отправляют ее в вуз для проверки ответственному за оборудование инженеру. После проверки программа запускается и выполняет необходимую работу. Второй пример: в другом вузе устанавливается on-line взаимодействие студента и инженера, студент говорит о необходимых настройках, которые надо сделать на оборудовании, а инженер выполняет эти настройки.

Каждый вуз должен подойти к выбору инженерных направлений подготовки, исходя из своих возможностей и уже на этапе выбора продумать технологию реализации ДОТ.

2. ПОДГОТОВКА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ, ДОТ

Подготовка учебного процесса для реализации обучения с применением ЭО, ДОТ имеет свои существенные отличительные особенности.

Во-первых, необходимо определить, каким образом будет осуществляться связь обучаемого с преподавателем. Будет ли это происходить посредством on-line (видеоконференция) или off-line взаимодействия или их комбинацией (трансляция видеолекции, а вопрос-ответ с использованием электронной почты, форумов, электронных сообщений и др.).

Во-вторых, в связи с требованием ФГОС о необходимости размещения учебно-методических материалов в локальной сети вуза или сети Интернет, необходимо наличие в образовательном учреждении электронной среды обучения, через которую и будет организован доступ обучающихся к электронным образовательным ресурсам (ЭОР).

В-третьих, необходимо создать соответствующую структуру в образовательной организации, отвечающую за общую концепцию обучения с при-

менением ЭО, ДОТ, а также осуществляющую контроль за подготовкой и реализацией обучения. Такой структурой в вузе может быть деканат.

В-четвертых, необходим комплект нормативных документов — локальных актов вуза, регламентирующих использование ЭО, ДОТ.

Как и при традиционных технологиях обучения, обучение с использованием ЭО, ДОТ осуществляется на основе учебного плана. Но при подготовке обучения особое внимание необходимо уделять созданию электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) каждой дисциплины, при разработке содержательных материалов которого необходимо учитывать, что обучающиеся в основном осваивают дисциплину самостоятельно и для них изначально должно быть понятно, что они должны делать, в какой последовательности и какова форма отчета. Состав учебно-методических материалов определен в действующем порядке использования ДОТ [1].

Комплект ЭУМК должен быть доступен студенту с самого начала обучения. Он может быть подготовлен и выдан студенту на компакт-диске или доступен через систему дистанционного обучения вуза. Студент должен получить методические рекомендации по использованию ЭУМК, а также описание технологии взаимодействия с преподавателем и деканатом. В некоторых вузах (например, МЭСИ, МГППУ) имеются специальные дисциплины, в которых объясняется технология обучения и взаимодействия с вузом. Такие дисциплины студенты проходят перед началом обучения.

3. ЭЛЕКТРОННАЯ СРЕДА ПОДДЕРЖКИ ОБУЧЕНИЯ МИЭТ

В МИЭТ с 1998 года студенты обучаются по заочной форме с применением ДОТ по специальностям «Вычислительные машины, системы, комплексы и сети», «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», а в настоящее время по направлению «Информатика и вычислительная техника». Эти направления были выбраны, поскольку в лабораторных работах используется программное обеспечение и не требуется доступ к уникальному специализированному оборудованию. Например, лабораторные работы по дисциплине «Электротехника» выполняются в программе Multisim.

Реализация с применением ДОТ стала возможна благодаря разработке в МИЭТ собственной сертифицированной сетевой программной системы ОРОКС (Оболочка для создания распределенных обучающих и контролирующих систем) [3]. Поскольку в момент внедрения ДОТ стоимость трафика Интернет для студентов была существенной, было принято решение, что материал для самостоятельного изучения готовится в виде электронных учебно-методических пособий (ЭУМП) на компакт-дисках, а контрольные мероприятия осуществляются через систему ОРОКС, которая позволяет также сотрудникам деканата контролировать процесс обучения. Все зачеты, экзамены, предзащиты и защиты выпускных квалификационных работ проходят очно в МИЭТ.

Для обеспечения учебного процесса было создано более 90 ЭУМП со встроенными тестами для самоконтроля. А в ОРОКС размещено около 200 заданий контрольных работ как с автоматической проверкой ответов, так и с необходимостью проверки преподавателем.

В настоящее время в МИЭТ разрабатывается и поэтапно внедряется информационно-технологическая платформа, в которой реализуется ЭО в соответствии с требованиями ФГОС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЭО, ДОТ широко используются вузами при обучении по различным направлениям подготовки, в том числе и инженерным. К сожалению, на наш взгляд не всегда обоснованно включаются программы в перечень направлений подготовки высшего образования бакалавриата, реализация по которым не допускается с применением исключительно ЭО, ДОТ. В проекте приказа [4] направление «Информатика и вычислительная техника» включено в перечень направлений, по которым не разрешается обучение с применением исключительно ЭО, ДОТ, хотя имеются желающие получить высшее образование по этому направлению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Порядок** использования дистанционных образовательных технологий: приказ Министерства образования и науки РФ №137 от 6.05.2005г. URL: http://base.garant.ru/188453/.

2. **Федеральный закон № 273** «Об образовании в Российской Федерации». URL: http://ivo.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm.

3. **Игнатова И.Г., Соколова Н.Ю.** Технология подготовки и проведения учебных мероприятий в сетевой среде поддержки обучения. — ИПК МИЭТ, 2007.

4. **Перечень** направлений подготовки высшего образования бакалавриата, реализация образовательных программ по которым не допускается с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (проект приказа). URL: http://www.fgosvo.ru/upload-files/ proekt%20doc/zapret_el.pdf.

М.Н. Кирсанов
C216@ya.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ОПЫТ ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ ПО МЕХАНИКЕ И МАТЕМАТИКЕ НА YOUTUBE.COM

АННОТАЦИЯ

Подводится итог двух лет чтения видео лекций специально для канала YouTube.com по математике и механике по программам соответствующих курсов, читаемых автором в Национальном исследовательском университете «МЭИ» на кафедре теоретической механики и мехатроники. Раскрываются некоторые практические секреты.

ВВЕДЕНИЕ

Первой побудительной причиной для записи лекций на YouTube было желание донести знания до студентов в более удобной и привычной для них современной форме. К сожалению известно, что книги современные студенты или не читают, или читают плохо. При этом, конечно, не ставилась цель подменить книги Интернетом. Наоборот, знания, полученные на YouTube, позволят учащимся легче преодолеть психологический барьер, который иногда возникает при чтении научной литературы. Потом к этой первой причине добавилась необходимость видео лекций для дистанционного обучения, которое с некоторых пор достаточно успешно ведется для студентов МЭИ.

1. ОБЗОР ЛЕКЦИЙ

Первые лекции по теоретической механике были записаны на соответствующем сервисе Yandex. Качество и удобство записи оказались явно недостаточными, пришлось искать какой-то другой сайт, и выбор пал на наиболее известный сервис YouTube. С августа 2011 автором было записано около 200 лекций по теоретической механике, сопротивлению материалов, дискретной математике и методам искусственного интеллекта.

Распределение лекций по темам получилось следующим (цифры приблизительные)

Статика	**65**
Кинематика	**20**
Динамика	**35**
Сопротивление материалов	**40**
Теория графов	**15**
Логика	**10**
Дискретная математика. Методы подсчета	**5**
Методы искусственного интеллекта	**5**

Термин «лекция», который используется здесь, условен, правильнее было бы назвать эти записи микро-лекциями, так как по длительности они, как правило, небольшие, но в силу их специфики объем материала сопоставим с классической лекцией. Экономия времени достигается тем, что в видео лекциях нет длинных неспешных диктовок, необходимых в обычной лекции повторов и разъяснений. Предполагается, что слушатель в интернете может прокрутить материал столько раз, сколько ему необходимо, поставить паузу, просмотреть во время паузы дополнительный материал, прочитать, в конце концов, книгу (на это рассчитывает лектор, демонстрируя иногда свои учебники и задачники [2, 3]).

2. ПРОСМОТРЫ

Число просмотров сначала было небольшим, потом, по мере увеличения числа лекций, положительных откликов и естественного «взросления» лекций, число просмотров возросло до тысячи в день. За весь период с 2011 по октябрь 2013 г. общее число просмотров лекций превысило треть миллиона. На рис. 1 приведены названия шести лекций, набравших наибольшее число просмотров. Заметна характерная тенденция: в лидерах лекции по сопротивлению материалов. Теоретическая механика появляется только на 18-м месте в таблице лидеров (лекция по статике), несмотря на то, что эти лекции были первыми (2011 год) и должны были бы набрать наибольшее число

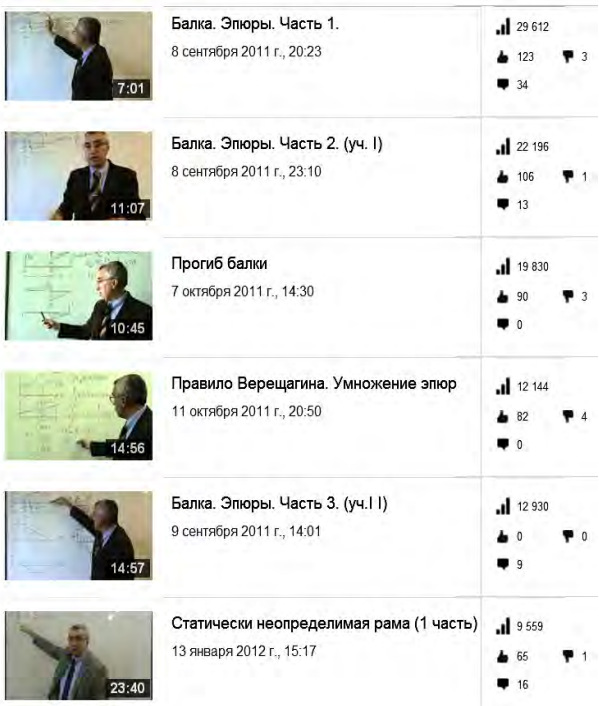


Рис. 1. Лекции — лидеры просмотров. Число в нижнем правом углу экрана — длительность лекции

просмотров. Среди лидеров также дискретная математика («Карты Карно» — 7-е место, «Алгоритм Дейкстры» — 9-е место и др.). Заметный, можно сказать, взрывной интерес вызывают лекции по искусственному интеллекту. Лекция «Сеть Хопфилда» на 16-м месте. Рейтинг лекций можно посмотреть на сайте www.youtube.com/user /Kirsanov2011 в разделе YOUTUBEANALYTICS.

ЛУЧШИЕ	ПРОСМОТР	ВОЗРАСТ: 13–17	18–24	25–34	35–44	45–54	55–64	ОТ 65
Россия	224 602	7,5%	21,9%	13,6%	14,7%	12,0%	27,0%	3,3%
Украина	52 758	8,7%	19,3%	16,4%	17,7%	21,0%	14,7%	2,2%
Беларусь	20 518	12,0%	36,3%	13,5%	14,3%	12,6%	9,7%	1,6%
Казахстан	9 702	18,1%	20,1%	10,0%	9,4%	33,4%	4,9%	4,0%
Молдова	4 243	15,8%	23,2%	20,1%	12,4%	0,0%	21,4%	7,1%
Германия	3 914	0,0%	0,0%	17,8%	17,2%	10,5%	54,5%	0,0%
Израиль	2 181	2,1%	0,0%	11,9%	14,3%	18,3%	48,1%	5,2%

Рис. 2. Страны-лидеры просмотров и возраст слушателей

Интересно следить за возрастом слушателей и страной их проживания. На рис. 2 и 3 приведены таблицы самых активных стран, подключенных к каналу Kirsanov2011. Заметно преобладание пожилых слушателей (явно не студентов) в Германии, Израиле и молодых в Белоруссии. Немного удивляет большое число (до 30%) зарубежных слушателей, несмотря на то, что большинство лекций читается на русском языке. Несколько лекций по теоретической механике автор читал по-русски с синхронным переводом на английский (продукт компании MediaShell П. Горшкова и С. Королева с участием автора [1]). Много слушателей из англоязычных стран: США, Канады, Великобритании. Лидерам стран дальнего зарубежья с большим отрывом всегда была Германия. Совсем нет пользователей из Китая, но это связано с закрытостью этой страны для YouTube. Благодарственные отзывы, приходящие на имя автора, как правило, на русском языке. Бывают также отзывы на английском и испанском языках. Обычно, это отзывы на те лекции, для которых не существует языковой преграды (дискретная математика, алгоритмы и методы искусственного интеллекта). На всякий случай для многих лекций аннотация и ключевые слова были написаны и на русском, и на английском языках. В некоторых лекциях, чувствуя мировую тенденцию в образовании, лектор переводил основные термины на английский.

3. ОЦЕНКИ

Вероятно, лучшей оценкой качества лекций является число слушателей, или точнее — число просмотров (рис. 2, 3). Другая оценка — непосредственная отметка «Понравилось» 👍 слушателем лекции, которую он ставит на сайте (рис. 4). Лидером здесь оказалась лекция по математической логике «Карты Карно». Общее же число отметок «Понравилось» на октябрь 2013 г составило 2469, «Не понравилось» — 56, число комментариев — 479, поделились ссылками на лекции 163, число добавлений в избранное — 398, удаления из избранного — 40.

Россия	224 602 (65,8%)
Украина	52 758 (15,4%)
Беларусь	20 518 (6,0%)
Казахстан	9 702 (2,8%)
Молдова	4 243 (1,2%)
Германия	3 914 (1,1%)
Латвия	2 908 (0,9%)
Азербайджан	2 598 (0,8%)
Израиль	2 181 (0,6%)
Эстония	1 732 (0,5%)
Армения	1 619 (0,5%)
Болгария	1 199 (0,4%)
Киргизия	1 175 (0,3%)
США	1 126 (0,3%)
Литва	900 (0,3%)
Грузия	875 (0,3%)
Чехия	664 (0,2%)
Польша	648 (0,2%)

Рис. 3. Страны-лидеры просмотров

Число подписчиков на лекции постоянно растет (рис. 5). Особенно существенные всплески наблюдаются во время зимней и летней сессий.

Определенной «оценкой» лекций является также цитируемость (а часто просто «пиратство») на других сайтах. Так, с навешенной рекламой наши лекции появились на сайтах: fenotalkh.ru, live-serials.ru, sdelaj-doma.ru, www.topvideoclip.ru, gdzpo-fizike.ru, mk-tenet.ru, hotvideoclip.ru, kirovids.ru, udachno-10.ru, shkolun.ru, www.apassion.ru, onephysics.ru, vidoser.com.ua и др.

Балка. Эпюры. Часть 1.	124
Карты Карно	176
Алгоритм Дейкстры	129
Балка. Эпюры. Часть 2. (уч. I)	108
Сеть Хопфилда	101
Прогиб балки	91
Правило Верещагина. Умножение эпюр	81
Статически неопределимая рама (1 часть)	66
Диаграмма Максвелла-Кремоны	58
Муравьиный алгоритм	61

Рис. 4. Число положительных оценок

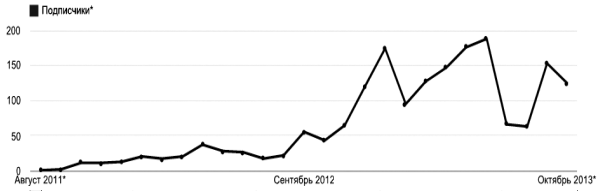


Рис. 5. Число подписчиков за месяц. «Провалы» на кривой приходятся на летние месяцы

4. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИКА ЗАПИСИ

Для записи лекций использовалась бытовая камера типа Full-HD с внешним bluetooth-микрофоном, штатив и дистанционный пульт управления. Запись на встроенный микрофон не всегда дает хороший результат, мешает возникающее эхо пустой аудитории, стук мела и другие посторонние звуки. В аудитории, наполненной студентами, эти эффекты менее заметны, и, наоборот, реакция аудитории только оживляет запись. И все же, для качественной записи лучше использовать микрофон, закрепленный на одежде лектора. Желательно использовать камеру, записывающую на flash-память. Камера с большим жестким диском не нужна и даже мешает своими размерами. Качество записи на камере можно ставить не самое высокое, иначе большие файлы долго грузятся на сайт, а качество выше не становится. Обычная камера (не Full-HD) не даст записи HD на YouTube, даже если на ней выставить наивысшее качество. Запись удобно производить кусками с последующей склейкой средствами https://www.youtube.com/editor. Здесь же можно вставить титры, комментарии, добавить переходы, наложить музыку. Использовать профессиональные программы для обработки видео не рекомендуется без соответствующего опыта. Для таких программ требуется, во-первых, хороший компьютер с большой памятью и быстродействием, во-вторых, они требуют значительного времени (часы).

Можно выделить три типа видео лекций.

1. Запись в аудитории с пластиковой или обычной доской без слушателей (наедине с камерой). Фломастер лучше использовать черный. Другие цвета плохо различимы. Запись мелом на доске не так удобна, как могло бы показаться. Конечно, расходы на фломастеры здесь не нужны, однако очистка доски (без разводов) занимает много времени и сил. Отвлекает также стук мела, а цветной мел совсем не виден. Читать лекцию лучше всего после занятий, когда не мешает шум в коридоре. На кафедре теоретической механики и мехатроники для этого выделены две аудитории рядом с кабинетом лектора (С213, С215). Желательно, конечно, хорошее освещение. Опыт использования специальных осветительных ламп оказался неудачным. Чтобы не было теней требуется по крайней мере 2 или 3 лампы, которые слепят глаза, дают блики и проч. Если уж света оказалось мало и кадр получается темным, то можно осветлить его в том же редакторе YouTube.

2. Копирование экрана. Действия на экране в какой-либо математической среде (Maple [1] или др.), графическом или текстовом редакторе, объясняющие решение задачи или теорию, с комментариями лектора делаются обычно в домашних условиях. Используется программа захвата изображения с экрана и микрофон. Качество микрофона весьма существенно. Опыт показывает, что наилучшим вариантом является микрофон, встроенный в Web-камеру с высоким видео разрешением. Для некоторых лекций приглашался профессиональный диктор (в рамках проекта Mediashell [1]), а для графической и анимационной части лекции применялись средства языка ActionScript и программа Macromedia. К сожалению, такие лекции почти не пользуются популярностью. Слушатель требует «живого лектора».

3. Запись в студенческой аудитории в часы расписания на лекции с присутствием студентов в режиме «камеры не замечаем, читаем как обычно». Здесь обязательна значительная работа с обрезкой файла. Это удобно делать на программном обеспечении, поставляемым вместе с камерой. Совершенно ни к чему в лекции для интернета давать диктовки определений и теорем, процедуру стирания с доски, поиск мела или фломастера, призывы к студентам соблюдать тишину и другие организационные моменты.

Иногда для чтения лекции привлекались студенты, хорошо разобравшиеся в материале или имеющие свою точку зрения на метод решения задачи. Удачными (исходя из числа просмотров) были лекции П. Горшкова («Расчет фермы», «Координаты центра тяжести» и др.) и Д. Тишкевича («Решение уравнения сравнений», «Китайская теорема об остатках» и др.).

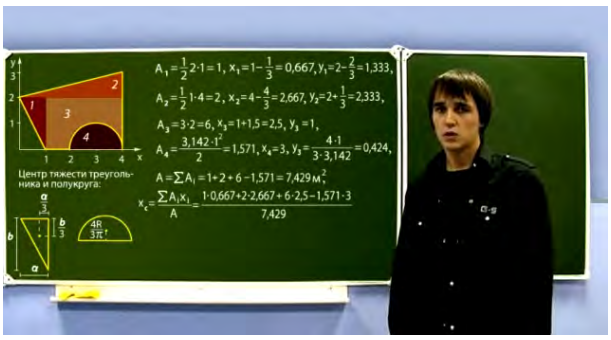


Рис. 6. Лекция по статике с элементами видеомонтажа. П. Горшков

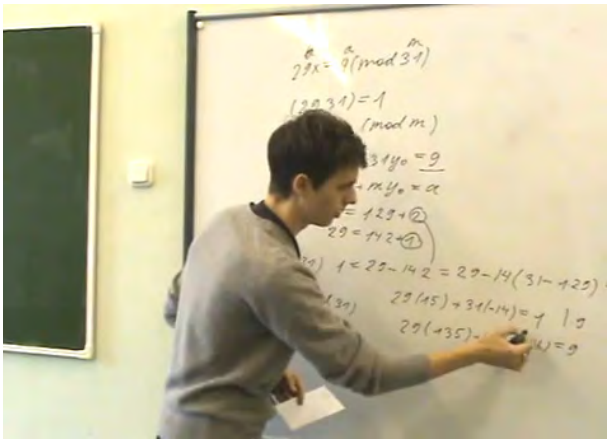


Рис. 7. Студент 2 курса ЭнМИ Д. Тишкевич

Каждая лекция посвящена какой-либо отдельной теме, чаще всего, решению практической задачи. Длительность лекций от 10 минут до часа и более. Заметим, что начинающему пользователю YouTube больше 15 минут не дает. Только после определенного числа лекций появляется возможность размещать большие файлы. При записи на YouTube рекомендуем выбирать режим «личное» по умолчанию, чтобы сырой материал не попал в сеть. Только после тестирования и редактирования можно переключить материал в режим «для всех». Кроме того, для защиты от вандалов желательно поставить ограничение на комментарии в режим «Одобрено». Можно также наложить субтитры на английском языке, привязав их к минутам и секундам фильма. Украшают и оживляют лекцию демонстрации реальных объектов. Были и съемки «на пленере». Башенный кран на стройке и опоры ЛЭП использовались в лекциях по статике, ферма моста близ Люберец — в лекции по методу Риттера и др. Использование видеомонтажа (наложение рисунков на видео и др.) себя не оправдало. Безусловно, качество лекции растет, визуальный эффект впечатляет (рис. 8). Но, без дополнительных расходов на работу видеоинженера здесь не обойтись, поэтому было решено отказаться от монтажа впредь до лучших времен.

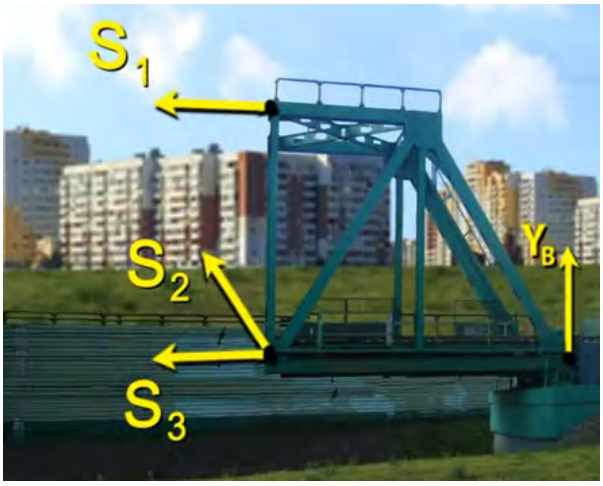


Рис. 8. Кадр из лекции о ферме [1]. Использован профессиональный видеомонтаж

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чтение лекций для Интернета — сложный и ответственный процесс. Конечно, это материал более гибкий, чем написание книги, где «что написано пером…». В Интернете можно быстро стереть запись, подправить, извиниться за ошибку и прочее. Однако, когда запись идет после титров «Московский энергетический институт», то это налагает определенную ответственность и за содержание и форму подачи материала. Важны и сроки публикации. Часто новый научный материал, который необходим студентам для дипломной или другой научной работы, требуется записать быстро — «хороша ложка к обеду». Тут, конечно, опыт, наличие аудитории с доской, камеры с микрофоном и возможности сервиса YouTube позволяют многое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Горшков П.В., Кирсанов М.Н., Осадченко Н.В.** Мультимедийный курс «Теоретическая механика. Статика» // Труды Международной научно-методической конференции "Информати- зация инженерного образования" — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ. С. 441—442.

2. **Кирсанов М.Н.** Maple и Maplet. Решение задач механики. — СПб.: Лань, 2012.

3. **Кирсанов М.Н.** Задачи по теоретической механике с решениями в Maple 11. — М.: Физматлит, 2010.

П.Г.Мазеин, С.С.Панов
mpg2@mail.ru, utsys@mail.ru
Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский), Челябинск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ И РЕАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются обучающие комплексы по технологическому и вспомогательному оборудованию технологических систем: учебные станки, роботы, гибкие производственные модули и системы, сборочные стенды с техническим зрением, компьютерные имитаторы станков с ЧПУ, пультов станков с ЧПУ, тренажеры.

ВВЕДЕНИЕ

Опыт преподавательской деятельности, в частности по инженерным специальностям, показывает, что для обеспечения эффективности обучения требуется специальное учебное оборудование с компьютерным управлением и специальные дополнительные средства обучения на базе современных информационных технологий. Эти средства позволяют обеспечить знания, сформировать умения и навыки у будущих инженеров, бакалавров и магистров, которые они могут закрепить на практике в учебных центрах и на машиностроительных предприятиях.

1. ВИДЫ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

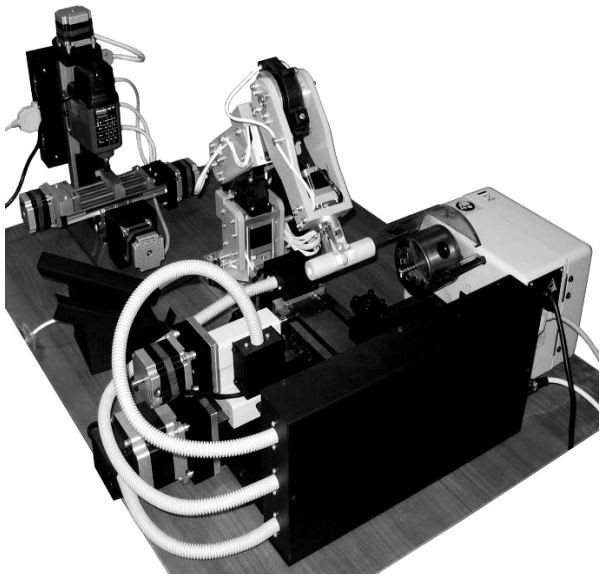
Для подготовки машиностроителей созданы следующие средства обучения (СО) [1-3]:

1) информационно-визуальное обеспечение (анимации устройств для интерактивных досок, анимационные фильмы по технологии конструкционных материалов, по зубообрабатывающим станкам, станкам с ЧПУ, комплекты видеофильмов по станкам с ЧПУ, практикумы для самоподготовки по программированию и наладке станков с ЧПУ);

2) программно-методическое обеспечение (компьютерные имитаторы токарного, сверлильно-фрезерного, электроэрозионного и раскройного лазерного станков, роботов, пультов устройств ЧПУ (Fanuc, Siemens, Haas, FMS), прессов, гибких производственных модулей (ГПМ) и систем (ГПС), сборочных и сортировочных стендов, в том числе, с техническим зрением, механизмов с параллельной кинематикой, системы тестирования знаний и умений по станкам с ЧПУ, экспертно-поисковая система для выбора станков с ЧПУ;

3) тренажеры (крановщиков, бульдозеристов, пилотов, дельтапланеристов);

4) специализированное учебное оборудование с компьютерными системами ЧПУ, в том числе, с четырьмя и пятью управляемыми осями, программно управляемым зажимным приспособлением, станки повышенной точности портального типа, с шарико-винтовыми приводами подач и с направляющими качения; с автоматизированной сменой инструмента, со следящими приводами, с системой технологического диагностирования; роботы со сферической и цилиндрической зонами обслуживания, тремя и пятью степенями подвижности, сборочно-сортировочные стенды и линии, в том числе, с техническим зрением, транспортно-накопительные и складские системы, действующие модели различных конфигураций гибких производственных модулей и гибких производственных систем (рис. 1), система сканирования деталей, позволяющая осуществлять полный цикл интегрированного производства, начиная от получения облака точек сканированной детали, моделирования изделия в CAD-модуле CAD/CAM системы ADEM, генерации в CAM-модуле ADEM управляющей программы для изготовления детали на станке с ЧПУ, наладки станка и до изготовления детали на компьютерном имитаторе и учебном фрезерном станке с компьютерным управлением; модульные конструкторские наборы, позволяющие собирать не менее пяти конструкций станков и роботов с ЧПУ, стенд по электроавтоматике станков с ЧПУ, учебный гидравлический пресс и др.



2. УРОВНИ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ И ПОКАЗАТЕЛИ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Дополнительные учебные средства включают анимационные и видеофильмы по технологическим процессам (рис. 2) и оборудованию, сетевую систему тестирования знаний и умений, автоматизированные экспертно-поисковые базы данных по

оборудованию и инструменту, компьютерные 3D модели, компьютерные имитаторы технологических процессов и устройств, численные, например, конечноэлементные, математические модели процессов, оборудования и инструмента, системы технологического и функционального диагностирования.

Рис. 2. Фрагмент анимационного ролика «Зубофрезерование»

Для обоснованного выбора оборудования и дополнительных учебных средств необходимо иметь качественные и количественные показатели учебного оборудования и дополнительных учебных средств, требования к средствам обучения. Показатели средств обучения можно условно разделить на три группы: функциональные, дидактические, технико-экономические. Показатели включают стоимость оборудования, компактность (площади, требуемые для размещения), сложность обслуживания, потребность в пополняемых материалах, энергозатраты, уровень квалификации обслуживающего персонала, ремонтопригодность, обязательства поставщиков по своевременности сопровождения программного обеспечения и сервису, наличие учебных пособий, руководств и практикумов и т.п. Функциональные требования должны соответствовать мировому уровню достижений, в частности, по станкостроению и технологиям, как по механической части, так и по системе управления, интерфейсу.

В настоящее время нормативные требования не определены, это приводит к ошибкам при выборе оборудования и, как следствие, к недостаточной эффективности подготовки кадров технологов-программистов, наладчиков и операторов станков с ЧПУ. Особенностью дидактических показателей является меньшее (на порядок) влияние на стоимость средств подготовки машиностроителей по сравнению с функциональными показателями, т.к. их можно реализовать на виртуальном уровне, учитывая, естественно, льготную стоимость программных средств для создания компьютерных имитаторов, моделей и систем управления. Еще одной особенностью учебных средств подготовки кадров машиностроителей (станков, роботов, сборочных стендов, тренажеров) нуждающейся в сущностном отражении в требованиях, является то, что они одновременно — предмет изучения, а не просто дидактические средства, наподобие компьютеров, интерактивных досок и т.п. Для оценки уровня виртуального оборудования должны быть выработаны как специфические, так и комплексные дидактические и предметно-профессиональные требования.

Таким образом, при разработке показателей уровня учебного оборудования для подготовки машиностроителей и, соответственно, требований к ним необходимо учитывать, что оборудование является одновременно средством и предметом обучения, показатели должны включать функциональные, дидактические и технико-экономические категории, отражать уровень механической части оборудования и его компьютерных имитаторов, учебных пособий и практикумов в сравнении с уровнем мировых достижений, а также отражать дидактический уровень оборудования, имитаторов, учебных пособий, руководств, системы тестирования

Преимущества разработанных специальных учебных обучающих средств относительно традиционных основываются на обработанности серийного производства, постоянном обновлении и расширении номенклатуры учебной продукции, соответствии международному стандарту ISO-7bit, использовании разработок ученых университета, наличии сертификатов соответствия и паспортов на оборудование, оснащенности методическими и учебными пособиями, предоставлении дополнительного (бесплатного) методического обеспечения, наличии имитаторов, тренажеров и анимационных фильмов, техническом уровне, соответствующем мировым стандартам, управлении от персональных компьютеров, доступности интерфейса, возможности изучать и применять современные сквозные автоматизированные системы проектирования (CAD/CAM/CAE-системы), возможности изучать наладку и программирование станков с ЧПУ, роботов, комплексов оборудования, автоматизированных сборочных систем, в том числе, с техническим зрением, компактности, малой энергоемкости, комплектации поставок с разными уровнями стоимости.

Наибольшую сложность, естественно, представляют качественные и особенно количественные требования к дидактическим показателям средств обучения машиностроителей. Для подготовки специалистов в современных условиях необходимо применять специальные учебные средства, позволяющие обеспечить мировой уровень профессиональной подготовки. Такой уровень можно обеспечить только комплексным применением современных функциональных механизмов и устройств, дидактических методик, использующих возможности современных информационных технологий. В связи с этим, разработка нового учебного оборудова-

ния должна выполняться также с учетом комплекса компетенций, формирование которых необходимо обеспечить у выпускника. Уровень и набор показателей вместе с тем должен позволять управление процессом формирования компетенций, который не является заранее предопределенным, а связан с человеческим фактором — индивидуальностью психофизических данных каждого учащегося по восприятию различных дидактических приемов. Таким образом, созданными средствами обучения обеспечиваются несколько уровней подготовки:

1) начальное обучение;
2) базовое обучение;
3) формирование специалиста.

3. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ

Для управления процессом подготовки машиностроителей с учетом индивидуальных способностей учащихся на основе средств обучения с компьютерным обеспечением можно использовать традиционные лекции (мел, доска), учебники, лабораторные и практические занятия. Лекции с использованием первого вида СО, второй, третий и четвертый вид СО, программирование на компьютерных имитаторах оборудования, наладка компьютерных имитаторов оборудования, изготовление виртуальных деталей, программирование, наладка, работа на виртуальных стендах (ГПС, ГПМ, сборочные стенды с техническим зрением), программирование, наладка и работа на реальных учебных станках с компьютерными системами ЧПУ, программирование, наладка и работа на реальных учебных станках повышенной точности с компьютерными системами ЧПУ, программирование, наладка и работа на малогабаритных станках с компьютерными системами ЧПУ, программирование, наладка, работа на пятиосевых станках с ЧПУ, технологическое диагностирование управляющих программ и УЧПУ, измерительные преобразователи.

В течение каждого этапа проводится несколько индивидуальных проверок знаний с использованием сетевой версии системы. После каждого тестирования – оценка результатов тестирования знаний, умений и навыков и принятие решения о дальнейшем маршруте (траектории, стратегии) с учетом результатов тестирования.

Варианты решений: переход на этап n+1, n+2 или n+3, переход на совмещение последующих этапов, присвоение категории технолога-программиста или разряда наладчика или оператора, возврат на этап n-1, n-2 или n-3, сообщение о неприемлемой начальной подготовке для изучения данного курса и отсыл к соответствующим дисциплинам и учебникам. В качестве учебного оборудования применяются станки с ЧПУ, гибкие обрабатывающие комплексы, состоящие из станков, роботов и транспортно-накопительных систем, стенды для автоматизированной сборки изделий, включающие роботы с техническим зрением.

Дополнительные учебные средства включают анимационные и видеофильмы по технологическим процессам и оборудованию, сетевые системы тестирования знаний и умений, автоматизированные экспертно-поисковые базы данных по оборудованию и инструменту.

4. ПРИМЕНЕНИЕ УЧЕБНЫХ СРЕДСТВ

Возникает необходимость иметь возможности адаптивного управления процессом обучения. В качестве целевой функции предполагается использовать соотношение затрат времени на программирование, наладку и изготовление детали заданной категории сложности и количество ошибок, допущенных при выполнении учебных заданий в роли технолога-программиста, наладчика и оператора.

Целесообразно при этом также учитывать для наиболее продвинутых категорий учащихся затраты времени и ошибки при использовании CAD/CAM моделирования. В свою очередь полученная информация должна учитываться при присвоении категорий конструктора и технолога и разряда для наладчиков и операторов. Комплекс средств подготовки машиностроителей, включающий как оборудование с компьютерным управлением, так и программно-методическое и визуальное обеспечение, созданные в ЮУрГУ, позволяют осуществлять, предлагаемую методику адаптивного управления учебным процессом.

В случае отклонений соотношения от заданной величины в меньшую сторону система управления изменяет маршрут и соответственно средства обучения для последующей процедуры обучения. Возможности адаптивного управления обеспечиваются различными типами и конфигурациями станков, роботов и стендов, программного обеспечения и других средств: токарного, сверлильно-фрезерного, электроэрозионного и раскройного лазерного станков, роботов, пультов устройств ЧПУ, прессов, гибких производственны модулей и систем, сборочных и сортировочных стендов, в том числе, с техническим зрением, сборочных транспортно-накопительных линий с техническим зрением, механизмов с параллельной кинематикой, тренажеров крановщиков и экскаваторщиков, система тестирования знаний по станкам с ЧПУ, система технологического диагностирования, модулей и систем, сборочных и сортировочных стендов, в том числе, с техническим зрением, сборочных транспортно-накопительных линий с техническим зрением, механизмов с параллельной кинематикой, тренажеров крановщиков и экскаваторщиков, система тестирования знаний по станкам с ЧПУ, система технологического диагностирования, САПР универсально-сборных приспособлений, 3D модели инструмента и узлов оборудования и др.), специализированное учебное оборудование (масштабные модели инструмента, учебные настольные токарные станки с компьютерными системами ЧПУ, в том числе, с программно-управляемой сменой инструмента, установленного в револьверной головке, с приво-

дом пиноли задней бабки, повышенной точности с шариковинтовыми приводами подач и с направляющими качения; учебные настольные сверлильно-фрезерные станки с компьютерными системами ЧПУ, модульные конструкторские наборы, позволяющие собирать не менее пяти конструкций станков и роботов с ЧПУ, сборочно-сортировочные стенды и линии, в том числе, с техническим зрением, транспортно-накопительные и складские системы, действующие модели различных конфигураций гибких производственных модулей и гибких производственных систем.

Разработаны пятиосевой учебный станок с ЧПУ, исследовательские стенды по резанию и диагностике технологических систем, а также стенд по электроавтоматике станков с ЧПУ. Учебное оборудование функционально и дидактически отработано, компактно, малоэнергоемко, обеспечивает обучение информатике и технологии в школах и лицеях, подготовку преподавателей технологии и информатики в педагогических вузах, профессиональную подготовку машиностроителей (операторов и наладчиков станков с ЧПУ, технологов-программистов и конструкторов).

Технологическое обучение в школах и лицеях требует новых подходов, основанных на современном оборудовании с числовым программным управлением (ЧПУ) и автоматизированных системах проектирования изделий и управляющих программ для станков с ЧПУ. Наиболее целесообразно осуществлять модернизацию технологической подготовки на специальном учебном оборудовании отечественного производства.

На первом этапе для подготовки используются анимационные и видеоролики по технологии конструкционных материалов и по станкам с ЧПУ; на втором – компьютерные имитаторы станков с ЧПУ и станочных систем, 3D модели систем и узлов станков и CAD/CAM системы; на третьем — учебные настольные станки и станочные комплексы с компьютерными системами ЧПУ.

Для подготовки специалистов в современных условиях необходимо применять специальные учебные средства, позволяющие обеспечить мировой уровень профессиональной подготовки. Такой уровень возможно обеспечить только комплексным применением современных функциональных механизмов и устройств оборудования, дидактических методик, использующих возможности современных информационных технологий. Уровень и набор показателей, вместе с тем, должен позволять управление процессом формирования компетенций, который не является заранее предопределенным, а связан с человеческим фактором – индивидуальностью психо-физических данных каждого учащегося по восприятию различных дидактических приемов.

В связи с этим, процесс обучения и использование средств обучения должны иметь возможности адаптивного управления. В качестве целевой функции предполагается использовать соотношение затрат времени на программирование, наладку и изготовление детали заданной категории сложности и количество ошибок, соответственно, в роли технолога-программиста, наладчика и оператора допущенных при выполнении учебных заданий. Целесообразно при этом также учитывать для наиболее продвинутых категорий учащихся затраты времени и ошибки при использовании CAD/CAM моделирования. В свою очередь полученная информация должна учитываться при присвоении категорий конструктора и технолога и разряда наладчика и оператора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерные имитаторы, являющиеся составными частями всех видов учебного оборудования позволяют освоить программирование и наладку станков, роботов и станочных комплексов, а также, используя CAD/CAM системы, получить практические навыки их применения. 95 % учащихся овладевают программированием и наладкой реального оборудования с ЧПУ.

Созданные комплексы учебного оборудования успешно применяются в технических и педагогических вузах и других учебных заведениях России и СНГ. На оборудование и программное обеспечение получены сертификаты соответствия, 14 патентов и 15 свидетельств о госрегистрации программного обеспечения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Мазеин П.Г. Панов С.С.** Современные компьютерные технологии в подготовке машиностроителей // IV Всероссийская научно-практическая конференция «Образовательная среда сегодня и завтра». — М.: Рособразование, ВВЦ, 2007. С. 141—143.

2. **Мазеин П.Г., Панов С.С.** Минигабаритный токарный станок с компьютерным управлением: учебное пособие. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. — 65 с.

3. **Мазеин П.Г., Панов С.С.** Виртуальные и реальные тренажеры с компьютерным управлением / Дистанционное и виртуальное обучение. 2010. № 7. С. 25—37.

С.И. Маслов, А. И. Тихонов
MaslovSI@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

СМЕШАННОЕ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В НИУ МЭИ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен опыту использования технологий смешанного и дистанционного обучения в НИУ «МЭИ», а также перспективам применения информационных технологий в учебном процессе университета.

ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономические преобразования последних двадцати лет ставят перед техническими вузами ряд вызовов, включая обострение конкуренции на российском и международном рынках образовательных услуг, изменение образовательных стандартов, снижение престижности инженерного труда и соответствующее ухудшение подготовки будущих студентов, снижение социального статуса исследовательской и преподавательской работы и, как следствие, старение профессорско-преподавательского персонала.

Сложившаяся система подготовки инженерных кадров не может в полной мере воспринять и адекватно реагировать на эти вызовы. Необходимо инновационное развитие образовательной системы, учитывающее особенности и предпочтения современной молодежи, запросы реального сектора экономики и мировые тенденции в формировании структуры, содержания, средств обеспечения и технологий учебного процесса.

В настоящее время в вузах учатся студенты поколения «тысячелетия» — первого поколения людей, которые не представляют жизни без компьютеров и Интернета. Представители этого поколения, родившиеся в 1982—1997 гг., характеризуются как оптимистичные, социально ориентированные люди, склонные к решению одновременно нескольких задач, иногда в ущерб конечному результату [1]. Свободное владение информационными технологиями на пользовательском уровне, образное восприятие в ущерб логическому мышлению, отсутствие боязни ошибок, выработанное компьютерными играми, сочетается у них с трудностями при освоении больших объемов информации, особенно технической направленности. Следует также отметить слабую общеобразовательную подготовку молодежи, малую в ее глазах привлекательность и престижность инженерной деятельности.

Традиционные технологии обучения не обеспечивают формирование у будущих специалистов компетенций, необходимых для современной профессиональной деятельности, а также необходимой наглядности учебного материала, затрудняют реализацию индивидуальных образовательных траекторий [2].

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании» дает определения сетевой реализации образовательных программ, электронному обучению и дистанционным образовательным технологиям, предоставляя образовательным учреждениям широкие возможности по их применению в учебном процессе. Наряду с этим целесообразно использовать термин смешанного (blended) обучения [3], представляющего собой сочетание традиционного, электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Только разумное сочетание образовательных технологий может сделать образовательный процесс комфортным, продуктивным, рациональным с точки зрения трудозатрат для всех участвующих в нем сторон.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В НИУ «МЭИ»

В 1995 г. в университете началась планомерная работа по подготовке электронных образовательных ресурсов. В следующем году в МЭИ было впервые изготовлено и опробовано автоматизированное лабораторное оборудование, управляемое дистанционно через Интернет. Решение перечисленных задач позволило перейти к широкому практическому внедрению их результатов в учебный процесс. В осеннем семестре 2005/2006 учебного года в МЭИ начался эксперимент по применению дистанционного и смешанного обучения. Для этого были установлены следующие требования к преподавателям, проводящим дистанционное обучение:

- обеспечение каждого студента полным комплектом учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины;
- проведение в течение семестра не менее пяти этапов промежуточного контроля знаний с применением традиционных и/или дистанционных технологий, зачеты и экзамены проводятся в очной форме;
- оперативное реагирование преподавателей на запросы студентов с задержкой не более 24 часов за исключением выходных и праздничных дней;
- прохождение преподавателями курсов повышения квалификации по применению технологий дистанционного обучения и разработке электронных образовательных ресурсов в объеме не менее 72 часов.

Дистанционное обучение в МЭИ проводится в двух видах. Во-первых, в виде дополнительных к основной образовательной программе индивидуальных учебных занятий, которые рассматриваются как дополнительная образовательная услуга, предоставляемая студентам по договору на платной основе. Стоимость этого вида обучения устанавливается каждой кафедрой самостоятельно, исходя из числа часов обязательных занятий и трудоемкости преподавания курса.

Перевод студентов на дистанционное обучение осуществляется с письменного разрешения директората института в составе МЭИ, где они обучаются, и оформляется приказом по университету. Студенты, не выполняющие обязательных заданий, предусмотренных календарным планом дистанционного обучения, переводятся на традиционную форму обучения. Студенты, обучающиеся дистанционно, получают возможность досрочной сдачи зачетов и экзаменов. Следует отметить, что студенты дистанционной формы в среднем получают более высокие оценки по сравнению со студентами, обучающимися по традиционной форме. Это связано с отбором студентов при зачислении, фактически индивидуальным обучением, а также большим объемом проверочных мероприятий, стимулирующих регулярную работу студентов в течение всего семестра. В качестве примера, в осеннем семестре 2012/2013 учебного года студенты, обучающиеся дистанционно (706 человек), получили следующие оценки: отлично — 32,6 %, хорошо — 40,0 %, удовлетворительно — 21,8 %, неудовлетворительно — 5,6 %. При этом студенты 1—4 курсов общего потока имели следующие результаты: отлично — 17,8 %, хорошо — 29,0%, удовлетворительно — 40,5, неудовлетворительно — 12,6%.

Во-вторых, осуществляется поддержка преподавателей и студентов, применяющих дистанционные технологии в традиционном учебном процессе. Административная группа ДО публикует на серверах университета по заявкам преподавателей электронные образовательные ресурсы (ЭОР), электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК), средства проверки знаний, создает форумы, вебинары, учетные записи, обеспечивающие доступ к перечисленным выше средствам, проводится консультационная поддержка преподавателей по применению программных и информационных ресурсов в учебном процессе.

С применением дистанционных технологий ежегодно обучается от 2500 до 3500 студентов и слушателей НИУ МЭИ по 25—35 дисциплинам, в нем принимают участие 35—45 преподавателей.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В НИУ «МЭИ»

Дистанционное обучение в НИУ «МЭИ» поддерживается с помощью:

- системы дистанционного обучения (СДО) «Прометей», которая применяется в основном для контроля знаний учащихся;
- открытого каталога электронных образовательных ресурсов (http://ctl.mpei.ru), используемого для публикации описаний ЭОР, разработанных сотрудниками НИУ «МЭИ» и других вузов. На время подготовки доклада в каталоге была опубликована информация более чем о 1900 ЭОР, в том числе 700 ЭУМК, разработанных преподавателями университета в 2012–2013 гг.;
- информационной системы (http://dot.mpei.ru), предназначенной для регистрации пользователей, публикации информации, оповещения пользователей, вовлеченных в учебный процесс, а также отображения статистической информации о дистанционном обучении.
- серверов для проведения научно-технических и инженерных расчетов (http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html, http://applets.mpei.ru/apps11/content/examples), на которых опубликовано большое число интерактивных расчетных приложений, доступ к ним осуществляется через Интернет;
- системы для проведения вебинаров «Виртуальный класс».

Для дистанционного обучения используются как промышленные программные системы (СДО, средства проведения вебинаров), так и собственные разработки, отвечающие сложившейся практике организации обучения. Такой подход позволяет своевременно реагировать на организационные изменения. В рамках программы развития университета в 2011 году был приобретен мощный аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий не только текущие потребности электронного обучения, но и его развитие на ближайшую перспективу.

Отдельным и весьма важным аспектом смешанной формы инженерного образования является дистанционный доступ к лабораторному и производственному оборудованию [4, 5]. Наряду с виртуальными лабораторными практикумами и тренажерами дистанционный доступ к оборудованию сокращает площади, необходимые для размещения оборудования, и повышает уровень его загрузки за счет совместного использования его родственными кафедрами и вузами.

До недавнего времени вузы были вынуждены обеспечить поддержку полной номенклатуры лабораторных практикумов, необходимых для проведения учебного процесса на своих площадях, что из-за высокой стоимости приводило к снижению доли современного высокотехнологичного оборудования. Совместное использование лабораторного и производственного оборудования с удаленным доступом обеспечивает снижение стоимости проведения учебного процесса, распределяя затраты по созданию и поддержанию лабораторных практикумов

между вузами, участвующими в сетевом взаимодействии.

Не всегда возможно обеспечить удаленный доступ к реальному оборудованию для больших контингентов студентов из-за большой длительности изучаемых процессов, высокой стоимости оборудования. В этом случае целесообразно использовать имитацию доступа с помощью реальных наборов предварительно полученных экспериментальных данных. Такой подход получил наименование расщепленного эксперимента [6]. При этом существенно упрощается построение лабораторного комплекса: приложение, с которым работает учащийся, осуществляет «проигрывание» экспериментальных данных, хранящихся на сервере. В задачу сервера входит контроль доступа учащихся к заданиям и передача данных приложению, с которым работает каждый учащийся. Это позволяет повысить интенсивность учебного процесса, сокращая время проведения эксперимента.

3. НАПРАЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Смешанное обучение позволяет на новой технологической основе развивать все формы получения образования. При этом есть возможность расширить территорию, жители которой могут рассматриваться как потенциальный контингент обучаемых в МЭИ, за счет дальнего Подмосковья и других областей Центральной России. Это позволит частично снять проблему дефицита мест в общежитиях университета.

При смешанном обучении основная часть учебных занятий проводится в дистанционной форме, выполнение лабораторных практикумов, проведение практик, зачетов и экзаменов осуществляется во время очных сессий два раза в год в период каникул студентов-очников, что снижает потребность в общежитиях университета, но делает необходимыми изменения в графиках проведения учебного процесса.

Значительная часть студентов очной формы обучения совмещают учебу с работой, смешанное обучение дает им возможность более свободно планировать свое время и, в конечном счете, повышает доступность и качество учебного процесса. Таким образом, есть основания надеяться, что внедрение смешанного обучения позволит университету существенно расширить контингент обучаемых, сделать учебный процесс более комфортным для студентов и преподавателей. При широком внедрении смешанного обучения предстоит решить ряд непростых методических и организационных задач, самыми важными из которых являются:

- адаптация учебного процесса, образовательных ресурсов к применяемым образовательным технологиям;
- составление индивидуальных расписаний для уменьшения числа приездов учащихся в университет;
- организация удобного дистанционного взаимодействия всех участников учебного процесса;
- проведение регулярных проверок знаний студентов в течение семестра;
- сохранение трудоемкости учебного процесса на приемлемом уровне.

Повышение квалификации и переподготовка научных и инженерных кадров является очевидной и благодатной областью приложения смешанного и особенно дистанционного обучения. Как показывает опыт проведения дополнительного обучения в НИУ «МЭИ», востребованность его существенно зависит от форм проведения, особенно для иногородних слушателей. Возможность повысить свою квалификацию без необходимости выезда с места жительства и проживания на месте обучения существенно снижает стоимость обучения для работодателей, дает возможность рационально распределить время обучаемых.

Представляется целесообразным при внедрении смешанного обучения использовать опыт дистанционного обучения, а именно: повышение доли контрольных мероприятий, проводимых в течение семестра, индивидуализацию обучения, увязку оплаты труда преподавателей с числом обучаемых студентов, обеспечение свободного доступа студентов к полному комплекту образовательных ресурсов, необходимых для изучения конкретной учебной дисциплины. Все контрольные материалы должны регулярно обновляться, время их жизни не должно превышать одного учебного года, в противном случае контрольные мероприятия превращаются в фикцию. Использование электронных тестов должно быть рациональным, органически сочетаясь с традиционными методами проверки знаний. Увеличение числа проверок знаний обеспечивает «принудительную» мотивацию учащихся к планомерной и равномерной работе в течение семестра, снижает загрузку преподавателей в конце семестра.

4. СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Необходимым условием успешного внедрения смешанного обучения является снижение трудоемкости учебного процесса. Основными путями снижения трудоемкости являются устранение дублирования дисциплин, их модульность, уменьшение доли частных дисциплин, читаемых одной группе, а в некоторых случаях и части учебной группы. Модульность позволяет снизить трудоемкость адаптации дисциплины к различным направлениям и профилям подготовки, ограничивая изменения отдельными модулями-темами. При подготовке индивидуальных заданий целесообразно применять небольшие скрипты-генераторы, случайным образом комбинирующие данные из банка заданий. По та-

кому принципу построен, например, генератор заданий виртуального лабораторного комплекса по электротехническому материаловедению, в котором индивидуальное задание для студента состоит из нескольких опытов. Указанный подход позволяет обеспечить применение в учебном процессе сотен неповторяющихся индивидуальных заданий.

В процессе подготовки и внедрения смешанного обучения требуется обратить пристальное внимание на применение в учебном процессе удаленного доступа к лабораторным практикумам, особенно автоматизированным, которые позволяют обеспечить фронтальное выполнение лабораторных работ для больших контингентов студентов [7], а также массовое создание и публикацию приложений для инженерных расчетов по преподаваемым дисциплинам [8]. Расчетные приложения, встроенные в ЭОР и доступные через Интернет, радикально повышают наглядность учебного материала, позволяют применять его для поддержки практических и лабораторных занятий, выполнения курсового проектирования. Университет обладает разработками и конкурентными преимуществами в данной области, что позволяет развивать сетевое взаимодействие с родственными вузами и организациями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В новых социально-экономических условиях инженерное образование, основанное на традиционных способах передачи знаний от преподавателей к студентам, становится все менее эффективным и привлекательным для молодого поколения. Требуются преобразования, которые учитывали бы законодательную базу, потребности энергетической отрасли в высококвалифицированных специалистах, особенности и предпочтения современной студенческой молодежи.

Одним из направлений развития университета является внедрение смешанной и дистанционной форм обучения, направленных на расширение контингента студентов, повышение комфортности проведения учебного процесса без снижения его качества и увеличения трудоемкости.

Это предполагает реорганизацию учебного процесса, направленную на индивидуализацию образовательных траекторий студентов, разработку информационных систем, поддерживающих работу не только администрации вуза, но и студентов, и преподавателей.

Лабораторная база университета должна развиваться на основе концепции автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа, разработанной и осуществленной в МЭИ.

Электронные образовательные ресурсы приходят на смену традиционным учебникам и учебным пособиям и представляют собой необходимый компонент модернизации инженерного образования. Электронные образовательные ресурсы должны быть по возможности интерактивными, допускать встраивание в них расчетных приложений и индивидуализацию их применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Crow . M., Stichnote L.** The New Centurions, IEEE Power&Energy, vol. 8, no. 4, pp. 21-26, July/August 2010.

2. **Рогалев Н.Д., Табачный Е.М.** Методика процесса освоения студентами учебных дисциплин // Инженерное образование. 2009. № 5. С. 66—71.

3. **Bielawski L., Metcalf D.** Blended eLearning. Integrating Knowledge, Performance, Support, and Onlline Learning. — Amherst, Massachussets, USA, HRD Press Inc, 2003.

4. **Автоматизированные** лабораторные практикумы с удаленным доступом по общетехническим и специальным дисциплинами инженерного образования. URL: http://www.alpud.ru.

5. **Маслов С.И., Тихонов А.И.** Разработка и применение электронных образовательных ресурсов в Московском энергетическом институте (техническом университете). Аналитический доклад // Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества инженерного образования (14—15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)». — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. — 20 с.

6. **Информатизация инженерного образования: направления, средства, технологии:** Пособие для системы повышения квалификации / Под общ. ред. С. И. Маслова. — М.: Изд-во МЭИ, 2004. — 868 с.

7. **Липай Б.Р., Берилов А.В., Станкевич И.В., Грузков Д.С.** Опыт применения принципов создания автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа в реализации стендов PILAB // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 299—302.

8. **Очков В.Ф., Лоскутова Т.М., Чжо Ко Ко.** Справочники-решебники по теплоэнергетике // Теплоэнергетика. 2010. № 3. С. 65—69.

А.С.Минзов[1], О.И.Мельникова[2], Д.С.Григорьев[3]
MinzovAS@mpei.ru, oimelnik@mail.ru, ned87@mail.ru
[1]ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва
[2]ООО «Нордавинд-Дубна», Дубна
[3]Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Дубна

МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются некоторые новые подходы к обучению методам моделирования угроз экономической безопасности в системах дистанционного обучения для корпоративных образовательных программ, реализуемых в НИУ «МЭИ» [1—4]. Сущность этих подходов заключается в использовании многофакторных моделей угроз, позволяющих устанавливать между отдельными факторами, значениями параметров контролируемых процессов и непосредственно угрозами причинно-следственные связи. Для моделирования угроз обучаемые используют шаблоны в форме электронных таблиц, а результаты представляются ими в форме моделей угроз в табличном или графическом виде и выводов. Такая организация учебного процесса позволяет достичь обучаемыми профессиональных компетенций в одной из наиболее сложных и трудно формализуемых направлений экономической безопасности хозяйствующих субъектов (ХС) — моделировании угроз.

ВВЕДЕНИЕ

Существующие сегодня методы моделирования угроз носят общий описательный характер, поэтому и рекомендации специалистов по их устранению также носят общий характер. Между тем, от качества и детальности проработки моделей угроз в значительной степени зависит и эффективность всей системы экономической безопасности ХС. Применить активные формы обучения, рассмотренные нами ранее [5, 6], по существующим методикам не представляется возможным. Поэтому на кафедре комплексной безопасности НИУ «МЭИ» была разработана ***методика параметрического описания угроз***, позволяющая не только классифицировать угрозы по определенным факторам, но и выявлять причинно-следственные связи между ними. Эта методика и была внедрена в образовательный процесс в форме деловой ситуации.

1. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ УГРОЗ

Общий вид описания угрозы представляется в следующем виде [5]:

$$T=\langle N, R, A, E\ [, M, N(-), N(+)\ D, G, I, K]\rangle, \qquad (1)$$

где *T (treat)* — угроза; *N (name)* — наименование угрозы (фактора или процесса, создающих опасность); *R(resource)* — источник угрозы (организация, структура, сотрудники, клиенты, нормативно-правовой акт, техническое средство, СМИ и др.); *A (active)* — актив и/или показатель финансово-экономической деятельности, на который оказывает влияние угроза; *G (goal)* — цель реализации угрозы (мотив); *M (mechanistics)* — механизм или способ реализации угрозы; *E (effect)* — оценка возможных результатов реализации угрозы в форме лингвистической переменной с определенными значениями. При классификации используют произвольную таксономию, определяющую некоторые правила принадлежности угрозы t_i к определенному классу ($T_k \subset T$).

$$\{(t_i \in T_k) \mid (t_i \le t_k) \wedge (t_i > t_{k-1})\}, \qquad (2)$$

где $i=\overline{1,n}$; $k=\overline{1,m}$; $T_k=[t_{k-1},t_k]$; *N(-), N(+)* — номер связанной предшествующей угрозы или ∅ и номер связанной с этой последующей угрозы или ∅; *D (defense)* — механизм защиты, на который воздействует угроза, если он существует или ∅; *I (in or out)* — место нахождения источника угрозы (внутри системы или снаружи); *K* — признак или событие (критическое значение фактора), предшествующие появлению угрозы или ∅.

В квадратных скобках указаны показатели, определение которых может только дополнить картину угроз, но значения этих показателей не всегда определяются однозначно. Каждый из этих параметров может иметь несколько значений. Например, в механизме реализации угрозы может быть определено наиболее вероятное время, место и условия реализации угрозы. В результате анализа проводится классификация угроз и описание характера их проявлений, позволяющее в последующем перейти к оценкам рисков экономической безопасности. По результатам моделирования угроз необходимо сделать анализ и определить, какие из них являются взаимосвязанными. Связи в модели описываются с использованием двух параметров *N(-)* и *N(+)*. При анализе угроз были выявлены следующие возможные формы связей между ними:

а) ***Линейные*** последовательно связанные угрозы:

$$t_1 \rightarrow t_2 \rightarrow \ldots \rightarrow t_n \qquad (3)$$

При такой форме связей каждая последующая угроза порождается или связана с предыдущей, поэтому и представляет собой последовательность зависимых друг от друга угроз по цепочке. В подобных системах не допускается замкнутости и повторения одинаковых угроз в последовательной цепи их возникновения.

б) ***Несвязанные или слабо связанные*** угрозы:

$$\{t_1, t_2, ..., t_n\} \quad (4)$$

в) ***Смешанные угрозы***, когда угрозы первых двух типов могут быть взаимосвязаны между собой:

$$\{t_1,\ t_2, ..t_n\} \rightarrow t \text{ или } t \rightarrow \{t_1,\ t_2, ..t_n\} \quad (5)$$

Моделирование угроз в рассмотренной форме позволяет выявить причинно-следственные связи между ними, определить необходимую последовательность реализации системы экономической безопасности, а в дальнейшем обосновать политику безопасности при разных стратегиях управления рисками. Степень связи между отдельными угрозами выявить практически невозможно, однако вполне достаточно определить наличие этих связей и их последовательность. Конечный граф взаимосвязей угроз и факторов может быть представлен как в табличном, так и в графическом виде, как показано на рис. 1.

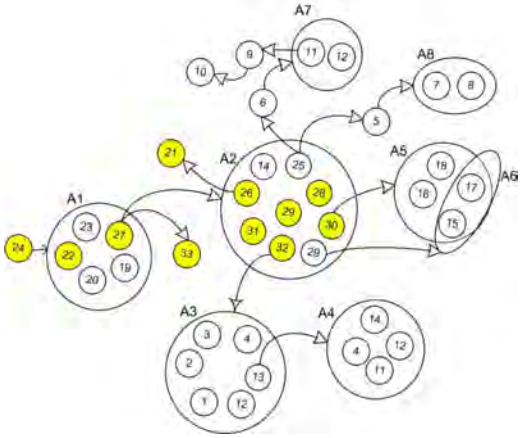


Рис. 1. Граф взаимосвязи угроз на примере учебной деловой ситуации

На представленном графе буквами А1—А8 обозначены кластеры несвязанных угроз и выделены те из них, которые относятся к высокому уровню опасности.

2. МЕТОДИКА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЮ УГРОЗ

Обучаемому, после изучения методики моделирования и ознакомления с примером, предлагается деловая ситуация в состав которой входит:

1) учебная модель организации, для которой создается система экономической безопасности (СЭБ). Полнота и детализация модели определяются в каждом конкретном случае и должны быть достаточными для решения задачи. Требования к модели организации были определены нами ранее [6];

2) результаты аудита существующей СЭБ;

3) ограничения на создание СЭБ: *финансовые, временные и ресурсные;*

4) инциденты, относящиеся к экономической безопасности;

5) структура существующей службы СЭБ и функциональные обязанности сотрудников;

6) результаты деловой разведки, характеризующие внешнюю среду бизнеса.

Далее обучаемым предлагается разработать модель угроз и выявить причинно-следственные связи между ними, используя исходную информацию и шаблоны для моделирования. На основе полученных результатов обучаемым необходимо сделать выводы о степени опасности выявленных угроз и их взаимосвязях.

Практика применения этой методики в учебном процессе показала, что все обучаемые успешно осваивают этапы моделирования угроз и в дальнейшем предлагают более обоснованные решения по управлению системой экономической безопасности ХС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный подход к формированию профессиональных компетенций по моделированию угроз в сфере экономической безопасности относится к более широкому классу задач и распространяется на информационную, комплексную и другие направления безопасности. Такие активные формы обучения соответствуют современным концепциям развития системы высшего профессионального образования в России [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Минзов А.С.** Высшее профессиональное и корпоративное образование: парадигма взаимного влияния: пособие для проф.-препод. состава. — М: Издательский дом «МЭИ», 2008. — 148 с.

2. **Минзов А.С.** Профессиональное высшее и корпоративное образование: образовательные модели и механизмы их реализации. — Дубна: Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2008. — 138с.

3. **Минзов А.С., Черемисина Е.Н.** Корпоративные университеты: проблемы создания и тенденции развития (статья). Вестник Российской академии естественных наук. 2008. № 1. С. 63—69.

4. **Минзов А.С., Мельникова О.И.** Корпоративные университеты: проблемы создания и тенденции развития // Вестник МЭИ. 2010. № 4. С. 93—101.

5. **Минзов А.С.** Методология применения терминов и определений в сфере информационной, экономической и комплексной безопасности бизнеса. — М.: ВНИИгеосистем, 2011. — 84 с.

6. **Минзов А.С.** Проблемы формирования профессиональных компетенций в сфере информационной безопасности с использованием дистанционных технологий // Труды Международной научно-методической конференции "Информатизация инженерного образования". — М: НИУ «МЭИ», 2012. С. 388—392.

7. **Минзов, А. С.** Концепции структурных преобразований системы высшего профессионального образования: взгляд изнутри // Открытое образование. 2012. № 2 (91). С. 70—79.

Д.Г. Мирошин
mirdcom@rambler.ru
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Екатеринбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МУЛЬТИМЕДИА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются возможности организации лабораторного практикума в дистанционном обучении студентов по инженерным дисциплинам. Предлагается электронная обучающая модель лабораторной работы, созданная на основе мультимедиа-технологий в качестве средства создания виртуальной образовательной среды для организации лабораторного практикума в дистанционном обучении.

ВВЕДЕНИЕ

Основными тенденциями развития современного мирового образовательного пространства, упомянутыми в докладе «Эпоха «гринфилда» в образовании», являются: «массовизация» образования, интернационализация образования, формирование нового технологического уклада в промышленности, цифровая революция в образовании [1].

Тенденции «массовизации» и интернационализации в образовании обусловливают необходимость расширения образовательного пространства с целью обеспечения доступности образования для каждого человека независимо от места его проживания, а тенденция цифровой революции в образовании предполагает использование цифровых технологий, как инструмента для расширения образовательного пространства. Цифровые технологии являются основой для развития педагогических технологий дистанционного обучения [2]. Одной из важнейших проблем дистанционного обучения студентов по инженерным дисциплинам является проблема организации и проведения дистанционного лабораторного практикума.

1. ВИРТУАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА, КАК УСЛОВИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Лабораторный практикум, направленный на исследование конструкции, принципа действия и параметров технических объектов (объектно-ориентированные лабораторные работы), предполагает непосредственное взаимодействие с объектом лабораторного исследования, что обусловливает создание специально организованной образовательной среды, в которой моделируется деятельность специалиста и которую можно назвать квазипрофессиональной образовательной средой.

Наличие специально организованной квазипрофессиональной образовательной среды является необходимым условием успешного проведения лабораторного практикума в обучении инженерным дисциплинам, однако создание реальной квазипрофесиональной образовательной среды возможно только в условиях учебной лаборатории.

Вместе с тем можно полагать, что при исследовании конструкции, принципа действия и параметров технических объектов основной целью учебной деятельности студентов является формирование следующих интеллектуальных навыков:

- анализа устройства технического объекта (определение назначения и взаимосвязи основных элементов исследуемого объекта);

- расчета основных параметров технического объекта (определение параметрических характеристик технического объекта);

- оценки функционального состояния технического объекта (может ли анализируемый объект выполнять свои функции, например, по обработке металлов резанием).

Следовательно, можно полагать, что для формирования указанных навыков возможно создание среды, отражающей реальную действительность на разных уровнях: описательном, модельном и параметрическом, что возможно при использовании мультимедийных технологий. Т.е. применение мультимедийных технологий при исследовании технических объектов позволяет создавать виртуальную образовательную среду, работа в которой позволяет формировать интеллектуальные навыки.

2. ЭЛЕКТРОННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ МОДЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА В ДИСТАНЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ

При дистанционном выполнении лабораторных работ средством для создания виртуальной образовательной среды может быть электронная обучающая модель лабораторного практикума.

Можно полагать, что электронная обучающая модель лабораторного практикума, созданная на основе мультимедийных технологий, позволяет воссоздавать изучаемый объект в рамках виртуальной образовательной среды на трех уровнях [3]:

1. Описание технического объекта, органически включенного в производственную среду.

2. Модель технического объекта.

3. Параметрическое описание технического объекта.

Визуальное представление объекта в контексте среды, в которой он функционирует, создается посредством применения наглядных мультимедийных материалов, видеороликов, видеофильмов, анимационных роликов, которые позволят представить объект в реальной действительности, показать его взаимосвязи с другими объектами и окружающей средой. Визуальное представление объекта используется в ходе лекционных занятий для предъявления обучаемым технического объекта и формирования понятия о нем на уровне узнавания.

Модельное представление объекта, отражающее его устройство и взаимодействие его основных элементов, может быть отражено в конструктивных схемах, чертежах, кинематических схемах, которые могут быть представлены в виде компьютерных анимационных презентаций, позволяющих упростить процесс познания и восприятии структуры объекта. Модельное представление объекта используется на практических занятиях по изучению устройства и принципа работы технического объекта, что обусловливает репродуктивный уровень формирования понятия.

Параметрическое описание технического объекта может быть представлено в виде расчетных программ, отражающих основные характеристик объекта или в виде динамических моделей, отражающих изменение условий функционирования объекта в зависимости от заданных параметрических характеристик. Параметрическое описание объекта используется в ходе выполнения лабораторных работ по исследованию параметрических характеристик объекта и зависимости условий функционирования объекта от изменения параметрических характеристик.

Возможность использовании анимационных эффектов, видеороликов, фотографий, схем, рисунков в мультимедийных средах обеспечивает наглядное представление изучаемого объекта, его параметров, его места в общем производственном процессе предприятия [4].

3. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

На кафедре технологии машиностроения и методики профессионального обучения ФГАОУ ВПО «РГППУ» в рамках дисциплины «Металлорежущие инструменты», входящей в учебный план ООП подготовки бакалавров по профилю «Машиностроение и материалообработка», разработан комплекс электронных обучающих моделей лабораторных работ по изучения конструктивных и геометрических параметров инструментов и оценке годности исследуемых металлорежущих инструментов к выполнению процесса резания.

Комплекс электронных обучающих моделей лабораторных работ включает четыре основные лабораторные работы:

1. Исследование конструктивных и геометрических параметров ограненной протяжки.

2. Исследование конструктивных и геометрических параметров спирального сверла.

3. Исследование конструктивных и геометрических параметров ручного метчика.

4. Исследование конструктивных и геометрических параметров цилиндрической фрезы.

Разработанные электронные обучающие модели позволяют воссоздать виртуальную образовательную среду при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие инструменты».

Деятельность студента по выполнению лабораторной работы в созданной виртуальной образовательной среде пошагово моделируется средствами мультимедиа, а по результатам выполнения работы студенты заполняют подробную форму отчета, отражающую каждый шаг выполнения работы. Электронная обучающая модель построена таким образом, что до тех пор, пока студент не выполнит полностью заданный шаг работы, к следующему шагу он перейти не может. Следовательно, в ходе выполнения лабораторной работы в виртуальной образовательной среде студент последовательно заполняет форму отчета, которую представляют ведущему преподавателю посредством средств электронной связи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, электронные обучающие модели лабораторных работ по дисциплине «Металлорежущие инструменты», в ходе которых студентами исследуются взаимосвязи конструктивных и геометрических параметров типовых металлорежущих инструментов, ориентированы на формирование интеллектуальных навыков студентов в условиях погружения их в специально созданную с помощью средств мультимедиа виртуальную образовательную среду. Подобная виртуальная образовательная среда полностью имитирует реальную интеллектуальную деятельность специалиста, что позволяет говорить об эффективности ее применения для формирования профессиональных компетенций студентов, обучающихся по профилю «Машиностроение и материалообработка».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Волков А.Е. Конанчук Д.В.** Эпоха «гринфилда» в образовании исследование SEDeC. — М.: Центр образовательных разработок Московской школы управления СКОЛКОВО (SEDeC), сентябрь, 2013. — 52 с.

2. **Хамидов Ж.А.** Использование мультимедиа-технологий в профессиональном образовании // Среднее профессиональное образование. 2011. № 1. С. 68—69.

3. **Мирошин Д.Г.** Онлан-видеотехнология дистанционного обучения студентов техническим дисциплинам // Социосфера. 2013. № 1. С. 96—98.

4. **Мирошин Д.Г.** Применение средств мультимедиа для дистанционного внутрифирменного обучения // Современные аспекты экономики. 2012. № 9. С. 86—90.

Г.С. Мыцык, Хлаинг Мин У
mytsykgs@rambler.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИМИТАЦИОННОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматривается подход к проектированию технически сложных устройств и систем, основанный на широком применении средств имитационного компьютерного моделирования для поиска и оценки реализуемости и эффективности предлагаемых проектных решений. Целесообразность такого подхода становится особенно очевидной в образовательном процессе при подготовке инженеров-проектировщиков новой техники.

ВВЕДЕНИЕ

Современные компьютерные технологии кардинальным образом видоизменяют процедуру проектирования, обеспечивая информационную поддержку всех этапов жизненного цикла сложных технических устройств и систем. По мере развития компьютерной техники и программного обеспечения становится возможным и целесообразным применение компьютеров для поиска и оценки проектных решений на ранних стадиях разработки, которые характеризуются большими сложностями формализации и алгоритмизации. При этом сложность современных технических устройств и систем такова, что даже опытные разработчики не могут дать оценку реализуемости предлагаемых решений путем мысленного эксперимента.

На помощь проектировщикам и студентам приходят универсальные программные средства имитационного компьютерного моделирования.

В качестве конкретных объектов проектирования в докладе рассматриваются устройства силовой преобразовательной техники (СПТ) [1—6] и электротехнические комплексы (ЭТК) на их основе [7—14].

1. ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При разработке и проектировании новых устройств СПТ целесообразно выделять два основных этапа: структурно-алгоритмический синтез (САС) и параметрическую оптимизацию (ПО). На первом этапе синтезируется технический облик устройства и проверяется его работоспособность, т. е. соответствие проектному замыслу.

Структурно-алгоритмический синтез может проводиться с учетом ряда допущений, которые, не оказывая существенного влияния на основную функциональную характеристику разрабатываемого объекта, значительно снижают трудозатраты на решение поставленных задач.

Традиционный перечень допущений включает:

1) неучет нелинейных свойств магнитопроводов электромагнитных элементов;

2) неучет индуктивностей рассеяния обмоток электромагнитных элементов;

3) идеализация характеристик ключей;

4) неучет потерь в конденсаторах, в магнитопроводах электромагнитных элементов и в обмотках при повышенных частотах.

В зависимости от особенностей объекта проектирования могут быть приняты те или иные допущения из перечисленных выше [12—14].

2. О РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

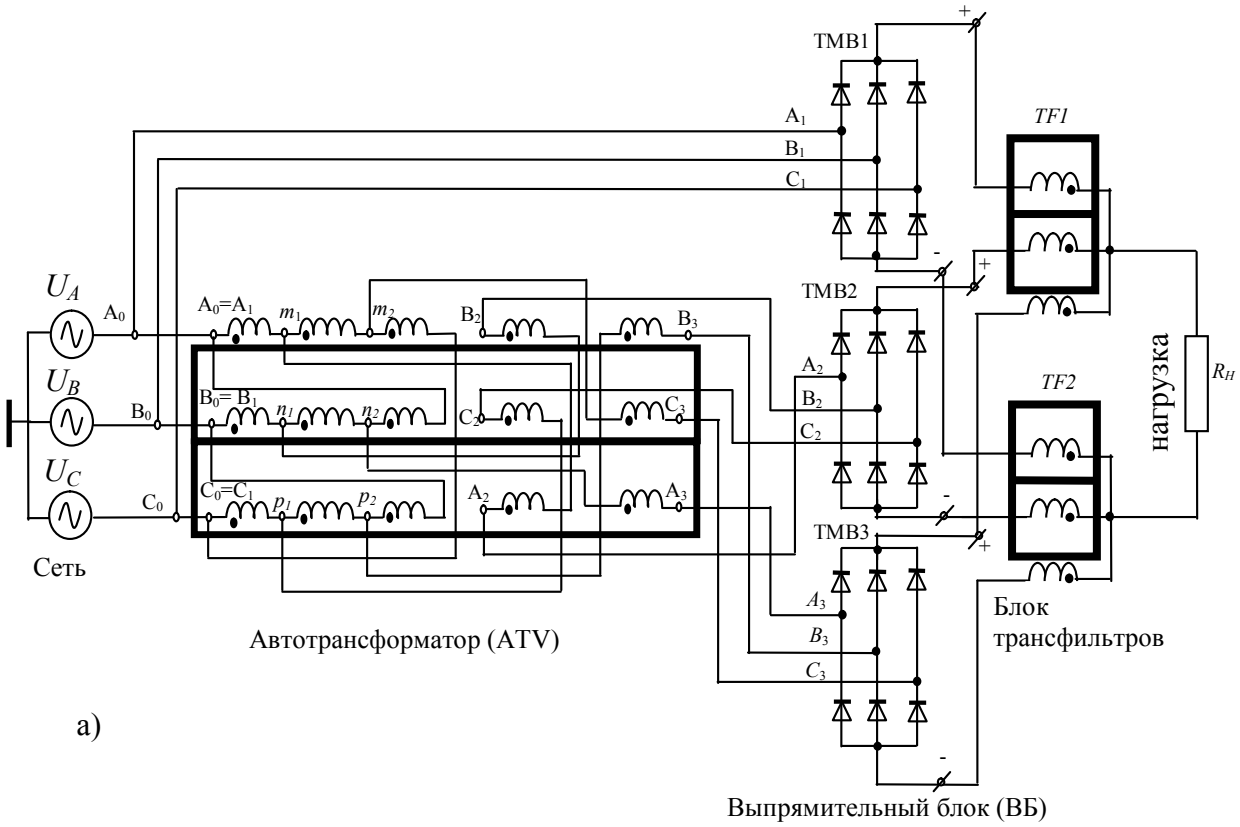
Условием создания информационно-методического обеспечения для параметрической оптимизации устройств СПТ является исследование их функциональных свойств. На этой основе формируется необходимое модельное описание (МО). Задачи информационно-методического обеспечения параметрической оптимизации эффективно решаются с помощью имитационного компьютерного моделирования (ИКМ) [1—14]. Достигаемая в этом случае точность описания моделируемых процессов является достаточной для принятия проектных решений.

Некоторые возможности ИКМ рассмотрим на примерах автотрансформаторно-выпрямительного устройства с пульсностью выпрямленного напряжения $m_{1Э}$=18 (АТВУ-18), описанного, например, в [1], и новой его модификации, представленной на рис. 1 [2]. В данном классе устройств АТВУ- $m_{1Э}$ содержится ряд решений, которые при одном и том же значении параметра $m_{1Э}$ характеризуются различной топологией или структурно-алгоритмической организацией. Для выбора эффективного решения, например, по массогабаритному показателю, требуется сопоставительная оценка их по габаритной мощности — $P_г$, которая определяется следующим образом:

$$P_Г = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N} U_j I_j \,, \qquad (1)$$

где: j — номер обмотки автотрансформатора, Uj , IJ — действующие значения напряжения и тока этих обмоток.

Для определения значений Uj , IJ необходимо знать зависимости напряжений и токов от времени. В данном случае эти зависимости имеют сложную форму (см., например, [1] и рис.2). Данная задача легко решается с помощью стандартной подпрограммы, например, входящей в состав системы



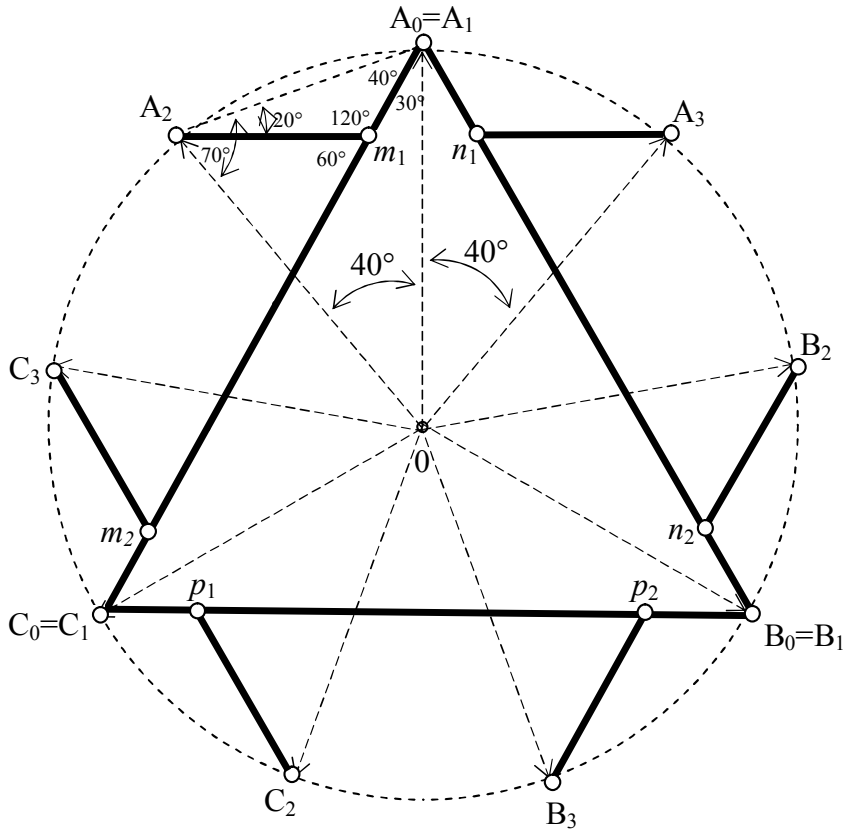


Рис. 1. Принципиальная схема рассматриваемого варианта АВТУ-18 – а) векторная диаграмма, поясняющая принцип формирования 9-фазной системы напряжений ATV (без коррекции выпрямленного напряжения) – б).

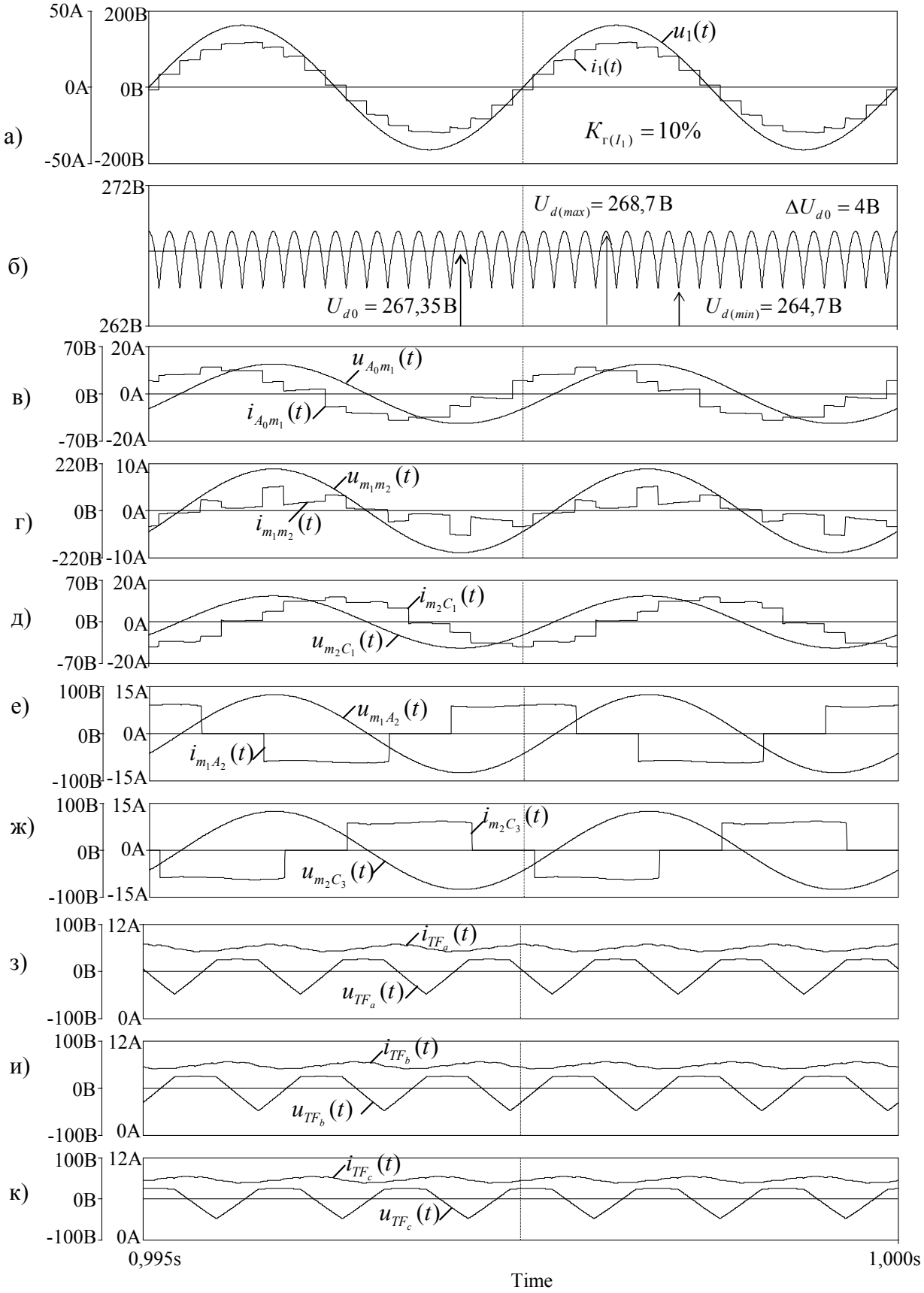


Рис. 2. Результаты ИКМ рабочих процессов в идеальном АТВУ-18 (по рис.1а) без коррекции напряжения: а) – сетевые напряжение и ток; б) – выпрямленное напряжение с пульсностью 18; в) ÷ж) – напряжения и токи на обмотках автотрансформатора; з), и), к) – напряжения и токи в обмотках одного трансфильтра.

OrCAD 16,5 (PSpice Schematics). Результаты ИКМ представляются в удобной для понимания форме осциллограмм всех показателей, интересующих разработчика (рис.2).

В модели автотрансформатора (*ATV*) в АТВУ-18 (рис. 1) использованы допущения 1 и 2, перечисленные выше. Осциллограммы процессов в этом устройстве для данного случая представлены на рис. 2. Эти результаты полностью соответствуют проектному замыслу. Использованная при этом упрощенная модель отражает идеальный конечный результат, к которому необходимо стремиться.

3. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИКМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

Представленное на рис. 1 устройство является усовершенствованием известного решения, описанного, например, в [1]. Поставленная цель снижения установленной мощности автотрансформатора достигается введением двух трехфазных трансфильтров (*TF1, TF2*), которые обеспечивают снижение суммарной габаритной мощности *ATV* и *TF1, TF2* в 1,5 раза и установленной мощности выпрямительного блока не менее чем в $\sqrt{3}$ раз. Проблема синтеза в том, что аналитическим путем невозможно ответить на вопрос: «Можно ли в данном случае использовать один трансфильтр или же их требуется два?». Однозначный ответ был получен с помощью ИКМ. Второй, не менее важный, вопрос заключался в следующем: «Какой технический эффект достигается в предложенном решении?». Без проведения ИКМ получить на него ответ также было невозможно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Использование ИКМ существенно изменяет традиционный характер проектирования.

2. Технология ИКМ является менее дорогостоящей и более эффективной в сравнении с физическим моделированием, позволяя значительно расширить границы исследования.

3. Топологическая сложность устройства не является препятствием для ИКМ.

4. Технологию ИКМ как средство решения проектных и изобретательских задач целесообразно осваивать студентам вузов, обучающимся по соответствующим программам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Коняхин С.Ф., Михеев В.В., Мыцык Г.С.** Автотрансформаторно-выпрямительное устройство с 18 пульсным выпрямлением напряжения // Электричество. 2013. С. 48—56.

2. **Патент РФ №103254** на полезную модель. Автотрансформаторно-выпрямительное устройство / Авторы: Пью Мьинт Тхейн, Г.С. Мыцык. Опубл. 20.11.2012г. в Б.И. №32

3. **Патент** РФ на изобретение № 2 280 311. Трехфазное трансформаторно-выпрямительное устройство с двухканальным преобразованием (варианты) // Авторы: С.Ф. Коняхин, В.В. Михеев, Г.С. Мыцык, В.А. Цишевский Опубл. 20.07.2006. Бюл. № 20.

4. **Патент** РФ на изобретение № 2 280 312. Трехфазное трансформаторно-выпрямительное устройство с двухканальным преобразованием // Авторы: С.Ф.Коняхин, В.В.Михеев, Г.С.Мыцык, В.А.Цишевский. Опубл. 20.07.2006. Бюл. №20.

5. **Патент** РФ на изобретение № 2 290 741. Устройство для выпрямления трехфазного напряжения с трехканальным преобразованием энергетического потока (варианты) // Авторы: С.Ф.Коняхин, В.В.Михеев, Г.С.Мыцык, В.А.Цишевский Опубл. 27.12. 2006. Бюл. №38.

6. **Патент** РФ на изобретение № 2 282 298. Устройство для выпрямления трехфазного напряжения с четырехканальным преобразованием энергетического потока // Авторы: С.Ф. Коняхин, В.В. Михеев, Г.С. Мыцык, В.А.Цишевский. Опубл. 20.08. 2006. Бюл. №23.

7. **Патент** на полезную модель № 76 183. Преобразователь постоянного напряжения в переменное (варианты) // Авторы: А.В. Берилов, С.Ф. Коняхин, Г.С. Мыцык, Хлаинг Мин У, В.А. Цишевский. Опубл. 10.09. 2008. Бюл. №6.

8. **Патент** РФ на изобретение № 2 366 068. Способ преобразования постоянного напряжения в переменное // А.В.Берилов, С.Ф.Коняхин, Г.С.Мыцык, Хлаинг Мин У, В.А. Цишевский. Опубл. 27.08. 2009. Бюл. №24.

9. **Горякин Д.В., Мыцык Г.С.** Исследование режимов работы трехфазной мостовой инверторной схемы // Электричество. 2012. № 5. С. 23—31.

10. **Патент** на полезную модель № 81 011. Система генерирования постоянного тока // Авторы: С.Ф.Коняхин, Г.С.Мыцык. Опубл. 27.02. 2009. Бюл. №6.

11. **Берилов А.В., Кьо Зо Лин, Маслов С.И., Мыцык Г.С.** Система стабилизации частоты на базе асинхронизированного синхронного генератора // Электричество. 2010. № 10.

12. **Горякин Д.В., Мыцык Г.С.** Трехфазная мостовая инверторная схема в режиме компенсатора реактивной мощности // Практическая силовая электроника. 2012. № 45. С. 13—17.

13. **Горякин Д.В.** Исследование новых возможностей совершенствования машинно-электронных генерирующих систем для малой энергетики и автономных объектов. Автореферат дис. на соиск. уч. ст. к.т.н. — М.: НИУ «МЭИ», 2013. — 20 с.

14. **Пью Мьинт Тхейн**. Создание информационно-методического обеспечения для системного проектирования статических преобразователей частоты в составе машинно-электронных генерирующих систем для малой энергетики и автономных объектов. Автореферат дис. на соиск. уч.ст. к.т.н. — М.: НИУ «МЭИ», 2013. — 20 с.

Е.А. Николаева
Nikolayevayela@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению современных подходов применения мобильных технологий и сервисов в системе инженерного образования. Рассматриваются основные технологические и организационные проблемы внедрения подходов BYOD (Bring You Own Device) в высшее учебное заведение.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение средств мобильной связи и интернет-коммуникаций оказывает существенное влияние на различные сферы жизни общества и меняет формы общения, трудовой, образовательной и творческой деятельности, способы торговли, методы управления и др. Использование мобильных приложений и интерфейсов, считывание касаний и жестов, улучшенные поисковые технологии, управление голосом, богатые интерактивные и мультимедийные возможности, позволяют на качественно новом уровне удовлетворять информационные и коммуникационные потребности индивидов, определяют новые направления формирования информационного пространства.

Беспроводные и мобильные технологии становятся неотъемлемой частью высшего профессионального образования. Обучение проходит независимо от местонахождения и происходит при использовании портативных технологий. Студенты, использующие мобильные телефоны и карманные компьютеры в классной комнате, повышают сотрудничество между студентами и преподавателями. Рассмотрению основных аспектов мобильности обучения применительно к инженерному образованию посвящен данный доклад.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЦЕЛИ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Одной из ведущих тенденций развития образования является его информатизация и оперативность в получении новых знаний и навыков, основывающиеся на внедрении новых информационных технологий (НИТ) совершенствования научно-методического сопровождения образовательного процесса. Для реализации оперативного и открытого обучения в отличие от дистанционного обучения (ДО) пользователю не обязательно иметь дома или на своем рабочем месте компьютер с определенным набором внешних устройств и устройств ввода-вывода информации, достаточно персонального устройства в виде смартфона или планшетного компьютера.

Современный студент использует мобильное устройство в течение всего дня, благодаря этому появляется огромная возможность повысить степень вовлеченности студентов в образовательный процесс, улучшить качество и эффективность работы с информацией учебного назначения, тем самым повысить конкурентоспособность и привлекательность инженерного и любого другого профессионального образования. Поэтому сегодня в высших учебных заведениях является актуальным вопрос применения подходов так называемой концепции BYOD (Bring Your Own Device – «Принеси свое собственное устройство») при построении стратегии информатизации с целью использования персональных мобильных устройств (смартфонов, планшетов, ноутбуков, нетбуков, ультрабуков, электронных книг) учащихся, преподавателей, ученых и административного персонала для доступа к общесетевым и специализированным ресурсам и сервисам учебного заведения и к сети Интернет.

Такой подход подразумевает внедрение в образовательное пространство вуза технологий, сервисов и политик безопасности, ориентированных на предоставление персонифицированного доступа к информационным и справочным ресурсам посредством мобильных устройств (учебные планы и программы, отчеты об успеваемости и посещаемости, результаты сессии, учебная нагрузка, расписание учащегося и преподавателя и пр.); организацию распределенного онлайн доступа к контенту (подкаст-вещание; вебинары; электронные журналы; персональная библиотека образовательных и научных ресурсов; социальные медиа и пр.); обеспечение академической мобильности учащихся, преподавателей и ученых; использование мобильных устройств как средства идентификации и платежного инструмента; мобильное геопозиционирование и пр.

Техническая поддержка для мобильного обучения:

– 3GP для сжатия и способа доставки аудиовизуального содержания, связанного с мобильным обучением;

– Wi-fi предоставляет доступ к преподавателям и ресурсов через Интернет;

– GPRS сервис обеспечивает высокую скорость подключения и нормальную передачу данных;

– HTML5 курсы и презентации в формате HTML5 можно просматривать на современных мобильных устройствах.

2. ОСОБЕННОСТИ В ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ BYOD

Успешность использования подходов BYOD в качестве компонента IT-стратегии высшего учебного заведения обусловлена, следующими предпосылками:

– во-первых, высокий уровень и динамика распространения мобильных устройств в студенческой и преподавательской среде (не редкость, когда один пользователь является владельцем двух и более устройств), и устойчивый интерес к их применению, уже сформированный внешними социально-психологическими факторами;

– во-вторых, существенный когнитивный потенциал аудитории высшего учебного заведения, гибко и адекватно реагирующей на изменения в устоявшейся практике организации образовательного процесса, и легко адаптирующейся к использованию новых подходов и технологий;

– в-третьих, учебные материалы сравнительно легко превратить в медиа-контент и содержание для интерактивных мобильных сервисов;

– в-четвертых, мобильные сервисы и контент как технологически, так и методологически достаточно просто интегрируются в инфраструктуру образовательного и научно-исследовательского пространства.

При построении стратегии информатизации образования наиболее целесообразным представляется применение сервисной модели – построение структурированного каталога сервисов, предоставляемых различными категориями пользователей (учащимся, профессорско-преподавательского состава (ППС), административно-хозяйственному персоналу). Проиллюстрируем данный тезис примерным перечнем сервисов, ориентированных на студентов.

Общие сервисы:

– мобильная версия портала учебного заведения;

– сервисы центрального управления мобильными устройствами.

Образовательные сервисы:

– приемная комиссия;

– каталоги учебных планов и учебных курсов;

– регистрация на курсы (семинары, открытые лекции, факультативы и др.);

– онлайн расписание;

– персональные достижения, портфолио;

– проектная деятельность;

– резервирование помещений и оборудования для проектной работы.

Коммуникационные сервисы:

– электронная почта;

– социальные медиа;

– аудио- и видеоконференцсвязь.

Библиотечные сервисы:

– поиск по каталогу;

– онлайн заказ книг;

– доступ в медиатеку (библиотеку электронных изданий).

Справочные сервисы:

– календарь событий;

– телефонный справочник;

– интерактивная карта, путеводитель по университету;

– места общественного питания;

– места парковки, загрузка парковки;

– экстренная информация.

Мобильный и интернет-банкинг:

– баланс персонального счета;

– платежи за услуги;

– отчеты о проделанных операциях.

Использование подходов BYOD в сочетании с принципами электронного обучения дает возможность организовать для студента своего рода мультиплатформенный мобильный образовательный офис, что позволит реализовывать более свободные формы учебной работы, новые варианты использования образовательного пространства вуза, решать современные творческие, педагогические и методические задачи:

– контролируемый доступ к информационным и образовательным ресурсам, подкаст-вещанию, вебинарам, социальным сетям в любом месте и в любое время;

– использование привычных устройств и интерфейсов — нет необходимости запоминать персональные настройки и данные (учетные записи, логины, пароли);

– применение мобильного устройства в качестве персональной библиотеки учебных, методических и справочных материалов; плеера для записи и прослушивания аудио лекций; мультимедийного гида в музеях и галереях; фотоаппарата и видеокамеры для фиксирования визуальной информации в цифровом виде и пр.;

– доступ мобильного устройства к материалам лабораторных работ, выполнение подготовки, прохождение тестовых заданий для допуска к работам,

доступ к автоматизированному лабораторному оборудованию;

– беспроводное подключение к различным измерительным приборам/сенсорам и использование встроенных датчиков, например гироскопа (позволяет использовать как угломер), вибрации, освещенности, влажности, температуры и др. в образовательных и исследовательских целях;

– включение в инфраструктуру образовательного и исследовательского процессов магазинов приложений и учебного контента (Apple AppStore, Google Play и т.п.), обеспечивающих возможность удаленного доступа к электронным образовательным и научным ресурсам, их загрузки, воспроизведения, рейтингования, редактирования, обмена опытом по их использованию;

– применение мобильного устройства как средства идентификации и платежного инструмента: регистрация учащихся, (ППС) и административного персонала на занятиях и мероприятиях; оплата дополнительных услуг, общественного питания, учет пользования инфраструктурой и т.д.;

– мобильная навигация и геопозиционирование (навигация по кампусу; определение местоположения; поиск географических объектов; получение справочной картографической информации; построение треков передвижения и пр.).

Менеджмент учебного заведения, в свою очередь, сможет не только привлечь активную, мотивированную, подготовленную молодежь, но и решит ряд организационных и технологических вопросов, включая:

– повышение мобильности учащихся и сотрудников;

– повышение мотивации студентов и преподавателей;

– увеличение производительности за счет уменьшения временных трудозатрат;

– сокращение расходов на приобретение компьютерной техники, IT-инфраструктуру, приобретение и разработку специализированного программного обеспечения и пр.;

– сокращение затрат на содержание службы поддержки, содержание в штате высококвалифицированных специалистов и др.

3. РЕШЕНИЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Рост рынка мобильных устройств и потребность в специальных системах для контроля за ними вызывает увеличение спроса на решения по управлению мобильными устройствами (MDM-решения, Mobile Device Manager), ориентированные на выполнение следующих технических и организационных задач:

– определение типа и технических возможностей подключенных устройств;

– управление возможностями устройств, обеспечение доступа к корпоративным и интернет-ресурсам, включение/отключение технических компонентов (видеокамера, сенсоры);

– вывод информации с мобильных устройств на сетевое оборудование и устройства отображения информации;

– обмен данными с системами управления пользователями;

– автоматизированная загрузка на устройство информационных материалов;

– автоматизированное удаление корпоративной информации по команде владельца или администратора корпоративной системы (например, в случае утери или кражи мобильного устройства);

– массовое оповещение владельцев устройств (в случае экстренных ситуаций).

Все представленные сегодня на рынке MDM-решения можно разделить на два типа. В первом, «легком», варианте для подключения нового мобильного устройства необходимо установить на него программу-клиент, поддерживающую связь с корпоративным сервером управления и контролирующую все действия пользователей. При этом в клиенте хранится описание корпоративной политики безопасности и средства мониторинга по ее соблюдению, а пользователь работает с привычными ему приложениями.

Второй, «тяжелый», вариант предполагает установку на устройство специального набора программного обеспечения, с помощью которого осуществляется возможность подключения к корпоративным сервисам. В этом случае на мобильном устройстве создаются две рабочие среды: персональная, доступ к которой имеет пользователь, и корпоративная, контролируемая ИТ-администраторами компании.

Среди отечественных решений класса MDM необходимо упомянуть систему защиты корпоративной сотовой связи с централизованным управлением SafePhone (http://www.safe-phone.ru), разработанную в НИИ СОКБ (Научно-испытательный институт систем обеспечения комплексной безопасности), Kaspersky Security от компании Kaspersky (http://www.kaspersky.com) и SAP Afaria от компании ЛАНИТ (http://www.lanit.ru), предназначенные для обеспечения безопасного доступа к корпоративным ресурсам с различных мобильных платформ.

Помимо решения традиционных для MDM задач, рассмотренных выше, разрабатываемый менеджер мобильных устройств будет обеспечивать расширенный набор возможностей, позволяющих реализовать дополнительный функционал по управлению мобильными устройствами, в том числе:

– массовое оповещение/информирование пользователей;

– обеспечение доступа к корпоративным информационным ресурсам и сервисам;

– ограничение доступа к корпоративным ресурсам и сервисам на уровне групп пользователей, в т.ч. по заданному расписанию;

– взаимодействие с облачными ресурсами (облачное хранилище, вычислительная платформа, портал корпоративных приложений, удаленные виртуальные рабочие места).

Использование подходов BYOD в высших учебных заведениях имеет свою специфику, в частности, необходимо регулировать и контролировать доступ к ресурсам корпоративной сети в зависимости от физической локации пользователя (например, мобильное устройство должно автоматически отключаться от интернета и подключаться к хранилищу учебных материалов, если студент находится на лекции); осуществлять централизованную загрузку образовательного контента на мобильные устройства в привязке к расписанию занятий; при необходимости блокировать входящие и исходящие звонки, SMS и MMS сообщения и т.д.

Вместе с этим необходимо отметить трудности применения подходов BYOD, которые особенно актуальны для вузов с учетом современного состояния российской высшей школы:

– необходимость инвестиций в первоначальную модернизацию инфраструктуры;

– необходимость в высоком быстродействии и пропускной способности средств коммуникации и маршрутизации;

– недостаточно разработанная нормативно-правовая база, регулирующая особенности применения информационных технологий в образовании;

– необходимость разработки соответствующего образовательного контента;

– увеличение интернет-трафика и др.

Помимо этого вузовская IT-инфраструктура должна обеспечивать нормальную работу широкого спектра устройств на различных платформах (iOS, Windows, Android, Symbian и др.); информационную безопасность и защиту информации; доступ к внутренним и к внешним ресурсам; централизованную техническую поддержку пользователей и др.

Возникают и социально-образовательные проблемы:

– доступность и ценовой барьер для конечных пользователей;

– как оценивать обучения вне классных комнат;

– как поддерживать обучение в разных ситуациях;

– развитие соответствующей теории обучения для мобильного возраста;

– дизайн технологии для поддержки всего времени обучения;

– отслеживание результатов и правильное использование этой информации;

– отсутствие ограничений на расписание;

– личная и частная информация и содержание;

– никаких демографических границ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на указанные сложности по построению стратегии информатизации высшего учебного заведения с использованием подходов BYOD, успешный опыт реализации IT-проектов в системе высшего профессионального образования последних лет позволяет рассчитывать, что разрабатываемое решение будет востребовано в образовательных учреждениях, а российские университеты займут достойное место в ряду вузов, использующих мобильные сервисы и технологии в своей деятельности.

В настоящее время, создаются проекты по разработке программного обеспечения для систем централизованного управления мобильными устройствами (менеджер мобильных устройств), по функциональным характеристикам превосходящими зарубежные аналоги и ориентированными для использования в высших учебных заведениях. Такие проекты получают большую поддержку со стороны государства в рамках реализации Постановления Правительства РФ от 09.04.2010 №218 по развитию кооперации российских высших учебных заведений и производственных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ильин И.В., Анисифоров А.Б.** Использование облачных технологий при построении информационных систем кластера // Экономика и управление. 2012. №7. С. 22—27.

2. **Коржов В.** Платформы поддержки мобильности // Открытые системы. СУБД. 2012 №6. С. 17—22.

3. **Кукушкин А.** Мобильная безопасность // Директор по безопасности. 2012 № 12. С. 80—82.

4. **Постановление** Правительства России от 9 апреля 2010 г. №218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства» // Рос. газета. 2010. 16 апр. (№ 5160).

5. **Информатизация** инженерного образования: электронные образовательные ресурсы. Выпуск 5 / Сост.: Т.И. Болдырева, А.И. Евсеев, Б.Р. Липай и др.; под общ. ред. С.И. Маслова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

Г.И. Паршина
pgalina05@mail.ru
Карагандинский государственный технический университет, Караганда

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СОТРУДНИКОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СЛУЖБ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей разработки и реализации автоматизированной дистанционной системы обучения и контроля знаний сотрудников электротехнических служб предприятий энергетики. Анализируются методы и средства организации обучения. Приводятся алгоритмы работы системы и оценки качества знаний.

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы вопросы подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала инженерных служб предприятий энергетической отрасли, таких как горнорудные и теплоснабжающие комплексы мегаполисов (ГРиТКМ), приобрели особую актуальность. Оказывая социально важные услуги населению, но при этом, становясь объектом товарно-денежных отношений, обладающим и экономической самостоятельностью и полностью отвечающим и за результаты своей деятельности, ГРиТКМ должны иметь систему подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров, которая обеспечила бы им высокую эффективность работы, конкурентную способность и устойчивость положения на рынке. Кроме того, переподготовка работников, повышение их квалификации, обеспечение готовности к осуществлению профессиональной деятельности являются подсистемой в общей системе управления персоналом, созданной с целью повышения надежности его профессиональной деятельности и работоспособности, создания безопасных условий труда и сохранения здоровья.

Данный доклад посвящен рассмотрению основных методов, средств обучения, алгоритмов оценки знаний и алгоритмов работы системы подготовки и переподготовки специалистов электротехнических служб горнорудных и теплоснабжающих комплексов мегаполисов.

1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПЕРЕПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

В настоящее время существует огромное количество методов получения профессиональных знаний и навыков. Выбирая те или иные методы необходимо, прежде всего, руководствоваться спецификой предметной области и степенью воздействия данных методов на обучаемых. Необходимо также учитывать особенности обучения взрослых людей, такие как: повторение, обратная связь, актуальность, степень участия в процессе обучения.

Кроме того, все методы обучения могут быть разделены на две большие группы:

– обучение непосредственно на рабочем месте;

– обучение вне рабочего места.

Обучение вне рабочего места может осуществляться дистанционно с использованием IT и Internet-технологий.

При дистанционном обучении чаще всего используется сочетание синхронного и асинхронного методов обучения. Синхронный метод рассчитан на предоставление ответов в режиме реального времени, а асинхронный — на максимальную оперативность преподавателя.

Онлайновый дистанционный учебный курс, в отличие от презентации или сайта, не просто обеспечивает доступ к информации, но и предусматривает интерактивное взаимодействие слушателя с преподавателем, контроль получаемых знаний и накопление информации о процессе обучения. Статистика по результатам процесса обучения является важной составляющей системы дистанционного обучения (СДО), поскольку позволяет преподавателям контролировать активность обучаемых и сам учебный процесс [1].

На этапе подготовки и переподготовки специалистов «практическое приложение» знаний должно быть реализовано в виде прохождения тестов и выполнения более сложных заданий. В обоих случаях результаты выполнения теста или задания должны быть проверены либо автоматически, либо непосредственно преподавателем. Кроме того, по базе тестовых заданий должно быть дано положительное заключение на предмет их корректности ведущими специалистами в области энергетики.

2. ВЫБОР СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

При разработке дистанционного курса также необходимо выбрать средства организации дистанционного обучения. К основным критериям выбора средств организации электронного обучения относятся: функциональность, надежность, стабильность, стоимость, наличие средств разработки контента, система проверки знаний, удобство использования, модульность, обеспечение доступа, мультимедийность, масштабируемость и расширяемость, перспективы развития платформы, кросс-платформенность СДО, качество технической под-

держки, наличие (отсутствие) многоязыковой локализации продукта.

Всем этим требованиям удовлетворяет система дистанционного обучения MOODLE, которая в течение 10 лет успешно используется в КарГТУ [2].

Система обеспечивает:

– надежность, масштабируемость, возможность расширения;

– автоматически загружаемый в соответствии с ролью пользователя интерфейс;

– информационную безопасность – использование защищенного протокола передачи данных и многоуровневой системы проверки полномочий;

– модульную открытую структуру, упрощающую доработку системы под конкретные нужды пользователя и создание интеграции с другими информационными системами;

– работу на базе таких операционных систем, как Windows, UNIX, Linux-платформах;

– возможность управлять традиционным, дистанционным и смешанным учебным процессом;

– электронное тестирование на различных этапах обучения и создание логической структуры курса с контрольными точками в виде тестовых заданий;

– легкость процесса создания, импорта учебных материалов, возможность управлять каталогом курсов;

– возможность организовать учебный процесс для удаленных/мобильных сотрудников;

– возможность прохождения дистанционного обучения и тестирования через интернет, без отрыва от рабочего места с личного или рабочего компьютера, находясь в командировке или в другом городе;

– возможность просматривать результаты обучения и тестирования;

– возможность создания различных видов форумов и обмена сообщениями;

– возможность уведомления о предстоящих учебных мероприятиях;

– возможность отслеживать динамику и удаленно управлять процессом обучения.

3. АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА

Рассмотрим отдельные аспекты теоретической подготовки персонала, а также практические методы подготовки различных категорий работников энергетической отрасли к самостоятельной производственной деятельности с целью повышения его квалификации.

Предлагаемая дистанционная система является средством повышения качества подготовки персонала инженерных служб электротехнических (ЭТ) комплексов ГРиТКМ на базе алгоритмов оценки знаний, автоматизированных рабочих мест электротехнических служб ГРиТКМ, специальной технологии дистанционного обучения инженерного корпуса. В дистанционную систему (ДС) объединяются центр научных и учебных знаний и службы ГРиТКМ на основе локальных сетей предприятий (Intranet) и глобальной сети Internet. Ядром ДС являются программно-алгоритмические средства, решающие задачу оценки рейтинга и повышения качества знаний персонала электротехнических служб (ПАС ЭТС) предприятий. ПАС ЭТС функционируют в режиме разделенного и реального времени. Для системы оценки качества знаний сотрудников ЭТС ГРиТКМ оценка рейтинга является результатом работы системы оценки качества знаний, а алгоритмы оценки знаний — инструментом, реализуемым в структурной единице «машина вывода»

Предлагается укрупненный алгоритм оценки качества обучения персонала, состоящий из следующих основных шагов.

Шаг 1 — определение целей и задач методики подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала инженерных служб ГРиТКМ. Целью данного шага является повышение уровня эффективности и результативности подготовки персонала, обеспечение надежности профессиональной деятельности персонала на всех уровнях энергетического производства.

Шаг 2 — поиск и установление путей и методов решения поставленной задачи. При этом необходимо учитывать, что процесс обучения состоит из ряда этапов:

– начальный этап заключается в необходимости определить входной контроль уровня знаний персонала, который может быть осуществлен с помощью тестов, контрольных заданий, работы с тренажером, осуществляемых в системе дистанционно;

– следующий этап обучения предполагает необходимость проведения текущего контроля с помощью контрольных и тестовых заданий, тренировок;

– конечный этап включает осуществление итогового контроля знаний в рамках дистанционной системы подготовки персонала, в тестовой и тренировочной форме.

Рекомендуется сочетать тестовые опросы с работой на специальных тренажерах.

Шаг 3 — установление критериев оценки качества. Здесь, используя оценку уровня теоретических знаний по различным разделам, определяют умение применять теоретические знания к решению практических задач и навыков с помощью тренажеров.

Шаг 4 — определение характеристики, качественной оценки критериев, способов и путей реализации оценок. На данном шаге дают характеристику по каждому критерию 2-3 шагов.

Для оценки умения применять теоретические знания к решению практических задач, разрабатывается база практических задач. Оценка в данном случае носит субъективный характер.

Оценки уровня практических умений и навыков осуществляются с помощью тренажеров.

При оценке уровня практических умений и навыков учитывается заключение руководителя или эксперта о степени усвоения экзаменуемым работником безопасных приемов и методов работы. Проведение данного процесса требует постоянного анализа и совершенствования для дальнейшей корректировки качества обучения.

Шаг 5 — формирование выходного документа, который может быть представлен в виде сертификата.

Шаг 6 — мониторинг (анализ и корректировка) качества оценки обучения персонала обусловлен тем, что система переподготовки кадров должна постоянно совершенствоваться и улучшаться.

4. АЛГОРИТМ РАБОТЫ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СОТРУДНИКОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СЛУЖБ

Алгоритм работы автоматизированной системы оценки качества знаний (АСО КЗ) содержит следующие компоненты [3, 4].

Регистрация в базе данных АСО КЗ реквизитов и формальных признаков образованности Pi-го претендента на работу в электротехнической службе предприятия.

Оценка компетенции Pi-го претендента

$$Kimin \leq Ki \leq Kimax,$$

где Ki, Kimin, Kimax — коэффициенты компетенции, изменяющиеся в диапазоне [0, 1] и являющиеся аналогами функции оценки знаний R. Ki — фактический, Kimax и Kimin — предельно-допустимые коэффициенты.

При $0{,}95Kimin \leq Ki \leq Kimin$ принимаются решения о достаточной теоретической компетенции претендента и он допускается к процессу интенсивного тренинга, позволяющего выявить психологическую готовность и устойчивость знаний претендента к работе.

При $0{,}8Kimin \leq Ki \leq 0{,}95Kimin$ уровень теоретических знаний претендента не достаточен для принятия решений о его компетенции, но допустим процесс экспресс-обучения (ЭО) с последующей оценкой компетенции.

При $0{,}7Kimin \leq Ki \leq 0{,}8Kimin$ уровень теоретических знаний претендента требует достаточно продолжительного обучения (ПО) с многократной проверкой усвоенных знаний.

$Ki \leq 0{,}7Kimin$ уровень знаний претендента не позволяет считать его достойным кандидатом для работы в электротехнических службах ГРиТКМ. Регистрируется момент оценки знаний претендента и устанавливается контрольный срок, достаточный для повторного обучения.

Процесс предварительного тестирования персонала инженерных служб электротехнических комплексов ГРиТКМ, с целью выявления начальных знаний и принятия решения о необходимости повышения квалификации, в случае если начальный уровень знаний недостаточен, состоит из следующих этапов:

– прохождение общего теста по базе тестовых вопросов, входящих в стандартную базу знаний (СБЗ) сотрудника электротехнической службы ГРиТКМ;

– расчет контрольного примера с помощью пакета прикладных программ (ППП). Начальные данные для расчета формируются в виде файлов-заданий.

Оценка компетенции ОК2 проводится по основным разделам СБ для данной отрасли промышленности. По результата предварительной оценки начальных знаний сотрудника инженерных служб электротехнических комплексов ГРиТКМ принимается решение о необходимости прохождения дополнительного тестирования в случае, если уровень выявленных знаний по отдельным темам недостаточен (при $0{,}8Kimin \leq Ki \leq 0{,}95Kimin$). В случае если уровень знаний по всем темам недостаточен (при $0{,}7Kimin \leq Ki \leq 0{,}8Kimin$), то дополнительное тестирование не производится и претендент проходит усиленный курс подготовки по всем темам. В случае если уровень выявленных знаний достаточно высок (при $Ki\ min \leq Ki \leq Ki\ max$), сотрудник электротехнической службы допускается к психологическому (аварийному) тренингу позволяющему получить сертификат на право работы в электротехнических службах ГРиТКМ.

При прохождении дополнительного тестирования знания сотрудника инженерных служб электротехнических комплексов ГРиТКМ оцениваются отдельно по всем разделам/подразделам курса для более детального определения уровня начальной подготовки по каждому разделу/подразделу и формирования траектории обучения (модели обучаемого) специалиста.

В соответствии с моделью обучаемого разрабатывается его программа обучения. Период обучения зависит от количества разделов/подразделов его индивидуальной траектории обучения и складывается из времени, запланированного на изучение каждого раздела/подраздела.

Время обучения может увеличиваться/уменьшаться в зависимости от индивидуального графика обучаемого, разработанного в момент формирования траектории обучения, согласованного с преподавателем. Обучение проводится через Интернет в среде Moodle.

В качестве обучающих воздействий используются следующие методы дистанционного обучения: анализ теории по главам гипертекстового учебника, мультимедийные презентации, слайд-лекции, видео-лекции; практические — учебно-тренировочные задачи (УТЗ), консультации с экспертами, вызов ППП.

После прохождения обучаемыми сотрудниками ЭТ служб отдельных разделов/подразделов курса предусмотрен промежуточный рубежный контроль в виде контрольных тестов. При получении обучающей системой (ОС) ЭТ служб положительных результатов тестирования по всем разделам/подразделам курса траектории обучения удаленный пользователь — ОС ЭТ служб, получает право сдать рубежный тест, методика проведения которого соответствует методике проведения предварительного тестирования. Набор тестовых вопросов случаен, сформирован на базе тестовых вопросов раздела/подраздела при промежуточном контроле и на базе тестовых вопросов всех разделов/подразделов при начальном и конечном рубежных контролях.

Таким образом, АСО КЗ является дистанционной экспертной системой (ДЭС), позволяющей определить уровень допустимости (тренинга) персонала электротехнических служб (по результатам тестирования на предмет наличия знаний) к эффективной и безопасной эксплуатации ЭТС ГРиТКМ

В ДЭС реализованы такие положения, как:

– существует возможность создания единой информационной базы (базы знаний) электротехнических служб;

– наблюдается коррелированность компетентности персонала, эффективности и безопасности работы ГРиТКМ;

– динамичное изменение содержания информационной базы электроэнергетических служб возможно в функции состояния и организации производственного процесса на предприятии;

– компетентность персонала электротехнических служб может быть установлена в процессе оценки знаний и повышена путем целенаправленного обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подготовка и обучение персонала является сложным и трудоемким процессом, требующим скрупулезного и грамотного подхода к его реализации и к разработке основополагающих методических программных продуктов. Для решения задачи подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров применяют различные методики проверки знаний, в том числе: электронного тестирования, тренинга с помощью учебно-тренировочных задач и т. д.

С помощью данных методик оценивается уровень квалификации работника, который характеризуется сочетанием таких компонентов, как объем и качество знаний работника, прочность его навыков и умений. При этом следует помнить, что учить персонал ГРиТКМ необходимо не только правилам охраны труда, но и, в большей степени, безопасной технологии выполнения отдельных операций и технологических процессов в целом.

При этом использование электронного и дистанционного обучение для подготовки и переподготовки электротехнического персонала ГРиТКМ требует новых подходов к созданию учебно-методической базы и интегрированных образовательных технологий, ориентированных на возможности этой базы. Важнейшим этапом в развитии этого направления является выработка единых методологических основ проектирования, изготовления и внедрения в учебный процесс интегрированных технологий обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Готская И.Б., Жучков В.М. Кораблев А.В.** Выбор системы дистанционного обучения, РГПУ им. А.И. Герцена // Актуальные проблемы развития заочных школ: Интернет-семинар http://profil.3dn.ru/, 17-30 сентября 2007.

2. **Паршина Г.И.** Опыт внедрения системы для дистанционного образования MOODLE // Труды университета. — Караганда: изд-во КарГТУ, 2004. № 4. С. 13—15.

3. **Паршина Г.И., Фешин Б.Н.** Структура экспертных систем оценки качества знаний сотрудников электротехнических служб горно-рудных предприятий // Труды университета. – Караганда: КарГТУ, 2009. № 4. С. 98—101.

4. **Калинин А.А., Андреев Е.В., Демченко Е.В.** Применение в учебном процессе комплекса технических средств «Энергия» в структуре лабораторного комплекса компьютерных систем технологического контроля и управления // Труды университета. — Караганда: КарГТУ, 2003. № 1. С. 10—12.

Е.П. Попова, В.Ф. Солдатов, С.Д. Леготин
epopova@sde.ru, soldatov@sde.ru, legotin@sde.ru
ФГБОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет «МГИУ», Москва

РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ В ИДО МГИУ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению опыта организации дистанционного обучения по инженерным специальностям и направлениям подготовки в Институте дистанционного образования (ИДО) ФГБОУ ВПО Московского государственного индустриального университета «МГИУ».

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных отличительных особенностей заочного (дистанционного) образования, организованного в МГИУ, является весьма широкая география представительств и филиалов университета. За время своего существования ИДО МГИУ сумел создать свыше 50-ти региональных представительств и партнерств как на территории Российской Федерации, так и в ближнем зарубежье. Институт организует работу по обучению студентов на огромной территории, простирающейся от Калининграда до Петропавловска-Камчатского, от Байконура (Казахстан) и Азербайджана до Белоруссии и Прибалтики (Латвия).

Такие масштабы системы дистанционного образования МГИУ несомненно диктуют определенные требования к организации учебного процесса в инженерном образовании, рассмотрению каковых и посвящен данный доклад.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ИДО МГИУ

В рамках Института дистанционного образования МГИУ организация и осуществление процесса обучения студентов по всем инженерным направлениям и специальностям возложена на кафедру «Конструкторско–технологическое обеспечение промышленных предприятий» (кафедра №74). Она была создана в 2001 году и вплоть до 2012 года имела название: «Естественнонаучные и инженерно–технические дисциплины». В настоящий момент на кафедре работают 10 штатных преподавателей и 110 совместителей, в том числе: 32 профессора, 49 доцентов, 10 старших преподавателей и 20 ассистентов. Поскольку большая часть выпускаемых кафедрой инженерных специальностей и направлений подготовки готовятся и на факультетах с очной формой обучения, то кадровая политика основана на максимальном использовании потенциала профессорско-преподавательского состава МГИУ. Так из 110 совместителей лишь четверо не являются штатными сотрудниками университета и являются преподавателями ведущих технических университетов, как МАМИ и МГТУ им. Баумана.

В 2013 году в рамках проекта «Разработка и апробация модели независимой оценки качества программ профессионального образования (НПО, СПО, ВПО, ДПО), реализуемых с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий» Федеральной целевой программы развития образования на 2011-2015 годы проведена независимая оценка качества основной профессиональной образовательной программы. Получен Сертификат, выданный АНО «Центр социальных исследований и инноваций», в котором «…качество основной профессиональной образовательной программы «Наземные транспортно-технологические средства» института дистанционного образования ФГБОУ ВПО МГИУ признано высоким».

Кафедра готовит и выпускает студентов по следующим специальностям и направлениям:

– **Направление 150700** «Машиностроение», бакалавры, профиль: «Оборудование и технология сварочного производства».

– **Направление 151900** «Конструкторско–технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль: «Технология машиностроения», бакалавры.

– **Специальность 190109** «Наземные транспортно–технологические комплексы», бакалавры, профили: «Автомобили» и «Фирменный автосервис».

– **Направление 190100** «Наземные транспортно–технологические средства», специалисты, специализация: «Автомобили и тракторы».

– **Направление 220700** «Автоматизация технологических процессов и производств», бакалавры.

– **Направление 140100** «Теплоэнергетика и теплотехника», бакалавры.

– **Направление 140500** «Криогенная, холодильная техника и кондиционирование», бакалавры.

Динамика изменения контингента студентов, например, по специальности 140104 «Промышленная теплоэнергетика» и направлению 140100 «Теплотехника и теплоэнергетика» за последние 5 лет отражена в таблице 1.

Таблица 1

Учебный год	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014
СО 140104	144	253	230	209	210
СПО 140104	50	96	76	44	44
ВО 140104	0	0	0	0	0
140100	1	2	156	337	384

Примечание. Прием абитуриентов со следующим базовым образованием:
СО — среднее (полное) общее образование;
СПО — среднее профессиональное образование;
ВО — высшее образование.

2. ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Перечислим основные виды занятий, реализуемых в инженерном образовании при дистанционном обучении.

Это:

– лекции;

– практические занятия или семинары;

– лабораторные работы;

– самостоятельные работы (типовые расчеты/расчетно-графические работы);

– курсовые работы/проекты;

– инженерная/учебная/технологическая/ преддипломная практика;

– защита квалификационной/дипломной работы (проекта).

Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Лекция

В зависимости от дисциплины и ее содержательной составляющей, лекции могут быть выполнены в различных формах: от озвученных видеозаписей аудиторных лекционных занятий и презентаций до on-line вебинаров и разделов электронных учебников и пособий. Существенным является общий подход к лекциям: это – установочные лекционные занятия, раскрывающие наиболее общие и сложные для усвоения вопросы дисциплины. Обычно время, отводимое на изучение материала одной лекции, составляет традиционные два академических часа. При этом число часов лекционных аудиторных занятий составляет приблизительно 10% от объема лекционных часов для очной формы обучения. Остальной объем изучаемого материала и не только лекций, но и других форм занятий — семинаров и пр., отводится на самостоятельную работу студентов. Соответствующие материалы содержатся в учебниках, учебных и методических пособиях и других видах образовательных ресурсов.

Особую роль отводится т.н. **вводной лекции**, которая предваряет все остальные учебные разделы дисциплины. Ее роль — познакомить студента с тем, что предстоит выполнить при изучении конкретной дисциплины, какие представлены разделы и виды занятий, и в каких объемах. Во вводной лекции указываются требования к аттестации по дисциплине, включая наличие, порядок и сроки выполнения тестов промежуточных и итогового контролей.

Практическое занятие

Формы практических занятий практически повторяют перечисленные формы лекционных занятий. Вместе с тем, в отличие от лекций, выполнение практических занятий по дисциплинам естественнонаучного и инженерно-технического цикла сопряжено с необходимостью решения конкретных задач. В зависимости от насыщенности дисциплины различными видами тестов (промежуточные — до 3-х тестов, итоговый, тесты допуска и защиты лабораторных работ и т.д.), преподаватель-составитель контента дисциплины вправе либо назначать проверку выполнения практических занятий, используя форму теста, либо оставить их выполнение в виде заданий для самоконтроля.

Лабораторная работа

В ИДО МГИУ используются разные подходы к реализации лабораторных практикумов. Во-первых, создание практикума на реальном, «живом» лабораторном оборудовании с организации удаленного доступа в реальном масштабе времени. Это весьма затратный вариант организацией, требующий больших материальных вложений, высокой надежности используемой техники и сложной организации распределения и синхронизации доступа к лабораторному оборудованию среди потребителей – студентов, находящихся в различных регионах. Из-за последнего фактора такой подход сложно реализуем, если речь идет не о специальных дисциплинах с относительно малым количеством студентов, а об общеобразовательных дисциплинах естественнонаучного и общепрофессионального циклов, например, таких, как физика и сопротивление материалов. Второй, и основной подход в реализации лабораторных практикумов – создание «виртуальных» лабораторных работ. Их особенность заключается в необходимости создания веб-приложений лабораторных работ, когда все необходимое программное обеспечение для проведения такой виртуальной работы находится на сервере ИДО МГИУ, а студенты выполняют саму работу в режиме удаленного доступа. Все компоненты лабораторной работы – допуск, проведение работы, контроль над ее выполнением и защита работы, а также выставление оценок за работу могут реализовываться автоматически программными средствами [1].

Фактически такие веб-приложения создаются силами преподавателей кафедры совместно с сотрудниками отдела информационных технологий

ИДО МГИУ. В планах Института в течение 3-х учебных лет, начиная с 2012/2013 учебного года, подготовить не менее 50-ти виртуальных лабораторных работ – веб-приложений, что позволит в основном закрыть потребность в них по основным дисциплинам специальностей и направлений подготовки. К настоящему моменту подготовлено и внедрено в учебный процесс около 30 виртуальных работ.

Расчетно-графическая работа (РГР)

Этот вид заданий присутствует для сравнительно небольшого числа дисциплин общепрофессионального цикла. К ним относятся: теоретическая механика, сопротивление материалов, прикладная механика и ряд других. По своему содержанию и объему РГР занимают промежуточное место между практическими занятиями и курсовыми проектами и, соответственно, могут иметь подобные им формы. Особое внимание уделяется неповторяемости заданий на РГР, число которых должно обеспечить индивидуальный вариант выполняемой работы. На практике число заданий на РГР достигает от нескольких десятков до нескольких сотен вариантов.

Курсовой проект

Курсовой проект является одним из самых распространенных видов учебных занятий по широкому классу дисциплин – от общепрофессиональных до специальных. Учитывая реальные трудности в коммуникации между руководителями проектов и студентами, обусловленные многофакторностью задачи выполнения курсового проектирования, кафедра уделяет большое внимание повышению качества курсового и дипломного проектирования [2]. В частности, в течение ряда лет посредством больших организационных усилий и значительных материальных вложений кафедрой осуществляется разработка специализированного программного комплекса ИДО МГИУ по ряду дисциплин, в том числе для курсового проектирования по дисциплине «Конструирование и расчет автомобилей». Одним из компонентов этой работы является возможность использования в учебном процессе электронной площадки и ресурсов Mathcad calculation server, предоставляемой МЭИ на основании Договора об оказании услуг с МГИУ.

Квалификационная/дипломная работа/проект

В соответствии с действующим законодательством, в отличие от всех остальных видов занятий с использованием дистанционных образовательных технологий, защита квалификационных работ осуществляется непосредственно в стенах МГИУ, что связано с необходимостью приезда в Москву студентов из регионов. Для помощи в подготовке их докладов при защите дипломных работ кафедрой подготовлены видеозаписи защит по соответствующим специальностям и направлениям, доступные для просмотра всем студентам - дипломникам.

Как уже упоминалось ранее, при дистанционном обучении могут применяться различные формы занятий. Перечислим основные из них:

– on-line занятие, или вебинар;

– видеозапись аудиторного занятия;

– тестирование;

– электронный образовательный ресурс.

При подготовке и реализации перечисленных форм проведения занятий используются различные приложения, например: Microsoft Office, Mathcad, AutoCAD, CorelDRAW, и др.

3. СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ОКАЗАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Осенью 2013 года по инициативе кафедры 74 МГИУ заключил Договор о сотрудничестве с ГБОУ СПО Политехнический колледж № 31. Цели сотрудничества сформулированы следующим образом:

– реализация концепции непрерывного образования в рамках договаривающихся сторон;

– интеграция среднего профессионального и высшего образования;

– оказание содействия обучающимся в колледже, в том числе по программам ДПО;

– формирование из студентов колледжа контингента абитуриентов МГИУ.

Кроме того, силами ИДО разработан ряд дополнительных профессиональных программ (ДПО), представленных в таблице 2:

Таблица 2

Название программы	**Количество часов**
Энергосбережение и энергоаудит	72
Управление энергопотреблением	72
Автомобильный дизайн	72
Автоэкспертиза транспортных средств, оценка ущерба ДТП	72

4. КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА В ИНЖЕНЕРНОМ ДИСТАНЦИОННОМ ОБРАЗОВАНИИ

В 2013 году в целях повышения качества инженерного образования студентов МГИУ, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий, организовано подведение следующих конкурсов:

1. Конкурс на лучший дипломный проект/лучшую выпускную квалификационную работу.

2. Смотр-конкурс научных работ по естественно-научным и инженерно-техническим направлениям.

3. Смотр-конкурс на лучший вебинар по естественнонаучным и инженерно-техническим дисциплинам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система дистанционного обучения была создана на основании Приказа №1048 Государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию от 25.10.94 г., в соответствии с которым на Московский автомобилестроительный институт (МАСИ) — прежнее название МГИУ — возложена «функция головного вуза по реализации программы заочного обучения специалистов из числа лиц русскоязычного населения, проживающих на территории бывшего СССР».

На первоначальном этапе в основу заочного обучения были положены «кейс»- технологии, при которых студенты на базе региональных представительств обеспечивались учебно-методической литературой, а организация учебного процесса на местах в виде консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций осуществлялась силами местных преподавателей – совместителей МГИУ. За прошедшие неполные 20 лет путем постоянного совершенствования в области образовательных технологий, развития электронной системы дистанционного обучения, улучшения качества учебно-методического обеспечения, открытия новых специальностей и направлений подготовки ИДО МГИУ приобрел репутацию ведущего вуза по дистанционной подготовке инженерных кадров. За этот срок выпущено свыше полутора тысяч квалифицированных инженеров - специалистов и бакалавров по 6-ти специальностям и 6-ти направлениям подготовки. Сегодня в ИДО МГИУ обучается более двух с половиной тысяч инженеров.

Институт дистанционного образования МГИУ – постоянно развивающаяся, динамичная система обучения, открытая для сотрудничества с вузами России с целью подготовки квалифицированных инженерных кадров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Леготин С.Д., Иванова Н.Н.** Структура и организация лабораторного практикума в системе дистанционного обучения ФГБУ ВПО «МГИУ» // Качество дистанционного образования: концепции, проблемы, решения (DEQ-2012). Материалы XIV Международной научно-практической конференции 7 декабря 2012. — М.: МГИУ 2012. С. 111—113.

2. **Солдатов В.Ф., Клепиков В.В., Султан-заде Н.М.** Особенности методического обеспечения курсового проектирования по техническим дисциплинам в условиях дистанционного образования // Качество дистанционного образования: концепции, проблемы, решения (DEQ-2012). Материалы XIV Международной научно-практической конференции 7 декабря 2012. — М.: МГИУ 2012. С. 178—179.

3. **Солдатов В.Ф., Клепиков В.В. Султан-заде Н.М.** Учебно-методическое обеспечение дисциплин при дистанционном обучении по техническим специальностям (направлениям) // Качество дистанционного образования: концепции, проблемы, решения (DEQ-2012). Материалы XIV Международной научно-практической конференции 7 декабря 2012. — М.: МГИУ 2012. С. 179—181.

И.А. Пресс
irina1948press@yandex.ru
ФГБОУ ВПО Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются психолого-дидактические обоснования и системный подход к созданию образовательных ресурсов технического вуза. Базовыми принципами избраны: многообразие и доступность обучающих средств и педагогических воздействий, компетентностный, практико-ориентированный характер обучения, комплексация традиционных классических методик и технологий e-learning. Затрагиваются аспекты стимулирования регулярной самостоятельной работы студентов, повышения их мотивации к освоению образовательных программ.

ВВЕДЕНИЕ

Современные электронные образовательные ресурсы широкого спектра действия позволяют совершенствовать методику преподавания учебных дисциплин. Однако опыт показывает, что применение в учебном процессе отдельных компьютерных новинок порой не дает ожидаемых результатов. Причины таких неудач часто кроются в отсутствии системности, излишней увлеченности технической компонентой в ущерб педагогической составляющей в процессе переконструирования учебной информации в электронный продукт.

1. КОМПЛЕКС ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ «ХИМИЯ»

Применение современных информационных обучающих технологий значительно расширяет арсенал педагогических средств воздействия на студента, управления его самостоятельной работой, совершенствования коммуникации между субъектами образовательного процесса — преподавателем и студентом. Образовательная среда вуза активно интегрируется в Интернет-пространство. Разнообразие и доступность образовательных ресурсов позволяют преподавателю повысить мотивацию студента к изучению дисциплины, усилить степень интерактивности процесса обучения, осмысленно переходить от репродукции готовых знаний к обучению методике их самостоятельного приобретения, придавать учебному процессу характер научного поиска. Каждый студент, получая открытый доступ к информационным ресурсам учебных дисциплин, приобретает возможность автономно и плодотворно заниматься учебной работой независимо от степени территориальной удаленности от вуза, в котором он обучается, от уровня занятости основной профессиональной деятельностью, проводить самостоятельную работу по изучению дисциплины в удобном для него временном режиме.

Разнообразие обучающих средств и педагогических воздействий составляет одно из условий эффективности обучения. Учебно-методическое сопровождение учебного процесса предполагает создание комплексной системы образовательных ресурсов учебных дисциплин. Электронные образовательные ресурсы — один из компонентов этой системы, призванный решать конкретные дидактические задачи. Поэтому процесс переконструирования учебной информации в электронный продукт должен базироваться на глубокой психолого-педагогической проработке понятийного аппарата учебной дисциплины.

При разработке комплекса электронных образовательных ресурсов по учебной дисциплине «Химия» автором учитывалась необходимость обеспечения практико-ориентированного, интерактивного характера обучения, применения компетентностного подхода. Особое внимание уделялось открытости доступа студентов к образовательным ресурсам.

Процесс создания комплекса образовательных ресурсов основывался на системном подходе к решению общедидактических задач дисциплины, четкой постановке учебных целей, выборе наиболее эффективных для данного вида учебной информации форматов ее представления. Важно было выполнить соответствие между поставленной дидактической целью и педагогическими возможностями определенного способа ее трансформации в электронный образовательный ресурс. При этом нельзя не учитывать специфику восприятия учебной информации, представленной в том или ином формате. Не требует доказательств тот факт, что чтение печатного издания, работа с электронным текстом или восприятие учебного материала с экрана во время видеоконференц-лекции вызывают у студента различную психологическую реакцию, поскольку связаны с функционированием у него разных каналов получения информации, в том числе зрительного и слухового.

Технологические решения базировались на рациональном сочетании и взаимном дополнении традиционных классических технологий и технологий e-learning. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) использованы по трем направлениям:

– как сопровождение традиционного процесса обучения (face-to-face) — предоставление участни-

кам образовательного процесса дополнительных информационных ресурсов и средств коммуникации;

– как поддержка дистанционного обучения (distance learning) — реальная возможность проводить обучение на расстоянии;

– как собственно on-line обучение — обучение в режиме реального времени

При решении вопросов по организации учебного процесса за основу была взята смешанная модель обучения (blended learning), которая предусматривает сочетание асинхронного (Web-базированного) и синхронного форматов. Для реализации модели использован инструментарий: система по организации и управлению обучением — модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда LMS MOODLE и программное обеспечение для проведения интерактивных Web-конференций Adobe Connect Pro.

В ходе Web-базированного этапа студент изучает учебный материал, размещенный в модульно-структурированном виде в программной среде LMS MOODLE, и работает в асинхронном режиме. Синхронная модель реализуется в формате Web-конференций (лекции, практические занятия, консультации). Высокая степень интерактивности таких форм занятий позволяет достигнуть значительного педагогического эффекта.

Комплекс электронных образовательных ресурсов по дисциплине «Химия» для студентов 1-ого курса технических (нехимических) специальностей и направлений подготовки включает:

– электронный контент для самостоятельной работы студента — учебно-методический комплекс (УМК);

– лекционный курс;

– лабораторный практикум;

– базу тестовых заданий для тренировочного, промежуточного и итогового контроля по дисциплине в рамках балльно-рейтинговой системы.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Учебно-методический комплекс (УМК) «Химия» представляет собой полный комплект информационных ресурсов для самостоятельного изучения дисциплины и планомерного продвижения по ней под руководством преподавателя. УМК размещен на учебном сайте университета (www.spmi.ru) в LMS MOODLE.

Основой комплекса является модульно-структурированное учебное пособие (опорный конспект). Учебный материал представлен в нем в виде обособленных информационных модулей для пошагового изучения учебной дисциплины. Каждый модуль завершается контролирующим тестом — студент сразу видит результаты своей работы. Наличие гиперссылок в тексте позволяет самостоятельно управлять учебной информацией, обращаясь по мере необходимости к справочным данным, глоссарию, биографическому справочнику. Видеофрагменты позволяют обеспечить высокую степень наглядности учебного материала. Непосредственно на сайте размещен видео-практикум, а также активная ссылка на YouTube для прямого обращения к лекционному материалу. В распоряжении студента электронная тетрадь для контрольных заданий и электронный лабораторный журнал для оформления отчетов по лабораторным работам. Выполненные контрольные работы и лабораторные отчеты направляются студентами на сайт и оперативно проверяются и рецензируются преподавателем.

Тренинг-тестирование в пределах каждого модуля и контрольное тестирование после окончания изучения раздела осуществляются непосредственно на учебном сайте, результаты тестирования суммируются по мере продвижения по учебной дисциплине. Это позволяет работать в формате балльно-рейтинговой системы, используя интегральную рейтинговую систему оценки знаний студентов в течение всего периода изучения дисциплины.

Балльно-рейтинговая система подразумевает модульную структуру изучаемых курсов, интегральную рейтинговую систему оценки знаний студентов в течение всего периода обучения. Под рейтингом понимается некоторая числовая величина, выраженная, как правило, по многобалльной шкале (нами использована 100-балльная) и интегрально характеризующая успеваемость и знания студента в течение периода обучения.

Построение модульно-рейтинговой системы осуществляется в несколько этапов. Анализ понятийного аппарата дисциплины позволяет педагогу структурировать учебную информацию, представляя ее в виде логически и содержательно обособленных фрагментов – модулей. Объем модуля диктуется его информационной емкостью и определяется доступностью освоения его студентами. Каждый модуль имеет полное информационное обеспечение в виде раздела или темы учебной программы, представленных в содержании учебного пособия, лекционного конспекта, методических материалов, ресурсов Интернет. Студенту дается четкая ориентация на источники образовательных ресурсов, необходимых для изучения каждого модуля.

Каждый модуль завершается тестом. Содержание теста и уровень его сложности подчинены определенной дидактической задаче, поставленной преподавателем при конструировании курса. Перед началом изучения дисциплины студент знакомится с рейтинг-планом, в котором представлена система оценок по каждому виду предстоящей ему учебной работы. Основную часть итоговой оценки составляют результаты тестирования. Наряду с ними учитывается работа по написанию рефератов, участие в научно-исследовательской работе и предметных студенческих олимпиадах, активность на практиче-

ских и семинарских занятиях, качество выполнения лабораторных работ, посещаемость занятий и др.

Рейтинг-план студента составлен таким образом, чтобы поощрять и стимулировать планомерный и систематический характер его учебной работы. Тестирование в условиях балльно-рейтинговой системы позволяет студенту продвигаться по учебной дисциплине, представленной в виде отдельных информационных блоков (модулей), получая оперативные данные о результативности своей работы и оценивая успешность своего продвижения.

При организации работы студента с электронным контентом на учебном сайте максимально эффективно использованы коммуникационные возможности LMS: в процессе изучения дисциплины студент имеет возможность задать преподавателю вопрос в любое удобное для него время. При этом используются форумы, чаты, внутренняя электронная почта. На форуме преподаватель может обращаться ко всем студентам одновременно или отвечать на их индивидуальные вопросы. Целесообразно разъяснять на форуме организационные моменты, связанные с правилами оформления контрольных работ, прохождением лабораторного практикума, текущего тестирования, условиями выставления итоговой оценки. Каждый преподаватель, имеющий значительный педагогический опыт, хорошо представляет себе те трудности, которые возникают у студентов в процессе изучения его дисциплины, ему известны наиболее сложные разделы и темы, типичные ошибки студентов в ходе выполнения контрольной работы, при ответе на экзамене. Не стоит дожидаться вопросов студентов — их можно предвидеть и предупредить. Периодически стоит напоминать студентам об истекающих сроках сдачи контрольной работы. Перед экзаменом полезно размещать в форуме примеры решения типичных экзаменационных заданий. Студенты должны постоянно ощущать внимание со стороны преподавателя, его незримое участие в учебном процессе, готовность помочь в любой трудной ситуации.

Индивидуальное общение с каждым студентом целесообразно проводить посредством электронной почты.

Такая система организации общения между субъектами образовательного процесса — студентом и преподавателем — позволяет преподавателю оперативно контролировать систематичность работы студента на сайте, проводить мониторинг его учебных достижений, анализируя результаты тестирования, консультировать по наиболее сложным вопросам тем.

3. ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

Лекционный курс химии реализуется в нескольких форматах: классические аудиторные лекции с мультимедийным сопровождением, лекции для распределенной аудитории в режиме видеоконференции, видеозаписи лекций на оптических дисках и на видео-порталах Интернет. Создание каждого курса подразумевало его обеспечение презентационными материалами (PowerPoint) и видеофрагментами. Применение презентации в учебном процессе позволяет значительно усилить педагогическое воздействие лектора на аудиторию, реализовать дидактический принцип наглядности, эмоционально окрасить изложение учебного материала, структурировать учебный материал для облегчения его восприятия студентами, опосредованно управлять работой студента по конспектированию лекции.

В качестве вспомогательного учебного материала для студентов нами разработаны видео-курсы лекций по химии, которые доступны пользователям Интернет. Видео-лекции по химии размещены в свободном доступе на видео-портале YouTube (http://www.youtube.com/user/NWTU), дублируются на портале UniverTV (http://univertv.ru/). Положительные отзывы студентов и наличие многочисленных копий этих видео-лекций на сайтах российских вузов и колледжей свидетельствуют об успешности данного Интернет-проекта.

4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторный практикум является обязательный атрибутом учебной дисциплины «Химия». Важнейшей дидактической задачей практикума является ознакомление студентов с методикой научного исследования, практикой постановки научных экспериментов. Выполнение лабораторных работ по химии позволяет студенту самостоятельно опытным путем изучать теоретические положения, законы и правила, наблюдать за ходом химической реакции, проводить измерения химических параметров.

Нами разработана методика проведения лабораторных работ по химии в двух формах (дополнительно к традиционной очной):

– проведение лабораторных работ в формате видеоконференции (on-line);

– выполнение лабораторных работ в формате видео-практикума, представленного на DVD-видео (off-line).

Первая форма проведения лабораторных работ предполагает использование WEB- и документ-камер, установленных в химической лаборатории университета, в которой в этот период времени работает группа студентов, обучающихся в Санкт-Петербурге. Химические опыты проводятся ими в режиме реального времени. При этом технические возможности документ-камеры позволяют демонстрировать химический процесс во всех его подробностях и нюансах. Студенты, находящиеся далеко за пределами лаборатории, наблюдая за экспериментом по каналам видеоконференц-связи, производят измерения, описывают ход протекания химических реакций. Важно, что при этом они имеют возможность общаться с преподавателем, проводящим лабораторные работы, задавая ему вопросы и

слушая его комментарии. Необходимо отметить, что демонстрации опытов не носят постановочного характера, их выполняют студенты, не имеющие практических навыков экспериментальной работы в области химии, поэтому огрехи и оплошности неизбежны. Однако эти «недостатки», напротив, усиливают степень педагогического воздействия на обучаемых, поскольку присутствующий на занятии преподаватель корректирует работу студентов, указывая на совершенные ими ошибки. Это позволяет максимально приблизить уровень восприятия студента к условиям реальной его работы в химической лаборатории.

Вторая форма лабораторного практикума – в формате DVD-видео. Такой формат позволяет поставлять практикум студентам через медиатеку университета. Важно отметить, что DVD может воспроизводиться как на компьютере, так и на любом бытовом DVD проигрывателе. Одна из упрощенных модификаций видеопрактикума размещена на видеопортале YouTube, а также на учебном сайте www.spmi.ru в LMS MOODLE.

Используя видеопрактикум, каждый студент получает возможность работать в любое удобное для него время, выбирая оптимальный для себя уровень интенсивности работы. Видеоформат практикума позволяет студенту увидеть реальные, а не нарисованные химические процессы и явления. Это выгодно отличает его от виртуальных лабораторных работ по химии, решенных в стиле компьютерной игры, и весьма далеких от реального химического эксперимента.

Разумеется, пассивный просмотр видеороликов с химическими опытами не дает возможности использовать значительный дидактический потенциал лабораторного практикума и не способен адекватно заменить реальную работу студента в лаборатории. В основе методики построения данного видеопрактикума лежит принцип интерактивности, поскольку переход от репродуктивного стиля передачи знаний к обучению и мотивации студентов к самостоятельному их приобретению является на сегодняшний день одним из стратегических направлений модернизации образовательной системы. К преимуществам данного видеопрактикума относится активная работа студента в ходе просмотра (в частности, работа по самостоятельному планированию эксперимента, проведение измерений времени прохождения химической реакции, последующего расчета величин ее скорости, построения графиков и т.п.). Видео-практикум построен на базе тестовых заданий в их выборочном варианте. Выбор правильного решения позволяет студенту переходить к экспериментальной части работы. Неправильный выбор комментируется преподавателем с указанием на ошибочные выводы или обоснования. Студент получает возможность самостоятельно осваивать дисциплину, фактически работая в режиме обучающей программы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение современных информационных обучающих технологий значительно расширяет арсенал педагогических средств воздействия на студента, управления его самостоятельной работой, совершенствования коммуникации между субъектами образовательного процесса — преподавателем и студентом. Создание комплекса электронных образовательных ресурсов, включающего систему программных средств, электронного контента и оригинальных методик обучения, позволяет добиться повышения роли самостоятельной работы студентов, стимулирования систематичности и планомерности этой работы, повышения мотивации студентов к освоению образовательной программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пресс И.А.** Organization of laboratory chemistry course in the system of distance learning // European Science and Technology: materials of the III international research and practice conference. — Munich: Vela Verlag Waldkraiburg, 2012. P. 405—407.

2. **Пресс И.А.** High school lecture during an era of changes: traditions and innovations // European Applied Sciences, November-December, 2012. P. 186—188.

3. **Пресс И.А.** Модульно-структурированный курс химии на платформе MOODLE // Материалы 20-ой Международной научно-методической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах». — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. С. 151—153.

Е.В. Романова
Romanova_e_v@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МГСУ», Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

В докладе представлено одно из средств дистанционного контроля знаний — Система относительной оценки уровня знаний способом Беккера, приведены результаты ее применения в учебном процессе МГСУ. Перечислены основные достоинства и недостатки с точки зрения преподавателей и студентов.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире самыми ценными ресурсами являются время и информация. Благодаря интернет-технологиям и новинкам компьютерной индустрии преподаватели и студенты имеют возможность сократить время пребывания в аудитории и перенести процесс обучения в виртуальное пространство. Это касается как самого обучения, так и контроля знаний: существует немало интернет-систем, позволяющих проводить оценку знаний студентов в on-line режиме. Однако многие из них лишь по способу предъявления контрольных материалов отличаются от привычных экзаменов и зачетов. Студент в назначенное время должен явиться в указанный компьютерный класс, получить у преподавателя доступ к системе тестирования с помощью логина и пароля и, в случае неудачи, повторить данную процедуру разрешенное количество раз. При этом «продвинутые» студенты приходят на зачет уже с готовыми ответами на вопросы, полученными не всегда законным путем. А как обидно бывает получить «незачет», недобрав всего 1 балл!

1. СИСТЕМА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ СПОСОБОМ БЕККЕРА

On-line система относительной оценки уровня знаний, разработанная Ю.Л. Беккером, позволяет пользователю сравнить уровень своих знаний в различных областях с другими пользователями системы. Исходя из аннотации, в процессе ее разработки были решены три основные проблемы, характерные для других систем тестирования:

1) ограничение во времени. (Система позволяет прервать процесс тестирования и вернуться к нему в любое удобное время);

2) фиксированность базы вопросов. (Пользователи могут добавлять свои собственные вопросы, апеллировать к формулировкам вопросов и ответов, существующих в системе);

3) запрет на использование справочных материалов. (В этой системе, в процессе тестирования можно пользоваться любыми справочными материалами и обсуждать правильные ответы. Система устроена так, что оценит только знания пользователя).

Среди других достоинств данной системы можно отметить то, что способы, лежащие в основе ее функционирования, защищены патентным правом в 184 странах мира, система существует в русской и английской версии, регистрация и использование системы абсолютно бесплатные, тематика тестов охватывает самые разные области знаний.

2. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ В МГСУ

Система относительной оценки уровня знаний используется в учебном процессе МГСУ более пяти лет. В 2011-13 учебных годах она использовалась кафедрой психологии в качестве одной из форм контроля знаний студентов.

Факторами, положительно повлиявшими на выбор данной системы, были следующие:

– мобильность. Для проведения зачета не нужно бронировать помещение и назначать время для проведения контроля. В условиях большого вуза, где расписание работы компьютерных классов составляется на полгода вперед, это существенное преимущество;

– комфортность работы. Для психологов важно, что студент может проходить тестирование в наиболее благоприятное для себя время (с учетом биоритмов). Это уменьшает психологическое напряжение во время тестирования, снижает экзаменационный стресс;

– защищенность содержания. Если один или несколько студентов могут ответить правильно на все вопросы теста, их подсказки не дают гарантии другим студентам на получение положительной оценки;

– активность пользователей. Студенты имеют возможность оценивать качество предлагаемых вопросов, отстаивать свое мнение в спорных случаях. Эта должно снизить традиционные жалобы на некорректные вопросы;

– свобода преподавателя. В то время как студенты проходят тестирование, преподавателю нет необходимости выполнять функции «надсмотрщика». При наличии выхода в Интернет он может контролировать процесс из любой точки пространства-времени;

– открытость для студента. Результаты каждой попытки суммируются. Кроме того, студенту нет

необходимости ждать вердикта преподавателя. Отчет о результатах доступен студенту в любой момент тестирования.

В качестве экспериментальной группы выступили студенты 1 курса направлений подготовки 270800 «Строительство» (более 800 чел.) и 080200 «Менеджмент» (более 500 человек).

3. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМЫ ГЛАЗАМИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

При работе с данной системой преподаватели кафедры подтвердили наличие всех положительных сторон, которые были обозначены до начала работы с системой. Наиболее бесспорным оказался фактор «мобильность». Все остальные были признаны с некоторыми поправками и условиями.

Кроме того, внедрение выявило ряд недостатков. Многие из них были устранены автором системы в процессе работы. Некоторые (приведенные ниже) преодолеть пока не удалось.

Преподаватель имеет ограниченный контроль над содержанием темы. Поскольку рейтинг студента повышается при задавании собственных вопросов, их число постоянно растет и встречается множество повторяющихся. Вопросы часто отражают содержание смежных дисциплин или учитывают частные мнения и суждения. Принудительно «очистить» тему от таких вопросов преподаватель не может. Он может выступить только в качестве эксперта, если кто-то пожалуется на вопрос.

Бессистемность. Доступ к сайту студент получает уже в начале учебного семестра, когда материал изучаемой дисциплины еще не освоен. А вопросы для ответа он получает из всего курса.

Ограничение дифференцированного контроля. Преподаватель может оценить активность студента: количество и качество заданных вопросов, участие в экспертной оценке, общее число отвеченных вопросов. Но информация о числе правильно отвеченных вопросов — недоступна.

Сложный алгоритм оценивания. Традиционный подход к оценке знаний предполагает, что студент правильно ответивший на все предусмотренные в рабочей программе вопросы, получает высокую положительную оценку. Здесь же оценивается не столько знание темы (ответ можно спросить у товарища или посмотреть в справочной литературе), сколько познавательная активность студента. Причем у пользователя нет возможности самому выбрать уровень сложности заданий, система делает это автоматически после ответа на первый вопрос.

Задержки и сбои в работе системы при большом количестве пользователей. Это оказалось значимым фактором в период сессии, когда на тестирование вышли студенты, привыкшие проходить контрольные мероприятия в последние дни.

4. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМЫ ГЛАЗАМИ СТУДЕНТА

Студенты давали текущую оценку работы с системой в процессе ее освоения и после получения итоговой отметки. Вот что они отмечали.

Это достаточно крупный сетевой ресурс, содержащий в себе множество тестов по различным темам, что создает ему положительный имидж.

Можно зайти на сайт и проходить тестирование в любом месте, где есть Интернет (в том числе с планшета и мобильного телефона).

Время на прохождение теста не ограничено. Никто не запрещает найти ответ на него в любом источнике. Можно самому придумывать вопросы и жаловаться на плохие.

Если работать на сайте регулярно и активно, личный рейтинг растет. А если долго не заходить в систему, со временем рейтинг падает. Это поддерживает здоровую конкуренцию.

Кодирование пользователей через ID (даже в личном кабинете) снижает ценность функции отправки личных сообщений: непонятно кому отправляешь письмо. А такая же кодировка темы наряду с названием кажется излишней.

Успешность отображается в рейтинге и в процентах. Преподаватель оценивает по процентам. Но увидеть их можно лишь пройдя длинный путь нажатия ссылок.

Жалоба на плохой вопрос рассматривается в течение недели. Только после этого времени изменяется рейтинг. В режиме цейтнота такая роскошь непозволительна.

Периодически возникают сбои в системе. Рейтинг обновляется не сразу, он сильно зависит от количества пользователей. Все это повышает нервозность и чувство тревоги за успешность получения итоговой отметки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, Система относительной оценки уровня знаний способом Беккера может быть использована в качестве одной из форм дистанционного контроля знаний студентов. Ее основными достоинствами являются актуальность, доступность, мобильность пользователей. Ее применение в учебном процессе повышает познавательную активность студентов, содействует становлению учебной субъектности. Неслучайно многие студенты отвечают на вопросы не только в той теме, которую им задал преподаватель, но и в ряде других, вызвавших интерес. Однако для использования данной системы в качестве основной формы контроля знаний она требует значительной доработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Система** относительно оценки уровня знаний методом Беккера. URL: http://15-51.com

Т.В. Савицкая, А.В. Дементиенко, С.А. Никитин, А.Ф. Егоров
savitsk@muctr.ru, andrew-arh@mail.ru, serij-nik@mail.ru, egorov@muctr.ru
ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены новые функциональные возможности объектно-ориентированной среды дистанционного обучения Moodle для инженерной подготовки студентов вузов и опыт ее использования на кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое внедрение дистанционных методов обучения в практику работы со студентами приводит к необходимости обоснования выбора средств и форм реализации информационно-образовательных ресурсов, обновления и совершенствования существующих.

На кафедрах, где был накоплен большой предшествующий опыт создания таких ресурсов, приблизительно каждые 3—5 лет возникает необходимость изучения и освоения преподавателями функциональных возможностей, предоставляемых последними версиями систем дистанционного обучения, и функций существующих ресурсов.

1. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE И ПРЕДПОСЫЛКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии (КИС ХТ) факультета информационных технологий и управления ФГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на протяжении 10 лет ведется разработка и внедрение в учебный процесс междисциплинарной автоматизированной системы обучения (АСО) на основе интернет-технологий для подготовки студентов различных направлений, специальностей и форм обучения [1—3].

За эти годы подготовлены информационно-образовательные, учебно-исследовательские и учебно-методические ресурсы по десяти дисциплинам, курсовому и дипломному проектированию, накоплен опыт проведения лабораторных компьютерных практикумов, организации самостоятельной работы студентов, проведения промежуточного и итогового контроля знаний студентов.

С 2008 по 2013 гг. информационно-образовательные ресурсы междисциплинарной АСО реализованы в среде дистанционного обучения Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) версии 1.6+ [3, 4]. Данная среда используется для подготовки информационно-образовательных ресурсов учебного и методического характера, организации интерактивных методик самоконтроля и тестирования знаний, организации и проведения лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов в режиме дистанционного обучения.

Среда дистанционного обучения Moodle предоставляет разработчикам курсов, студентам и преподавателям следующую функциональность [4]:

– управление пользователями, ролями, курсами, ресурсами;

– разработку и реализацию информационно-образовательных ресурсов;

– разграничение доступа пользователей к образовательным ресурсам системы и функциональных возможностей преподавателей и студентов;

– возможность реализации гибкой подсистемы тестирования, автоматизации контроля знаний и управления обучением;

– организацию интерактивного взаимодействия преподаватель-студент;

– разграничение на модули;

– редактирование в режиме Wys/Wyg (What you see/ What you Get — «Что видишь, то и получишь») (приближено к MS Word);

– поддержку международных стандартов управления обучением SCORM (Sharable Content Object Reference Model — стандарт, разработанный для систем дистанционного обучения) и IMS (Instructional Management Standards — стандарты управления обучением).

Она ориентирована на преподавателей без глубоких знаний программирования и администрирования.

Вместе с тем, совершенствование образовательных стандартов предполагает расширение практики внедрения дистанционных образова-

тельных технологий при реализации образовательных программ любых уровней обучения, форм получения образования и любых видов занятий. В этой связи быстрая адаптация существующих информационно-образовательных ресурсов, разработка новых является актуальной задачей. Кроме того, современный уровень внедрения дистанционных образовательных технологий предполагает как традиционную организацию обучения студентов в группах, объединяемых, при необходимости, в потоки, так и совершенствование индивидуальных траекторий (программ) обучения студентов.

Новые возможности для этих целей появились и в последней версии модульной объектно-ориентированной среды дистанционного обучения Moodle (2.4.1) [4].

2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ И РЕСУРСОВ СРЕДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE

Рассмотрим методические аспекты использования в учебном процессе элементов и ресурсов, предоставляемых средой Moodle.

В системе предусмотрены как общие настройки на уровне системы в целом, так и настройки каждого курса. Каждый учебный курс преподавателем или создателем курса может настраиваться независимо от других курсов и включать различные элементы и ресурсы.

Наряду с традиционной структуризацией курсов по тематическим рубрикам или в соответствии с календарным планом изучения разделов (модулей), появилось множество новых ресурсов и элементов курса, позволяющих организовать изучение теоретического материала, практических разделов курса, промежуточного и итогового контроля знаний в различных формах.

Элемент курса «Лекция» позволяет создавать набор тематически связанных страниц, содержащих текстовую, графическую, аудио- и видеоинформацию. По желанию преподавателя (создателя курса) может быть настроена удобная навигация по страницам лекции и с использованием оглавления.

В конце каждой лекции преподаватель может включить проверочные вопросы с возможностью занесения ответов в журнал оценок в соответствии с рейтинговой системой. В системе предусмотрена гибкая шкала настроек оценивания различных элементов курса.

Доступ к лекциям предоставляется студентам неограниченное количество раз, но, при необходимости изучения лекции с ограничением по времени (например, в качестве допуска к подготовке к контрольной точке), может быть установлено ограничение по времени и по количеству попыток ответов на проверочные вопросы.

Краткие опросы по темам (в качестве небольшого промежуточного контроля) позволяет организовать специально настроенный преподавателем для этих целей модуль опроса. Студент на опрос по теме может отвечать только 1 раз, поэтому, после ответа, просмотр данного вопроса для студента блокируется. Преподаватель может просмотреть ответы студента и направить ему комментарии и замечания через обмен сообщениями.

Широко в процессе обучения может использоваться модуль «Задание». В разделе «Предстоящие события» главной страницы курса студент видит перечень заданий, которые ему необходимо сдать в ближайшее время. Отвечать на задания студент может в произвольной последовательности.

Соответственно меняется статус выполненных или невыполненных заданий. Студенту сообщается последний срок сдачи задания. В режиме проверки задания оно может быть отправлено на доработку. Преподавателю доступен мониторинг отправленных на проверку заданий.

Если рабочим учебным планом предусмотрены семинарские занятия, в новой версии Moodle реализована такая форма занятий. Настройка и организация семинара включает несколько фаз: собственно настройку преподавателем сценариев проведения семинаров, фазу предоставления студентами работ, фазу оценивания работ преподавателем и рецензентами, в том числе и из состава сокурсников, фазу завершения и сдачи работ. При организации семинара в режиме дистанционного обучения предусмотрены как индивидуальные задания, так и групповые по несколько человек. Соответствующие настройки предусматриваются и для оценки вклада в работу отдельных участников обучения.

В качестве реализации основного информационно-образовательного ресурса при изучении дисциплины может быть рекомендован элемент курса «Книга», представляющий собой интерактивное электронное учебное пособие по теоретическому курсу. В отличие от лекции в книге не предусмотрены интерактивные контрольные вопросы в конце, но удобство заключается в том, что студенту или преподавателю можно работать с книгой как по отдельным главам, так и со всем материалом в целом. Это обеспечивает удобная навигация по оглавлению.

Для отработки практических навыков работы студентов по построению структурных схем, формированию сценариев, логических последовательностей действий может быть широко использован пакет SCORM, предусматривающий возможность интеграции в него объектов мультимедиа: изображений, видео и т.п.

Модуль SCORM представляет собой дополнение, расширяющее возможности дистанционной

системы обучения Moodle путем интеграции с разработками для других систем, в том числе международных.

Пакет SCORM включает сборник спецификаций и стандартов, разработанный для систем дистанционного обучения. Он содержит требования к организации учебного материала и всей системы дистанционного обучения. SCORM позволяет обеспечить совместимость компонентов и возможность их многократного использования: учебный материал представляется отдельными небольшими блоками, которые могут включаться в разные учебные курсы и использоваться системой дистанционного обучения независимо от того, кем, где и с помощью каких средств они были созданы. SCORM основан на стандарте XML (eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки). Благодаря гибкому и понятному интерфейсу настройки с пакетом можно работать как с обычным элементом курса (лекция, задание или вопрос).

Кроме того, модуль SCORM позволяет интегрировать в среду Moodle flash-ролики и приложения в формате .swf (Shockwave Flash). Использование известной мультимедийной платформы Flash компании Adobe [5] для создания приложений, веб-приложений или мультимедийных презентаций позволяет работать с векторной, растровой и с трёхмерной графикой, решать самые разные задачи в области моделирования и обучения. Недостаток такого формата представления информации заключается в том, что на компьютерах пользователей требуется браузер с установленным Adobe Flash Player или любым другим проигрывателем способным работать с форматом .swf.

Для повышения эффективности обучения студентов в рамках направления или профиля в междисциплинарной автоматизированной системе обучения в модульной объектно-ориентированной среде дистанционного обучения Moodle целесообразно создать глоссарий основных понятий и определений, доступ к которому можно организовать из любого изучаемого курса. Вместе с тем в каждом из курсов может быть реализован локальный глоссарий. Для того чтобы термины из глоссария не переносились в тесты, предназначенные для проверки знаний студентов, предусмотрена возможность в панели меню «Управление тестом» отключения соответствующего фильтра.

Новый элемент «База данных» позволяет пользователям междисциплинарной АСО создавать и хранить различные записи в едином хранилище данных. Причем формат и структура записей разнообразны, в том числе, изображения, числа, текст, файлы, гиперссылки и другие объекты. Использование ключевых полей записей таблиц базы данных позволяет организовать трансклюзию, т.е. вставку фрагмента из одного текста в другой по ссылке так, что встраиваемый текст автоматически синхронизируется с исходным, между отдельными элементами курса. Эта особенность может использоваться при копировании вопросов в банк тестовых заданий из текста лекции или элементов «Книга» для формирования подсказок в режиме самоконтроля и правильных ответов и ряда других.

Элемент «База данных» может быть добавлен как в отдельный курс, так и реализован в системе в целом. Например, в рамках подготовки по направлению (профилям) по ряду дисциплин может быть организована единая база данных по нормативным и методическим документам, по библиографическим ссылкам и т.п. Вместе с тем, в отдельных курсах может быть реализовано несколько тематических баз данных информационно-справочного характера. Например, по свойствам веществ, характеристикам оборудования и т.п.

В новой версии системы Moodle появились небольшие отличия в визуализации процесса создания новых тестов. Интерфейс среды стал более дружественным для разработчика тестов. Появилась возможность «Отложенного вызова», позволяющего отправлять как все ответы на сервер, так и каждый вопрос отдельно. Это позволяет запретить студентам возвращаться к вопросам, на которые уже был дан ответ.

Существенные отличия и новые возможности предоставляются в новой версии системы Moodle по обработке результатов тестирования знаний. Появилось больше элементов настроек возможности включения в результирующие отчеты просроченных и незавершенных попыток. Эти режимы могут эффективно использоваться преподавателем в обучающих режимах прохождения тестов. Системой Moodle предоставляются возможности отображения сводных отчетов выполненных студентами тестов одной (первой) или всех попыток и получение средних значений по каждому вопросу и тесту в целом.

Предусмотрена визуализация полученных результатов в виде диаграмм, например, количества студентов, получивших оценки в определенных диапазонах в соответствии с выбранной шкалой оценивания. Таким образом, система позволяет осуществить гибкие настройки отображения выполнения заданий в соответствии с рейтинговой формой контроля знаний и может быть адаптирована под любую рейтинговую систему.

Предоставляется возможность анализа подробных ответов студентов в соответствующей цветовой шкале, настроенной для правильных, неправильных и частично правильных ответов. Реализована статистическая обработка информации с возможностью анализа всех или первой попытки. Наряду с анализом стандартного отклонения ответов обучаемых, у преподавателя появилась возможность исследования случайного угадывания ответа студентами. Результаты статистической об-

работки представляются в виде диаграмм индекса легкости и коэффициента дифференциации.

По желанию преподавателя имеется возможность включения оценок по отдельным элементам и ресурсам курса (опросам, заданиям, тестам, работе на семинарских занятиях) в журнал и итоговую оценку по курсу. Преподавателю доступны сводные отчеты по оценкам всех обучаемых по всем элементам курса, отчеты по показателям (общему количеству оценок, средним оценкам по курсу или элементу курса) и отчеты по пользователям. Студенту доступен журнал с оценками своей успеваемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые возможности среды дистанционного обучения Moodle не ограничиваются рассмотренными в настоящем докладе и требуют всесторонней апробации в учебном процессе.

Переход на новую полнофункциональную версию междисциплинарной АСО в модульной объектно-ориентированной среде дистанционного обучения Moodle запланирован на 2014/2015 учебный год в связи с необходимостью разработки новых и адаптации разработанных ранее информационно-образовательных ресурсов в соответствии с новыми федеральными государственными образовательными стандартами для подготовки бакалавров и магистров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А.** Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 363—366.

2. **Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А.** Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для многоуровневой подготовки химиков-технологов // Открытое образование. 2012. № 6. С. 20—33.

3. **Автоматизированный лабораторный комплекс.** URL: http://cisserver.muctr.edu.ru/alkmoodle/. Дата обращения: 11.11.2013 г.

4. **Модульная объектно-ориентированная среда дистанционного обучения Moodle.** URL: http://moodle.org/. Дата обращения: 11.11.2013 г.

5. **Adobe.** URL: http://adobe.com/. Дата обращения: 11.11.2013 г.

С.В. Семенов, В.Г. Лысенко, И.А. Щербакова, Е.Г. Губский
sem-sv56@mail.ru, ostersv@mail.ru, shcherbakova2007@ya.ru, evgforcontact@gmail.com
Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, Москва

ИЗУЧЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ И ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ОБОЛОЧКЕ *MOODLE* В МОСКОВСКОМ ИНСТИТУТЕ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЖЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается система дистанционного обучения (ДО) студентов техническим дисциплинам на базе программного продукта MOODLE. Обсуждаются алгоритмы изучения теоретической части, проведения семинарских занятий, выполнения контрольных и лабораторных работ, построенных с использованием Flash-технологий. Предложен алгоритм оценки качества полученных студентом знаний. Рассмотренная система ДО внедрена в учебный процесс.

ВВЕДЕНИЕ

Во многих ВУЗах страны используются интерактивные и дистанционные курсы обучения [1]. В *Московском институте энергобезопасности и энергосбережения* (***НОУ ВПО МИЭЭ***) система дистанционного обучения (ДО) через Internet применяется с 2005 года на базе программного продукта MOODLE. Здесь студенты изучают как гуманитарные, так и технические дисциплины: физику, теоретическую и прикладную механику, электротехнику и т.д. На сайте http://edu.mieen.ru можно ознакомиться с функционированием этой системы.

1. ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Система изучения теоретической части построена на следующей последовательности. Студенту необходимо сначала изучить первую лекцию и правильно ответить на контрольные вопросы после каждого параграфа (страницы). При отсутствии правильного ответа студенту предлагается снова повторить и разобраться в изложенном на странице материале. Все ответы на контрольные вопросы оцениваются баллами и учитываются в блоке «*Оценки*». После того, как работа над лекцией успешно завершена, студент может открыть вторую лекцию и т.д., а к изученной лекции он может вернуться в любой момент времени. Таким образом, вся теоретическая часть разбита на небольшие порции с обязательным контролем полученных студентом знаний.

В электронном курсе предусмотрены по каждой теме семинарские занятия, на которых рассматриваются решения типовых задач.

2. АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Кроме теоретического материала электронный курс содержит обязательные контрольные работы, которые выполняются с использованием ресурса «*Тест*». Для реализации этого ресурса создано «хранилище» задач, которое разбито на категории и подкатегории. Например, в курсе физики в категории «Механика» имеются подкатегории «Кинематика точки», «Динамика твердого тела», «Законы сохранения» и т.п. Открыв контрольную работу по разделу «Механика», студент получит случайным образом 1—2 задачи из каждой подкатегории. Таким образом, все темы раздела «Механика» будут отражены в контрольной работе. Соотношение выпавших задач к общему количеству, имеющемуся в категории, составляет 1:20, что практически исключает дублирование вариантов контрольной работы.

При составлении задач для контрольных работ использовались вопросы типа «*Вложенные ответы*». Такой подход позволяет вводить численный ответ с заданной погрешностью расчета, например, ± 5%.

Например, задача из контрольной работы по разделу «Электростатика и постоянный ток» выглядит следующим образом:

№ 357. *Найдите ЭДС E источника электрической энергии, его внутреннее сопротивление $R_{вн}$ и ток короткого замыкания $I_{кз}$,, если при сопротивлении нагрузки R_1 = 90 Ом ток в цепи I_1 = 1 А, а при R_2 = 200 Ом ток I_2 = 0,5 А. Результат получите в системе СИ, округлите до двух значащих цифр после запятой. Размерность не указывать.*

ЭДС *E* ☐ **В**

Сопротивление $R_{вн}$ ☐ **Ом**

Ток $I_{кз}$ ☐ **А**

Студент имеет возможность, решив отдельную задачу, вписать в поля ввода ответ, не завершая тест, и выяснить правильно или неправильно он решил задачу. При правильном решении всех задач он может завершить тест. При неправильном ответе студенту необходимо снова вернуться к данной задаче и работать до получения верного ответа. Оценка за контрольную работу при этом автоматически снижается.

Если при решении задач было допущено много ошибок и контрольная работа выполнена неудовлетворительно (менее 60 %), то у студента есть возможность «Начать тест заново». При этом ему выпадет новый набор задач. Преподаватель может оценить такую работу студента или по средневзвешенному результату, или по максимально набранной оценке.

3. АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При разработке лабораторных работ для системы дистанционного обучения использовались *Flash*-технологии. К настоящему времени разработано более 30 лабораторных работ по всем разделам физики, теоретической и прикладной механике.

Каждая лабораторная работа состоит из четырех разделов:

1) теоретической части;

2) тестирования и допуска студента к лабораторной работе;

3) практической части;

4) отчета с контрольными вопросами.

Теоретическая и практическая части лабораторной рабоые реализованы с использованием ресурса «*Лекция*», а допуск к работе и отчет реализованы с использованием ресурсов «*Тест*» или «*Задание*». Студент, изучив теоретическую часть, переходит ко второму разделу: «Исходные данные для расчетов и проведения эксперимента к лабораторной работе». Здесь каждому студенту предлагается решить свой вариант задания для лабораторной работы, выпадающий случайным образом (по аналогии с контрольной работой). К каждой лабораторной работе в базе данных содержится не менее 10 вариантов. Периодически эти варианты обновляются. Это исключает массовое списывание через социальные сети и настраивает студента на самостоятельную работу. Отметим также, что преподаватель видит в оболочке MOODLE все попытки студента пройти этот тест, и время, затраченное на его выполнение.

Допуск к практической части лабораторной работы осуществляется в том случае, когда правильно пройден тест, а именно, числовые ответы, полученные в результате расчетов, и введенные в поля ввода, отличаются не более чем на ± 5 % от истинных значений. Таким образом, неподготовленный студент не допускается к выполнению работы, что, на наш взгляд, повышает качество обучения.

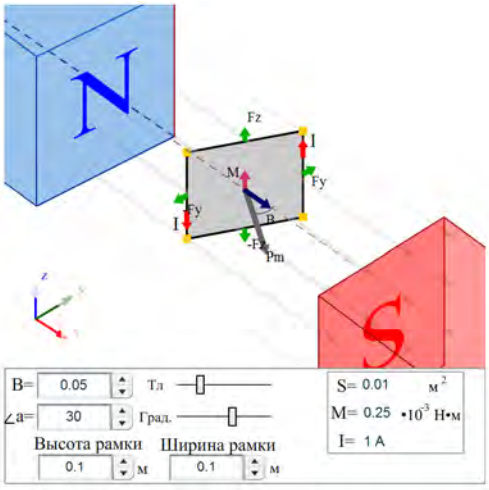


Рис. 1. Модель лабораторной работы «Рамка с током в магнитном поле»

Практическая часть лабораторной работы содержит описание компьютерной модели исследуемого физического явления, органов регулировки параметров, рабочего задания и таблиц для записи экспериментальных данных.

В качестве первого примера изображена модель, и фрагмент задания практической части лабораторной работы «Рамка с током в магнитном поле».

Выполнение работы

В соответствии с заданным вариантом установите исходные данные: *B, S, α.* Запустите модель и зарисуйте векторы сил, действующих на каждую сторону рамки, используя закон Ампера. Рассчитайте магнитный момент p_m рамки и механический вращательный момент M, действующий на рамку с током в однородном магнитном поле B для разных углов α. Результаты расчетов и измерений сведите в таблицу.

В отчете к лабораторной работе студент письменно отвечает на контрольные вопросы, делает выводы по работе и отправляет отчет преподавателю для оценивания. Такую возможность дает ресурс «*Задание*».

В качестве второго примера изображена модель, и фрагмент задания практической части работы «Кинематика кривошипно-ползунного механизма» из дисциплины «Прикладная механика».

Выполнение работы

Установите исходные данные: *d, r, l,* ω_1. Запустите модель механизма. Наблюдайте за графиками координаты x_c, скорости υ_c и ускорения a_c ползуна.

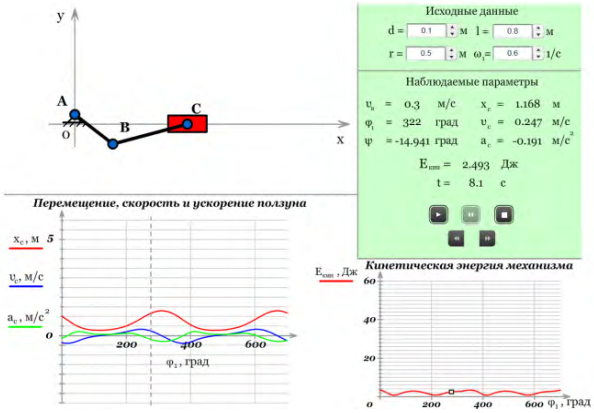


Рис.2. Модель лабораторной работы «Кинематика кривошипно-ползунного механизма»

В моменты времени, когда смещение x_c принимает максимум или минимум, скорость ползуна υ_c равна нулю, а в точках с минимальной и максимальной скоростью – ускорение a_c равно нулю. При помощи кнопок «Пауза» и «Пошаговое движение» вперед или назад остановите модель в положении заданного угла кривошипа φ_1. Впишите в таблицу экспериментальные и рассчитанные параметры.

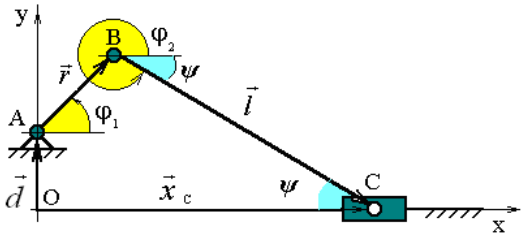
4. СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ

Для создания моделей виртуальных лабораторных работ в МИЭЭ имеется лаборатория электронных образовательных ресурсов. Преподаватели составляют техническое задание, в котором указывается, какие параметры должны выводиться на экран, расчетные формулы и графики.

Например, для модели «Рамка с током в магнитном поле» в техническом задании преподаватель прорабатывает картинку, (рис.1) описывает возможности вращения рамки, смены полюсов магнита, диапазон изменения геометрии рамки, магнитной индукции и т.д. Студент, проработав теоретический материал, проводит расчет силы Ампера, магнитного и механического моментов, возникающих в рамке, и затем на модели проверяет свои расчеты на виртуальном опыте.

Техническое задание второй модели «Кинематика кривошипно-ползунного механизма» включает следующие пункты:

Схема модели:



1) Геометрия механизма:

d = 0 – 0,4 м шаг 0,01 м r = 0,2 – 0,7 м шаг 0,01 м l = 0,6 – 1,8 м шаг 0,01 м	Если диапазон параметров слишком большой и картинка не вписывается, то верхние пределы r и l можно уменьшить
Угловая скорость вращения кривошипа	
ω_1=0,6 – 1,4 (1/с) шаг 0, 1 .	
Время t	До 120 сек, затем «Стоп»

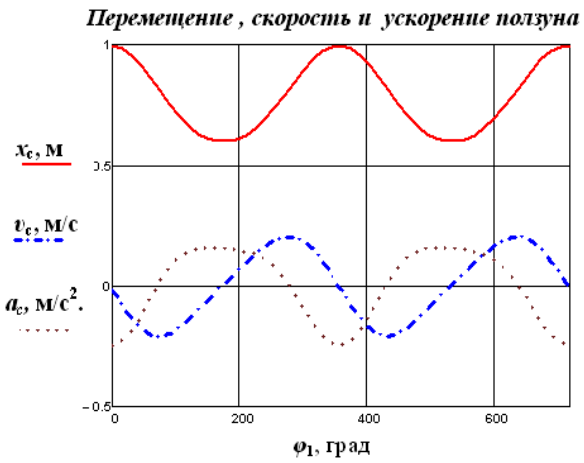
2) Необходимо наличие кнопок:

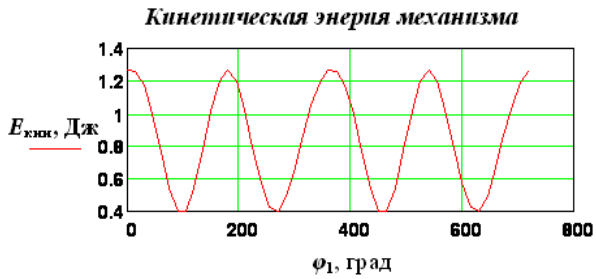
«Пуск»;
«Пауза» - в любой момент движение можно остановить (пауза) и зафиксировать;
« Стоп», при нажатии на которую, механизм возвращается в исходное состояние;
«Пошагово вперед» и «Пошагово назад».

3) Наблюдаемые параметры и расчетные формулы [2]*:*

υ_B= - скорость точки В, **м/с**	$\upsilon_B = \omega_1 \cdot r$
φ_1= -угол поворота кривошипа, **град**	$\varphi_1 = 180\cdot(\omega_1\cdot t)/\pi$
ψ= - угол давления, **град**	$\psi = \arcsin\left(\frac{d + r\cdot\sin\varphi_1}{l}\right)\cdot\frac{180}{\pi}$;
x_c= - положение точки С на ползуне , **м**	$x_c = r\cos\varphi_1 + l\cos\psi$;
υ_c= - линейная скорость ползуна , **м/с**	$\upsilon_C = -r\cdot\omega_1\left(\frac{\sin(\varphi_1+\psi)}{\cos\psi}\right)$;
a_c= - ускорение ползуна , **м/с²**.	$a_C = -r\cdot\omega_1^2\left(\frac{\cos(\varphi_1+\psi)}{\cos\psi} + \lambda\cdot\frac{\cos^2\varphi_1}{\cos^3\psi}\right)$;
$E_{кин}$ = - кинетическая энергия механизма, **Дж**	$\omega_2 = -\omega_1\cdot\frac{r}{l}\frac{\cos\varphi_1}{\cos\psi}$; $m_{пр} = m_C\left(\frac{\upsilon_C}{\upsilon_B}\right)^2 + I_{BC}\left(\frac{\omega_2}{\upsilon_B}\right)^2$; $E_{кин} = \frac{\upsilon_B^2\cdot m_{пр}}{2}$.

4) Выводимые графики:





Предварительно кинематика механизма рассчитывалась в Mathcad, и программист мог ориентироваться в своей работе на результаты расчета.

5. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

В курсе «Инженерной графики» использовались:

1) традиционные тесты различного типа, например:

«На соответствие», где список вопросов отображается вместе со списком ответов (рис. 3), и сту-

дент должен сопоставить каждый вопрос с соответствующим ему ответом;

«Вычисляемый», «Множественный выбор» с одним (рис. 4), или несколькими верными ответами и т.д.;

2) видеоролики для лучшего усвоения студентами материала;

3) задания для выполнения графических работ, используя программу AutoCAD, изучаемую студентом в этой же дисциплине.

Рис. 3. Вид теста *«На соответствие»*

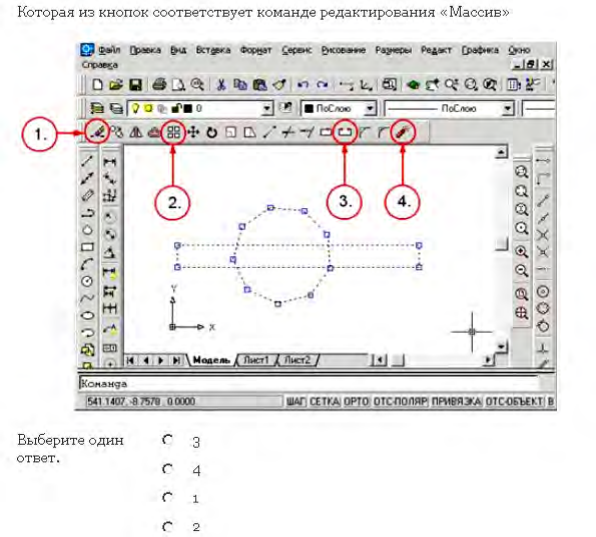


Рис .4. Вид теста «В закрытой форме (множественный выбор)»

Например, необходимо создать сборочный чертеж механического устройства. Для решения этой задачи используется ресурс MOODLE «Задание». Студенту случайным образом выдается эскиз узла (рис. 5), а он, выполнив чертеж, высылает его преподавателю через этот ресурс в виде компьютерного файла с расширением dwg (AutoCAD) (рис. 6). Преподаватель комментирует его работу и ставит оценку.

6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННЫХ ЗНАНИЙ

При оценке качества полученных знаний по дисциплине, была принята следующая шкала оценок: 20 % — за полное усвоение теоретического материала; 40 % — за безупречное выполнение контрольных работ и тестов; 40 % — за полное выполнение лабораторных работ. Таким образом, студент, безошибочно выполнивший все элементы, набирает 100 %. Работа студента, набравшего 85 % — 100 %, оценивается «отлично», 70 % — 85 % — «хорошо», 60 % — 70 % — «удовлетворительно».

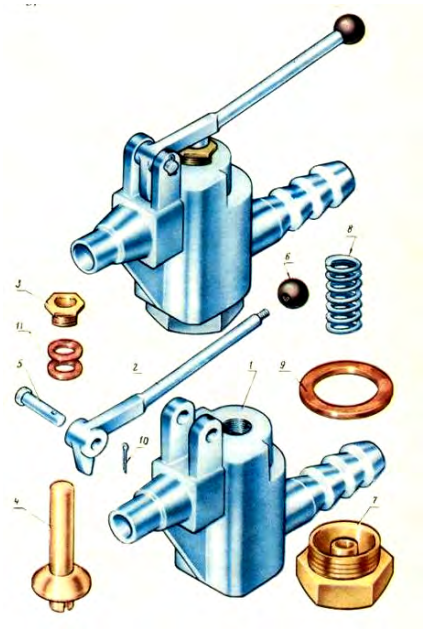


Рис. 5. Вид механического устройства

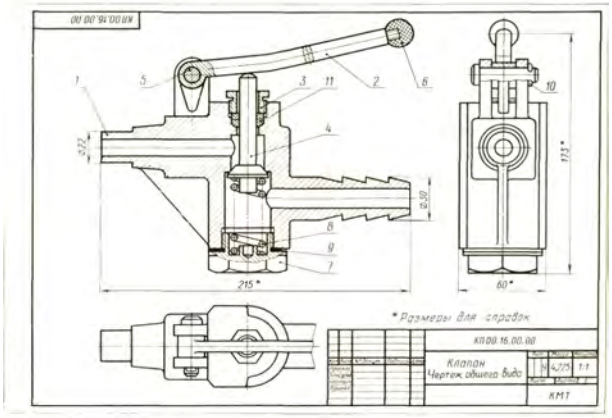


Рис. 6. Сборочный чертеж механического устройства

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На кафедре естественнонаучных и общетехнических дисциплин МИЭЭ предложенная концепция построения системы дистанционного обучения прошла апробацию и доказала свою состоятельность и надежность. Она внедрена в учебный процесс с 2005 г. и может быть рекомендована к использованию другими ВУЗами страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Открытая физика**. Полный интерактивный курс физики. Ч. 1 и 2. Механика. Механические колебания и волны. Термодинамика и молекулярная физика / Под ред. С.М. Козела. — ООО Физикон, 2005.

2. **Кожевников С.Н.** Теория механизмов и машин. — М.: Машиностроение, 1973.

А.А., Сутченков, А.И. Тихонов
mont2@mail.ru, TikhonovAI@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АППЛЕТЫ — ПЛАТФОРМА ОПЕРАТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ И ПУБЛИКАЦИИ РАСЧЕТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ И ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассмотрена платформа для оперативной разработки и публикации небольших расчетных приложений — апплетов. Применять апплеты можно как локально, так и через Интернет. Рассматривается технология создания апплетов. Платформа позволяет с умеренной трудоемкостью публиковать интегрированные образовательные ресурсы, включающие в себя текст, графику, видео и апплеты. Приводятся примеры апплетов.

ВВЕДЕНИЕ

В инженерном образовании важное место занимают простые расчетные приложения, позволяющие проводить интерактивные вычислительные эксперименты, в наглядной форме отображать результаты вычислений, осуществлять многовариантные расчеты. Далее будем назвать такие приложения *апплетами*. В начале 90х годов прошлого века создателями системы программирования Java для небольших приложений, выполняющихся в контексте браузера, был введен термин *applet.* По аналогии в докладе под термином апплет подразумевается расчетное приложение, публикуемое и выполняемое на веб-сервере, взаимодействующее с пользователем через браузер.

В современном инженерном образовании остро состоит проблема оперативной разработки электронных образовательных ресурсов, включающих в себя не только статический текст и графику и мультимедийный контент, а также интерактивные расчетные приложения. Весьма желательно, чтобы платформа для создания этих ресурсов была доступной, по возможности бесплатной и, что самое важное, обеспечивала бы низкую трудоемкость разработки и применения ресурсов. Решению данной задачи и посвящена данная работа.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПЛАТФОРМЕ РАЗРАБОТКИ И ПУБЛИКАЦИИ РАСЧЕТНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

При создании приложений для образовательного процесса, научных исследований, инженерной деятельности основными требованиями являются:

- низкая трудоемкость и простота разработки;
- высокая наглядность представления результатов;
- возможность создания приложений специалистами-предметниками без привлечения профессиональных программистов;
- возможность, не выходя за пределы системы разработки, иметь набор необходимых библиотек численных методов, анализа данных, визуализации, решения прикладных задач;
- простота применения в учебном процессе и возможность работы с приложениями на широкой номенклатуре вычислительных устройств, имеющихся у пользователей без необходимости сложных процедур установки и сопровождения, низкие требования к вычислительным мощностям на стороне пользователя;
- возможность интегрированной публикации разнородной информации, включая html-, pdf-документы, видео, расчетные приложения;
- невысокая стоимость применения в учебном процессе с возможностью разработки и использования приложений не только в компьютерных классах учебного заведения, но и дома у преподавателей и обучаемых,
- возможность как публикации, так и скрытия части информации, например, исходных текстов приложений по желанию авторов.

2. СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

В настоящее время основными инструментальными средами для разработки небольших приложений служат системы научных и инженерных расчетов, включая Mathcad, Matlab, Mathematica, Maple, Sage, Octave, Scilab, sMath. Общим для таких систем является наличие встроенного языка программирования, мощных средств интерактивной визуализации, встроенных библиотек численных методов, а в ряде случаев и символьных вычислений. Средства решения прикладных задач либо встраиваются в систему, либо поставляются в виде пакетов за отдельную плату.

Большинство систем научных и инженерных расчетов за исключением Octave, Sage, sMath и Scilab являются платными представляют собой локальные приложения, установленные на компьютерах пользователей. Применение их в учебном процессе требует от учебного заведения серьезных средств на закупку и обновление. При этом за рамками остаются вопросы их легального применения преподавателями и студентами вне стен учебного заведения при разработке приложений, выполнении расчетных заданий.

Выходом из данной ситуации является использование расчетных веб-приложений. Действительно веб-приложения не требуют установки на стороне пользователя, выполняются в контексте браузера, следовательно, с ними можно работать не только на персональных компьютерах, но и планшетах, а в ряде случаев и на смартфонах, не привязываясь к архитектуре вычислительных устройств и операционным системам. Проведение расчетов на стороне сервера и передача пользователю только результатов расчетов позволяет существенно снизить требования к вычислительной мощности устройств на стороне пользователя. В то же время из перечисленных выше систем развитыми средствами публикации расчетных приложений в веб обладают только Mathcad и Sage. Для первой из этих систем используется Mathcad Calculation Server (MSC), позволяющий после переработки пользовательского интерфейса публиковать расчетные приложения в веб. К сожалению, в течение последних лет MSC не развивался производителем. Широкое использование MSC в учебном процессе сдерживается его высокой стоимостью и ограниченными возможностями масштабирования, т.е. необходимостью иметь большое число установок для удовлетворительной работы в условиях пиковых нагрузок, например, в конце семестра.

3. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При разработке системы была сделана попытка соответствовать требованиям, поставленным в первом разделе, и создать инструментальную систему, которая бы не требовала установки, была переносима, могла использоваться как локально, так и через Интернет, позволяла бы с умеренной трудоемкостью создавать веб-приложения, а также публиковать интерактивные электронные учебники,

Побудительной причиной создания системы явилась кампания, развернутая НИУ МЭИ в 2012 году, по созданию электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) по дисциплинам, преподаваемым в университете. Система разработана для поддержки читаемых авторами курсов и погружения в нее ЭУМК.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА

В качестве технологической платформы были выбраны Python 2.7 с предустановленными пакетами numpy, scipy, matplotlib и веб-фреймворк web2py. Python является интерпретируемым языком программирования высокого уровня с динамической типизацией, высоким быстродействием. Его отличительной особенностью является активное сообщество разработчиков приложений и, что самое важное, наличие большого числа бесплатных библиотек для обработки и визуализации данных, проведения научно-технических расчетов, решения прикладных задач. Эти библиотеки достаточно качественные, их критические по быстродействию фрагменты написаны на компилируемых языках. В Интернете можно легко найти информацию по применению библиотек, задать и получить ответы на вопросы на профильных форумах. Отличительной особенностью этой системы программирования является также тенденция решать практически все задачи средствами Python. Доходит до того, что например, конфигурационные файлы оформляются в виде модулей Python. Сначала это кажется несколько экзотическим, но потом понимаешь, что это ускоряет разработку, сокращает трудоемкость и делает исходный код более понятным для других.

В соответствие с поставленными задачами система сделана переносимой, т.е. в локальном варианте она не нуждается в установке и может запускаться с внешнего накопителя. Данное решение принято для того, чтобы максимально облегчить разработку и применение разработанных приложений в учебном процессе, т.к. для разворачивания системы на компьютере достаточно просто скопировать каталог с системой. Система включает в себя только свободно распространяемые компоненты: Portable Python 2.5.7.1, numpy, scipy, matplotlib. Выбор веб-фреймворка web2py основан на сравнительной простоте его применения, компактности, встроенном веб-сервере, простоте переноса на сервер как Windows, так и Linux.

5. РАБОТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ

Для работы с системой пользователю достаточно запустить на своем компьютере командный файл. Разработанные приложения работают во всех современных браузерах, включая Chrome, Firefox, Opera, Safari, Internet Explorer, начиная с версии 9. Пользовательский интерфейс подстраивается под размеры экрана устройства пользователя.

С точки зрения пользователя взаимодействие с приложением заключается в вводе входных данных и нажатии после этого кнопки **Передать**. Введенные данные передаются системе, где на их основе рассчитываются значения выходных переменных, строятся графики, результаты передаются в браузер пользователя и представляются пользователю. На рис. 1 приведены результаты моделирования генератора на туннельном диоде.

При разработке апплета можно при желании оперативно опубликовать его описание и исходный код, которые отображаются в отдельном окне после нажатия соответствующей кнопки в верхней части окна (рис. 1).

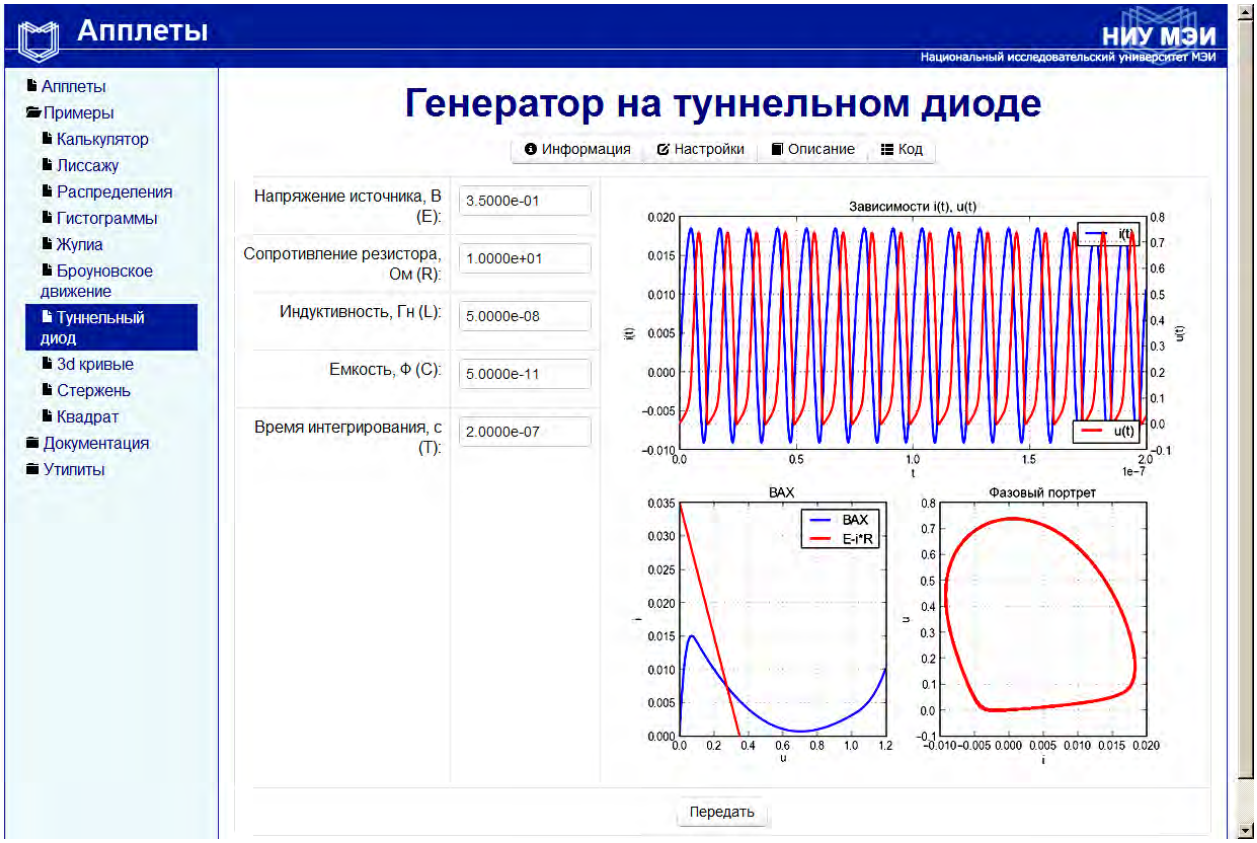


Рис.1. Страница моделирования генератора на туннельном диоде

При отображении исходного текста осуществляется автоматическая нумерация строк, выделение синтаксических конструкций цветом.

В систему встроены средства публикации интегрированных электронных ресурсов, включая html-, pdf-файлы, файлы исходных текстов, видео, апплеты. В качестве основной технологии публикации ресурсов предлагается следующее. Текст, формулы, изображения подготавливаются в текстовом редакторе, например, Microsoft Word, затем сохраняются в виде html-файлов. Встраивание активного содержимого в электронный ресурс осуществляется с помощью специальных *тегов* в тексте ресурса, внутри тега нужно указать относительный указатель встраиваемого ресурса, как это показано ниже:

```
Встраивание апплета:
{{applet}}Trm{{/applet}}
Встраивание видео:
{{video}}src/Trm.mp4{{/video}}
Встраивание файлов PDF:
{{pdf}}src/Trm.pdf{{/pdf}}
Встраивание исходного кода:
{{code}}src/Trm.py{{/code}}
```

Апплеты и другие элементы электронных ресурсов организуются с помощью оглавления, расположенного в левой части окна (рис.1). Ниже приводится фрагмент оглавления, размеченный с помощью широко используемого в настоящее время языка yaml:

```
-
    title: Примеры
    dsc:   Примеры апплетов
    roles:  '*'
    url:    /local_content/examples
    notitle: false
    children:
        -
            title: Калькулятор
            dsc: Калькулятор
            roles: '*'
            url:   /app/calc
            notitle: false
```

6. РАЗРАБОТКА АППЛЕТОВ

С точки зрения разработчика процесс создания апплета достаточно прост и включает в себя несколько шагов, которые подробно разобраны в видео, встроенном в систему. Видео шаг за шагом прослеживает создание полномасштабного апплета.

Первым шагом является создание заготовки апплета, для чего разработчик должен выполнить утилиту конструктора, встроенного в систему. Сам апплет представляет собой класс, наследующий от класса Applet, входящего в систему.

Вторым шагом является заполнение полей описания апплета в инициализаторе — методе __init__(). Часть полей заполняются при создании заготовки апплета.

Третьим шагом является подготовка описаний всех интерфейсных переменных апплета. Под интерфейсными переменными понимаются переменные, которые отображаются в интерфейсе пользователя. По описанию система автоматически генерирует пользовательский интерфейс. В свою очередь интерфейсные переменные становятся доступными в методах класса в виде атрибутов.

Описание интерфейсных переменных также осуществляется в методе __init__() апплета. Фрагмент описания интерфейсных переменных апплета представлен ниже:

```
var.Float(self,'L',u'Теплоемкость',
   value=1.0, defaultValue=1.0,
   restrictions=[0.0001, 10000.0])
var.Picture(self,'picture1',
   u'картинка')
```

Интерфейсные переменные могут быть следующих типов: строка (Str), текст (Text) –отличается от строки тем, что отображается пользователю в текстовой области, а не текстовом поле, что удобно при работы с длинными строками. Численные данные могут быть представлены как целыми (Int), так и числами с плавающей точкой. Логические переменные (Bool) отображаются в пользовательском интерфейсе флажками. Если необходимо дать пользователю возможность выбора из заданного набора альтернатив, то используются переменные типа Choice. В этом случае альтернативы отображаются пользователю в открывающемся списке.

Пожалуй, наиболее интересным типом данных является пользовательский объект (UserObj), представляющий собой экземпляр класса, инициализируемый строкой, кроме того, для него должен быть определен метод __unicode__(), результат вызова которого отображается пользователю. Пользовательский объект может быть использован для различных нужд, например, для выдачи пользователю рандомизированных заданий.

Наконец, переменная типа Picture служит для отображения в интерфейсе пользователя картинок, рисуемых средствами библиотеки matplotlib.

Для каждой переменной необходимо определить имя переменной и ее описание, отображаемое в интерфейсе пользователя. Каждой переменной соответствует метод доступа к ней, который задается в именованном параметре inout. По отношению к методу доступа переменная может входной, входной/выходной или скрытой. Скрытые переменные используются для передачи данных между вызовами апплета.

Автоматически проверяемые системой ограничения на значения переменной определяются в параметре restriction. Система осуществляет проверку введенных пользователем данных. Если необходимо провести более сложные проверки сочетаний значений переменных, то разработчик должен сделать это в методе check().

На четвертом шаге пользователь должен определить два метода: run() и, если необходимо, check(). Кодирование метода run() является обязательным, в нем разработчик должен преобразовать значения входных переменных в значения выходных. Еще раз отметим, что интерфейсные переменные становятся доступными в этих методах как атрибуты класса.

В систему встроен отладочный стенд, позволяющий осуществлять отладку апплетов.

Разработка и отладка апплетов осуществляется в интегрированной среде PyScripter, входящей в Portable Python. Однако для разработки и отладки можно использовать другие интегрированные среды разработки. Одновременно с разработкой самого апплета рекомендуется публиковать его описание и исходный код. Для этого достаточно скомпоновать описание в Microsoft Word, сохранить его в формате html в каталоге applets/static/texts/, скопировать в этот же каталог исходный текст апплета, задать ссылки в описании апплета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя сказанное, можно отметить, что веб-приложение апплетов представляет собой удобную среду для разработки и применения в учебном процессе расчетных веб-приложений – апплетов. Процесс разработки апплетов практически не отличается от создания консольных приложений Python, позволяет использовать пакеты и модули библиотек, включая numpy, scipy, matplotlib, alglib и другие. Все компоненты веб-приложения апплетов распространяются свободно.

Трудоемкость создания апплетов сопоставима с трудоемкостью создания приложений на основе Matlab, Mapple, Mathematica, но по сравнению с ними позволяет не только работать с приложениями в локальной среде, но и публиковать их в веб. Среда разработки и выполнения апплетов является полностью переносимой, не требует установки пользователем. Использование языка программирования Python не ограничивает возможности системы встроенными в нее библиотеками и допускает возможность расширения за счет имеющихся в открытом доступе пакетов и библиотек. Разработка апплетов не требует высокой квалификации, может осуществляться как преподавателями, так и студентами.

Система представляет собой удобную среду публикации электронных образовательных ресурсов, позволяя интегрировать разнородные ресурсы, включая html-, pdf-файлы, расчетные приложения – апплеты, видео, исходные тексты программ на различных языках и используется авторами в читаемых ими курсах и ЭУМК.

В.Д. Тихомирова, М.В. Левин, Т.В. Иванова
v.tikhomirova@stankin.ru, m.levin@stankin.ru, t.ivanova@stankin.ru
ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», Москва

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен одному из наиболее эффективных направлений использования информационных технологий в образовании - электронному обучению. Анализируется одно из наиболее эффективных направлений использования информационных технологий в электронном обучении — системы совместной учебной работы на основе сетевых сред коллективных образовательных приложений. Рассмотрена серия стандартов ИСО/МЭК 19778 Информационные технологии — обучение, образование и подготовка — технология сотрудничества.

ВВЕДЕНИЕ

Все больше набирает популярность использование информационно-коммуникационных технологий в системах образования. В результате чего появляется новая область образования — «электронное обучение» или «e-learning». Согласно стандарту ГОСТ Р 53625-2009 существуют различные формы электронного обучения, такие как мобильное, сетевое, автономное, смешанное и совместное.

Под совместным обучением (collaborative learning) понимается образовательный процесс, в котором многочисленные участники взаимодействуют для достижения общей цели. Для реализации систем совместного обучения необходимо как успешное внедрение программных средств системы поддержки совместного обучения, так и определенное умение преподавателей использовать те или иные инструменты в своей практике для повышения эффективности обучения. Немаловажным является и тот фактор, что для наискорейшего достижения целей необходим постоянный контакт между преподавателем и обучающимся.

1. ПРИМЕНЕНИЕ СОВМЕСТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Совместная деятельность может осуществляться с использованием различных форм коммуникаций и применением различных типов и видов информации. Под совместным электронным обучением понимается образовательный процесс, в котором многочисленные участники взаимодействуют для достижения общей цели. При этом не стоит забывать, что положительный эффект от совместной деятельности возможен только в том случае, когда обе взаимодействующие стороны нацелены на результат. При совместном обучении знания не предоставляются учителем учащимся, а возникают из активного диалога между учащимися, которые стараются понять и применить теории и концепции.

При создании учебно-методического контента могут и должны принимать участие не только преподаватели, но и другие участники образовательного процесса (студенты, слушатели), которые помогают улучшить учебно-методические материалы, а также способы их восприятия: предлагают использовать различные способы визуализации материала, указывают на определенные трудности усвоения или несоответствия другим информационным ресурсам [1].

2. ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ СЕРИИ 19788 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — ОБУЧЕНИЕ, ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА — ТЕХНОЛОГИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА В СИСТЕМАХ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Использование стандартов и спецификаций в процессах дистанционного обучения позволяет организациям планировать политику корпоративного обучения и сотрудничества по обмену опытом. Реализация большинства современных проектов по предоставлению удаленного доступа к лабораторному оборудованию строится как на технологиях e-learning, так и на основе технологий и спецификаций, присущих конкретной области технического знания.

Наличие стандартов важно для любого пользователя информационных технологий, так как именно благодаря стандартизации каждый пользователь может комбинировать оборудование и программы различных производителей в соответствии со своими индивидуальными потребностями. Если единый стандарт отсутствует, то пользователь должен ограничиваться устройствами и программами лишь одного производителя. Стандартизации подлежат как оборудование, так и программное обеспечение, в частности, программы, используемые в электронном обучении.

Технологии совместного обучения включают в себя набор функций, таких как управление документами, организация информации, поиска и др. К каждой из названных функций существует перечень требований, определенных в стандартах. Международные стандарты по технологии взаимодействия участников в обучении, образовании и подготовке сосредоточены на конкретной части совместной деятельности.

Серия стандартов ИСО/МЭК 19778, разработанная 2-ой рабочей группой 36 Подкомитета содер-

жит следующие части, объединенные под общим названием Информационные технологии — обучение, образование и подготовка — технология сотрудничества — рабочее пространство [2—4]:

– Часть 1: Модель данных рабочего пространства обеспечивает представление формата для подробного описания модели данных и в целом определяет структуру модели данных и элементы модели данных для рабочего пространства.

– Часть 2: Модель данных среды взаимодействия определяет структуру модели данных и элементы модели данных для технической инфраструктуры рабочего пространства.

– Часть 3: Модель данных группы взаимодействия точно определяет структуру модели данных и элементы модели данных, устанавливающих и обеспечивающих информацию для участников, использующих рабочее пространство.

ИСО/МЭК 19778-1 определяет основанный на таблицах метод для определения моделей данных. Эта спецификация модели данных используется для определения рабочего пространства модели данных. Данная спецификация модели данных также используется в ИСО/МЭК 19778-2 и ИСО/МЭК 19778-3 для определения схожих компонентов общей среды и группы при взаимодействии участников в отдельных моделях данных [3, 4].

В ИСО/МЭК 19778-2 модель данных общей среды составляет средства взаимодействия и объявляет их функции взаимодействия путём определения их имён. Эти имена могут быть использованы в качестве ссылок на средства взаимодействия и функции взаимодействия, более точно описанные в последующих спецификациях или стандартах.

Главным наполнением этого раздела ИСО/МЭК 19778 является точное определение состава средств взаимодействия, которые включены в сервис(ы) взаимодействия общего рабочего пространства. Так как средства взаимодействия часто предусматривают несколько функций взаимодействия, эти функции взаимодействия также определяются в модели данных среды взаимодействия [2].

Цели данного раздела ИСО/МЭК 19778 заключаются в следующем:

− предоставить стандартизированный способ определения и иллюстрации примером в качестве независимой сущности, сервиса(ов) и связанных сущностей рабочего пространства (это достигнуто при помощи присвоения этим сервисам и сущностям идентификатора общего места работы, уникального в пределах отдельного домена или контекста приложения);

− точно определить технические и инфраструктурные требования рабочего пространства с целью установки, применения, управления, администрирования и оценки его среды взаимодействия.

ИСО/МЭК 19778-3 определяет модель данных для группы взаимодействия. Модель данных группы взаимодействия составляют роли, которые могут играть участники группы взаимодействия, заявляет названных держателей роли для каждой роли, и назначает участников этим держателям роли. В этом разделе «составление ролей» и «присвоение участников держателям роли», как правило, осуществляется путем указания названия ролей и идентификаторов участников. Дополнительная информация об этих ролях и участников может быть указана в «потенциально возможных стандартах и спецификациях будущего» или в положениях об управлении пользователями, которые не включены в этот раздел ИСО / МЭК 19778.

За реализацию данных функций при разработке систем совместного обучения отвечает общее рабочее пространство. Под общим рабочим пространством понимается реализация информационного объекта, охватывающего совместную деятельность группы взаимодействия в среде взаимодействия.

При проектировании модели общего рабочего пространства необходимо определить модели данных, которые позволяют обеспечить переносимость и повторное использование информации в интегрированной форме и допускает возможности замены, хранения, восстановления, повторного использования или анализа реализаций модели данных для множества систем (рис. 1)

Общее рабочее пространство играет важную роль в системах компьютерной поддержки совместного обучения, поэтому немаловажными являются требования к его проектированию. В общем рабочем пространстве происходит обмен информацией, постигаются новые знания и создаются результаты совместной учебной деятельности. Важным требованием к синхронным рабочим пространствам является необходимость обеспечения осведомленности (awareness) — способность системы отображать действия всех участников, включенных в совместное обучение. Для поддержки осведомленности в системах совместного обучения используются специальные программные компоненты. В зависимости от целей и программной реализации системы совместного обучения общие рабочие пространства могут быть гипертекстовые (текстовые), графические (2D) и виртуальные (3D).

Любое рабочее пространство представляет собой комбинацию конкретной общей среды и группы взаимодействия. Физическая реализация рабочего пространства должна содержать данные среды взаимодействия и группы взаимодействия, при этом конкретная реализации модели данных может представлять каждую из этих сущностей в виде отдельных информационных объектов. Взаимосвязь рабочего пространства, общей среды и группы взаимодействия показана на рис. 2.

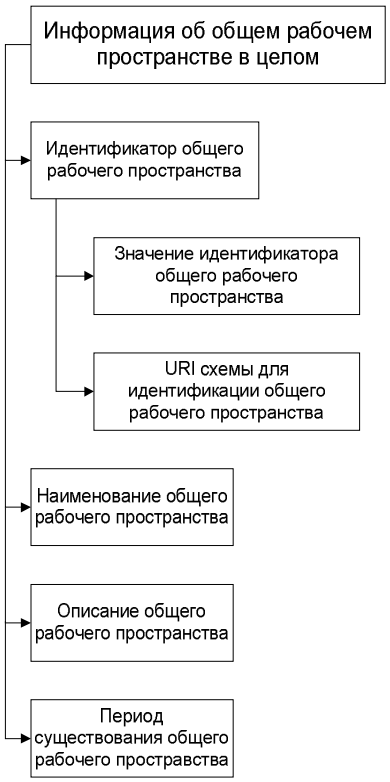


Рис. 1. Модель общего рабочего пространства.

Рис. 2. Компоненты общего рабочего пространства

Под средой взаимодействия понимается один или несколько сервисов взаимодействия, предоставляемых в рамках общего рабочего пространства в целях поддержки совместной деятельности в группе взаимодействия. Под группой взаимодействия — два или более участника, разделяющих общее рабочее пространство и вовлеченных в одну и ту же среду взаимодействия. Для успешной реализации общего рабочего пространства необходимо верно смоделировать группы взаимодействия и среду, с помощью которой участники смогли бы взаимодействовать друг с другом без каких-либо ограничений.

Внедрение и использование технологий совместного обучения влечет за собой появление информации, связанной с группами участников и средами взаимодействия, функциями и средствами, устанавливаемыми для этих групп и используемыми ими. При проектировании модели общего рабочего пространства необходимо определить модели данных, которые позволяют обеспечить переносимость и повторное использование информации в интегрированной форме и допускает возможности замены, хранения, восстановления, повторного использования или анализа реализаций модели данных для множества систем.

3. ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА СИСТЕМ СОВМЕСТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Состав функций системы совместного обучения зависит от множества факторов:

– особенностей целевой аудитории (возраста, физических возможностей, уровня исходной подготовленности по предмету, степени владения информационными технологиями, наличию свободного времени и др.);

– целей и контекста обучения, а также педагогических задач, решаемых с помощью данных систем;

– характера дисциплины и объема соответствующего ей курса, покрываемого системой совместного электронного обучения;

– психолого-педагогической концепции, дидактики и методики;

– организационно-технологических вариантов применения, поддерживаемых системой (работа на локальном компьютере, в локальной вычислительной сети и в режиме удаленного доступа, автономное функционирование, работа в сопряжении с системой управления учебным процессом и т.д.).

В силу различных причин, объединение людей в группы взаимодействия происходит по различным критериям. Подразделение происходит, как по физическим, так и по психологическим параметрам. Во-первых, это специфика психолого-педагогических факторов общения в сети как особого вида коммуникации, появившихся в условиях современной информационной среды. Возникающие в процессе человеческой коммуникации специфические барьеры, которые носят социальный или психологический характер, при дистанционном общении исчезают совсем, либо уменьшается их значимость. Во-вторых, при подготовке специалистов делаются акценты на формирование у студен-

тов способности эффективно применять знания и умения на практике при создании инновационной конкурентоспособной продукции. Что, в свою очередь, заставляет их осваивать новые приёмы и технологии коммуникации, адекватные современной технологичной ситуации для поиска потенциальных заказчиков, партнёров и покупателей.

Формирование среды взаимодействия происходит в зависимости от целей и задач обучения, уровня обучающихся, ИКТ-компетенций преподавателя, а также от технологической подсистемы. После того, как будет произведена оценка вышеуказанных параметров, необходимо выбрать подходящие инструменты взаимодействия, которые и составят основу для общей среды.

Наиболее практически-значимыми являются видеоконференции. Зачастую в основе видеокейсов лежат реальные бизнес ситуации. Обучающимся необходимо проанализировать полученную информацию, спрогнозировать развитие ситуации, используя теоретический материал. Для того чтобы такие задачи были реальны, необходимо адаптировать ситуации, предложенные государственными и частными компаниями. Во время прохождения практической части, группа учащихся знакомится с дополнительным теоретическим материалом, который может быть представлен либо педагогом во время он-лайн конференции, либо статически добавлен в среду обучения. В практикуме могут быть представлены контрольные вопросы следующих типов: вопросы с единственным вариантом ответа (классический вариант контроля, где обучающемуся необходимо дать ответ самому), вопрос с множественным вариантом ответа (формат классического тестирования), задание на выбор соответствий «один-к-одному» или «один-ко-многим», выбор последующего действия с изменением развития сюжета (алгоритмическая структура), задания на установление правильной последовательности действий, разработки бизнес-планов и т.д. Для оценки полученных знаний необходимо проводить тестирования как на входе, так и по завершению занятия или курса. Преподаватель должен контролировать успехи и неудачи студента в системе совместного обучения и выступать в качестве консультанта. Нагрузка преподавателя становится несколько иной. Студент электронной формы обучения сможет получить реальные практические навыки, которых зачастую бывает лишен при традиционном обучении. Однако не стоит забывать и про теоретическую составляющую учебной программы, которая является базой для любой практики. Электронный формат совместного обучения позволяет студенту самостоятельно планировать время и продолжительность занятий. Однако при совместном обучении необходимо помнить и о команде, так как теперь время на решение задачи зависит не только от преподавателя, но и от всех участников команды, что учит коллективной работе, с которой практически все обучающиеся столкнутся в будущем. Практическая ориентированность таких курсов делает его действительно практико-ориентированным и интерактивным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системы совместного обучения совмещают достоинства электронного обучения, а также плюсы классического обучения, за счет развития личности обучаемого, интеллектуального потенциала. Несмотря на немалое количество положительных сторон дистанционного обучения, необходимо помнить и о сложностях внедрения таких систем. Немаловажным является и индивидуализация задач для каждого пользователя. Так как уровень подготовки всех пользователей различен, то это осложняет процесс разработки общих требований для системы дистанционного обучения.

Однако, являясь следствием объективного процесса информатизации, дистанционное обучение представляется как наиболее перспективная форма образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Горбачев Н.Н, Мальченко Н.С.** Создание учебно-методического контента на основе совместной (коллаборативной) работы сетевых сообществ // E-learning world. Мир электронного обучения. Теории и практики. 2012. № 1 (29). С. 27—33.

2. **ИСО/МЭК 19778-1** Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Технология взаимодействия участников. Рабочее пространство. Модель данных рабочего пространства.

3. **ISO/IEC 19778-2:2008** Information technology — Learning, education and training — Collaborative technology Collaborative workplace — Part 2: Collaborative environment data model.

4. **ISO/IEC 19778-3:2008** Information technology — Learning, education and training — Collaborative technology — Collaborative workplace — Part 3: Collaborative group data model.

А.В. Феоктистов, М.В. Ляховец, Т.М. Гулевич, А.А. Федотов
umu@sibsiu.ru; lyakhovets_mv@siu.sibsiu.ru; shemetova@sa.sibsiu.ru; fantomovich@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ВУЗАХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ЦЕНТРАХ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается создание и применение автоматизированного учебно-исследовательского комплекса (УИК), являющегося автоматизированным обучающим комплексом (АОК) на базе широкого применения информационного обеспечения открытых технологий.

Ядром УИК является веб-портал кафедры автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ), функционирующий на базе CMS собственной разработки.

Описана разработка и эксплуатация, приводятся основы методического и информационного обеспечения учебно-исследовательского комплекса «Логос» на примере дисциплин цикла информационно-измерительных технологий.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях активного развития открытого образования остро встают вопросы создания и поддержки информационно-образовательной среды (ИОС) вуза, обеспечивающей едиными технологическими средствами информационное сопровождение и организацию учебного процесса, научных исследований, профессионального консультирования обучающихся.

Основной целью создания ИОС вуза является формирование условий для повышения качества обучения, доступности образования, обеспечения эффективности образовательного процесса и конкурентоспособности вуза.

В настоящее время учебный процесс немыслим без использования технологий удаленной работы с ресурсами вуза. Технологии удаленной работы могут использоваться как вспомогательный (для лучшего усвоения знаний студентами очной и очно-заочной форм обучения), так и базовый (в обучении студентов заочной формы обучения, студентов филиалов и представительств вуза) инструментарий. С расширением сети филиалов технологии дистанционного обучения приобретают особое значение, обеспечивая работу обучаемых всего региона с единой информационной и программно-технической базой головного вуза, позволяя поддерживать требуемый уровень качества обучения, особенно при недостаточной учебно-лабораторной базе.

Особо важное значение в подобных информационных сетях уделяется таким структурным элементам как виртуальные представительства кафедр [1], информационные базы, комплексы программ которых реализуют типовой набор сервисных образовательных услуг и обеспечивают поддержку учебного процесса по дисциплинам кафедры через корпоративную сеть. Наиболее целесообразным представляется построение таких представительств в форме автоматизированных обучающих комплексов (АОК), объединяющих методические указания и пособия, автоматизированные лабораторные установки, принатурные тренажеры [2], нормативные модели деятельности обучаемых и обучающих, функции согласованного их стимулирования с точки зрения достижения общесистемных целей и т. п. в рамках учебно-методических комплексов (УМК) отдельных дисциплин.

1. АНАЛИЗ И ЦЕЛИ РАЗРАБОТКИ УИК

Анализ научных публикаций по вопросу применения технологий дистанционного обучения и собственного опыта в сфере высшего профессионального образования позволил выявить следующие проблемы, которым было уделено особое внимание при разработке автоматизированного комплекса такого рода:

– использование уже ставшего привычным ограниченного круга Интернет-технологий (гипертекст, графика, презентации) не обеспечивает необходимого уровня интерактивности обучения. Обучаемые должны самостоятельно строить свои знания на базе деятельности с реальными и виртуальными объектами, прежде всего в рамках дистанционных лабораторных практикумов;

– недостаточный уровень навыков работы в сети Интернет у отдельных (иногда большинства) обучаемых требует разработки специальных курсов, обучающих работе с создаваемыми системами и внедрения их в учебный план;

– не все обучаемые могут успешно работать с веб-ориентированными информационными системами вследствие индивидуальных особенностей или проблем восприятия (например, человеку из-за плохого зрения трудно долго находиться за компьютером). Требуются возможности многосредного представления информации (курсы через Интернет, курсы на индивидуальных CD-ROM, возможность распечатки материалов);

– почти отсутствует организационное обеспечение, регламентирующее работу преподавателей по разработке и дальнейшей актуализации учебных курсов в Интернете и порядок оплаты за такой труд.

Кроме того, актуальны проблемы адекватного отслеживания результатов и оценки обучения, проблема управления доступом к материалам, содержащимся в разрабатываемых информационных системах и т. д.

К сожалению, в настоящее время ощущается дефицит научно обоснованных разработок для автоматизации управления процессом обучения. Модели и механизмы управления образованием на уровне государства, образовательного учреждения, факультета исследованы в работах многих авторов, но на уровне кафедр и лабораторий такие исследования затруднены многообразием применяемых подходов к организации процесса обучения, отсутствием стандартизации при разработке специального программно-алгоритмического обеспечения. В связи с этим необходимо построение алгоритмов и моделей для управления учебным процессом в техническом вузе в условиях существующего многообразия форм обучения, используемых педагогических подходов, применяемых методик обеспечения учебного процесса в рамках УМК, разработки специального программного обеспечения для управления и поддержки принятия решений на основе накопленного фонда специальных программ и их интеграции с современными системами поддержки обучения.

По результатам анализа существующих систем управления обучением (Learning Management System — LMS), поддерживающих работу в дистанционном режиме, был сделан вывод об общих недостатках таких систем: закрытый исходный код, недостаточная гибкость и сложность модификации под конкретные задачи, высокая цена на данные программные средства. Таким образом, с целью повышения эффективности учебного процесса и расширения функциональных возможностей необходима разработка методики, моделей и алгоритмов построения автоматизированных обучающих комплексов по техническим дисциплинам на основе совершенствования существующих структур и моделей управления, а также алгоритмов и специального программного обеспечения на базе новых информационных технологий.

2. ОПИСАНИЕ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКА

На кафедре автоматизации и информационных систем СибГИУ с использованием рассмотренного подхода и с учетом перечисленных выше требований на основе имеющихся методических, программных, алгоритмических разработок и корпоративной сети университета создана система управления обучением, опирающаяся на широкое применение Интернет-технологий, технологию «тонких клиентов», открытые стандарты (PHP, HTML, XML; SCORM, IMS) и ранее достигнутые результаты в теории и практике создания автоматизированных систем. Автоматизированный учебно-исследовательский комплекс «Логос» внедрен в учебный процесс кафедры для выполнения всех видов работ студентов и аспирантов всех форм обучения, включая профессиональную переподготовку (рис. 1).

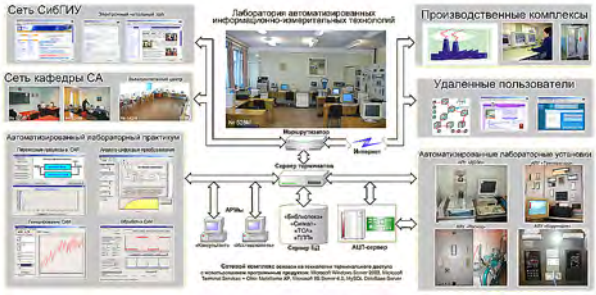


Рис. 1. Структурная схема УИК «ЛОГОС»

Разработанный комплекс представлен как многоагентная АСУ обучением со встроенными интеллектуальными экспертными модулями и программными агентами (рис. 2) на широком применении интернет-технологий и комбинировании стандартного и специального обеспечения [3,4].

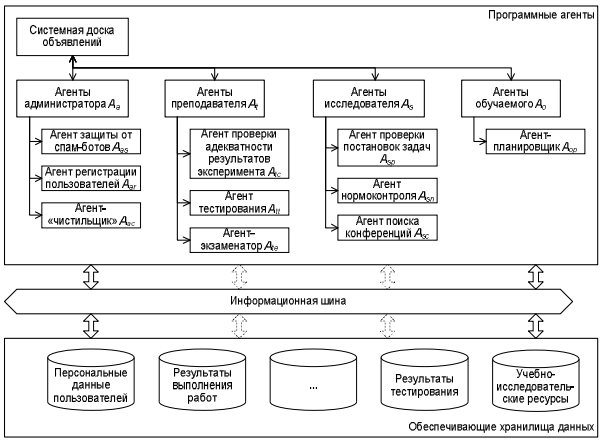


Рис. 2. Структура программных агентов АОК

Ядром автоматизированного комплекса является веб-портал кафедры систем автоматизации (http://www.sa.sibsiu.ru/), реализованный с использованием:

1) языков программирования PHP, JavaScript, Java;

2) языков разметки HTML, XML;

3) языков описания стилей CSS, XSL;

4) СУБД MySQL 4.

Для обеспечения необходимой гибкости комплекса и потенциальной возможности интеграции с действующими системами других вузов, кафедр и учебных центров разрабатываются специализированные драйверы для соединения с другими распространенными СУБД (PostgreSQL, MSSQL, Oracle).

В основу программного обеспечения комплекса заложены концепции объектно-ориентированного проектирования, модульности и расширяемости. Для экспорта и импорта дополнительных модулей

используется разработанный XML-формат. Особое внимание уделяется разработке и поддержанию в актуальном состоянии документации пользователя и разработчика, что позволяет организовывать работу групп разработчиков.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРАБОТАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МОДУЛЕЙ КОМПЛЕКСА

Базовым модулем, обеспечивающим вход пользователя в систему и предоставляющим справочную информацию о кафедре, специальностях, учебных планах, является модуль CMS (Content Management System — система управления содержанием). Модуль CMS отвечает за предоставление пользователям справочной информации общего характера, формирование иерархической структуры разделов сайта, динамическое формирование карты сайта, связь с сотрудниками кафедры и другие стандартные функции веб-порталов.

Реализован гибкий многовариантный модуль управления доступом на основе фундаментальных свойств интерфейса CGI (Common Gateway Interface), широко применяемого при программировании динамических веб-страниц. В зависимости от настроек, формируемых администраторами комплекса и отдельными преподавателями курсов, регистрация пользователей осуществляется либо по заранее подготовленному списку группы, либо в режиме онлайн, либо с дополнительным последующим подтверждением регистрации администратором (что полностью удовлетворяет потребностям учебных групп всех форм обучения). Реализована интеграция базы данных пользователей со службой каталогов Active Directory, что позволяет пользователям с помощью единой учетной записи получать доступ с соответствующими правами как в рамках веб-интерфейса, так и к компьютерам, находящимся в локально-вычислительной сети кафедры (в компьютерных аудиториях, входящих в единый кафедральный домен).

Информационно-справочная система поддержки учебного процесса представлена существующими разработками и вновь созданными подсистемами, включающими:

– распределенную базу данных учебной и научной литературы и методических материалов «Библиограф», с возможностями поиска литературы по критериям, установления многосвязных соответствий учебный материал — учебная дисциплина, публикации вложенных материалов (многотомников, сборников статей) и другими пользовательскими функциями;

– базу данных специализированных программных продуктов, разработанных сотрудниками и студентами кафедры, с возможностями скачивания и применения в обучении;

– базу данных натурных и модельных сигналов, снятых с производственных объектов или сгенерированных (обработанных) обучаемыми при выполнении лабораторных и практических работ. Для хранения данных сигналов разработан специальный формат. Имеется возможность поиска сигналов по критериям (тип объекта, тип датчика, дата снятия сигнала и др.);

– базу данных технических средств автоматизации на основе электронных материалов и каталогов отечественных и зарубежных разработчиков.

Вся информация, хранимая в базах данных, используется при выполнении различных работ по соответствующим курсам. Основной формой представления информации являются документы HTML (как статические, так и генерируемые по запросу пользователя), PDF (переносимый формат Adobe Portable Document Format), RTF и Microsoft Word.

4. ОПИСАНИЕ УИК «ЛОГОС» ПО ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Важнейшей частью автоматизированного комплекса «Логос» является модуль управления обучением, обеспечивающий проведение практических, лабораторных, научно-исследовательских работ, а также программную и информационную поддержку курсового и дипломного проектирования. Для выполнения практических работ подготовлено специальное программное обеспечение, разработанное в средах Sun Java и Macromedia Flash. Лабораторные работы проводятся на натурных автоматизированных лабораторных установках (в том числе в дистанционном режиме) и в виртуальных лабораториях на базе среды National Instruments LabVIEW. Задания для студентов, подгрупп или групп формирует преподаватель при помощи веб-интерфейса. Все действия студента по выполнению работ отслеживаются, ведется статистика посещений. Для оценки знаний обучаемых разработана система текущего (по этапам выполнения работы) и итогового тестирования, соответствующая спецификации IMS QTI. Вывод о допуске студента к защите работы и экзамену (зачету) делается на основании результатов всех тестов после итогового тестирования.

5. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УИК «ЛОГОС»

УИК «Логос» по информационно-измерительным технологиям успешно используется в течение нескольких лет для проведения теоретических, практических, лабораторных, курсовых и научно-исследовательских работ по дисциплинам «Метрология, стандартизация, сертификация», «Технические измерения и приборы», «Программирование», «Технология программирования», «Основы практического применения Интернет-технологий» для специальностей «Автоматизация технологических процессов и производств», «Информационные системы и технологии», а также специальностей других кафедр. Заложенная при проектировании концепция расширяемости позволяет за короткое время с минимальными затратами производить подклю-

чение новых дисциплин. Так в настоящее время производятся работы по расширению спектра охвата дисциплин, преподаваемых и на других кафедрах университета (например, кафедры управления качеством и документоведения), что позволяет перейти от кафедрального к университетскому комплексу.

В таблице 1 приведены статистические данные по использованию АОК в учебном процессе за один год. В системе зарегистрирован 181 студент из 9 студенческих групп 15 студентов группы профессиональной переподготовки «Информационные системы и программирование» и 10 преподавателей.

Таблица 1. Статистика использования основных сервисов веб-портала

Сервис	Зарегистрированных пользователей	Полнота использования	Обращения				Статистика собрана
			Январь	Февраль	Март	Апрель	
Веб-портал (внутр.)	206	1	8344	9596	7216	57265	Webalizer
Веб-портал (внешн.)			11514	11410	10085	67682	
Форум (внутр.)	172	0,83	162	1537	358	4462	
Форум (внешн.)			9039	14317	10907	19115	
Email	199	0,97	214	518	497	612	MTRG
ICQ (внутр.)	101	0,49	2709	3112	2861	—	netams
ICQ (внешн.)	87	0,42	4066	5902	3834	3684	Оригинальный анализатор лог-файлов для QIP
IRC	23	0,11	3903	5135	5061	4237	Внутренние команды IRC-сервера

Для каждого из k сервисов портала целесообразно оценивать полноту его использования Q по формуле:

$$Q_i = \frac{N_i}{N}, \qquad (1)$$

где i — порядковый номер, N_i — число зарегистрированных пользователей сервиса, N — число зарегистрированных пользователей системы. За N принимается число зарегистрированных пользователей веб-портала, т. к. на первом занятии каждой группы проводится общая регистрация в веб-портале.

Для веб-сервисов число обращений рассчитывается в соответствии с числом загруженных страниц (pages), т. к. оценка по количеству хостов (hosts) не будет адекватна в связи с тем, что в течение рабочего дня с одних и тех же компьютеров работают несколько различных пользователей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из накопленного опыта разработки, внедрения и эксплуатации учебно-исследовательского комплекса можно сделать вывод, что использование программных технологий с открытыми исходными кодами для построения АОК на основе интернет-технологий оправдано и целесообразно, так как их функциональность вплотную приблизилась к коммерческим системам, кроме того технология тонкого клиента может успешно использоваться при построении веб-портала учебного назначения. Однако при разработке УИК по измерительным технологиям, а также другим техническим дисциплинам, требующим проведение лабораторного эксперимента, она должна быть дополнена разработкой специализированного ПО, например, виртуальных инструментов LabVIEW, эксперных систем на базе Exsys Corvid и т.д. Наиболее перспективной видится реализация специализированного ПО в форме апплетов Java, что позволяет сохранить тонкие клиенты и обеспечивает высокую переносимость программ.

Внедрение современных информационно-коммуникационных технологий требует скорейшего создания соответствующего организационного обеспечения, в частности, методики оценки труда преподавателей, занятых в данных разработках.

Опыт применения комплекса, который, в том числе, отмечен наградами всероссийских выставок и конференций, подтверждает повышение функциональных возможностей и уровня подготовки специалистов и позволяет рекомендовать его для применения в другие учебные заведения и в инженерных и учебных центрах различных производственных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Абросимов А.Г.** Методологические и практические аспекты создания информационно-образовательной среды вуза // Научные труды VI Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики, экономики и права». Книга «Информатика». — М.: МГАПИ, 2003. С. 4—8.

2. **Авдеев В.П., Кустов Б.А., Мышляев Л.П.** Производственно-исследовательские системы с многовариантной структурой. — Новокузнецк: Кузбасский филиал Инженерной академии, 1992. — 188 с.

3. **Гулевич Т.М., Бауэр И.К.** Состав и реализация автоматизированного учебно-исследовательского комплекса по информационно-измерительным технологиям // Информационные технологии моделирования и управления. 2007. № 2 (36). С. 165—171.

4. **Гулевич Т.М., Кулаков С.М., Бауэр И.К., Федотов А.А.** Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007611746. Программное обеспечение учебно-исследовательского комплекса «Логос» — № 2007610234; Заявл. 26.01.2007; Опубл. 25.04.2007.

А.Б. Фролов, А.М.Винников, М.А. Крыгин, Н.Ю. Марьин
abfrolov@mail.ru, al.vin@bk.ru; makrygin@gmail.com; nikitam357@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АЛГЕБРАЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОСТОРОННИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

Представлен дистанционный электронный образовательный ресурс «Алгебраический процессор НИУ «МЭИ» и рассмотрены особенности его применения для моделирования и анализа безопасности многосторонних вычислений в защищенных коммуникационных системах.

ВВЕДЕНИЕ

Многосторонние вычисления (multi-party computations) характерны для современных защищенных коммуникационных технологий. Посредством соответствующих протоколов участвующие в вычислениях стороны находят решение, зависящее от предварительно распределенных или сгенерированных каждой стороной конфиденциальных исходных данных.

Описываемый в статье дистанционный образовательный ресурс, обеспечивает реализацию алгебраических алгоритмов и протоколов многосторонних вычислений на основе методов алгебраических библиотек по готовым или составляемых по подсказкам ресурса программам.

1. СОСТАВ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИИЯ

Дистанционный электронный образовательный ресурс (ЭОР) «Алгебраический процессор НИУ «МЭИ» обеспечивает удаленный доступ к алгебраическим библиотекам, в частности к алгебраической библиотеке MPEI AAL (MPEI Algebraic Abstractions Library), при вычислениях в различных числовых, полиномиальных и эллиптических структурах по составляемым с подсказками алгебраического процессора программам или по готовым программам из лабораторного практикума. Он был создан в развитие локальной версии [1, 2] и представляет собой комплекс программных средств, объединенных дистанционным интерактивным web-интерфейсом, обеспечивающим удаленный доступ как к теоретическим материалам изучаемых курсов, так и к интерактивным программам взаимодействия с вычислительными ресурсами в процессе реализации алгебраических вычислений с визуализацией результатов.

Он поддерживает теоретическое и практическое изучение свойств и алгоритмов конечных групп, колец, полей, групп точек эллиптических кривых и основанных на этих алгебраических структурах алгоритмов и протоколов, изучаемых в различных дисциплинах. Передаваемые web-транзакции разделяются на два класса: транзакции, доступные конкретному пользователю, и транзакции, доступные всем пользователям сети, что позволяет моделировать многосторонние вычисления [3] в защищенных коммуникационных системах и атак на них. Также обеспечивается дистанционный доступ к формированию и использованию информационного содержания лабораторного практикума и доступ к системной информационной поддержке дистанционного ресурса.

Ресурс предназначен для использования при выполнении лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов, выпускных работ бакалавров и других видов самостоятельной работы, а также для демонстрации изучаемых алгебраических аспектов дисциплины и моделирования работы систем на их основе при чтении лекций. Используется в частности при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 230100 «Информатика и вычислительная техника», 010400 «Прикладная математика и информатика».

Теоретические разделы ресурса подготовлены авторами на основе изданий [4, 5]. Функциональные возможности ресурса достаточны для воспроизведения (моделирования) и программирования большинства алгоритмов и криптографических протоколов, приведенных в этих изданиях.

2. ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

Ниже перечислены алгебраические структуры, в которых возможны вычисления с использованием интерактивных средств «Алгебраического процессора».

1. Z, Z_n, F_p — кольцо целых чисел, кольца вычетов по модулю *n*, простые поля характеристики *p*;

2. $GF(p^2)$ — квадратичные расширения простых полей $GF(p)$;

3. $GF(2)[X], GF(2)[X]_{f(X)}, GF(2^n)$ — кольца многочленов над полем *GF*(2), кольца вычетов по модулю многочлена *f*(*X*), поля $GF(2^n)$;

4. $GF(3)[X], GF(3)[X]_{f(X)}, GF(3^n)$ — кольца многочленов над полем *GF*(3), кольца вычетов по модулю многочлена *f*(*X*), поля $GF(3^n)$;

5. $GF(2^{m^4})$ — расширения четверной степени полей $GF(2^m)$, порождаемые корнем многочлена $1+Y+Y^4$;

6. $GF(3^{m^6})$ GF(3^{2m}) — расширения второй степени полей $GF(3^m)$, порождаемые корнем многочлена $2+Y+Y^6$; 2+Y+Y^2;

7. GF(3^{m^{2×3}}) — расширения третьей степени полей GF(3^{2m}), порождаемые полиномом 1+2Y+Y^3

7. $EC(GF(p))$ — группы точек эллиптических кривых над полями простой характеристики;

8. $EC(GF(p^2))$ — группы точек эллиптических кривых над квадратичными расширениями полей простой характеристики;

9. $EC(GF(2^n))$ — группы точек эллиптических кривых над полями характеристики два;

10. $EC(GF(3^n))$ — группы точек эллиптических кривых над полями характеристики три.

При выборе любой из этих структур по соответствующему элементу панели пользователь получает меню операций для работы с любой из алгебраических структур, перечисленных в обозначении элемента.

В ряде случаев, например при вычислении порядка элемента той или иной группы, используется разложение порядка группы. Разложение порядков мультипликативных групп полей характеристики два и три может быть получено из базы данных на основе каннингемовского проекта (The ***Cunningham Project***) [6] в интерактивном режиме. Для разложения других больших чисел используется функция msieve библиотеки [7], а для вычисления порядков эллиптических кривых — функции schoof и schoof2 библиотеки M.I.R.A.C.L. [8].

Теоретическую базу используемой алгебраической библиотеки MPEI AAL составляют теория конечных полей и теория эллиптических кривых.

Библиотека включает функции, реализующие:

1. Теоретико-числовые алгоритмы: вычисления символов Лежандра и Якоби, извлечения квадратного корня из квадратичного вычета по модулю простого числа и по составному модулю с известным его разложением; различные модификации алгоритма Евклида (основной, расширенный, бинарный, основной, расширенный бинарный, расширенный для нахождения обратного элемента).

2. В числовых и полиномиальных кольцах и конечных полях основные (сложение, умножение) и производные (деление с остатком, приведение по модулю, обращение, возведение в степень) операции.

3. В группах точек эллиптических кривых основные (сложение и удвоение, взятие противоположной точки) и производные (взятие точки, вложение данных и скалярное умножение, искажающее отображение, спаривание) операции.

4. Алгоритмы генерации и тестирования больших простых чисел, неприводимых и примитивных многочленов, многочленов, порождающих нормальный базис, образующих элементов и элементов высокого порядка.

3. ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭОР ДЛЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Имеются следующие способы организации алгебраических вычислений посредством алгебраического процессора.

а) Вычисления на сервере по программе, отправляемой на сервер с удаленного дисплея с представлением результатов вычислений на удаленном дисплее. Предварительно программа составляется пользователем или вызывается на удаленный дисплей с сервера по его запросу.

Пример 1. На рис.1 приведен программа генерации и тестирования простого числа длиной 50 бит, которая может быть выполнена на сервере кафедры математического моделирования (ММ) «НИУ «МЭИ» с любого удаленного компьютера.

На рис. 2. Показан результат, доставленный на удаленный компьютер.

```
p=Integer()
   print "Получение псевдопростого числа p=",
print p.GeneratePrime(50)
order=Integer()
print "p-1=", order.Sub(p,Integer(1))
res=FactorizationAlgorithms(order).
MsieveDecomposition()
print "Разложение p-1:", res.toList()
print "Подтверждение по тесту Люка,
что p есть простое число: "
print Integer().ModifiedTestLuka(res, p)
```

Рис. 1. Программа получения простого числа длиной 50 бит

```
  Получение псевдопростого числа p=
AAL.Integer(632643794244151)
  p-1= AAL.Integer(632643794244150)
  Разложение p-1:[('2','1'),('3','1'),
('5','2'),('13','1'),('523','1'),
('620330239','1')]
  Подтверждение по тесту Люка, что p
есть простое число: True
```

Рис. 2. Результат исполнения программы, представленной на рис. 1

б) Вычисления на удаленном компьютере по исполнимому файлу, загружаемому с сервера по запросу пользователя, и с представлением результатов вычислений на удаленном дисплее.

Такой вариант применения алгебраического процессора позволяет использовать исполнимые файлы тех или иных программ, разработанных ранее для исполнения на локальных рабочих местах.

c) Многосторонние вычисления на сервере по программам, отправляемым на сервер с различных удаленных дисплеев с представлением результатов на соответствующих удаленных дисплеях. Предварительно программы вызываются на удаленный дисплей и, возможно, редактируются пользователем.

Простейшими примерами таких протоколов являются протокол согласования общего ключа Диффи-Хеллмана и однораундовый протокол согласования общего ключа тремя участниками Жу.

Именно в этом варианте для имитации атак на протоколы существенно разделение транзакций на общедоступные и доступные конкретному пользователю. Дистанционный алгебраический процессор был применен, например при моделировании и анализе системы учета потребления ресурсов, сохраняющей приватность трафика потребления [9].

4. ДИСТАНЦИОННЫЙ ЭОР КАК ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ

В дистанционном ЭОР «Алгебраический процессор НИУ «МЭИ» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013615738 от 19 июня 2013 г.) для выполнения программ, аналогичных программе, показанной выше, используется интерпретатор языка Python, к возможностям которого добавлены функции Алгебраической библиотеки MPEI AAL. Связывание осуществляется через прикладной программный интерфейс языка (C API), который позволяет вызывать в программах функции из библиотек и других компилируемых модулей, написанных на C и C++. Реализован способ автоматизации связывания с помощью генератора интерфейсов SWIG (англ. Simplified Wrapper and Interface Generator) [10].

Такой подход позволил интегрировать разные программные компоненты, предоставляя доступ к компилируемому коду при отсутствии его аналога на скриптовом языке. Он обладает следующими преимуществами:

1. Скриптовый движок Python, предоставляя доступ к алгебраической библиотеке в режиме командной оболочки, что позволяет ускорить работу с библиотекой, поскольку нет необходимости перекомпилировать выполняемый код.

2. Есть возможность автоматизировать выполнение определенных операций на различных наборах входных данных с использованием текстовых скриптов.

3. C++ хорошо подходит для алгебраических задач, когда быстродействие играет важную роль. Однако для рядовых задач, по статистике, только 20 % времени тратится на выполнения 80 % кода. Для этих 80 % не критичного к времени выполнения кода используется интерпретируемый язык высокого уровня. Такой вариант сочетает лучшие качества обоих программных сред: быстроту компилируемого C++ и богатую стандартную библиотеку Python, включающую средства для работы со многими сетевыми протоколами, элементами интерфейса пользователя, форматами сериализации данных и криптографическими протоколами, что позволяет создавать на его основе сложные приложения. Также в языке имеется набор встроенных средств для научных вычислений: поддерживаются многозначные и комплексные числа, построение графиков и диаграмм и даже символьные вычисления.

4. Благодаря использованию в Python сборщика мусора, программист может не беспокоиться об утечках памяти при использовании динамических объектов библиотеки.

Использование генератора интерфейсов SWIG позволяет сократить до минимума необходимую работу и обработать большой объем кода. SWIG автоматически генерирует функции доступа для заданных структур, классов и функций по специальным файлам (интерфейсным модулям). На выходе получается динамическая (разделяемая) библиотека, которую интерпретатор может подключать в качестве расширения.

На рис. 3 показаны отношения компонентов среды разработки библиотеки MPEI AAL. Созданием такой среды мы обеспечиваем независимость разрабатываемой нами библиотеки от различных компиляторов и языков программирования.

Работа дистанционной версии алгебраического процессора заключается в предоставлении совместного доступа к интерпретатору для удаленных пользователей. Благодаря использованию на сервере языка python можно решить большинство задач с помощью множества доступных средств сетевого взаимодействия. Особое внимание уделено работоспособности приложения в случаях изменения количества пользователей и, соответственно, нагрузки на сервер, освобождению неиспользуемых ресурсов, а также контролю возможных рисков недоброкачественного их использования (переполнения памяти, глубины рекурсии, зависаний). памяти, глубины рекурсии, зависаний).

На стороне клиента используется набор шаблонов верстки, оформления и компонентов веб-интерфейса. Компоненты на стороне клиента подобраны для максимальной совместимости с различными устройствами и разными разрешениями экранов. Используются возможности адаптивной верстки, когда на большом расширении используется растягивающаяся разметка, при уменьшении ─ ширина колонок в сетке макета фиксируется, а там, где это необходимо, элементы выравниваются вертикально вместо использования обтекания.

В заключение приведем заимствованное программное обеспечение и параметры сервера и программного обеспечения собственно ресурса.

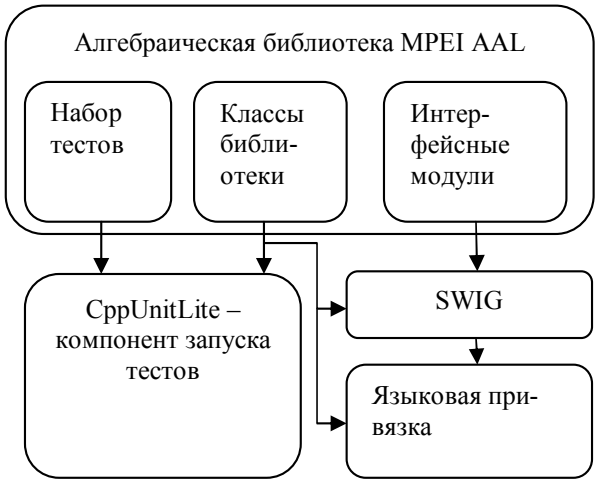


Рис. 3. Отношения компонентов среды разработки библиотеки MPEI AAL

На сервере помимо библиотеки MPEI AAL используется функция msieve библиотеки [7], функция schoof и schoof2 библиотеки M.I.R.A.C.L. [8], интерпретатор python 2.7.2, фреймворк bottle.py 0.11, сервер cherrypy 3.1.2, субд sqlite 3.7.7.

На стороне клиента (через сервер) используются следующие библиотеки: prettyprint.js, bootstrap, ace editor, cleditor, jqconsole, knonckout.js. При создании раздела «Справка» использованы программы pydoc, markdown, xsltproc. Все заимствованные и использованные при создании ресурса программы, как и дистанционный алгебраический процессор, распространяются для образовательных целей свободно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в данной статье дистанционный образовательный ресурс был успешно применен в лабораторном практикуме и при чтении лекций криптографического цикла для теоретического и практического освоения многосторонних вычислений в защищенных коммуникационных системах, а также а научной работе студентов и аспирантов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 11-01-00792а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фролов А.Б., Гашков С.Б., Винников А.М.** Электронный образовательный ресурс «Алгебраический процессор» // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО 2012». — М.: Издательский дом МЭИ. С. 517—520.

2. **Программное** средство «Алгебраический процессор» / А.Б. Фролов, С.Б. Гашков, А.Ю. Белова и др. // Информатизация инженерного образования. Электронные образовательные ресурсы МЭИ. Вып. 3. 2008. С. 271—274.

3. **Введение** в криптографию / Под ред. В.В.Ященко. — Спб: Питер, 2001.

4. **Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б. Часовских А.А.** Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Алгебраические и алгоритмические основы. — М.: КомКнига, 2012.

5. **Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б.** Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Протоколы криптографии на эллиптических кривых. — М.: КомКнига, 2012.

6. **John Brillhart D.H., Lehmer, J.L. Selfridge, Bryant Tuckerman, and S.S. Wagstaff, Jr.** Factorisations of $b^n \pm 1$, b=2,3,6,7,10,11 up to high powers. Amer. Math. Soc., Providence, Rhode Island, 2002. http://www.ans.org/online_bks/conm22

7. **Msieve** integer factorization library. http://www.boo.net/~jasonp/qs.html

8. **Multiprecision** Integer and Rational Arithmetic C/C++ Library.www.cs.sunysb.edu/.../implement.shtml

9. **Cristina Rottondi 1, Giacomo Verticale, Antonio Capone.** Privacy--preserving smart metering with multiple data. Computer Networks 57 (2013) 1699—1713.

10. **Guido van Rossum.** Python/C API Reference Manual. CreateSpace, 2009.

Л.Л. Хруслов, В.М. Пузиков, Ф.Х. Кулахметов, С.И. Киреев
Khruslovll@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ИНТЕРНЕТ МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ МЭИ (ТУ) РТП34 ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается фрагмент образовательной программы на базе комплексной системы непрерывного контроля текущих параметров качества (ТПКЭ) и показателей качества (ПКЭ) электрической энергии трансформаторной подстанции РТП34 МЭИ с использованием ее в учебном процессе через Интернет.

ВВЕДЕНИЕ

Удаленный доступ через Интернет к реальному оборудованию позволил создать принципиально новую образовательную инфраструктуру учебного процесса для различных электротехнических профилей высших учебных заведений России и отраслевых образовательных центров различного уровня.

Новшеством, вносимым системой мониторинга в образовательный процесс, является интерактивность. Это позволяет развивать активные формы обучения, полезные для целей образования и эффективные с точки зрения временных затрат.

Предлагаемый вариант трансформаторной подстанции МЭИ дает возможность проводить дистанционные измерения, научные исследования, демонстрацию работы оборудования в режиме реального времени в ограниченно доступном помещении повышенной опасности и может рассматриваться в качестве пилотного проекта для создания группы интеллектуальных трансформаторных подстанций в качестве основы для «умной» сети микрорайона НИУ «МЭИ» (Smart Micro Grid MPEI).

1. СПЕЦИФИКА СОВРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

К настоящему времени в вопросах электроснабжения и электросбережения (ЭЭ) Россия подошла к определенному качественному рубежу, связанному с изменением характера потребления электрической энергии в соответствии с современными тенденциями мировой практики.

Наблюдается снижение уровня потребления электроэнергии в трехфазных сетях с линейными нагрузками 6—10 кВ и повышение уровня потребления в однофазных сетях 0,4 кВ. Так в структуре потребления ЭЭ в США уровень потребления электрической энергии при напряжении 0,4 кВ «частный и коммерческий сектора» составляет 73 %, а при напряжении 6—10 кВ «промышленный сектор» 27 % [1].

Одновременно происходит рост числа нелинейных потребителей ЭЭ из-за активного внедрения силового электронного оборудования и, как следствие, возникновения высших гармоник тока в сетях 0,4 кВ.

В начале 60-х годов началось активное внедрение силовой электроники: устройства частотного регулирования, импульсные источники питания, ЭВМ, офисное оборудование, бытовая техника, компактные люминесцентные лампы и т.д.

К 80-тым годам высшие гармоники тока в электрических сетях 0,4 кВ впервые были признаны серьезной проблемой в США, а затем в Европе и Японии. Это было связанно с массовым распространением IT-технологий [2].

На рис. 1 представлен график роста нелинейных нагрузок в современных сетях 0,4 кВ, из которого следует, что в настоящее время практически более 80 % всех нагрузок являются нелинейными. Произошло резкое увеличение высших гармоник в токе и напряжении, что привело к ухудшению качества ЭЭ и повышению уровня дополнительных потерь в распределительных сетях, включая силовые трансформаторы.

Рис.1. График роста нелинейных нагрузок в современных сетях США 0,4 кВ

На рис. 2 представлен принцип и результаты расчёта на упрощённой модели работы электронного ключа S, поясняющие возникновение высших гармоник тока в устройствах силовой электроники. В зависимости от состояния ключа S ток в цепи может иметь разные формы. После разложения в ряд Фурье несинусоидальный ток нагрузки in(t) может быть представлен в виде суммы токов гармоник (Fr) — 1, 3, 5, 7, 9.

Можно утверждать, что современная сеть электроснабжения 0,4 кВ буквально засорена высшими гармониками.

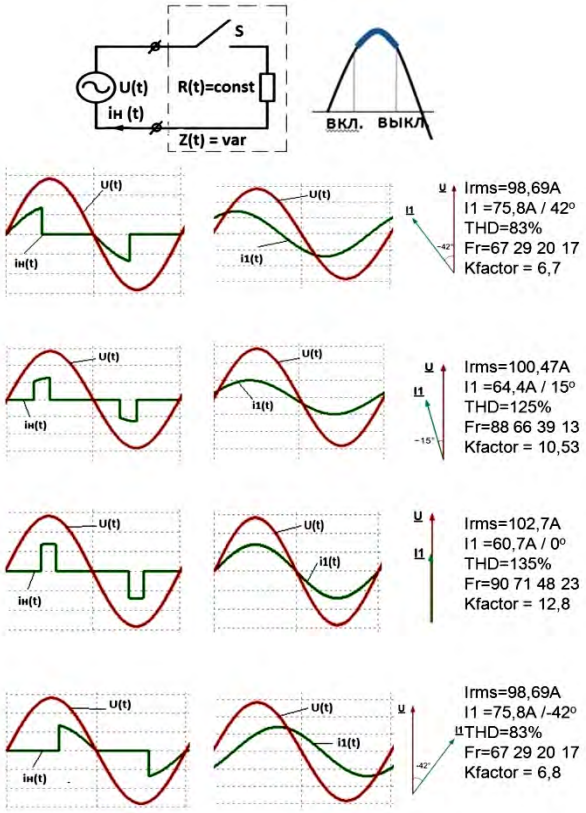


Рис. 2. Возникновение высших гармоник в современных сетях

С целью удобства сравнения для всех форм токов выбраны одинаковые реальные действующие значения Irms = 100А.

Несмотря на отсутствие в цепи реактивных элементов между первой гармоникой тока i1(t) и напряжением u(t) появляется фазовый сдвиг. Сдвиг может быть опережающим (емкостным), нулевым (резистивным) или отстающим (индуктивным) в зависимости от моментов коммутации ключа S.

Известно, что практически во всех современных технических средствах присутствует преобразователь напряжения переменного тока в так называемый вторичный источник питания (ВИП). Как правило, ВИП — это одна из разновидностей источников постоянного тока. Из-за преобразователя переменный ток сети 50 Гц становится несинусоидальным. Таким образом, появление высших гармоник в современных сетях 0,4 кВ в основном определяется несовершенством ВИП.

Уровень высших гармоник может быть уменьшен встроенным или внешним активным фильтром. Однако следует иметь в виду, что при некоторых способах фильтрации гармоник тока, амплитуда и угол сдвига между первыми гармониками тока и напряжения могут не измениться.

В компактных люминесцентных лампах и светодиодных светильниках первая гармоника тока как правило опережает первую гармонику напряжения.

В устройствах диммерного (тиристорного) регулирования света первая гармоника тока отстаёт от первой гармоники напряжения.

Ток в нейтрали трехфазной сети создаётся гармониками кратными трем и может превышать фазный ток в 1,5—2 раза.

Это приводит к известным отрицательным последствиям: перегрев и разрушение нулевых рабочих проводников кабельных линий; ошибки измерительных трансформаторов тока и неточность измерения энергии счетчиками; дополнительные потери и снижение уровня допустимой мощности для понижающих силовых трансформаторов; ложное срабатывание предохранителей и автоматических выключателей; ускоренное старение изоляции проводов и кабелей; снижение коэффициента мощности электроустановок; преждевременный выход из строя электродвигателей, и т.д.

При обучении специалистов в области электроэнергетики, необходимо обращать особое внимание на специфику расчетов, разработки, проверок электрического оборудования и сетей при существующих искажениях формы тока в современных сетях.

2. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Основой мониторинга РТП34 МЭИ является Информационно-Измерительный Комплекс Систем Электроснабжения (ИИКСЭ), состоящий из децентрализованных, синхронизированных внешним эталоном времени средств измерения с дистанционным доступом через Интернет по веб-технологии.

Измерительный комплекс представляет собой программно-аппаратный продукт, предназначенный для контроля, отображения, архивирования основных параметров электроэнергии общеинженерных сетей, установок климатконтроля, источников бесперебойного питания, дизель-генераторных установок и дает возможность контролировать работу системы электроснабжения локально и дистанционно по сети Интернет (Ethernet, GSM). В систему могут быть интегрированы счетчики электрической энергии по высокой и низкой сторонам, применяемые в автоматизированных системах коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

Разработаны анализаторы качества электроэнергии МАГИСТР DM-306, МАГИСТР-430 КЭ, анализаторы состояния коммутационных аппаратов МАГИСТР DM-312 и программный продукт «ИИКСЭ» включены в государственный реестр средств измерений РФ.

Методы измерений показателей качества электрической энергии в анализаторе МАГИСТР-430 КЭ соответствуют ГОСТ Р 51317.4.30-2008.

Анализатор качества измеряет основные параметры электроэнергии в узловых точках распределения электрической энергии: установившиеся значения напряжений и отклонения; размах изменений напряжений; длительности провалов напряжений; параметры временных перенапряжений; действующие значения тока по трем фазам.

На основании измерений напряжений и токов по трем фазам рассчитываются значения полной мощности, активной мощности, коэффициента мощности и ряда других параметров, представленных на рис. 3.

17:16:24 21.03.2012	L1	L2	L3	СР/СУМ
Основные характеристики				
U (V)	230.88	232.07	229.85	230.93
E (V)	399.65	399.46	400.55	399.89
I (A)	1.66	1.74	1.75	1.72
S (VA)	383.35	403.11	402.25	1188.71
P (W)	292.98	297.05	302.27	892.3
Q (VAR)	247.22	272.5	265.4	
Qh (VAR)	169.91	189.64	190.08	549.63
pf	0.76	0.74	0.75	0.75
Гармонический состав				
U1 (V)	230.71	231.85	229.71	230.76
I1 (A)	1.46	1.51	1.55	1.51
P1 (W)	290.31	293.63	298.66	882.6
cos(Ψ1)	0.86	0.84	0.84	0.85
U3,U5,U7,U9 (%)	2 0 1 1	2 1 1 1	2 1 1 1	
I3,I5,I7,I9 (%)	45 17 14 8	48 19 16 9	45 19 13 8	
Коэффициенты				
THD-U (%)	2.63	2.48	2.83	2.65
THD-I (%)	53.66	56.78	52.96	54.47
Kcr(U)	1.39	1.4	1.39	1.39
Kcr(I)	1.86	1.93	1.91	1.9
K-factor	8.2	8.75	7.13	8.03
Flicker	0.32	0.26	0.27	0.28
Частота (Hz) f=49,99	Нул. посл-ть, % K0u=0,69		Обр. посл-ть, % K2u=0,17	
10:39:28 21.03.2012	Провал, % 100		t=11586 ms	
09:19:56 21.03.2012	Перенапр. 1,32		t=19ms	

Рис. 3. Текущие параметры качества ЭЭ

ИИКСЭ поддерживает различные протоколы: CAN, SNMP, ModBus, LonWork и т.д. В систему дополнительно можно интегрировать различные устройства, имеющие интерфейс передачи данных (счетчики энергии, щитовые приборы, PLC контроллеры, ИБП, узлы системы кондиционирования, ДГУ и т.д.), что обеспечивает:

– просмотр измеряемых ТПКЭ в виде графиков, осциллограмм, спектров; сохранение информации в графических и текстовых файлах; подсчет количества провалов напряжения, перенапряжений и импульсов напряжения;

– контроль штатных и аварийных событий, которые отображаются на специальных экранных формах однолинейно-структурных схем с использованием анимации и изменения цветности

– просмотр измеряемых параметров в режиме реального времени, в том числе формы напряжений и токов по трем фазам (осциллограммы);

– анализ гармонического состава токов и напряжений;

– архивирование измеряемых параметров;

– создание протокола показателей качества электроэнергии по архивным данным, в соответствии с ГОСТ 13109-97 или ГОСТ Р 54149—2010, а также в расширенном варианте [3];

– подсчет количества провалов напряжения и импульсов перенапряжения на выбранном промежутке времени с отображением в виде таблицы;

– сохранение полученных графиков в графических файлах, а текстовой, табличной информации — в текстовых файлах;

– рассылку оповещений по e-mail и с помощью sms о аварийных и нештатных ситуациях.

ИИКСЭ является гибкой, масштабируемой и легко интегрирующейся в существующие системы контроля.

Структурно комплекс объекта является распределенной децентрализованной сетью периферийных контроллеров, объединенных или промышленной шиной CAN, или через интерфейсы RS-232, RS-485, Ethernet, по которым происходит обмен информацией между контроллерами и серверами обработки данных. ИИКСЭ допускает подключение приборов других производителей по соответствующим протоколам, в том числе по протоколам на базе МЭК61850.

Измерение показателей качества электрической энергии производится по стандартам EN 50160, ГОСТ Р54149-2010, ГОСТ Р51317.4.30, синхронизация производится внешним эталоном времени. Ежесуточно формируется протокол ПКЭ в соответствии с ГОСТ Р53333-2008.

Система адресована шести основным категориям специалистов: персоналу дежурной смены электриков; инженерному составу службы главного энергетика; научно-инженерному составу внешней специализированной организации, помогающей в анализе нештатных ситуаций; менеджерам (не электрикам) среднего и высшего уровня; студентам высших и специальных учебных заведений; научным работникам, для которых создан новый исследовательский инструментарий.

Прямое, непрерывное измерение и архивация ТПКЭ соответствует современной тенденции сплошного мониторинга основных параметров электрической энергии аналогично системам мониторинга ведущих теле-радио комплексов России.

3. МОДЕРНИЗАЦИЯ РТП34 МЭИ

Две тенденции — информатизация промышленности и информатизация образования могут быть сопряжены и дать качественно новый подход в методологиях традиционного обучения, повысить уровень подготовки будущих специалистов.

Примером сопряжения производственного и учебного процессов является новая образовательная структура МЭИ «Распределительная трансформаторная подстанция 10/0,4 7000 кВА с интернет-доступом».

В 2007 году в рамках инновационной образовательной программы МЭИ (ТУ) произведена полная модернизация действующей распределительной трансформаторной подстанции РТП34 и создана комплексная система непрерывного интернет-контроля ТПКЭ с использованием этих параметров в учебном процессе. При модернизации РТП34 удалось применить специализированное производственное оборудование в качестве учебного объекта с уникальной измерительной технологией и ознакомить сообщество электротехников с образовательными возможностями МЭИ.

В узловых точках РТП34 осуществляется полный контроль электрических параметров по высокой стороне — 10 кВ (12 напряжений, 42 тока) и низкой стороне — 0,4 кВ (15 напряжений, 99 токов) (рис.4). По измеренным мгновенным значениям напряжений и токов трех фаз рассчитываются значения полной и активной мощностей, различные коэффициенты и ряд других параметров. Производится спектральный анализ форм напряжений и токов; выделяются параметры первой и высших гармоник вплоть до сороковой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Измерительный комплекс дает возможность производить оценку реальных потерь в линиях электропередач и силовых трансформаторах и обеспечить инструментальный контроль энергосбережения.

Совокупность ИИКСЭ различных объектов можно рассматривать в качестве дополнительного инструмента для анализа стационарных и аварийных процессов распределённых энергетических систем.

Данные ИИКСЭ РТП34 успешно применяются в учебном процессе на кафедре ЭЭА МЭИ и различных программах по повышению квалификации, включая «Параметры качества электрической энергии и оценка их влияния на качество ЭЭ присоединенных потребителей РТП34».

В учебном процессе используются демонстрационные материалы по курсам:

– аппараты высокого напряжения;

– силовые электронные аппараты;

– электрические аппараты до 1000 В.

Рис.4. Новая секция в РТП34 МЭИ

ИИКСЭ содержит материалы для самостоятельных работ по направлениям:

– оценка динамики нагрузки РТП34 в зависимости от временных параметров (сутки, неделя, месяц, год, зима/лето);

– выбор параметров электрических аппаратов с учетом реального потребления электрической энергии — соотношение установленных и расчетных мощностей.

Интернет-доступ к web-ресурсу ИИКСЭ РТП34 предоставляется без оплаты и оформляется актом об использовании в учебном процессе. На веб-странице: http://www.magistr.tv/iikse/rtp34/rtp/tp34_main1.html можно ознакомиться с системой контроля РТП34 и видеоматериалом доклада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **IEEE** Power & Energy magazine June 2012, pp 30-37.

2. **Стандарт** IEEE 519-1992 Допустимые уровни гармоник напряжений и тока для сетей США.

3. **ГОСТ** 54149-2010 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

Р. Б. Шаталов
Dredd007@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет», Самара

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УНИВЕРСИТЕТОВ С ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

АННОТАЦИЯ

Разработан комплекс программных модулей, обеспечивающих мониторинг взаимодействия университетов и общеобразовательных учреждений России в направлении развития одаренности старших школьников. Формулируется цель и задачи работы, кратко описывается структура разработанной Базы данных, содержание пяти крупных программных модулей, формирующих 8 динамических страниц системы. Приводится разработанная методика комплексной оценки рейтингов университетов по совокупности частных показателей.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа выполнялась в соответствии с планом работ Координационного совета Ассоциации строительных вузов по работе с одаренными школьниками. В результате работы системы ОДАРМОЛ, составной частью которой являются разработки автора настоящей работы, к настоящему времени в системе размещено более 650 предложений тематики индивидуальных проектов школьников и ведется мониторинг научного консультирования около 200 проектов, выполняемых школьниками 23 школ различных регионов России.

1. ОБЗОР ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Задача работы с одаренной молодежью очень важная. Однако события последнего времени:

– утверждение Президентом РФ 3.04.12 «Концепции общенациональной системы выявления и развития молодых талантов»;

– утверждение Президентом РФ 7.05.12 Указа «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»;

– ввод в действие 2.06.12 Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования

создают предпосылки и одновременно требуют перевести эту работу на более высокий уровень. Базируясь на ранее выполняемых проектах ФЦПРО, необходимо было перейти к формированию в стране в течение 2013—2015 годов ЦЕЛОСТНОЙ СИСТЕМЫ РАБОТЫ С ОДАРЕННЫМИ СТАРШИМИ ШКОЛЬНИКАМ.

2. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Учитывая высшую роль в профориентации, а также Приказ Министерства образования и науки № 413 от 17 мая 2012 г. [2], где речь идет о выполнении школьниками индивидуальных проектов исследовательской направленности под руководством тьюторов (учителей), Ассоциация строительных ВУЗов совместно с Самарским государственным архитектурно-строительным университетом разработали информационную систему ОДАРМОЛ, ***направленную на оказание помощи общеобразовательным организациям (школам) в поиске и развитии одаренных старших школьников.***

Система ***ОДАРМОЛ*** дает возможность заинтересованному ученику 8-11 класса выбрать увлекательную и престижную тему для своего индивидуального проекта, консультирование которого (***очно или дистанционно, через электронную почту или скайп***) готов осуществлять ученый крупного университета. Темы специально сформулированы в обобщенном виде, чтобы можно было их конкретизировать уже в общении вузовского ученого со школьником и его школьным учителем (тьютором), который непосредственно будет руководить выполнением проекта.

3. МЕТОДИКА РАНЖИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МОНИТОРИНГА

В системе мониторинга предусмотрено ранжирование университетов по востребованности, активности и результативности. При этом возникает задача комплексной оценки эффективности их функционирования по целому ряду признаков и проведение исследований на этой основе.

Относительный рейтинг востребованности рассчитывается как среднее арифметическое из относительного числа школьников и относительного числа школ, отнесенных к их максимальным значениям.

В данной работе используется упрощенный метод ПРИНН [1], с помощью которого был проведен расчет относительного рейтинга активности, выглядит следующим образом:

$$a_i = 3^k; i = 1..N$$

Разработка описанной методики позволяет проводить сопоставительное исследование состояния дел в университетах — членах АСВ.

4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

Серверная часть представляет собой модули, написанные на языке C++ (с использованием qt библиотек), которые работают по технологии, немного похожей на технологию CGI. Основная работа модулей — прием и обработка запросов от клиента и возврат ответа в JSON формате. Работающий модуль долго не держится в оперативной памяти. Его работа заключается в следующем — запуск, принятие данных (параметров) от клиента, их обработка, возврат ответа клиенту и, соответственно, закрытие самого модуля (приложения). При таком подходе, утечка памяти сервера крайне минимальна. К тому же, модуль может быть написан на любом языке и в нем не требуется проверка аутентификации и авторизации пользователя. Эти данные уже формирует web-сервер. А модули являются локальными консольными приложениями. А также основным преимуществом данного подхода является то, что, если вдруг, модуль «упал», то он просто «вылетает» и при этом не задевает ничего: web-сервер работает в штатном режиме, зависания не происходит, а вылетевший модуль можно запустить заново, снова обратившись к нему. Web-сервер в системе используется самописный, разработанный одним из участников рабочей группы. Данный подход отличается от использования известных web-серверов тем, что: нет проблем с лицензией; нет необходимости получать данные авторизации, куки и т.п. на клиенте и серверных модулях — это все делает web-сервер (в том числе вызывает окно http авторизации); есть возможность вести подробнейшую статистику клиентов; легкость в установке и развертывании; возможность писать для него модули на любом языке программирования (даже на Pascal); отключено большинство сетевых функций (за ненадобностью), представляющих угрозу взлома; не полностью используемый стек TCP/IP; быстродействие (разработанный web-сервер многопоточный); возможность дописывать некоторые внутренние функции в сервер, чтобы постоянно их не использовать и не писать в серверных модулях; малая зависимость библиотек; легкая отладка клиентских модулей; кроссплатформенность сервера (теоретически его можно скомпилировать даже под Android).

5. ВНЕДРЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ

Данный комплекс был внедрен в работу с 1 сентября 2012 года и успешно функционирует на сегодняшний день. Ежедневно его посещают около 50—70 различных пользователей из 66 регионов РФ, 300 общеобразовательных учреждений, 20 университетов. А также система посещается 1500 учащимися из различных общеобразовательных организаций.

Ежедневно в техподдержку поступают запросы с оказанием различной технической помощи. На данный момент — общее количество удовлетворенных пользовательских обращений 105.

На рис. 1 изображена главная страница разработанной системы (www.odarmol.ru).

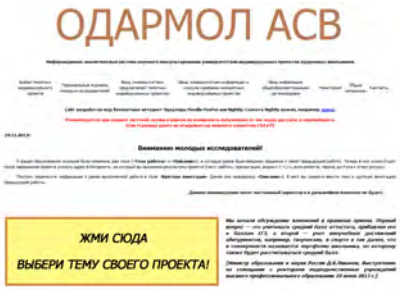


Рис. 1. Главная страница портала odarmol

Многие разделы сайта подразумевают то, что пользователь, чтобы получить доступ к необходимой информации или режиму системы, должен выполнить вход в систему.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный комплекс программный модулей составил значительную часть (около половины) действующей в настоящее время информационной системы мониторинга взаимодействия университетов и общеобразовательных учреждений России в направлении развитии одаренности старших школьников. Системой активно пользуются 30 регионов России, более 300 общеобразовательных учреждений, десятки университетов, более 1500 одаренных школьников. Накапливаемая системой информация используется для проведения аналитических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пиявский С.А.** Методы оптимизации и оптимального управления: уч. пособие. — Самара, 2005. — 153 с.

2. **Приказ Министерства образования и науки** Российской Федерации (Минобрнауки России) от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования» // Российская газета. URL: http://www.rg.ru/2012/06/21/obrstandart-dok.html.

Секция 5

ЭЛЕКТРОННЫЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

A.B. Rodin
RodinAB@mpei.ru
Humanitarian-Applied Institute, NRU «MPEI», Moscow

EXPANDING HORIZONS ELECTRONIC ENGLISH LEARNING RESOURCE FOR POWER ENGINEERING STUDENTS

ABSTRACT

The electronic English learning resource should teach students listening and reading comprehension skills and improve their vocabulary for expanding engineering knowledge horizons. It comprises 22 lessons including materials for listening, reading, etc., and is written in JavaScript and HTML. It is available on CD.

It's testing was conducted in English classes for IACE students. In today's English-speaking world, top universities make their educational materials available free online. MIT publishes all of its course materials online and makes them available to everyone.

INTRODUCTION

New web technologies are driving a new era in global education called open courseware movement. Courses are available free online and are open for students from any part of the globe [1]. Students who know English can learn fundamentals of computer science from a MIT professor and basics of philosophy from a Harvard professor. An initiative from Stanford University also includes scheduled online assessments. The 2013 World University Web Ranking of the Top 200 Colleges and Universities in the world puts MIT at #1. MIT engineering programs that earned top spots included aeronautical engineering; computer engineering; electrical/electronic/communications engineering; materials engineering; and mechanical engineering.

1. ENGLISH READING COMPREHENSION

Students will read electronic versions of texts in English for Technical Students by M.E. Bahchisaraitseva, V.A. Kashirina, A.F. Antipova [2], looking up unfamiliar words. Then, they will take a look at the translation offered, discuss it with each other or the teacher, hide it, and perform translation of the text in a text box as shown in Fig. 1.

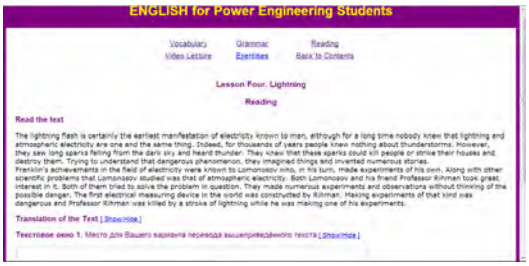


Fig. 1. Training English Reading Comprehension

In every lesson, students are offered some free online material for further reading, understanding, discussing, and translating in a text box as shown in Fig. 2, topics ranging from Magnetism to Dark Energy.

Fig. 2. Further English Reading Comprehension Training Using Free Online Materials

Further reading materials were selected based on the amount of technical vocabulary used, relevance of their topic or content to engineering students, and reliability of their source.

2. ENGLISH LISTENING COMPREHENSION

Since engineering requires a great deal of physics knowledge, in every lesson students are offered to view some video lecture by Professor Lewin at MIT'S OpenCourseWare. His lectures at MIT are legendary. The Heading of the front page article in the New York Times (by Sara Rimer) on December 19, 2007, read: "At 71, Physics Professor Is a Web Star". His lectures are being watched by about 5000 people daily from all over the world. Many teachers show them regularly in their class rooms. Bill Gates wrote Professor Lewin that he had watched all his lectures more than once, and that he learned a lot from them. Professor Lewin's video lectures are now available online with their transcripts for free of cost as shown in Fig. 3.

Fig. 3. Professor Lewin's free video lecture

After watching a video lecture, students discuss it's topic with each other or the teacher, looking up

unfamiliar words, and translate it in a text box as shown in Fig. 4.

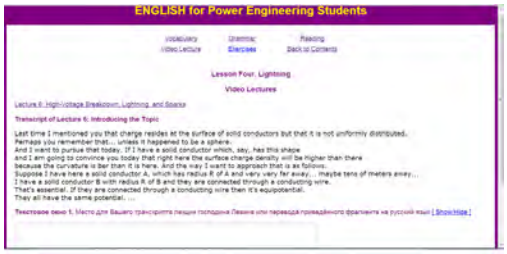


Fig. 4. Mastering video lecture's topics

In every lesson, students are offered some free online material for further watching, understanding, discussing, and translating in a text box.

3. MASTERING TECHNICAL ENGLISH GRAMMAR

A text is considered to be 'scientific English' when there are generally considerable differences between any particular genres, especially, in vocabulary, grammar, and discourse structures.

If we focus on scientific language, we can say that there are important differences between scientific/technical language and general language, in vocabulary and the higher frequently of some grammatical styles. So, to sum up, we can declare that there are important distinctions between scientific and general language.

Many scholars point out that a text is considered as 'scientific' because of the special features relating together throughout the text.

They also conclude that scientific writings differ from everyday writing both in grammatical and lexical features, which involve noun compound, use of passive, and nominalization.

A noun compound is common in scientific writing. A noun involves two or more nouns relating together as a new concept. In general, there is a chain of nouns where some nouns modify the head noun. It is important, because its function is as a means to represent information in a compact and dense form. The noun compound has many other functions making it suitable for scientific writing.

It has been commonly accepted that the one of the most frequent grammatical features of scientific/technical writing is the use of the passive voice. In science, a sentence is often written in a passive form because the important idea is not who did something, but what was done.

The passive has been found to be as much as ten times more frequent in one text than in another. The major stylistic factor determining its frequency seems to be related to the distinction between informative and imaginative prose rather than to a difference of subject matter or of spoken and written English. The passive voice is generally more commonly used in formative than in imaginative writing, notably in the objective, impersonal style of scientific articles and news items.

Nominalization is a word derived from a verb or an adjective (e.g. applicability from applicable). It is usually ended by suffixes such as -ation, -ity, or -ment. Nominalization is a kind of abstract or economical language. Thus, nominalization is used to make the phrases more simple. Nominalization enables complex information to be packaged into a phrase that is simple from a grammatical point of view.

In every lesson, students are offered some relevant technical English grammar for study together with exercises as shown in Fig. 5.

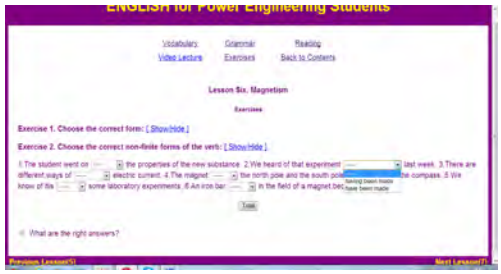


Fig. 5. Technical English grammar exercises

They are also offered some multiple-choice tests with automated scoring as shown in Fig. 6.

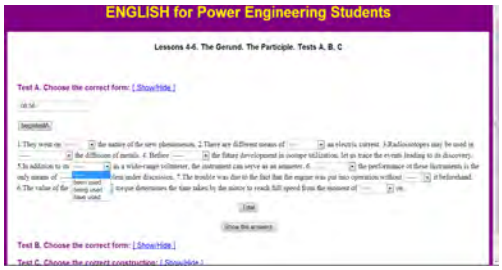


Fig. 6. Multiple-choice test with automated scoring

CONCLUSION

The electronic English learning resource was tested in English classes for IACE (NRU "MPEI") students, who really enjoyed doing exercises and tests, but had trouble understanding fast, fluent English and tended to overuse Google Translate. So, teacher's active presence is important for stronger learning results in their classes.

REFERENCES

1. **http://ocw.mit.edu/about/.**

2. **Бахчисарайцева М.Э., Каширина В.А., Антипова А.Ф.** Пособие по английскому языку: для старших курсов энергетических вузов. — 3-е изд., перераб. — М.: Высш. школа, 1983. — 159 с.

Е.Т. Абильмажинов, Ж.Ж. Кайсанова
eras71@mail.ru
Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, Семей

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам информатизации учебно-воспитательного процесса вуза посредством использования электронных образовательных ресурсов. Электронный образовательный ресурс, являясь современным средством обучения, существенно повышает качество и эффективность обучения, мотивацию студентов и оптимизирует деятельность преподавателя.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегия развития образования XXI века ориентирована на подготовку специалистов, принципом которых должно стать «обучение через всю жизнь» на основе мобильного взаимодействия в открытом информационно-образовательном пространстве. Применение электронных образовательных ресурсов (ЭОР) на основе интеграции информационно-коммуникационных и педагогических технологий является необходимым условием качественного образования.

1. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Основной тенденцией развития высшего образования является повышение качества подготовки специалистов, обеспечение новых направлений подготовки, инновационного развития, интеграция с интенсивной научно-исследовательской деятельностью, тесная связь вузовских исследований с потребностями общества на основе совершенствования образовательных и информационных технологий [1].

Одним из приоритетных направлений развития современного общества является информатизация образования — процесс обеспечения сферы образования методологией и практикой разработки и оптимального использования новых информационных технологий, ориентированных на реализацию психолого-педагогических целей обучения и воспитания. Этот процесс инициирует преподавателя высшей школы на выполнение следующих обязательных условий:

• совершенствование методологии и стратегии отбора содержания, методов и организационных форм обучения, воспитания, соответствующих задачам развития личности обучаемого в современных условиях информатизации общества;

• создание методических систем обучения, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую, самостоятельную деятельность по обработке информации;

• создание и использование компьютерных тестирующих и диагностирующих методик контроля и оценки уровня знаний обучаемых [2].

В целях интенсификации учебного процесса, повышения его эффективности и качества, не менее важна задача использования электронных образовательных ресурсов в подготовке инженерных кадров. ЭОР, являясь одной из форм компьютерных обучающих систем, благодаря заложенным возможностям ставится в один ряд с автоматизированными обучающими системами.

2. РОЛЬ ЭОР В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-образовательная среда, в которой находится каждый современный студент, создает все условия для активного использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в учебном процессе, повышая при этом значимость и эффективность его обучения.

Индивидуальное освоение учебного материала средствами электронных образовательных ресурсов во многом зависит от умения студента самостоятельно перерабатывать и обобщать представленную ему информацию, а также от методически грамотного построения содержания ЭОР и его технологических процедур [3]. Поэтому преподавателю очень важно обладать мотивационным компонентом — желанием использовать ИКТ в преподавательской деятельности, проявлять интерес к применению цифровых ресурсов. Например, на кафедре информатики и математики КГЮИУ при проведении практических и лекционных занятий применяется электронный учебник по компьютерной графике. Электронный учебник направлен на повышение эффективности работы преподавателя и на более эффективное усвоение материала обучающимся. Самостоятельное обучение подкрепляется возможностями самодиагностики знаний и контроля обучения. Поэтому в учебник внедрены контролирующие и тестирующие элементы.

Следует отметить, что возможности ЭОР существенным образом влияют на развитие личности обучаемого, качественно иную подготовку специалистов инженерного профиля, вооружают студента навыками комфортной жизни в условиях информационного общества и обеспечивают:

• развитие мышления (например, наглядно-действенного, наглядно-образного, интуитивного, творческого, теоретического);

• эстетическое воспитание (например, благодаря возможностям компьютерной графики, технологии мультимедиа);

• развитие коммуникативных способностей;

• формирование умений принимать оптимальные решения или предлагать варианты решения в сложной ситуации;

• развитие умений осуществлять научную и экспериментально-исследовательскую деятельность;

• формирование информационной культуры и информационной компетентности.

ЭОР предназначены, в первую очередь, для предъявления новой информации, дополняют печатные издания, служат для обучения и позволяют контролировать полученные знания и умения.

3. СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЭОР В ВУЗЕ

Учебно-воспитательный процесс вуза — это живой и творческий самостоятельный организм. В связи с этим может потребоваться модификация ЭОР — в первую очередь, для адаптации его к конкретному учебному плану, учитывающему специфику изучаемой дисциплины в данном учебном заведении, возможности материально-технической базы, личный опыт преподавателя, современное состояние науки, базовый уровень подготовленности обучаемых, объем часов, выделенных на изучение дисциплины. Соответственно, на кафедрах университета при создании электронного образовательного ресурса преподаватели обращают внимание на следующие важные моменты. Во-первых, содержание ЭОР обязательно должно соответствовать требованиям ГОСО РК по указанной в описании специальности, а также современному уровню научно-технического прогресса в данной области знаний. Во-вторых, ЭОР должна состоять из логически связанных элементов или модулей. Каждый отдельный модуль должен открываться в отдельном электронном окне, иметь свою целевую установку, направленную на решение частных задач. В-третьих, интерфейс электронного ресурса необходимо выстроить так, чтобы он имел строгий и выразительный вид, наглядные панели инструментов, был прост для пользователя. В-четвертых, программное исполнение электронного ресурса должно учитывать возможность технологически несложного совершенствования и модернизации содержания учебного курса. В-пятых, электронный образовательный ресурс должен быть максимально интерактивным, содержать достаточное количество мультимедийных данных, иметь удобные средства поиска необходимой информации. Мультимедиа-технологии включают в себя информацию цифрового характера (текстовая, графическая, анимационная); визуальную аналоговую информацию (видеофрагменты, фотографии, рисунки) и звуковую аналоговую информацию (звуки, музыка, речь). Использование мультимедийной информации в процессе обучения способствует более качественному восприятию и запоминанию учебного материала [4].

В процессе планирования учебного процесса с применением электронных средств обучения преподавателем определяется объем аудиторной и самостоятельной работы, а также их место в содержании читаемого курса. В этом случае особое внимание следует уделить не только оснащенности студентов электронными учебными материалами, но и возможности их доступа к электронным образовательным ресурсам. Данная проблема решается распределением времени для нуждающихся студентов в компьютерных классах или информационных центрах высшего учебного заведения по выполнению самостоятельной и исследовательской работы.

Одним из важных условий организации информационно-образовательной среды с использованием электронных средств обучения является постоянный контроль со стороны преподавателя за ходом и результатами самостоятельной учебной деятельности студентов. Проводить контроль необходимо таким образом, чтобы он положительно влиял на эффективность профессиональной подготовки студентов и сопровождался системой определенных способов поощрения за качественное исполнение самостоятельных учебных заданий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение электронных образовательных ресурсов в профессиональной подготовке будущих специалистов позволяет повысить качество обучения, развить творческие способности студентов — будущих инженеров, в частности, а также научить их самостоятельно мыслить и работать с учебным материалом, что способствует их дальнейшему непрерывному совершенствованию в течение всей жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Государственная** Программа развития образования Республики Казахстан на 2011—2020 годы. Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 7 декабря 2010 года № 1118.

2. **Роберт И. В.** Современные информационные технологии в образовании. — М.: Школа-Пресс, 2007.

3. **Тыщенко О.Б.** Новое средство компьютерного обучения — электронный учебник // Компьютеры в учебном процессе. 2008. № 10. С. 89—92.

4. **Бидайбеков Е.Ы.**, **Григорьев С.Г.**, **Гриншкун В.В.** Создание и использование образовательных электронных изданий и ресурсов. — Алматы: КазНПУ, 2006.

Ф.Ш. Артемова
lindyub@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Башкирский Государственный Педагогический Университет им. М. Акмуллы», Уфа

ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ: ПРИЕМЫ И МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена технологии разработки учебного пособия на базе среды программирования Delphi с подключением дополнительных программных модулей.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития образования характеризуется внедрением в учебный процесс компьютерных технологий. Становится актуальным дистанционное обучение, возрастает потребность в программах обучающего типа. Складывающаяся ситуация требует от преподавателя самому создавать электронные методические средства, адаптированные для студентов.

1. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

Технология разработки электронного учебного пособия, содержащего «заставку», теоретическую часть, тренажер, лабораторный практикум и тесты на базе среды программирования Delphi и PowerPoint, представлена в работе [1]. В данной работе представлена технология разработки более эффективного учебного пособия на базе среды программирования Delphi с подключением программных продуктов, разработанных в PowerPoint, MyTest, HelpMaker, Camtasia Studio Portable и т.д.

2. СОЗДАНИЕ ОБОЛОЧКИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

В [2] показан прием разработки форм программного продукта в Delphi по заданному рисунку. В пособии реализовано четыре раздела:

1) «Теоретический материал»;

2) «Применение теории на практике»;

3) «Практические задания»;

4) «Контроль знаний».

Создание шаблона для форм.

Для того, чтобы форма имела нестандартный вид, создаем шаблон и размещаем его в хранилище объектов.

Обеспечивать обрезку формы по контуру рисунка будет программный код:

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
  var
    regn, tmpRegn: integer;
    x, y: integer;
    nullClr: TColor;
  begin
    image1.Picture.LoadFromFile('shablon.bmp');
    nullClr := image1.picture.Bitmap.Canvas.Pixels[0,0];
    regn := CreateRectRgn(0, 0, image1.picture.Graphic. Width,
    image1.picture.Graphic.Height);
    for  x := 1 to image1.picture.Graphic.Width do
    for  y := 1 to image1.picture.Graphic.Height do
      if image1.picture.Bitmap.Canvas.Pixels[x-1, y-1] = nullClr
then
      begin
        tmpRegn := CreateRectRgn(x-1, y-1, x, y);
        CombineRgn(regn, regn, tmpRegn, RGN_ DIFF);
        DeleteObject(tmpRegn);
    end;
    SetWindowRgn(form1.handle, regn, true);
  end;
```

Создание заставки.

Форма содержит в себе три элемента управления Button, компонеты Image2, Label1, Label2.

Свойству Transparent компонента Image1 присваиваем значение True. В свойстве Caption для компонентов Label прописываем текст, подбираем соответствующий шрифт в свойстве Font.

Создаем событие onClick для Button4 и прописываем в нем код:

```
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
  begin
    PlaySound('sound.wav',0,SND_ASYNC);
  end;
```

Теперь при нажатии кнопки будет включаться голосовое сопровождение.

В событие onClick для Button3 прописываем код:

```
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
  begin
    PlaySound(0, 0, SND_PURGE);
  end;
```

В событие onClick для Button1 прописываем код:

```
uses Unit2;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
  begin
    Form2.Show;
  end;
```

Этой программой задается переход к форме меню.

Кнопка Button2 закрывает приложение:

```
Form1.Close;
```

Создание меню

Роль ссылок к разделам пособия играют компоненты Label. Чтобы эти компоненты стали

интерактивными, к каждому из них созданы события onClick.

Подключение файла Help

Установим на форму компонент BitBtn1 вкладки Additional. Перенесем созданный файл help в папку проекта. Создадим для него событие onClick:

```
procedure TForm2.BitBtn1Click(Sender: TObject);
    var  h: hwnd;  s:string ;
    begin
      s:=ExtractFilePath(Application.ExeName) + 'HELP.hlp';
      {ShellExecute(h, 'open', pchar(s), nil, nil, SW_SHOW); }
    end;
```

Создаем форму содержания теоретического материала. Аналогично предыдущей работе здесь устанавливаются интерактивные компоненты Label.

3. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ КАДРОВ

Теоретическая часть электронного учебного пособия состоит из информационных кадров. Информационный кадр может содержать текстовую информацию (не более 30 % экрана), программный фрагмент (если это пособие по разработке программного продукта) и результат работы программы. Приветствуется возможность вызова подсобных инструментов (калькулятора, блокнота, графического редактора и т.д.).

При вставке в Delphi-проект программных продуктов с расширением .exe используется функция WinExec [3]. Например, для вставки калькулятора: WinExec ('C:\WINDOWS\system32\calc.exe',SW_Show);.

При создании электронного учебного пособия используются также программный пакет Camtasia Studio Portable (создание видео лекций), бесплатная программа HelpMaker 7.4.4 для создания справочной системы, тестовая программа создана при помощи MyTest. Выбор именно этих пакетов обусловлен простотой использования, бесплатностью программного обеспечения, достаточно широкими возможностями.

В теоретическую часть включаются видеоролики, созданные с помощью программного пакета Camtasia Studio — продукта, позволяющего записывать действия, происходящие на экране компьютера. Программа имеет свой проигрыватель и несложные средства редактирования видеозаписей. Готовые видеоролики по умолчанию сохраняются в формате видео AVI, с возможностью конвертирования в другие форматы, такие как flv, swf, mov. Имеются возможности добавления в готовый ролик визуальных эффектов, объединения и нарезки, добавления звуковой дорожки.

По прохождении теоретического материала предлагается выполнить практические задания по теме для лучшего закрепления материала.

Комфортную работу по созданию справочных систем предоставляет разработка HelpMaker. Программа имеет многоязычный интерфейс, включая русский. С ее помощью можно не только скомпилировать справку для встроенных в операционную систему форматов HTML Help или WinHelp, но и конвертировать ее в файл формата DOC, RTF, HTML, PDF или текстовый.

Тестирующая часть электронного пособия создана с помощью MyTestX — системы программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов. Программа состоит из модуля тестирования, редактора тестов и журнала тестирования. Имеется возможность использовать несколько вариантов вопросов задания, удобно создавать выборку заданий, перемешивать задания и варианты ответов. Это значительно уменьшает возможность списывания при прохождении одного и того же теста несколькими тестируемыми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная технология применяется при создании электронных учебных пособий на кафедре «Программирование и вычислительная математика» БГПУ им. М. Акмуллы. Электронный учебник по компьютерной графике в графических редакторах и программных средах прошел государственную регистрацию. Электронные учебные пособия могут быть использованы как компьютерная поддержка соответствующих курсов при дистанционном обучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Артемова Ф.Ш.** Некоторые аспекты разработки обучающих программ // Сб. научных статей «Ученые записки». — Уфа: БГПУ, 2001. — С. 3—8.

2. **Артемова Ф.Ш., Латыпова С.С.** Создание формы в Delphi по заданному рисунку // Сб. научных статей ФМФ «Ученые записки». Вып. 14. — Уфа: БГПУ, 2013. — С. 69—73.

3. **Артемова Ф.Ш., Лукманова М.Т.** Вставка в Delphi — проект дополнительных материалов. // Сб. научных статей ФМФ «Ученые записки». Вып. 14. — Уфа: БГПУ, 2013. — С. 73—78.

В.С. Батасова
BatasovaVS@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ

АННОТАЦИЯ

Описывается электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Эконометрика» для студентов Института менеджмента и экономики в энергетике и промышленности (ИМЭЭП) национального исследовательского университета МЭИ, обучающихся по профилям подготовки бакалавров «Прикладная информатика в экономике», «Прикладная информатика в менеджменте».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время стремительно развиваются науки, связанные с применением математических методов и информационных технологий в различных областях человеческой деятельности. Эконометрика — одна из таких наук.

Эконометрика занимается разработкой и применением статистических методов для определения взаимосвязей между экономическими переменными. Основная цель таких исследований состоит в том, чтобы получить возможность по значениям одних переменных прогнозировать значения других.

1. МЕСТО ЭКОНОМЕТРИКИ СРЕДИ ДРУГИХ ДИСЦИПЛИН

Эконометрика — одна из дисциплин, составляющих базовую подготовку экономистов. Она входит в базовую часть профессионального цикла Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. В основной образовательной программе МЭИ по профилям подготовки бакалавров «Прикладная информатика в экономике», «Прикладная информатика в менеджменте» эконометрика является дисциплиной по выбору вариативной части математического и естественнонаучного цикла.

Для успешного изучения эконометрики студент должен владеть базовыми понятиями теории вероятностей, математической статистики и линейной алгебры. Кроме того, для понимания сущности рассматриваемых в курсе эконометрики моделей необходимо знать основы экономической теории. Поэтому курс эконометрики базируется на дисциплинах: «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Экономическая теория».

Современное преподавание эконометрики невозможно без решения задач на компьютере. Как правило, используются компьютерные системы статистического анализа данных, такие как SPSS, StatGraphics, Statistica, Эвриста. Табличный процессор Microsoft Excel также содержит необходимые инструменты для эконометрических исследований и часто применяется при проведении практикума по эконометрике. В данном ЭУМК предполагается использование Excel. Основные приемы работы с Excel обычно даются в курсе «Информатика и программирование».

Знание основ эконометрики необходимо при изучении дисциплин «Системные и прикладные программные средства в экономике», «Системные и прикладные программные средства в управлении». Оно также может понадобиться при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

2. СОДЕРЖАНИЕ ЭУМК ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОНОМЕТРИКА»

В институте ИМЭЭП НИУ «МЭИ» эконометрика преподается студентам, обучающимся по профилям подготовки бакалавров «Прикладная информатика в эконометрике», «Прикладная информатика в менеджменте», в четвертом семестре. Учебный план по дисциплине предусматривает следующие занятия: лекции 2 часа в неделю, практические занятия 2 часа в неделю. Самостоятельная работа 108 часов в семестр, в том числе расчетное задание 50 часов.

В состав ЭУМК входят следующие компоненты:

1) рабочая программа учебной дисциплины;

2) технологическая карта учебной работы студента;

3) конспект лекций, лекционные презентации;

4) методические указания по проведению практических занятий, описания практических работ;

5) варианты индивидуальных расчетных заданий, методические указания по их выполнению и эталонный образец выполнения одного из вариантов;

6) контролирующие материалы: вопросы контрольных работ, тесты, вопросы и задачи, выносимые на экзамен, экзаменационные билеты.

В ЭУМК включено ранее изданное в МЭИ учебное пособие [2].

На лекциях рассматриваются следующие вопросы:

– предмет эконометрики; роль эконометрики в системе экономических наук; задачи эконометрики; подходы к решению эконометрических задач; ос-

новные этапы эконометрического моделирования; основная эконометрическая модель;

– элементы теории вероятностей и математической статистики: понятие случайного события, случайной величины, распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин, ковариация и коэффициент корреляции двух случайных величин; нормальное распределение, распределения хи-квадрат, Стьюдента и Фишера; центральная предельная теорема, закон больших чисел; свойства статистических оценок;

– выборочные данные: пространственная выборка, временной ряд; гомоскедастичная и гетероскедастичная модели.

– регрессионная модель; виды функции регрессии: практические примеры; роль линейной модели в эконометрике; нелинейные модели и их линеаризация;

– решение задач эконометрики с применением парной линейной регрессии; применение метода наименьших квадратов (МНК) и метода максимального правдоподобия (ММП) для оценивания параметров функции регрессии; связь этих оценок; коэффициент корреляции как характеристика тесноты связи объясняемой и объясняющей переменных; классическая нормальная линейная регрессионная модель; теорема Гаусса-Маркова;

– анализ качества модели парной линейной регрессии: остаточная и регрессионная суммы, коэффициент детерминации, критерий Фишера-Снедекора, критерий Стьюдента;

– модель множественной линейной регрессии; применение МНК и ММП для оценивания параметров функции регрессии; коэффициенты множественной регрессии и их интерпретация; стандартизированные коэффициенты регрессии; коэффициенты эластичности; оценивание дисперсии возмущений;

– анализ качества модели множественной линейной регрессии: остаточная и регрессионная суммы, скорректированный коэффициент детерминации; оценка значимости уравнения регрессии и коэффициентов регрессии; мультиколлинеарность и способы ее устранения; обобщенный МНК.

– интервальное оценивание параметров уравнения линейной регрессии, среднего и индивидуального значения объясняемой переменной, дисперсии возмущений.

– временные ряды в эконометрике; составляющие временного ряда: тренд, интервенция, циклическая, случайная компоненты; аддитивная и мультипликативная модели временного ряда; этапы и методы анализа временных рядов;

– коэффициент автокорреляции временного ряда; анализ временного ряда с помощью коррелограммы; стационарные временные ряды; белый шум;

– методы выравнивания (сглаживания) временного ряда: аналитическое выравнивание, метод скользящих средних; выбор аналитической модели тренда; качество оценок тренда по методу наименьших квадратов; проверка гипотезы автокорреляции остатков: тест Дарбина-Уотсона;

– методы анализа временных рядов, содержащих циклическую компоненту; анализ качества модели;

– анализ структурных изменений ряда: проверка значимости интервенции и периодических изменений; критерий Чоу;

– модели временных рядов, использующие лаговые переменные; аспекты их применения;

– использование фиктивных переменных в задачах эконометрики; проверка значимости качественного признака для пространственной выборки; проверка значимости интервенции и периодических изменений временного ряда;

– системы одновременных уравнений; примеры экономических моделей; структурная и приведенная форма модели; проблема идентификации систем одновременных уравнений; методы решения систем одновременных уравнений: косвенный МНК, двухшаговый МНК, понятие о других методах.

В ходе изучения дисциплины студенты должны выполнить восемь практических работ. Ниже описывается содержание работ:

1) методика эконометрических расчетов в среде MS Excel: ввод констант и формул; абсолютные и относительные адреса; построение диаграмм и графиков; инструменты, используемые для эконометрических расчетов;

2) основные законы распределения вероятностей, используемые в эконометрике (нормальный закон, распределения хи-квадрат, Стьюдента и Фишера);

3) решение задач эконометрики с применением парной линейной регрессии; анализ качества модели;

4) интервальное оценивание параметров уравнения парной линейной регрессии, среднего и индивидуального значения объясняемой переменной, дисперсии возмущений;

5) решение экономических задач с применением множественной линейной регрессии; анализ качества модели;

6) временные ряды в эконометрике: определение тренда и циклической компоненты; анализ качества модели;

7) использование фиктивных переменных при решении задач эконометрики: определение значимости качественного признака при исследовании

пространственной выборки; проверка значимости интервенции и периодических изменений временного ряда;

8) эконометрические системы одновременных уравнений; применение косвенного МНК и двухшагового МНК для определения параметров системы.

На выполнение работ №1 и №4 отводится по одному двухчасовому занятию, на выполнение остальных работ — по два двухчасовых занятия.

Каждое практическое занятие предполагает изучение теоретического материала, решение по образцу типовых задач и выполнение самостоятельного задания.

Кроме того, в часы практических занятий предусмотрено выполнение трех контрольных работ. Темы контрольных работ:

1) проверка знаний теории вероятностей;

2) решение задач эконометрики с применением линейной регрессии;

3) применение временных рядов и фиктивных переменных для решения задач эконометрики.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе. Для эконометрических расчетов используется табличный процессор Microsoft Excel.

Активное использование компьютерных программ в учебных расчетах породило свои проблемы. Одна из основных проблем состоит в том, что легкость получения результата («нажми на кнопку — получишь результат») позволяет при поверхностном отношении не задумываться над методами получения результата и условиями применимости методов.

Главное преимущество табличного процессора Microsoft Excel при использовании его в обучении эконометрике состоит в том, что вычисления выполняются лишь наполовину автоматически (вызов функций требует подготовительной осмысленной работы). Кроме того, результат можно получить разными способами, в том числе легко сделать проверочные самостоятельные расчеты по формулам, не используя встроенные функции. Еще одним преимуществом Microsoft Excel по сравнению с другими системами является доступность; несомненно, этот табличный процессор имеет большую популярность, чем любая система статистического анализа данных.

Студентам предлагаются следующие примерные темы индивидуальных расчетных заданий:

1) исследование зависимости между двумя экономическими переменными с использованием парной линейной регрессии.

2) исследование зависимости между экономическими переменными с использованием множественной линейной регрессии;

3) построение модели временного ряда, содержащего трендовую и циклическую составляющие;

4) оценивание значимости качественного признака в экономической модели;

5) оценивание значимости структурных изменений временного ряда.

Например, выполнение расчетного задания по первой теме предполагает выполнение следующих шагов:

– построение поля корреляции и его визуальный анализ для ответа на вопрос, можно ли исследуемую зависимость считать линейной;

– оценка параметров уравнения линейной регрессии;

– оценка значимости уравнения регрессии с помощью анализа значений коэффициента детерминации, остаточной и регрессионной сумм;

– проверка гипотезы о незначимости регрессии по критерию Фишера-Снедекора;

– расчет доверительных интервалов для коэффициента регрессии, дисперсии возмущений, функции регрессии и индивидуальных значений отклика.

– прогноз значений отклика для нескольких значений фактора; оценка точности прогноза;

– отображение на поле корреляции оценки функции регрессии, ее доверительных границ, а также доверительного интервала индивидуальных значений отклика.

Отчет по расчетному заданию должен содержать теоретические сведения, необходимые для решения задачи, описание расчетов в среде Excel по шагам, анализ полученной модели, рекомендации по ее дальнейшему использованию, пути дальнейшего исследования экономической системы.

В ЭУМК включены два набора тестов; их темы:

1) предмет эконометрики; регрессионный анализ;

2) временные ряды; фиктивные переменные; одновременные уравнения.

Каждый набор состоит из 40 вопросов типа «один из многих» или «многие из многих». Тесты введены в систему дистанционного обучения «Прометей» и систематически используются для контроля знаний студентов. Кроме того, на кафедре ПБИ разработана простая система тестирования (авторы В.С. Батасова, М.А. Назарова), которая используется в тех случаях, когда «Прометей» недоступен (например, для отстающих студентов).

При подборе задач для практических и контрольных работ, расчетного задания и экзамена использовались источники [3—7].

3. ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК «ПРАКТИКУМ ПО ЭКОНОМЕТРИКЕ В СРЕДЕ EXCEL»

Электронный практикум по эконометрике выполнен по пособию [2].

Практикум состоит из шести практических работ, приложения, содержащего некоторые формулы математической статистики, и библиографического списка. Из практических работ, перечисленных в разделе 2 доклада, в практикум вошли работы № 3—6, то есть работы собственно по эконометрике, и не вошли подготовительные работы по среде Microsoft Excel и теории вероятностей.

Электронный практикум разработан как многостраничный сайт. При создании его страниц использовался язык разметки гипертекста HTML.

Каждая страница состоит из двух фреймов (рис. 1). В левом фрейме всегда находится оглавление, содержащее ссылки на все разделы практикума. Таким образом, из любого места практикума можно перейти к началу любого раздела, используя оглавление. В правый фрейм выводится содержимое изучаемого раздела.

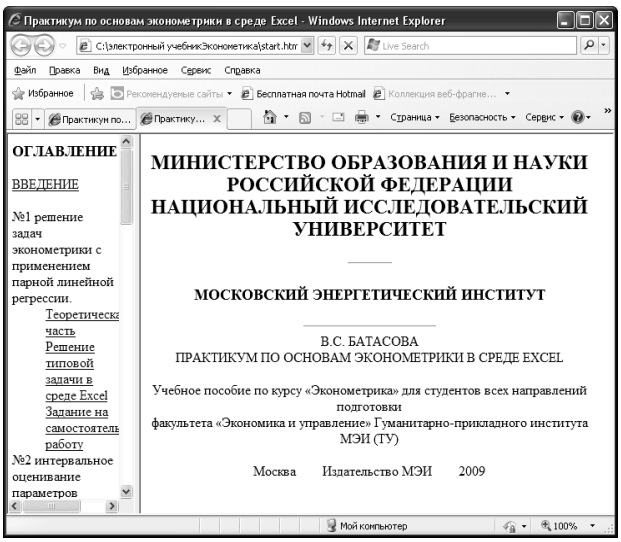


Рис. 1. Титульная страница электронного практикума по эконометрике

Оглавление представлено в виде раскрывающегося списка. Скрытие-раскрытие пунктов списка осуществляется с помощью скриптов на языке JavaScript.

Для удобства работы с практикумом, в начале каждой практической работы имеются ссылки на ее подразделы. Кроме того, имеются ссылки на формулы, главы, рисунки и таблицы, которые позволяют сразу найти, например, упоминаемую формулу, даже если она находится далеко от места ссылки.

Все страницы практикума оформлены однотипно, с использованием одинаковых стилей оформления, собранных в таблицу стилей (файл с расширением *.css).

Электронный практикум, как и пособие, на котором он основан, содержит большое количество формул, рисунков, таблиц.

Техническая работа по созданию электронного практикума проделана студенткой группы ГП-06-07 М.А. Назаровой в ходе преддипломной практики и подготовки выпускной квалификационной работы. Грамотное оформление практикума потребовало от нее много труда, внимания и знаний, за что автор ЭУМК выражает ей искреннюю глубокую благодарность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе представлен ЭУМК по эконометрике для студентов, обучающихся по профилям подготовки бакалавров «Прикладная информатика в экономике», «Прикладная информатика в менеджменте».

Материалы комплекса подготовлены лектором по дисциплине «Эконометрика» в институте ИМЭЭП университета МЭИ Батасовой В.С. Они прошли неоднократную апробацию на нескольких потоках со студентами разных специальностей («Бухгалтерский учет и аудит», «Финансы и кредит», «Государственное и муниципальное управление», «Прикладная информатика», «Математические методы в экономике») на дневном и очно-заочном отделениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Приказ МЭИ от 13 марта 2012 г. № 48.** О разработке электронных учебно-методических комплексов дисциплин.

2. **Батасова В.С.** Практикум по основам эконометрики в среде Excel: Учебное пособие по курсу «Эконометрика». — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.

3. **Айвазян С.А., Иванова С. С.** Эконометрика: Учебное пособие. — Издательство «Маркет ДС», 2010.

4. **Катышев П.К., Магнус Я.Р., Пересецкий А.А.** Сборник задач к начальному курсу эконометрики. — М.: Дело, 2007.

5. **Кремер Н.Ш., Путко Б.А.** Эконометрика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. — М.: ЮНИТИ, 2010.

6. **Леванова Л.Н.** Основы эконометрики. Российский государственный открытый университет путей сообщения. — Саратов, 2003.

7. **Практикум** по эконометрике: Учеб. пособие / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Н.М. Гордеенко и др.; Под ред. И.И.Елисеевой. — М.: Финансы и статистика, 2008.

Е.О. Берёза, А.А. Голятина, И.Г. Игнатова, Н.Ю. Соколова
bereza.evgenij@gmail.com, annago@live.ru, igi@miee.ru, dre@miee.ru
ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ МИЭТ ЭЛЕКТРОННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ РЕАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В докладе обосновывается актуальность создания электронной информационно-образовательной среды для каждого вуза. Приводится перечень документов, являющихся обязательными для публикации в электронной среде МИЭТ. Приведены краткие описания рабочих пространств участников образовательного процесса.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии со вступившим в действие с 1 сентября 2013 г. ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», а также с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) [1], основные образовательные программы (ООП) по направлениям подготовки вуза должны быть обеспечены учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям). Содержание каждой из таких учебных дисциплин (модулей) должно быть представлено в сети Интернет или локальной сети образовательного учреждения

Соответственно, в вузе должна существовать электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС), позволяющая публиковать, хранить и обеспечивать доступ к электронным информационным ресурсам реализации обучения (ЭИРРО) всем участникам образовательного процесса.

1. МОДЕЛЬ ЭИРРО

Определение основных компонентов ЭИРРО выполнялось исходя из требований ФГОС: «ООП вуза включает в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие методические материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии».

В модели ЭИРРО большинство методических материалов ООП являются компонентами дисциплин, перечень которых был строго определен в рамках программы развития МИЭТ как НИУ (рис. 1). Было принято, что дисциплина представляет собой совокупность последовательно изучаемых модулей, для которых также определен обязательный состав документов (рис. 2) [2].

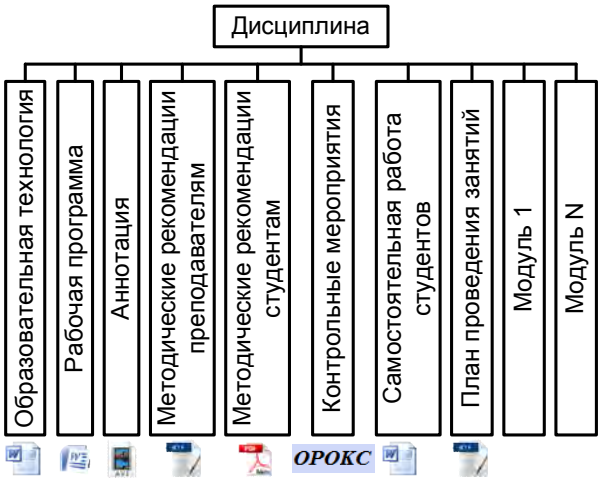


Рис. 1. Структура методического обеспечения дисциплины

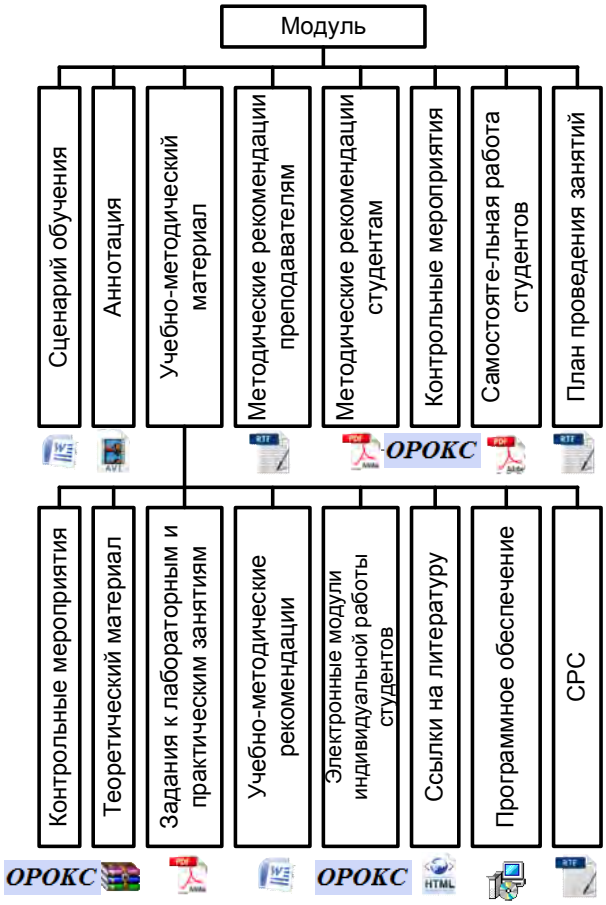


Рис. 2. Структура методического обеспечения модуля дисциплины

Каждый компонент дисциплины и модуля в электронной форме должен быть обеспечен информационными ресурсами (ИР), опубликованными в ЭИОС МИЭТ. В качестве хранилища ИР ЭИОС использует хранилище сетевой оболочки для создания распределенных обучающих и контролирующих систем (ОРОКС), которая была разработана и используется с 1998 года в МИЭТ, а также в более чем 20 вузах России.

2. РАБОЧИЕ ПРОСТРАНСТВА УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯ ФГОС ПО ДОСТУПУ К ЭИРРО

В МИЭТ используется и постоянно дорабатывается многофункциональная электронная среда учебного процесса (ЭСУП), одной из функций которой является обеспечение публикации, хранения и доступа преподавателей и студентов к ЭИРРО. В ЭСУП для обеспечения работы с ЭИРРО определены категории пользователей: сотрудники учебного блока, преподаватели, студенты.

Для каждой категории пользователей разработано свое автоматизированное рабочее место — рабочее пространство. Сотрудники учебного блока в своем рабочем пространстве работают с учебными планами и дисциплинами вуза (рис. 3): добавляют, редактируют, удаляют их.

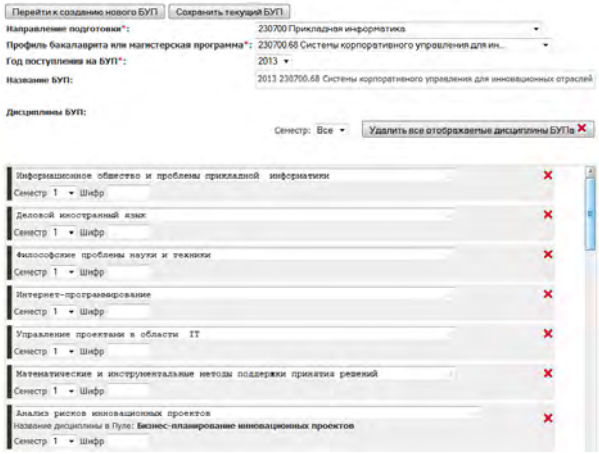


Рис. 3. Фрагмент рабочего пространства сотрудника учебного блока

Преподаватели в рабочем пространстве своей кафедры (рис. 4) работают с ЭИРРО дисциплин и модулей (добавляют, редактируют, удаляют ИР), а также с самими модулями (создают, изменяют последовательность изучения, переименовывают, удаляют их). При этом при работе с ЭИРРО имеется возможность публикации новых ресурсов и прикрепления уже имеющихся из хранилища ЭИОС [3]. Студенты имеют доступ к ресурсам дисциплин своих учебных планов текущего семестра и предыдущих семестров (рис. 5).

В настоящее время в ЭСУП созданы учебные планы по всем направлениям подготовки МИЭТ, а также обеспечен доступ к 82153 ЭИРРО по 4865 дисциплинам.

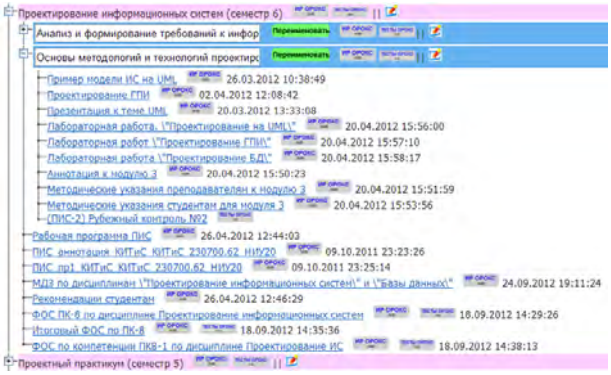


Рис. 4. Фрагмент рабочего пространства кафедр преподавателей

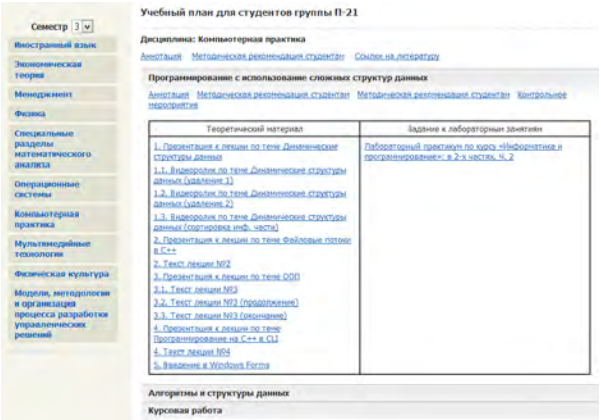


Рис. 5. Фрагмент рабочего пространства студента

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс внедрения ЭСУП — многоступенчатый и сложный. На первом этапе проводились обучающие семинары с преподавателями по наполнению ЭИРРО дисциплин. На втором этапе были созданы учебные планы, которые затем были соотнесены с учебными группами. Только после этого был открыт доступ студентам к их рабочим пространствам. Таким образом, требования ФГОС относительно обеспечения постоянного доступа к электронным образовательным ресурсам в МИЭТ выполнено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный** государственный образовательный стандарт высшего образования (макет). URL: http://cme.donstu.ru/index.php?action=pages&id=104.

2. **Игнатова И.Г., Шахгельдян К.И., Берёза Е.О.** Информационно-техническое обеспечение создания планов по стандартам третьего поколения // Новые информационные технологии и менеджмент качества (NIT&QM'2011). Материалы межд. научн. конф. — М.: ООО «Арт-Флэш», 2011. С.69—72.

3. **Берёза Е.О.** Модуль интеграции гетерогенных информационных ресурсов для поддержки реализации обучения по отдельным дисциплинам ФГОС третьего поколения // Тезисы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы информатизации в науке, образовании и экономике — 2012». — М.: РИО МИЭТ.

О.В. Бирюкова, И.В. Корецкая
BiriukovaOV@mpei.ru, KoreskyaIV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАНИЯ И ПРОВЕРКИ ТИПОВОГО РАСЧЕТА В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

АННОТАЦИЯ

Анализируются возможности построения и проверки типовых расчетных заданий в курсе общей физики с использованием информационных технологий.

Зависимость решения от конкретных исходных данных и обеспечение качественной проверки результатов рассматриваются как важнейшие компоненты тренинга.

Оцениваются преимущества и недостатки применения предложенной методики при обучении и проведении проверки качества знаний студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Типовой расчет является одной из форм обучения и контроля успеваемости студентов по дисциплине «Физика» практически на всех направлениях обучения в МЭИ. Необходимость обновления заданий типовых расчетов вызвана развитием у студентов коммуникаций и опыта использования средств математического и программного обеспечения. В данной работе описываются средства автоматизации типовых расчетов по механике, электростатике и магнетизму, созданных коллективом авторов специально для студентов ИЭТ НИУ «МЭИ».

Представленная работа, посвященная автоматизации составления заданий и проверки типовых расчетов, является заключительным этапом цикла работ по информационной поддержке изучения курса физики, включающего в себя лекционные презентации [1] и методический комплекс, содержащий решение задач [2].

1. ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАНИЯ ТИПОВОГО РАСЧЕТА

Главной проблемой формирования расчетных заданий является создание многообразия исходных данных, опирающихся на реальные значения физических величин.

Типовой расчет подразумевает решение стандартной прямой задачи для конкретных исходных данных, подобранных таким образом, чтобы у студентов как одной группы, так и разных групп потока получались уникальные варианты решения. Для этого используется кодировка, опирающая не только на «традиционный» номер по журналу, но и общее число студентов в группе.

Кроме численных значений, закодированными могут быть направления движения и типы взаимодействия в механике, знаки зарядов и направления токов в электромагнетизме, и т.д.

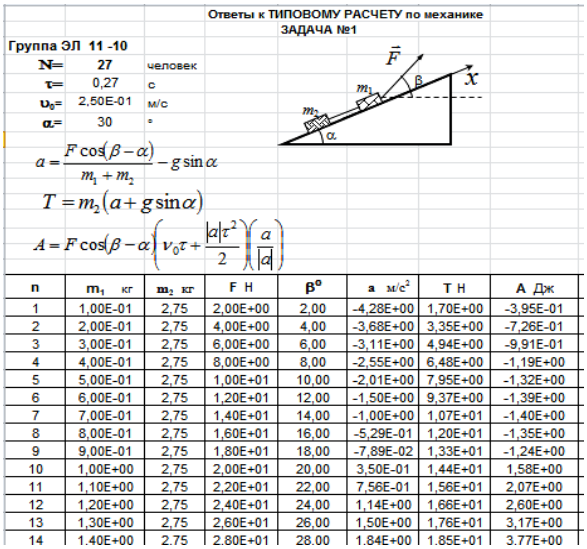
2. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕШЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТОВ

Выполнение типового расчета студентами осуществляется согласно методическим указаниям к решению задач по общему курсу физики применительно к данному разделу [3].

В процессе решения учащийся применяет физические законы, обуславливающие протекание описанных в задаче процессов, выводит расчетные формулы, выполняет численный расчет для заданных исходных данных, строит графики полученных зависимостей.

Для качественной и быстрой проверки выполненной студентом работы преподаватель должен иметь электронный шаблон, отражающий правильное решение для конкретного варианта исходных данных. Создание такого шаблона осуществляется программой автоматически при задании соответствующих номеров кодификатора.

Поскольку процесс решения задачи — процесс творческий и подразумевает существование различных подходов к решению помимо возможного аналитического решения, программа генерирует таблицу численных значений промежуточных результатов и ответов для каждого варианта (рис. 1).



Ответы к ТИПОВОМУ РАСЧЕТУ по механике
ЗАДАЧА №1

Группа ЭЛ 11 -10

N=	27	человек
τ=	0,27	с
υ_0=	2,50E-01	м/с
α=	30	°

$$a = \frac{F\cos(\beta-\alpha)}{m_1+m_2} - g\sin\alpha$$

$$T = m_2(a + g\sin\alpha)$$

$$A = F\cos(\beta-\alpha)\left(\upsilon_0\tau + \frac{|a|\tau^2}{2}\right)\left(\frac{a}{|a|}\right)$$

n	m_1 кг	m_2 кг	F Н	β°	a м/с²	T Н	A Дж
1	1,00E-01	2,75	2,00E+00	2,00	-4,28E+00	1,70E+00	-3,95E-01
2	2,00E-01	2,75	4,00E+00	4,00	-3,68E+00	3,35E+00	-7,26E-01
3	3,00E-01	2,75	6,00E+00	6,00	-3,11E+00	4,94E+00	-9,91E-01
4	4,00E-01	2,75	8,00E+00	8,00	-2,55E+00	6,48E+00	-1,19E+00
5	5,00E-01	2,75	1,00E+01	10,00	-2,01E+00	7,95E+00	-1,32E+00
6	6,00E-01	2,75	1,20E+01	12,00	-1,50E+00	9,37E+00	-1,39E+00
7	7,00E-01	2,75	1,40E+01	14,00	-1,00E+00	1,07E+01	-1,40E+00
8	8,00E-01	2,75	1,60E+01	16,00	-5,29E-01	1,20E+01	-1,35E+00
9	9,00E-01	2,75	1,80E+01	18,00	-7,89E-02	1,33E+01	-1,24E+00
10	1,00E+00	2,75	2,00E+01	20,00	3,50E-01	1,44E+01	1,58E+00
11	1,10E+00	2,75	2,20E+01	22,00	7,56E-01	1,56E+01	2,07E+00
12	1,20E+00	2,75	2,40E+01	24,00	1,14E+00	1,66E+01	2,60E+00
13	1,30E+00	2,75	2,60E+01	26,00	1,50E+00	1,76E+01	3,17E+00
14	1,40E+00	2,75	2,80E+01	28,00	1,84E+00	1,85E+01	3,77E+00

Рис. 1. Результат аналитического решения и таблица численных значений для различных вариантов

В задачах, предусматривающих построение графиков зависимостей, конкретный вид графика воспроизводится при задании значений кодификатора (рис. 2).

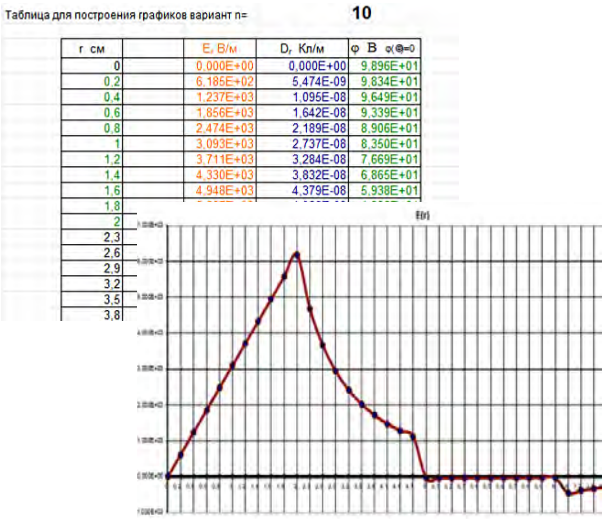


Таблица для построения графиков вариант n= 10

r, см	E, В/м	D, Кл/м	φ В φ(∞)=0
0	0,000E+00	0,000E+00	9,896E+01
0,2	6,185E+02	5,474E-09	9,834E+01
0,4	1,237E+03	1,095E-08	9,649E+01
0,6	1,856E+03	1,642E-08	9,339E+01
0,8	2,474E+03	2,189E-08	8,906E+01
1	3,093E+03	2,737E-08	8,350E+01
1,2	3,711E+03	3,284E-08	7,669E+01
1,4	4,330E+03	3,832E-08	6,865E+01
1,6	4,948E+03	4,379E-08	5,938E+01
1,8			
2			
2,3			
2,6			
2,9			
3,2			
3,5			
3,8			

Рис. 2. Процесс построения графиков

Проверка правильности выполнения типового расчета может быть неоднократно повторена. Это обеспечивается быстротой самого процесса проверки. При этом студенту указывается на конкретные ошибки для предоставления возможности осознанного их устранения.

Численные значения должны быть получены студентами с заданной точностью. При этом проверка значений на выходе типового расчета приучает учащихся к работе с константами и табличными данными без потери точности в промежуточных расчетах, и, таким образом, готовит их к проведению реальных инженерных расчетов.

В качестве защиты типового расчета по каждой задаче студентам может быть предложено дополнительное задание, позволяющее использовать и анализировать полученные соотношения. Например, построить графики при других начальных значениях. Для таких заданий легко организуется самопроверка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно сказать, что описанный подход к построению и проверке типовых расчетных заданий имеет следующие преимущества:

– обеспечивается разнообразие исходных данных;

– используются возможности кодификации непосредственно при создании условия задачи;

– студентам предоставляется возможность использования любых математических программ и офисных приложений для организации самостоятельных расчетов;

– упрощается проверка результатов;

– высвобождается время преподавателя, появляется возможность многократной проверки;

– улучшается качество проверки;

– имеется возможность постановки обратных задач для обучения студентов, имеющих уровень подготовки выше среднего.

Основные сложности, возникающие при работе по описанной методике, связаны с отсутствием у студентов навыков проведения численных расчетов. Применение этой методики на практике показало, что выполнение типового расчета по механике наряду с прохождением лабораторного практикума является гарантией формирования у учащихся первого курса указанных вычислительных навыков.

Автоматизированный типовой расчет опробован и успешно используется при преподавании физики у студентов ИЭТ начиная с 2010 года, а также применялся как форма дополнительного обучения для нескольких групп АВТИ в течение последних двух лет.

Особый смысл применение генератора индивидуальных заданий при использовании типового расчета как формы аттестации студентов приобретает в случае дистанционного обучения. Использование информационных технологий поколениями студентов привело к формированию в сети банка готовых решений типовых задач. Для эффективного обучения требуется регулярное обновление заданий.

В качестве дальнейшего развития проекта предполагается создание системы автоматизированной самопроверки, позволяющей студентам оценить полученные численные результаты до сдачи их на проверку преподавателю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бадамшина Э.Б., Бирюкова О.В.** Перспективы использования компьютерных презентаций для проведения лекционных занятий в курсе общей физики // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С.417—418.

2. **Корецкая И.В.** Использование информационных технологий для обучения методам решения задач в курсе общей физики // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С.457-458.

3. **Новодворская Е.М., Дмитриев Э.М.** Сборник задач по физике для втузов. — М.: Оникс 21 век, Мир и Образование, 2005. — 368 с.

Е.П. Богомолова
bogep@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРЕЗЕНТАЦИОННАЯ ЛЕКЦИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются различные аспекты чтения лекций по высшей математике с использованием слайдов или электронных текстов. Описываются основные трудности изложения материала и особенности восприятия таких лекций студентами очной формы обучения.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка сотрудниками кафедр электронных учебно-методических комплексов дисциплин побуждает преподавателей активно использовать подготовленные электронные материалы в своей практической деятельности. Оставляя в стороне некоторые электронные формы обучения студентов [1, 2], рассмотрим одну из важнейших компонент учебного процесса в высшей школе — аудиторную (потоковую) лекцию. Следует отметить, что ценность электронной лекции в дистанционном обучении не подвергается сомнению. Полезность же презентационной лекции при очной форме обучения спорна.

1. О ПРАКТИКЕ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ ЛЕКЦИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Лекционную классическую (доска-мел-тряпка) форму подачи нового материала критикуют за ряд ее специфических недостатков: относительно небольшой объем информации в единицу времени, монологическое изложение учебного материала, трудности списывания формул с доски, мелкий почерк и слабый голос лектора и т.п. Эти недостатки усугубляются в связи с особенностями школьной подготовки нынешнего контингента студентов втузов. Первокурсники, натасканные на тестах ЕГЭ, не готовы к лекционной форме занятий, проявляют низкий интерес к учебному материалу теоретического характера, не способны усвоить большое количество новых абстрактных математических понятий за ограниченный промежуток времени.

Сторонники чтения презентационных лекций по высшей математике выдвигают ряд аргументов в пользу таких лекций. Это и компактность изложения, и визуализация большинства абстрактных математических понятий, и возможность вернуться сколько угодно раз к ключевым моментам, и, что немаловажно, экономия времени. Очевидно, что лекционная презентация предназначена для поддержки лектора в процессе изложения учебного материала. Ее можно предоставить студентам заранее с тем чтобы они могли распечатать себе конспект, на котором во время лекции имели бы возможность делать пометки. Она же теоретически может заменить учебное пособие и даже учебник. Ещё большего эффекта можно достигнуть, если на компьютере установлен какой-либо вычислительный математический пакет. Тогда необходимые и зачастую громоздкие вычисления проводятся в реальном времени и на большом экране демонстрируются студентам (рис. 1).

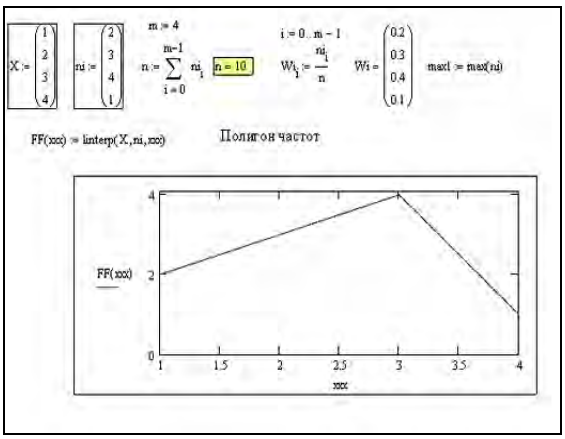


Рис. 1.

Как на практике происходит чтение лекций по высшей математике с использованием проектора и компьютера? Задолго до самой лекции преподаватель готовит лекционную презентацию. Одни создают специальные слайды, другие формируют монолитный текстовый документ. При подготовке материала для лекции лектор-математик испытывает ряд специфических трудностей. Они связаны с обилием формул и громоздких формульных преобразований, которые трудно уместить на экране, большим объёмом математического текста с логическими переходами и ссылками на предыдущий материал. Учитывая, что площадь экрана много меньше площади доски, лектор вынужден либо ограничивать количество записей на слайде (рис. 2), либо не делить текст на порции (рис. 3). Замечу, что оба варианта представления сложны для восприятия.

В первом случае лектор устно излагает намного больше материала, чем уместилось на слайде. Это означает, что студенты должны на слух воспринимать все рассуждения и логические переходы, записывать их и сопоставлять с изображением на слайде. Иногда вообще сложно бывает совместить речь лектора с содержанием слайда.

Во втором случае лектор просто читает текст, появляющийся на экране. Тогда преподаватель не может себе позволить что-либо переформулировать, поскольку важно, чтобы три процесса — появление картинки, речь лектора и записывание студентами формул — совпадали по времени. Заметим,

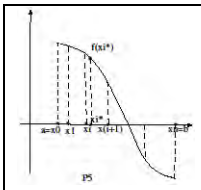
что в случае такого насыщенного информацией слайда студенту приходится либо, не слушая лектора, в своем собственном темпе списывать все подряд с экрана, либо писать на слух, вычленяя самостоятельно из текста слайда нужную формулу. Но студенты часто выбирают третий, более простой, путь — ждут, когда лектор предоставит им электронную версию своих лекций.

Булевы функции

– Функции $Bn \to B$.

- Формула задает функцию $Bn \to B$.
- Задача. Сколько существует функций: $Bn \to B$?
- Задача. Всякую ли функцию можно задать подходящей формулой?

Рис. 2.



Пусть функция $y = f(x)$ определена на отрезке $[a,b]$. Произведем разбиение

$$a = x_1 < x_2 < \ldots < x_{n-1} < x_n = b$$

отрезка $[a,b]$ на частичные отрезки $[x_i, x_{i+1}]$ и выберем произвольно точки $x_i^* \in [x_i, x_{i+1}]$ $\left(i = \overline{0, n-1}\right)$. Вычислим значения $f(x_i^*)$ и составим так называемую *интегральную сумму*

$$\sum_{i=0}^{n-1} f(x_i^*)\Delta x_i \equiv f(x_0^*)\Delta x_0 + f(x_1^*)\Delta x_1 + \ldots + f(x_{n-1}^*)\Delta x_{n-1}$$

$(\Delta x_i = x_{i+1} - x_i)$.

Определение 3. Если существует конечный предел интегральных сумм:

$$\lim_{\lambda = \max \Delta x_i \to 0} \sum_{i=0}^{n-1} f(x_i^*)\Delta x_i = I,$$

и если этот предел не зависит от вида разбиения и выбора точек $x_i^* \in [x_i, x_{i+1}]$, то его называют *определенным интегралом от функции* $y = f(x)$ *на отрезке* $[a,b]$.

Рис. 3.

2. О ВОСПРИЯТИИ СТУДЕНТАМИ ПРЕЗЕНТАЦИОННЫХ ЛЕКЦИЙ

На протяжении последних двух лет я периодически узнавала мнение студентов первого и второго курсов относительно презентационных лекций, которые им приходилось посещать. Подборка студенческих ответов, как «за» такую форму обучения, так и «против» нее, довольно любопытна.

В качестве положительных аспектов студенты выделяют следующее:

– запоминается лучше;

– записывать удобнее;

– наглядно, картинки;

– когда текст выделен и напечатан разным цветом, лучше запоминается;

– даже с дальних рядов всё видно;

– не отсвечивает доска;

– не нужно спешить при записи;

– исключается возможность опечаток;

– нет проблем с распознаванием почерка;

– если не слышно преподавателя, можно воспользоваться электронной версией;

– не надо переспрашивать преподавателя, если у него проблемы с дикцией;

– если не успел за преподавателем, можно посмотреть на экране, переписать со слайда;

– то, что не успеваешь записать на лекции, можно взять в электронном виде у преподавателя;

– полная информация перед подготовкой к экзамену, нет ничего лишнего;

– экономия времени при подготовке к экзамену.

Отдельно помещу высказывание «преподаватель не пачкается мелом». Похоже, что тут студент не обнаружил никаких плюсов презентационной лекции, кроме удобства самого преподавателя.

Обратимся теперь к высказываниям тех, кому презентационные лекции не кажутся удобными:

– технические неполадки;

– неэффективный способ;

– трудно воспринимается;

– не нравится;

– при такой подаче материал плохо усваивается;

– голову поднимать неудобно;

– быстро переключают слайды, не успеваешь;

– студент старается всё списать со слайда и не успевает за преподавателем;

– пока списываешь с монитора, преподавателя не слушаешь, сложней усваивать устную информацию;

– слушать и писать тяжелее (если смотреть на экран и на преподавателя);

– неудобно постоянно смотреть на экран, а потом переключаться на тетрадь;

– четкость картинки зависит от освещения; лучше всего видно в темной обстановке, но тогда писать неудобно;

– очень плохое качество изображения: при неправильном освещении и неправильной цветовой гамме слайдов ничего не видно;

– для зрения вредно: часто освещение в аудитории такое, что записей не видно; глаза перенапрягаются, сильно устают.

Итак, многие студенты опровергают распространённое мнение о том, что информация гораздо лучше усваивается, если ее одновременно видеть, слышать и записывать. Им привычнее и удобнее все это делать не параллельно, а последовательно. Помимо психофизических аспектов восприятия презентационных лекций, существенную роль играют чисто технические — серьезное противоречие между гигиеническими требованиями к уровню освещенности аудитории при письме и при просмотре слайдов.

Указанные студентами претензии к презентационным лекциям очень важны. Но, по моему мнению, особое внимание мы должны уделить следующим высказываниям:

– практически бесполезно посещение лекций (можно списать с выложенных лекций в интернете в нормальном темпе, не портя зрение);

– нет контакта с преподавателем;

– малая информативность;

– преподаватели читают с экрана, а не рассказывают, поэтому трудно воспринимать материал.

За этим кроется нормальное желание студента быть ближе к преподавателю, получать от своего лектора не сухую математическую информацию, а эмоциональное общение, внимание к себе, участие и многое другое. Другими словами, студенты не готовы видеть в своем лекторе придаток компьютера.

Безусловно, там, где слайды оказывают ключевую, существенную помощь в понимании процесса (например, физического, химического или технологического), там, где требуется передать сложную графическую или анимационную информацию, компьютерные лекционные презентации очень важны. Что же касается курса высшей математики, который традиционно использует компактный, формульный, стенографический и совсем не образный аппарат изложения, то применение слайдов на лекции для студентов очной формы обучения должно быть серьёзно обдумано.

Во всяком случае, к презентационным лекциям по высшей математике недопустимо обращаться с целью экономии учебного времени методами втискивания максимально большого объема математической информации в слайды, прокручиваемые в максимально быстром темпе. Лектор всегда должен считаться с тем, что пропускная способность каналов восприятия студентов ограничена, что любые глубокие научные идеи, с которыми мы их знакомим, не могут немедленно укладываться в их сознании.

3. О НЕКОТОРЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К ПРЕЗЕНТАЦИОННЫМ ЛЕКЦИЯМ

Прежде чем принять решение читать лекции по высшей математике с использованием компьютера и проектора, каждый лектор должен определиться, как наиболее рационально преподнести изучаемый материал. Можно ли достигнуть желаемого результата без применения компьютерных технологий или требуется их обязательное использование? Если преподаватель считает лекционное электронное обучение математике целесообразным, ему не следует полагаться только на свою интуицию или на опыт чтения презентационных научных докладов на конференциях. Он должен внимательно ознакомиться с базовыми положениями теории и практики создания учебных лекционных презентаций.

Учебная презентация по высшей математике во втузе имеет свои принципы, приемы и правила построения, основанные как на специфической форме подачи учебного материала, так и на психофизических особенностях студентов в возрасте от 16 до 20 лет. Она относится к разряду презентаций со сценарием, причем тщательно продуманным как технически, так и методически, направленным на определенную однородную целевую аудиторию — студентов первых двух курсов бакалавриата техники и технологий очной формы обучения.

Математическую лекцию, в ходе которой преподаватель проецирует на экран страницы стандартного печатного учебного пособия, насыщенного текстом и формулами (рис. 3), нечего и обсуждать. Такая «электронная» лекция хороша лишь для того, чтобы студенты, получившие ее копию накануне экзамена, успели сделать себе шпаргалки.

Я попробую описать главное из того, что следует учитывать преподавателям высшей математики при чтении презентационной лекции со слайдами и анимацией.

О правилах создания презентаций написано достаточно пособий. Но поскольку жанр презентации возник в недрах рекламного и торгового бизнеса, то имеющиеся в пособиях советы обычно относятся к гуманитарной сфере. Нам, преподавателям математики, стоит критически переработать и адаптировать к специфике материала изложенные в таких пособиях рекомендации. Для того чтобы лектор по высшей математике оставался в рамках жанра презентации, ему следует продумать множество нюансов и провести очень большую и сложную подготовительную работу. Обобщая многочисленные советы по созданию презентаций, опишу стандартную лекцию со слайдами. Она устроена так: лектор произносит текст, комментируя видеоряд презентации (слайды или анимацию). Этот видеоряд дополняет и иллюстрирует то, о чем говорит лектор. Слайды не могут становиться главной частью лекции и не

должны полностью дублировать материал. Их назначение — структурировать информацию, визуально дополнять устный рассказ, акцентировать внимание на главном. Презентация содержит тот наглядный материал, который невозможно изложить словами — формулы, схемы, таблицы, графики и т.п.

Заметим, что в данном случае возможность конспектирования лекции даже не предусматривается. Но для успешного понимания и запоминания сложных математических понятий и формул студент во время лекции должен опираться не только на свою зрительную и слуховую память, но и на моторную память, т.е. конспектировать. И это обязан учитывать лектор.

При создании учебной презентации лучше всего придерживаться правила: один слайд — одна мысль. При этом то, что изображено на слайде, должно тематически совпадать с тем, о чем в данный момент будет говорить лектор. Недопустимо просто зачитывать текст на слайде: студенты прочитают его быстрее, чем расскажет преподаватель, начнут его переписывать и потеряют интерес к словам лектора, не услышат дополнительных объяснений. Поэтому следует свести текстовую информацию на слайде к минимуму, заменив ее математическими знаками, рисунками, таблицами и схемами. В текстовых блоках слайда необходимо использовать короткие слова и предложения, размещать на одном слайде не более трех незначительных фактов и не более одного важного. То же касается и формул. Недопустимо использовать блоки сплошного текста (без формул и рисунков). Лучше избегать обилия цифр, за исключением тех случаев, когда в этих цифрах студенту не придётся разбираться, и они будут служить лишь иллюстрацией к некоторому математическому объекту (например, матрице). Если в презентации есть анимация, то следует продумать заранее, что должно остаться в конспектах студентов после её просмотра.

Хотя компьютер и позволяет быстро вернуться к любому из уже рассмотренных слайдов, лектору не стоит полагаться на свою способность быстро найти требуемую формулу, которая важна при доказательстве теоремы или выводе другой формулы. Для того чтобы основная формула была всё время на виду у студентов, её следует дублировать на нескольких слайдах, располагая, например, в колонтитуле. Но это приводит к увеличению числа слайдов. Объем презентации должен быть оптимальным. Известно, что зрительный ряд уже из 20 слайдов вызывает утомление и рассеяние внимания. Стандартный для рекламных и научных презентаций расчет — 1—2 минуты лекции на один слайд — для лекции по высшей математике непригоден, ведь студентам не просто придётся за это время скопировать содержание слайда, но и записать на слух текст доказательства или пояснения преподавателя, рассмотреть и правильно скопировать требуемый для введения математического понятия рисунок. Необходимо подобрать правильный темп смены слайдов. Оптимальное время, требуемое для восприятия специфической учебной математической информации, может быть определено лишь опытным путем с учетом особенностей восприятия информации с экрана студентами. Преподаватель обязан тщательно провести доводку своей лекционной презентации. При неоднократном просмотре слайдов уточняются временные интервалы, необходимые аудитории для просмотра, запоминания и конспектирования содержания каждого слайда, осознания его содержимого.

Советы по оптимальному стилевому и цветовому оформлению слайдов можно найти, например, в [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно, что во время чтения лекций по высшей математике применение технических средств ради самого применения абсурдно. Применение их ради упрощения работы лектора — не этично. Применение их ради уплотнения подаваемой студентам теоретической математической информации — абсолютно неэффективно и неразумно. Остается определиться, для чего нужны электронные лекции по высшей математике студентам очной формы обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Богомолова Е.П., Бурковская М.А.** Сочетание компьютерного тестирования и традиционного контроля ЗУН студентов технического вуза по высшей математике // New computer technology in education: Материалы XXIV Международной конференции «Применение инновационных технологий в образовании». 26—27 июня 2013 г. Троицк—Москва, 2013. С. 141—144.

2. **Богомолова Е.П., Максимова О.В.** Интернет-поколение студентов и успешность обучения во втузе — некоторые предварительные результаты действительности // Информационные технологии в инженерном образовании: XXI-я МНТК «Информационные средства и технологии». — М.: Издательский дом МЭИ. Т.1. С. 93—102.

3. **Каптерев А.** Мастерство презентации. Как создавать презентации, которые могут изменить мир. Presentation Secrets: Do What You Never Thought Possible with Your Presentations. — Изд-во: Манн, Иванов и Фербер, 2012. — 336 с.

М.А. Бурковская, Е.П. Богомолова
burkovskayama@mail.ru, bogep@ya.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ АКЦЕНТЫ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются дидактические аспекты использования компьютера на практических занятиях по высшей математике в технических вузах. Анализируется практический опыт авторов по использованию компьютера при изучении различных разделов высшей математики. Предлагаются методики составления задач для решения с использованием компьютера.

ВВЕДЕНИЕ

Переход высшей технической школы на двухуровневую систему подготовки (бакалавр — магистр) с неизбежностью привел к сокращению учебных часов, отводимых на изучение математики.

Значительную экономию учебного времени дает использование компьютера, при этом формы такого использования разнообразны. Это и электронные презентации лекций, и выдача заданий в электронном виде, электронное тестирование и т.п.

Мы часто слышим призывы углублять теоретические познания студентов в высшей математике и при этом научить их использованию математических пакетов. Пытаясь реализовать первую часть задачи, мы упускаем из вида вторую, надеясь на знание студентами компьютера. На практике же получается, что студенты стремятся тратить меньше времени на выполнение домашних и расчетных заданий, списывая их из интернета, и активно используют на экзаменах в качестве средств подсказок мобильные устройства. Такое взаимодействие студентов с компьютером нельзя назвать эффективным.

1. ОБУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОМУ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ С КОМПЬЮТЕРОМ

Как мы предлагаем использовать часть учебного времени, выделенного в учебных планах ВПО 3 на дисциплину «Математика»? На обучение студентов грамотному взаимодействию с компьютером при решении математических задач, т.е. в некотором смысле на изменение самого предмета изучения в ущерб, быть может, некоторым фундаментальным математическим разделам. Это целесообразно и потому, что уже вчерашние абитуриенты — первокурсники — активно используют различные математические пакеты, доступные в интернете, и потому, что вся их дальнейшая профессиональная инженерная деятельность будет связана с компьютерными продуктами со значительной математической составляющей. И, самое главное, наши студенты поймут, что их обучают тому, что им действительно необходимо.

Для выполнения указанной цели даже не требуется создавать специальные электронные образовательные ресурсы. Существующих математических пакетов более чем достаточно.

Пока во взаимодействии студентов с компьютером царит полная неразбериха. Любой активно работающий преподаватель высшей математики с этим неоднократно сталкивался. Мы провели анализ форм использования математических пакетов студентами нашего университета и сделали вывод о том, что при бесконтрольном и бессистемном самостоятельном использовании компьютера не наблюдается ни улучшения математической подготовки, ни роста успеваемости. Для того, чтобы внедрение компьютерного прогресса в учебный процесс приносило пользу будущему инженеру-исследователю, необходимо прямое руководство преподавателя.

Приведем пример. Одной из самых сложных математических тем первого семестра является тема «Исследование функции и построение графика». Множество ресурсов, размещенных в интернете, дают возможность построить график, не прикладывая никаких усилий. Было бы неестественным со стороны студентов не воспользоваться ими при выполнении домашнего или типового расчётного задания по математике. Но обучающая польза от вбивания символов формулы и последующего нажатия кнопки «построить» равна нулю.

В этой ситуации можно изначально потребовать от студентов, чтобы подробное, проделанное «вручную», вычисление каждого предела и каждой производной сопровождалось проверкой полученного выражения на компьютере. Можно также разрешить предоставлять график, построенный компьютером, вместо того, чтобы давать эскиз, нарисованный самостоятельно. Важно при этом только поставить условие на готовом графике отметить все точки экстремумов и перегибов, изобразить отрезки касательных и асимптоты.

Работа такого рода даёт несомненные положительные эффекты. Студент приступает к выполнению сложного и непривычного для него задания спокойно: не нужно «обманывать преподавателя», пользуясь компьютерными подсказками; можно не опасаться, что задание не будет выполнено в срок, а ответ будет неверным. Это позволяет сосредоточиться не на последствиях самостоятельной работы,

а на сути самой работы. Студент приучается к тому, что сложные многоэтапные расчёты можно и нужно проверять на каждой удобной стадии, чтобы с меньшими потерями времени правильно решить поставленную задачу. И наконец, особенно ценным для воспитания будущего инженера является то, что при расхождении результатов собственного исследования и компьютерной проверки следует определиться, кто же все-таки неправ — человек или компьютер. В этом случае студенты либо ищут ошибку в своих вычислениях и логических выводах, либо применяют другой математический пакет для проверки, либо советуются с преподавателем, не опасаясь сослаться на то, что работа проделана не самостоятельно. В результате такой по-настоящему исследовательской работы студенты не только знакомятся с различным математическим инструментарием, щедро разбросанным по интернету, но и начинают понимать, что все эти инструменты создаются конкретными людьми по конкретным сценариям, используют численные методы с определёнными ограничениями на параметры и область применения.

Компьютер — весьма сильное средство, меняющее иногда саму архитектуру учебного курса. В качестве примера рассмотрим курс «Методы вычислений», переданный некоторое время тому назад на кафедру высшей математики. Ранее этот курс вела кафедра, осуществляющая преподавание информатики. Изменился объект изучения: был — компьютер, т.е. компьютерная программа, которую должны составить студенты, стал — сам метод вычисления, его математический анализ, оценка его быстродействия, условия применимости и т.д. Первичным стал именно математический навык. Студентам дается задание самостоятельно, «вручную», определить, например, расположение корней при решении методом бисекции кубического уравнения, применив свои знания по математическому анализу; оценить, правильно ли компьютер построил полином Лагранжа; решить аналитически дифференциальное уравнение первого порядка и сравнить его с численным решением методом Эйлера. На подобных занятиях студенты весьма заинтересованны и активны. Нам кажется, это удачный пример грамотного и полезного включения компьютера в математическое обучение студентов.

2. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТУДЕНТАМИ КОМПЬЮТЕРА

Остановимся далее на дидактических особенностях, которые, по нашему мнению, должны быть присущи математическим задачам, решаемым студентами с использованием компьютера на практических занятиях по высшей математике.

В каждой задаче следует выделить две части: одна из них может быть выполнена студентом без привлечения компьютера, вторая — с использованием компьютера. Это необходимо четко формулировать в условии задачи. Следует избегать задач типа «вычислите производную или интеграл с помощью компьютера». Эти задачи не имеют обучающей пользы с точки зрения математики. При составлении учебного пособия с подобными задачами не стоит конкретизировать тип математического пакета, который будет использоваться студентами, поскольку возможности имеющихся пакетов на том уровне, который будет нужен студентам инженерно-технических направлений обучения, примерно одинаковы.

Составление подобных задач, а, тем более, целой системы задач по отдельному разделу курса высшей математики является непростой методической задачей. Как правило, составители практикумов по решению задач с использованием того или иного математического пакета ориентируются на изучение самого пакета, а именно его интерфейса, математических возможностей и т.п. При этом обучающая математическая компонента в задачах отсутствует. Действительно, какой смысл может быть в задаче, где требуется просто вычислить производную или интеграл с помощью компьютера? Разве только научить студента пользоваться данным пакетом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уже сейчас возможно несколько раз в течение учебного семестра проводить практические занятия с использованием математических пакетов [1]. При пополнении банка задач, к которым применима такая смешанная (аналитическая + численная) форма решения, и при соответствующей коррекции учебных программ дисциплин математического цикла рассмотрение задач, в которых студент осознанно взаимодействует с компьютером, будет возможно на каждом занятии по математике.

Но существует острая потребность в разработке практических занятий и задачников по междисциплинарным темам: от информатики — знание возможностей математических пакетов; от математики — умение правильно оценить ответ, данный компьютером.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зимина О.В., Кириллов А.И.** Практические занятия по высшей математике с использованием мобильного доступа к математическому серверу МЭИ: Учебное пособие для вузов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

2. **Зимина О.В., Кириллов А.И., Салимова А.Ф.** Влияние средств ИКТ на методику преподавания и содержание учебной дисциплины // Математика в образовании. Сборник статей. Вып.6. — Чебоксары: Издательство Чувашского университета, 2011.

М.А. Бурковская, Е.П. Богомолова, Н.У. Игнатьева
burkovskayama@mail.ru, bogep@yandex.ru, IgnatyevaNU@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ И ТРАДИЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗУН БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ПО МАТЕМАТИКЕ

АННОТАЦИЯ

В работе рассматриваются дидактические аспекты традиционного и компьютерного контроля по математическим дисциплинам в рамках компетентностной модели подготовки бакалавров инженерных направлений.

Затрагиваются вопросы разумного сочетания двух видов контроля уровня освоения курса высшей математики студентами втузов.

ВВЕДЕНИЕ

Компетентностный подход к обучению бакалавров-инженеров требует совершенствования и модификации средств контроля освоения студентами программы по математике. Модификация должна проходить по двум направлениям. С одной стороны, в связи с увеличением доли самостоятельной работы студентов нужно проконтролировать объём знаний, усвоенных студентами самостоятельно. С другой стороны, нужно установить качественные уровни усвоения материала.

Поставленная задача осложняется тем, что математика во втузе не является профессиональной дисциплиной, поэтому в образовательных стандартах не прописаны явно математические компетенции бакалавра.

Некоторые общие или частные требования к освоению математики встречаются, как правило, в таблице ЗУН. Это приводит к тому, что разработчики средств контроля по математике сначала должны определить, какие компетенции и какими способами следует контролировать, и только затем проанализировать, какие формы контроля для этого наиболее эффективны.

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ КАК ФОРМА КОНТРОЛЯ МАТЕМАТИЧЕСИХ ЗНАНИЙ

Для автономной непосредственной проверки знаний служат тесты [1, 2]. Тест — система заданий специфической формы и определенного содержания, позволяющая качественно оценить структуру и измерить студенческий уровень знаний математических понятий, определений, формулировок, формул, методов вычислений, алгоритмов и т.п. Тесты лучше, чем другие формы контроля, приспособлены для компьютеризированного проведения, проверки и анализа. Качественно составленный критериально-ориентированный педагогический тест позволяет оценивать, в какой степени знания студентов соответствует показателям, задаваемым требованиями к освоению дисциплины.

Для того чтобы результаты тестирования были действительно объективными, необходимо, чтобы тестирование было валидным. Приемлемая валидность теста обеспечивается выполнением двух требований: использованием теста с достаточно высоким коэффициентом надежности и корректным исполнением процедуры тестирования.

Математическая обработка данных проводится посредством специализированных математических пакетов [3]. При тестировании знаний студентов она имеет несколько направлений. Основные из них: валидизация теста; улучшение структуры теста; уточнение критериальных значений; стандартизация теста (установление норм и системы показателей); выбор оптимальной длины теста; выбор оптимальной продолжительности тестирования; комплектация индивидуальных портфолио студентов по результатам их систематического оценивания в течение определенного периода времени; проведение мониторинга уровня знаний отдельных студентов и/или групп; определение «весовых» коэффициентов отдельных показателей субъективных экспертных оценок для повышения их объективности.

Тесты с ограниченным набором заданий быстро становятся неэффективными, поскольку со временем их содержание становится широко известным. Учитывая формульную специфику высшей математики и ассоциативную логику определений и названий теорем, обнаруживаем, что спонтанное видоизменение тестовых заданий по высшей математике, удовлетворяющее требованиям надёжности и валидности теста, является серьёзной проблемой. Поэтому следует заранее создать банк однотипных валидных заданий, а ещё лучше сформировать принципы и механизмы автоматической компиляции таких заданий.

Работая продолжительное время с известной системой ДО «Прометей» [4], позволяющей, помимо других педагогических функций, составлять тесты и проверять с их помощью знания студентов, мы проанализировали, насколько активно преподаватели высшей математики используют такой вид контроля. Выяснилось, что наибольшее количество тестов в системе «Прометей» составлено по разделам «Теория вероятностей» и «Численные методы». Практически отсутствуют тесты по сложным (для составления валидных заданий) разделам, таким как «Теория функций комплексного переменного», «Кратные интегралы» и т.п.

На наш взгляд, это вызвано как методическими трудностями — отбором контролируемых математических понятий, — так и чисто техническими трудностями, связанными с отсутствием возможности формульного набора сложных математических выражений и представлением формул только в виде «картинок». Немаловажно и то недоверие, которое преподаватели высшей математики традиционно испытывают к результатам подобного тестирования.

Логика развития системы образования указывает на то, что без автоматизированного компьютерного тестирования, в том числе в техническом вузе, сегодня не обойтись. Но процесс перевода контроля знаний по высшей математике на компьютерный уровень должен происходить очень осторожно.

2. ТРАДИЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ФОРМА КОНТРОЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ

Для контроля математических умений целесообразно применять традиционные способы: контрольные работы по решению задач (вычислительных, графических, аналитических); защиты всех видов (типовых расчётов, лабораторных работ, расчетных заданий, курсовых работ и т.п.).

Владение навыками и опытом формируется за счет неоднократного повторения некоторых действий, поэтому их оценка возможна лишь на завершающем этапе освоения дисциплины. Традиционно владение навыками и опытом проверяется на защитах итоговых лабораторных и курсовых работ или итоговых расчетных заданий, на зачетах и экзаменах.

Опыт преподавания математики в техническим вузе, опыт проведения ЕГЭ и тестирования ФЭПО [5] (при лицензировании и аккредитации вуза) позволяют сделать однозначный вывод. Контроль математических умений и навыков должен осуществлять человек (экзаменатор, эксперт). Такой контроль средствами ЭВМ практически не реализуем, поскольку с трудом поддается формализации и критериализации.

Единственная область эффективного контроля освоения программы по математике с помощью IT-технологий — это проверка уровня и качества знаний. Под знанием условно понимают сохранение в памяти и воспроизведение полученной информации. Знания можно проверять как одновременно с проверкой умений и навыков, так и автономно. Наблюдая за системой развития системы ЕГЭ на протяжении уже десятка лет, преподаватели высшей математики прослеживают, как выделились два — B и C (первоначально три — A, B и C) уровня. На первом (A) и втором (B) уровнях вполне адекватно работает чисто компьютерный контроль, но на третьем уровне (C) возможен исключительно традиционный контроль. Подобное разделение форм контроля должно происходить и при обучении высшей математике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прослеживая на протяжении последнего десятилетия, как изменяются тестирующие программы, в частности, по высшей математике, мы наблюдаем, что содержание материала для тестирования меняется в сторону контроля именно технических навыков (умение дифференцировать, интегрировать, выполнять действия с матрицами и т.п.). Составители КИМов обоснованно опасаются доверять компьютеру проверку сложных, многоходовых задач.

К сожалению, не улучшается ситуация с интерфейсом программ. Стандартные тестирующие пакеты, как правило, имеют закрытую архитектуру и приспособлены, в первую очередь, к проверке выполнения заданий, не требующих введения формул. Поэтому возможности составления новых задач для математических тестов самими преподавателями серьёзно затруднены.

Развитие идеологии компьютерных математических тестов является одной из важнейших задач при обучении бакалавров. Заметим также, что в последнее время сами студенты, прошедшие испытание ЕГЭ, стали более позитивно воспринимать именно тестирования: они неплохо набирают формулы, быстро ориентируются в форматах ввода ответов и просто психологически более готовы к такого рода контролю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аванесов В.С.** Композиция тестовых заданий. — М.: АДЕПТ, 1998. — 217 с.

2. **Звонников В.И., Челышкова М.Б.** Оценка качества результатов обучения при аттестации (компетентностный подход): учеб. пособие. — М.: Логос, 2012. — 280 с.

3. **Шкалирование** и выравнивание результатов педагогических измерений: Учеб. пособие / В.И. Звонников, Н.Н. Найденова, С.В. Никифоров, М.Б. Челышкова. — М.: Логос, 2003. — 96 с.

4. **Прометей**. URL: http://www.prometeus.ru/index.html (дата обращения 27.05.13).

5. **Федеральный** интернет-экзамен в сфере профессионального образования. URL: http://www.fepo-nica.ru/ (дата обращения 27.05.13).

Е.М. Воробьев, В.А. Никишкин
emvorobyev@mesi.ru , VNikishkin@mesi.ru
Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ), Москва

СИСТЕМА ВЕБМАТЕМАТИКА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ МЭСИ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен использованию системы Веб-Математика для преподавания математических дисциплин в МЭСИ. Обсуждаются вопросы разработки интерактивных электронных учебных пособий, методики и опыта использования системы в учебном процессе.

ВВЕДЕНИЕ

Огромное значение математических моделей и методов их исследования, постоянно сокращающееся количество учебных часов, отводимых на изучение математических дисциплин, и приход в студенческие аудитории нового «цифрового» поколения молодых людей заставляют преподавателей математики обратить пристальное внимание на IT-технологии как на одно из средств повышения эффективности обучения.

Ниже мы обсуждаем методику использования одной из современных информационных технологий, а именно, системы ВебМатематика для преподавания и изучения дисциплины Математика.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ВЕБМАТЕМАТИКА

Система ВебМатематика [1] является прикладной программой для Ява-сервера, обеспечивающей веб-интерфейс для широко известной интегрированной системы символьных, графических и численных расчетов, называемой Математика [2].

В учебном процессе Математика, будучи инсталлированной на каждой машине компьютерного класса или на сервере вузовской сети, обычно используется для преподавания математических дисциплин в компьютерных классах.

Методика применения системы Математика для обучения дисциплинам «Математический анализ» и «Линейная алгебра» излагается, в частности, в учебном пособии [3] и публикациях [4, 5].

Обучение дисциплине «Математика» с помощью ВебМатематики происходит по написанным авторами доклада учебным пособиям, снабженным программами проведения вычислений.

Ключевое преимущество обучения с помощью ВебМатематики заключается в высококачественной и динамической визуализации математических объектов, автоматизации рутинных вычислений, а также интерактивности, т.е. возможности решения задач, определяемых пользователем и заранее не предусмотренных авторами пособий.

Огромное значение имеет также доступность электронных пособий в любое время и из любого места, в том числе с помощью смартфонов и других мобильных устройств.

Использование ВебМатематики не требует наличия у пользователя какого-либо программного обеспечения, кроме браузера, а также не предполагает знания пользователем синтаксиса и команд системы Математика, что является несомненным достоинством ВебМатематики.

ВебМатематика создает на сервере и отправляет пользователю по его запросу специальные веб-страницы, которые содержат команды системы Математика в скрытом от пользователя виде и HTML-формы с полями ввода пользовательской информации. После нажатия пользователем кнопки «Вычислить» страница поступает обратно на сервер, команды выполняются, а результаты вычислений вклеиваются в новую страницу, отправляемую пользователю.

Домашняя страница ВебМатематика-сайта МЭСИ, который используется для проведения занятий, представлена на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что на сервере размещены двенадцать учебных пособий по дисциплине «Математика».

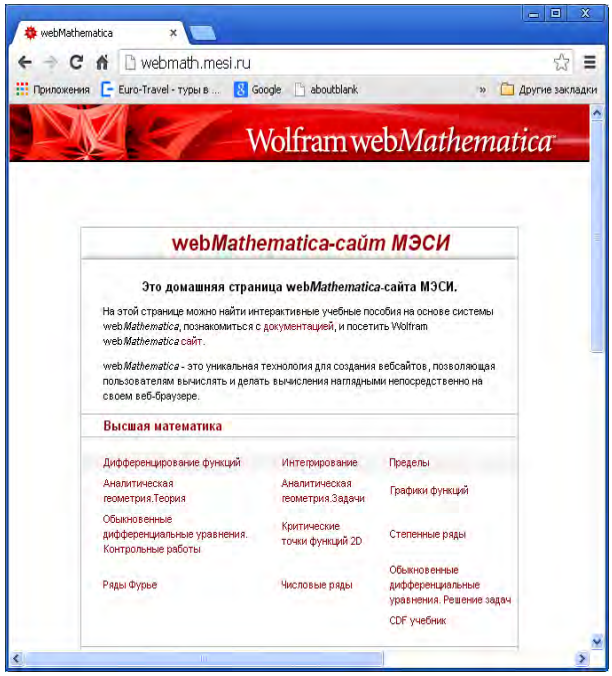


Рис. 1. Домашняя страница ВебМатематика-сайта МЭСИ

2. СТРУКТУРА УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

Интерактивные электронные учебные пособия предназначены, в основном, для самостоятельной работы студентов как внутри, так и вне стен вуза. Задача пособий — облегчить студентам выработку навыков решения задач, поэтому большинство пособий носит название «Образцы решения задач», а далее следует название раздела изучаемой дисциплины. На рис. 2 приведена главная страница учебного пособия по разделу «Степенные ряды».

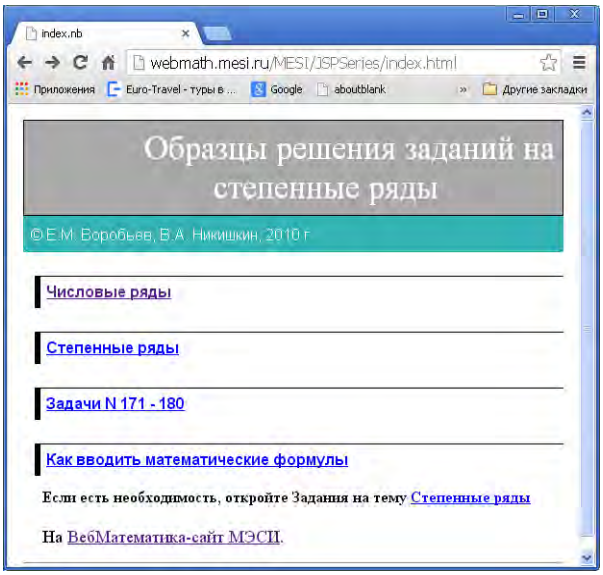


Рис. 2. Главная страница учебного пособия по степенным рядам

Рис. 2 показывает, что пособие содержит четыре раздела. Два из них теоретические: они содержат необходимые определения и формулировки основных теорем. Кроме того, имеется раздел, в котором приводятся правила ввода в поля HTML-форм математических формул раздела «Задачи» № 171—180.

Последний раздел является центральным в учебном пособии, так как он содержит средства, автоматизирующие математические вычисления, которым студенты обучаются в предшествующих разделах дисциплины и автоматизация которых существенно упрощает студентам понимание и выработку навыков решения задач по данному разделу.

3. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

Начнем обсуждать методику применения ВебМатематики с помощью пособия, представленного на рис. 2. Интерактивная часть рассматриваемого пособия представляет собой образец решения следующей задачи.

Задача. Для степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n x^n}{2n-1}$ вычислить радиус сходимости и в случае ненулевого радиуса найти в явном виде его сумму.

Решение задачи начинается с того, что общий член ряда впечатывается при помощи клавиатуры в поле ввода HTML-формы, называемой «Общий член ряда», а затем нажимается кнопка Evaluate (рис. 3).

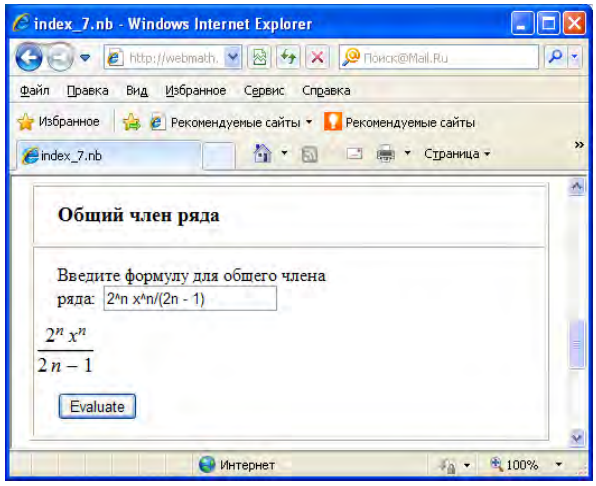


Рис. 3. HTML-форма Общий член ряда

Далее пользователь приступает к вычислению радиуса сходимости ряда, используя признак Даламбера сходимости числовых рядов с положительными членами. На этом этапе вычисляется предел отношения модуля члена ряда к модулю предыдущего члена. Процесс вычисления автоматизируется и приводит к следующему результату (рис. 4).

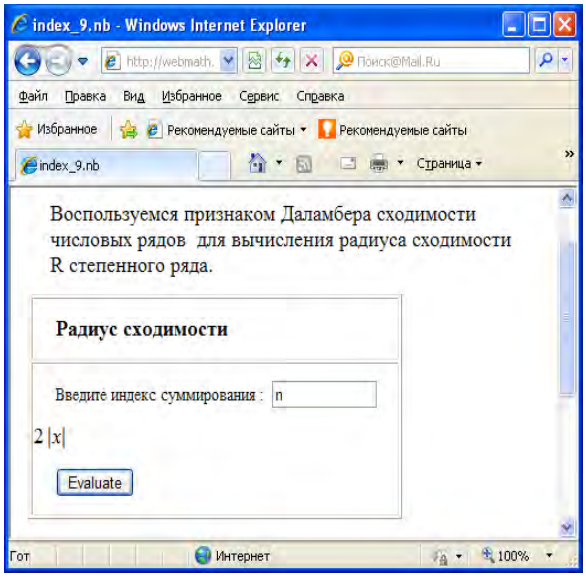


Рис. 4. Вычисление радиуса сходимости ряда

Опираясь на признак сходимости Даламбера, делаем вывод: ряд сходится при условии $2|x|<1$. Это означает, что радиус сходимости ряда равен 1/2.

Ввиду того, что радиус сходимости ненулевой, вычисляем сумму ряда (рис. 5).

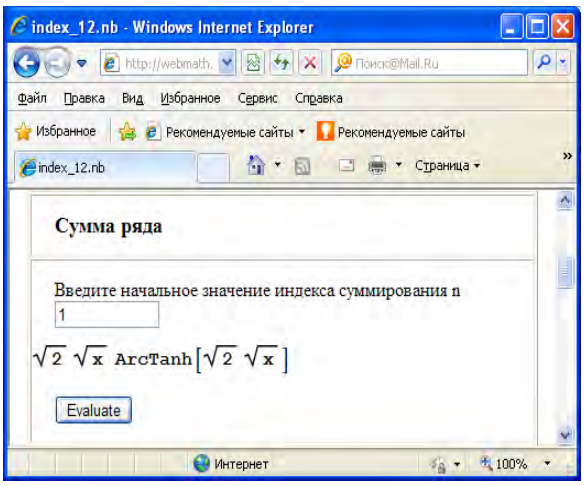


Рис. 5. Вычисление суммы ряда

Поскольку результат содержит функцию, обратную к гиперболическому тангенсу, не рассматриваемую в стандартных курсах математического анализа, имеет смысл познакомиться с полученной функцией, нарисовав ее график (рис. 6).

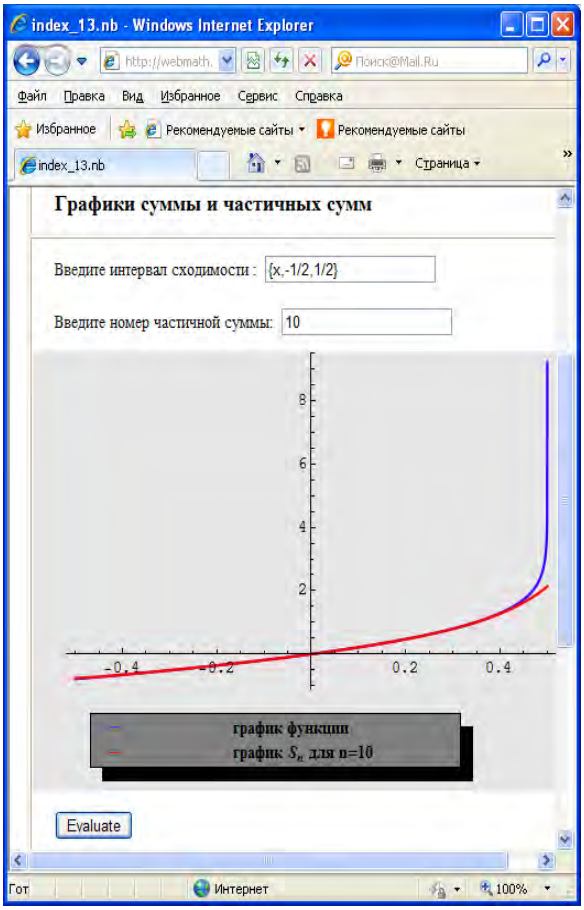


Рис. 6. Графики суммы и частичной суммы ряда

На рис. 6 представлены два графика: один из них — график функции, другой — график суммы первых десяти членов ряда. В окне браузера первый график будет нарисован синим цветом, второй — красным.

Хорошо видно, что сумма ряда неограниченна в окрестности правого конца интервала сходимости, т.е. ряд расходится в правом конце. Кроме того, можно отметить, что всюду вне интервала (0,45, 0,5) график частичной суммы визуально совпадает с графиком функции.

Рассмотрим теперь другое учебное пособие, посвященное интегрированию. Первая его часть представляет собой, по существу, тренажер вычисления неопределенных интегралов. Вновь рассмотрим конкретную задачу.

Задача. Вычислить первообразную функции $1/(2+\cos x)$ на интервале (0, 2 π).

Задача решается методом подстановки, и подстановка, которая рекомендуется в учебниках для сведения интеграла $\int \frac{dx}{2+\cos x}$ к интегралу от рациональной функции, есть $t = tg\left(\frac{x}{2}\right)$. В интерактивном учебном пособии «Интегралы» есть раздел, посвященный методу подстановки, а в нем имеется HTML-форма «Подставить», автоматизирующая приведение неопределенного интеграла к новой переменной (рис. 7).

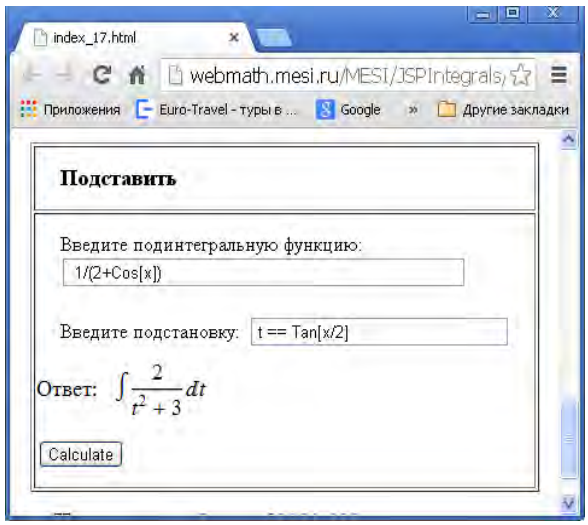


Рис 7. Метод подстановки

Мы видим, что исходный интеграл после выполнения рассматриваемой подстановки приводится к интегралу от рациональной функции. Полученный табличный интеграл легко вычисляется и приводит к первообразной $2arctg(tg(x/2)/\sqrt{3})/\sqrt{3}$.

Однако эта функция имеет разрыв первого рода в точке $x = \pi$ и, следовательно, не является первообразной на интервале $(0,2\pi)$.

Этот результат не является неожиданным, так как формула замены $t = tg\left(\frac{x}{2}\right)$ не определяет взаимно однозначного отображения интервала $(0,2\pi)$ на вещественную ось. Однако рассматриваемая формула определяет взаимно однозначное отображение интервала $(-\pi,\pi)$ на вещественную ось.

Правильная замена получается после сдвига интервала $(-\pi,\pi)$ на величину π вправо и имеет вид $t = tg\left(\frac{x+\pi}{2}\right) = -ctg\left(\frac{x}{2}\right)$.

Проверим правильность замены с помощью формы «Подставить».

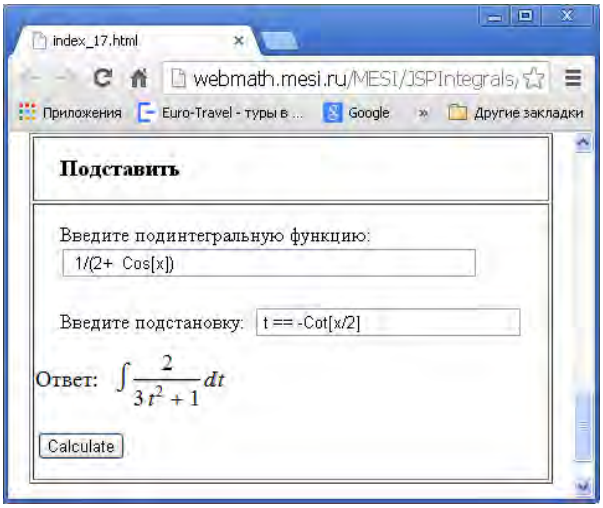


Рис. 8. Правильная подстановка

Мы видим, что замена свела исходный интеграл к интегралу от рациональной функции, легко вычисляемому и приводящему к правильной непрерывной и дифференцируемой на интервале $(0,2\pi)$ первообразной $-2arctg(\sqrt{3}ctg(x/2))/\sqrt{3}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обсуждение процесса решения задач в предыдущем разделе позволяет сделать следующие выводы:

- Основной педагогический принцип обучения с помощью ВебМатематики может быть сформулирован следующим образом: «учить математике, а не вычислениям».

- За счет экономии времени и усилий студентов и преподавателей, которые они тратят на проведение сложных вычислений и выполнение информативной и выразительной графики, содержание дисциплины существенно обогащается, становится менее формальным и более интересным для изучения.

- В самом деле, классическая технология проведения занятий по разделу «Степенные ряды» позволяет обсудить вопросы, связанные с выяснением вопросов сходимости ряда. ВебМатематика дает возможность вычислить сумму ряда, нарисовать график суммы и оценить число членов частичной суммы, приближающей сумму с заданной точностью.

- Автоматизация вычислений в разделе «Неопределенный интеграл», экономя время и силы студентов, дает им возможность сконцентрировать свое внимание на принципиальных аспектах метода подстановки.

- Рассматриваемая IT-технология предоставляет в распоряжение студента помощника и наставника с бесконечным терпением и бесконечным запасом времени, что выгодно отличает его от вечно занятого преподавателя, к расписанию консультаций которого нужно приспосабливаться. Это обстоятельство существенно облегчает студентам выработку навыков решения задач — неотъемлемую составляющую математических компетенций.

В настоящее время в сфере IT-технологий сложилась парадоксальная ситуация, когда темпы появления новых технологий значительно опережают темпы их осмысления и освоения. Мы надеемся, что методика преподавания, рассмотренная в настоящей работе, апробированная в течение многих лет в МЭСИ и получившая положительную оценку студентов, окажется полезной и востребованной в других вузах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Tom Wickham-Jones.** WebMathematica: A user Guide. — Wolfram Media, 2001.

2. **Воробьев Е.М.** Введение в систему символьных, графических и численных расчетов «Математика». — М.: Изд-во Диалог-МИФИ, 2005.

3. **Воробьев Е.М**. Компьютерный практикум по математике. Математический анализ. Линейная алгебра. — М.: Изд-во Книжный дом-Университет, 2009.

4. **Воробьев Е.М., Никишкин В.А.** Информационная технология преподавания математических дисциплин, основанная на системах Математика и ВебМатематика // Экономика, статистика, информатика. Вестник УМО. 2009. № 1—2. С. 43—48.

5. **Воробьев Е.М., Никишкин В.А..** Методика и опыт обучения высшей математике с помощью системы ВебМатематика 3 // Открытое образование. 2011. № 5. С. 4—11.

Е.Ю. Головина
e-gol@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ»

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению теоретических основ электронного учебно-методического комплекса «Интеллектуальные методы поддержки принятия решений в энергетике» (ЭУМК). Приводятся примеры применения описанных в нем методов для решения задач в энергетике.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с широкомасштабным применением вычислительной техники в различных сферах деятельности человека наиболее остро встала проблема разработки программных средств, помогающих человеку в процессах принятия решений. Одним из наиболее широко применяемых классов таких программных средств являются интеллектуальные системы, среди которых выделяются интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИСППР). Создание современных ИСППР невозможно без использования методологий и технологий их проектирования, поскольку их разработка представляет длительный, трудоемкий и наукоемкий процесс, требующий больших материальных и финансовых затрат. Также о необходимости создания таких методологий и технологий свидетельствует резкое увеличение сложности задач, для решений которых создаются интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

Объектом изучения в ЭУМК являются методы создания ИСППР, помогающих человеку в процессах принятия решений и повышающих эффективность его деятельности.

В развитие интеллектуальных методов большой вклад внесли и вносят советские и российские исследователи Г.С. Поспелов, Г.С. Цейтин, Д.А. Поспелов, Э.В. Попов, Г.С. Осипов, О.П. Кузнецов, О.И. Ларичев, В.Н. Вагин, В.К. Финн, В.Л. Стефанюк, В.В. Емельянов, И.Б. Фоминых, В.Ф. Хорошевский и многие другие. Среди зарубежных исследователей необходимо отметить Г. Саймона, Н. Нильсона, Л. Заде, Дж. Маккарти, Р. Рейтера и многих других.

Основными характеристиками современных проблемных сред, для функционирования в которых разрабатываются ИСППР, являются открытость, структурная сложность, наличие внутренней активности, трудность построения или отсутствие математической модели описания проблемной среды. Для описания проблемных сред с такими характеристиками Г. Бучем и Л.А. Растригиным был введен термин «сложные проблемные среды» [1, 2].

Одной из проблем, которая встает перед разработчиками ИСППР, является проблема повышения их эффективности, которая непосредственно связана с проблемами повышения эффективности процедур поиска решений и повышения надежности таких систем. В последние годы эти проблемы встали наиболее остро в связи с расширением сферы применения интеллектуальных систем в деятельности человека, увеличением сложности задач, для решения которых человек хотел бы использовать компьютер.

Эти проблемы и перечисленные особенности современных проблемных сред определили нецелесообразность применения традиционных интеллектуальных методов, методов теорий управления и принятия решений и привели к необходимости создания новых методов разработки ИСППР.

Одним из подходов к созданию интеллектуальных систем, функционирующих в сложных проблемных средах, является подход семиотического моделирования, предложенный Д.А. Поспеловым и предоставляющий математический базис для построения интеллектуальных систем качественно нового уровня. Так, на смену формальной системе и ее частичным модификациям приходит семиотическая система, являющаяся фундаментом для создания семиотических моделей, позволяющих адекватно описывать современные сложные проблемные среды за счет изменения элементов формальной системы.

1. ЛОГИКО-СЕМИОТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

В ЭУМК рассматривается логико-семиотическая модель (базирующаяся на логических моделях представления знаний, в основе которых лежит формальная система, и отношении перехода между моделями), которая используется для решения задачи целеполагания. Эта задача выделена, поскольку для создания ИСППР должна быть сформулирована проблема, которая и формализуется в задаче целеполагания.

Задача целеполагания состоит в выработке рекомендаций ЛПР, описывающих управляющие воздействия на объект управления (ОУ) для достижения им поставленных целей. Приводится постанов-

ка задачи целеполагания. На основе начального состояния ОУ, заданного множеством фактов, и множества аксиом, описывающих общие законы проблемной среды, нужно получить: а) ответ на запрос, заданный в виде формулы логики 1-го порядка: $\exists x_1 \exists x_2 \ldots \exists x_n \Phi[x_1,x_2,\ldots,x_n]$; б) множество следствий, задающих рекомендации ЛПР по управлению ОУ для достижения им поставленной цели. В постановке задачи целеполагания выделены два варианта, поскольку они широко применяются для формулировки практических задач в области принятия решений. В ней вариант а) является частным случаем варианта б). Он выделен для того, чтобы предоставить ЛПР возможность задавать запросы, в процессе поиска ответа на которые вырабатывается совокупность рекомендаций. Эти рекомендации предлагается выполнить ЛПР для достижения поставленной в запросе цели, заданной формулой $\exists x_1 \exists x_2 \ldots \exists x_n \Phi[x_1,x_2,\ldots,x_n]$.

В ЭУМК приведено определение предложенной структуры логико-семиотической модели: SMR=<M, R_{TM}>, где M={M1, …, Mn} — множество прикладных логических моделей представления знаний, используемых для поиска решений; R_{TM} — отношение перехода между моделями.

Описанная структура логико-семиотической модели позволяет повысить эффективность процедур поиска решений в интеллектуальных системах, применяемых для поддержки принятия решений, за счет их распараллеливания и адаптировать процесс поиска решений в них к изменениям во внешней среде. Следует отметить, что элементы множества M могут изменяться, добавляться и удаляться при увеличении знаний эксперта о проблемной среде. Исследованы свойства отношения перехода между моделями.

Приведены способы задания отношения перехода между логическими моделями, одним из которых являются метаправила. Термин «Метаправила» введен, чтобы отличать их от продукционных правил. Специфичность метаправил заключается в том, что они применяются для выбора прикладных логических моделей в процессе поиска решений в ИСППР. Метаправила позволяют задавать переходы между прикладными логическими моделями и условия перехода. Они имеют вид: [<Mi>:] IF <условие> THEN <Mк>, где <Mi> является идентификатором модели, в которой метаправило применяется; <Mк> является идентификатором модели, на которую меняется <Mi>; <условием> является логическая формула, определяемая спецификой решаемой задачи.

Возможны два типа запросов, предложенных в соответствии с постановкой задачи целеполагания. Запросы 1-го типа имеют вид: $\exists x_1 \exists x_2 \ldots \exists x_n \Phi[x_1,x_2,\ldots,x_n]$, где $\exists x_1 \exists x_2 \ldots \exists x_n \Phi[x_1,x_2,\ldots,x_n]$ является запросом, заданным в виде формулы логики 1-го порядка, на который необходимо получить ответ в логико-семиотической модели.

Запросы 2-го типа имеют вид: $\exists x_1 \exists x_2 \ldots \exists x_n Q_1[x_1]\&Q_2[x_2]\&\ldots\&Q_n[x_n]$, где $Q_i[x_i]$, i=1..n, — логическая формула, используемая для описания состояния ОУ. Запросы 2-го типа являются частным случаем запросов 1-го типа. Они выделены, поскольку для получения ответов на них в логико-семиотической модели существует возможность генерирования метаправил и, таким образом, их перегенирирования в случае необходимости, например, при возникновении изменений в проблемной среде, когда ни одно из метаправил не применимо.

В процессе получения ответа на запрос в логико-семиотической модели при наличии метаправила инициализации, заключением которого является идентификатор прикладной логической модели M_i, происходит вывод следствий в модели M_i. При этом возможны три случая.

1. В прикладной логической модели получен пустой дизъюнкт (□), свидетельствующий, что формула, заданная в запросе и описывающая требуемое состояние ОУ (цель), является выводимой в прикладной логической модели. При этом в предикате ANS сформирована совокупность рекомендаций ЛПР, выполнение которых позволит достигнуть поставленную им цель, заданную формулой в запросе.

2. В прикладной логической модели не может быть за время Δt выведен пустой дизъюнкт (□). Это может произойти из-за нехватки вычислительных ресурсов для доказательства выводимости формулы, заданной в запросе, в прикладной логической модели или при возникновении изменений во внешней среде, которые могут быть промоделированы правилами системы «STRIPS» [3]: IF <условие> THEN {список фактов для добавления} &{список фактов для удаления}, где <условие> — логическая формула, описывающая изменения во внешней среде. Затем происходит поиск метаправила, на основе которого осуществляется переход из текущей модели к модели, указанной в заключении метаправила. Такое метаправило имеет вид: M_i: IF <условие> THEN M_k, где <условие> — логическая формула, задающая изменения во внешней среде, следствие или Δt. При этом логическая формула, которая доказывается (запрос) , в условии метаправила не указывается. Считается, что это тот же самый запрос. Если такое метаправило найдено, то следствия, выведенные на основе предыдущей модели, считаются не выводимыми в логико-семиотической модели, кроме следствий (примечание: если срабатывает метаправило, условием которого являются выведенные следствия, то все выведенные следствия в предыдущей модели остаются выводимыми). После этого в новой прикладной модели происходит вывод следствий. Для запросов 1-го типа процесс останавливается, если получен пустой дизъюнкт (□), свидетельствующий, что логическая формула, заданная в запросе и означивание переменных которой происходит в процессе вывода в логико-семиотической модели, является выводи-

мой. Для запросов 2-го типа процесс останавливается, если срабатывает метаправило, заключением которого является ключевое слово «stop».

3. Формула $\Phi[x_1,x_2,\ldots,x_n]$, используемая в запросе $\exists x_1 \exists x_2 \ldots \exists x_n \ \Phi[x_1,x_2,\ldots,x_n]$, имеет вид: $Goal_1[x_1]$ & $Goal_2[x_2]$ &…& $Goal_n[x_n]$, где $Goal_i[x_i]$, i=1..n, является запросом в M_i, представленным в конъюнктивной нормальной форме. При этом возможно параллельное доказательство формул $\neg Goal_i[x_i]$ в модели M_i, i=1..n. Отметим, что для доказательства формул, входящих в $\neg Goal_i[x_i]$, i=1..n, также могут быть применены различные виды параллелизма (AND-, OR- и DCDP- параллелизм). Если в некоторой прикладной модели за время Δt не может быть получен пустой дизъюнкт, то см. п.2.

В ЭУМК приведены разработанные методы создания блоков целеполагания и адаптации в ИСППР. Разработанный метод создания блока целеполагания базируется на алгоритме эвристического поиска наилучшего пути решения задачи целеполагания в модифицированном И/ИЛИ-графе «цель-подцель». Разработанный метод создания блока адаптации базируется на алгоритмах генерирования метаправил по найденному наилучшему пути, их проверки на применимость для решения задачи целеполагания и их перегенерирования в случае изменений во внешней среде.

2. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИКО-СЕМИОТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСППР ПО СРАВНЕНИЮ С ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Преимущества применения логико-семиотической модели для создания ИСППР по сравнению с логической моделью представления знаний состоят в следующем.

1. В возможности повышения эффективности процесса вывода в ИСППР за счет параллельного вывода следствий в прикладных логических моделях, входящих в структуру логико-семиотической модели.

2. В адаптации процесса поиска решений в ИСППР к изменениям во внешней среде за счет возможности смены одной модели поиска решений на другую.

3. В повышении надежности ИСППР за счет возможности смены прикладной логической модели на другую модель, если в ней за время Δt не может быть получен ответ на запрос.

4. В сокращении поискового пространства за счет его локализации в прикладных логических моделях.

5. В интеграции прикладных логических моделей на основе метаправил, облегчающей тестирование этих моделей и повышающей эффективность ИСППР за счет п. 1—4.

6. В возможности поддержки немонотонности вывода, заключающейся в том, что, если за время Δt ответ на запрос в некоторой прикладной логической модели не может быть получен, то при переходе к другой модели на основе метаправила предполагается, что выведенные следствия являются невыводимыми.

7. В упорядочивании выведенных следствий в логико-семиотической модели за счет использования метаправил.

Таким образом, созданные ИСППР на основе логико-семиотической модели представления знаний позволяют расширить область автоматизации в процессах принятия решений в сложных проблемных средах.

3. ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТАПРАВИЛ, ПОЛОЖЕННЫХ В ОСНОВУ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИКО-СЕМИОТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, ПО СРАВНЕНИЮ С МЕТАПРАВИЛАМИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМИ В ПРОДУКЦИОННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

В ЭУМК рассмотрены преимущества логико-семиотической модели по сравнению с продукционной моделью, в которой используются метаправила. Одной из первых экспертных систем, базирующейся на продукционной модели, для получения решений в которой используются метаправила, является система MYCIN [4]. В ней метаправила используются для вызова цепочки продукционных правил, применяемых для получения решения (диагноза) на основе метода обратного распространения. Механизм вывода в продукционной модели с использованием метаправил применяется и в настоящее время. Так, этот механизм заложен в программном инструментальном средстве IFDIS [5] для создания диагностических экспертных систем. Оно является «оболочкой» для создания экспертных систем. В этом программном средстве правила задаются на языке XML и используются для задания действий, категорий заболеваний, заключений (диагнозов), условий (симптомов заболеваний), проблем (задач), механизмов обработки ошибок и других правил.

Характерными особенностями этого программного средства являются следующие: наличие правила инициализации; проверка на выполнения правила в некотором состоянии; возможность задания 3-х значений истинности для условий «истинно», «ложно» и «неопределенно»; возможность задания «цепочек» продукционных правил (заключением правила может быть назначение значения некоторого симптома, которое имеется в условии другого правила); возможность неоднократного применения продукционных правил в некотором состоянии; возможность получения 3-х ответов на запрос: «да», «нет» и «не знаю»; возможность поддержки немонотонных рассуждений; возможность автоматического ранжирования симптомов заболеваний для выбранной задачи.

Еще одним программным средством, в котором используется механизм вывода с применением метаправил, является система MINERVA [6]. В этой системе используется механизм вывода с возвратом, подобный Пролог-машине, в который встроены метаправила. Метаправила используются для задания целей, условий и подцелей.

На основе рассмотренных особенностей использования метаправил в экспертных системах, базирующихся на продукционной модели представления знаний, можно выделить следующие преимущества метаправил, лежащих в основе разработанной логико-семиотической модели:

- наличие временного фактора (если через Δt в прикладной логической модели не может быть получен пустой дизъюнкт (□), то на основе метаправила возможен переход к другой прикладной модели), который позволяет повысить надежность ИСППР;
- возможность распараллеливания на уровне моделей (т.е. возможность параллельного выполнения нескольких прикладных логических моделей в процессе получения ответа на запрос), которое позволяет повысить эффективность ИСППР;
- возможность адаптации ИСППР к изменениям во внешней среде (т.е. возможность смены прикладной логической модели при возникновении изменений во внешней среде), которая достигается за счет использования метаправил.

4. ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИКО-СЕМИОТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Разработана логико-семиотическая модель, используемая для выбора первоочередности реализации мероприятий, сберегающих теплоту в объекте-потребителе. Этот выбор осуществляется на основе экономических и эксплуатационных характеристик объектов-потребителей. Предложенная логико-семиотическая модель положена в основу построения блока поддержки принятия решений по выбору первоочередности реализации мероприятий, сберегающих теплоту, в ИСППР по теплопотреблению групповых объектов и сбережению теплоты в них. Пользователями этого блока являются руководители организаций (директора техникумов, ПТУ, школ), которым по должностным обязанностям необходимо заниматься энергосберегающими мероприятиями, но не хватает необходимого опыта в вопросе энергосбережений. Достоинством разработанной логико-семиотической модели для выбора мероприятий, сберегающих теплоту, является упорядочивание мероприятий в соответствии с экспертными знаниями по их реализации на объектах-потребителях и на основе их экономических и эксплуатационных характеристик.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены теоретические основы ЭУМК «Интеллектуальные методы поддержки принятия решений в энергетике», базирующиеся на логико-семиотической модели представления знаний и процедурах поиска решений в ней, которые применены для решения задач из области энергетики. Рассмотренные интеллектуальные методы также приведены в дистанционном курсе (ЭУМК) «Интеллектуальные информационные технологии» [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Буч Г.** Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ / Пер. с англ. — М.: «Издательство Бином», СПб: «Невский диалект», 1998. — 560 с.

2. **Растригин Л.А.** Современные принципы управления сложными объектами. — М.: Сов. радио, 1980

3. **Fikes R.E., Nilsson N.J.** STRIPS: new approach to application of theorem proving to problem solving // Artificial Intelligence. 1971. № 2.

4. **Buchanan B., Shortliffe E.** Rule-Based Expert Systems:The MYCIN Stanford Heuristic Programming Project. — MA: Addoson Wesley, 1984.

5. **Forsyth G., Delaney J.** Designing Diagnostic Systems for Long-Term Supportability // Proceedings of ASME TURBOEXPO 2000, May 8-11, Munich, Germany. P. 1—8.

6. **Park Y.T., Wilkins D.C.** Representation and Control of Knowledge Based for Support of Multiple Tasks // In proceedings Eighth IEEE Conference on Artificial Intelligence for Applications, Monterey, CA, March 2-6, 1992. P. 51—57.

7. **Головина Е.Ю.** Электронные образовательные ресурсы для подготовки бакалавров в области информационных технологий // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования — ИНФОРИНО-2012. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 437—440.

Е.В.Гончарик, Л.П. Пилиневич
hancharyk@bk.ru, pilinevich@bk.ru
УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники «БГУИР», Минск

ВОСПРИЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ СТУДЕНТАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ БГУИР

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению особенностей восприятия информации веб-сайтов студентами старших курсов технических специальностей БГУИР. Анализируются некоторые результаты анонимного анкетирования студенческой аудитории в возрасте 19-25 лет за 2010 г. и 2012 г. Приводятся рекомендации для создания учебно-методического обеспечения дисциплин с помощью Интернет-технологий.

ВВЕДЕНИЕ

Для подготовки инженеров высокого уровня в системе образования Республики Беларусь требуется осуществлять поэтапное преподавание различных дисциплин специальности. Это вынуждает применять современные информационные технологии на всех этапах обучения студентов технических специальностей.

1. МОБИЛЬНОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБУЧЕНИЕ — ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.

В настоящее время в учебный процесс широко внедряется применение мобильного обучения, которое можно назвать одним из самых перспективных видов электронного дистанционного обучения. Основная его особенность — это использование мобильных устройств вместо компьютера. Однако использование мобильных средств обучения имеет ряд проблем, которые условно можно разделить на технические и социально-образовательные.

Техническими проблемами являются, например, ограниченный размер и разрешение экрана, время автономной работы, различие характеристик устройств (объем памяти, скорость процессора, операционная система и другие). Социально-образовательные проблемы — это трудности оценки знаний, ценовой барьер, несовершенство теории и технологии мобильного обучения.[1]

Поэтому применение компьютерных информационных технологий в обучении инженерных кадров остается актуальным и на сегодняшний день. Так как электронные средства обучения приобретают все большее распространение на территории СНГ, то применение Интернет-технологий становится востребованным и актуальным, т.к. позволяет обучающимся очень быстро и качественно получить необходимые образовательные услуги.

2. ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НА СТУДЕНТОВ ОСОБЕННОСТЕЙ ОФОРМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ИЛИ ВЕБ-САЙТА

Все большее значение в системе инженерного образования Республики Беларусь приобретает использование электронных учебно-методических комплексов по различным дисциплинам. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины представляет собой комплект учебных и методических материалов по определенной дисциплине, подготовленный в электронном виде. По своему объему и содержанию он должен соответствовать требованиям государственных стандартов Республики Беларусь.

Электронный учебно-методический комплекс дисциплины включает следующие блоки:

– целесодержательный (выдержка из образовательного стандарта, программы, методические рекомендации по изучению дисциплины);

– информационный (теоретический материал, материалы к лабораторным занятиям, методические указания по выполнению курсовых работ);

– контрольно-диагностический (критерии оценки результатов учебной дисциплины, тесты, задания, экзаменационные материалы);

– справочный (список литературы, глоссарий).

Основная задача при создании пользовательского интерфейса электронных учебно-методических комплексов — это простота и удобство их использования, а также четкое и ясное наполнение их актуальным содержанием.

В Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники (БГУИР) на кафедре инженерной психологии и эргономики было проведено анонимное анкетирование среди студентов технических специальностей старших курсов возраста 19-25 лет по теме: «Влияние на пользователя особенностей оформления веб-сайта». Исследования проводились в 2010 г. и в 2012 г. Для их проведения был выбран метод исследования «Опросники» в форме персонального опроса. Это обусловлено тем, что необходимо изучить предпочтения студентов, их требования, критику, анализ, и на основании полученных результатов сформировать рекомендации по характеристикам оформления любого электронного учебно-методического

комплекса или веб-сайта. Еще одним условием для выбора именно этого метода стало доступное количество испытуемых. В нашем случае общее количество респондентов не превышало 150 человек. Результаты анализа ответов респондентов были учтены при создании учебно-методологического обеспечения дисциплин. В данном докладе приведены некоторые результаты исследования студенческой аудитории БГУИР.

Отвечая на вопрос, «Какому браузеру Вы отдаете предпочтение?», респонденты 2010 и 2012 гг. отдали явное предпочтение браузеру Opera (51 % и 59 % опрошенных соответственно). Однако по сравнению с 2010 г. возросла в 2012 г. популярность браузера Google Chrome (11 % и 28 % соответственно). Популярность браузера Firefox почти не изменилась: 32 % — 2010 год и 30 % — 2012 год.

На вопрос «Стоит ли всю главную информацию выводить на главную страницу?» студенты ответили утвердительно (21 % — 2010 г. и 15 % — 2012 г.). Однако 41 % респондентов 2010 г. и 79 % студентов 2012 г. высказали пожелание о распределении ее на несколько небольших тематических страниц, которые должны быть связаны между собой ссылками.

На вопрос «Необходимо ли предоставление возможности поиска по сайту?» ответы респондентов распределились следующим образом. Абсолютное большинство (76 % — 2010 г. и 89 % — 2012 год) ответили утвердительно. Однако зарубежные исследователи веб-дизайна и юзабилити рекомендуют создавать поисковую систему по сайту только тогда, когда количество страниц на сайте 100 и более [2, 3].

Вопрос «Мерцающие или движущиеся объекты Вас устраивают?» получил следующие ответы аудитории. За небольшое количество этих объектов высказались 50 % от респондентов 2010 г. и 46 % опрашиваемых в 2012 году. За их полное отсутствие высказались: 2010 год — 31 % студентов, 2012 год — 49 % респондентов.

Вопрос «Наличие и организация предоставления рисунков и фото: по какому принципу они должны быть организованы?» получил следующие ответы: «В любом виде, как посчитает нужным владелец сайта» — 20 % респондентов 2010 г. и 31 % опрошенных студентов 2012 г. «Структурировать по тематикам и организовать ссылки на страницы с определенными темами» — 71 % в 2010 г. и 67 % в 2012 г.

На вопрос о необходимости звукового оформления веб-страниц 51 % в 2010 г. и 64 % в 2012 г. ответили: «Возможна, но только на определенных сайтах». Резко отрицательно к этому отнеслись 45 % респондентов в 2010 г. и 31 % в 2012 г.

На вопрос: «Уместно ли использовать при оформлении веб-страниц 3D-технологии?» — 63 % в 2010 г. и 59 % в 2012 г. ответили утвердительно.

3. ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕННОГО АНАЛИЗА

При создании электронных учебно-методических комплексов для студентов технических специальностей Республики Беларусь на основе Интернет-технологий следует прописывать совместимость с такими браузерами как Opera, Firefox и Google Chrome.

При наполнении содержанием электронных учебно-методических комплексов следует структурировать всю основную информацию на несколько тематических страниц. Для связки этих страниц желательно использовать ссылки.

Также рекомендуется организовать поисковую систему по всему электронному учебно-методическому комплексу независимо от количества страниц.

При создании данных комплексов желательно ограничить применение мерцающих и движущихся объектов, не относящихся к основному содержанию электронного учебно-методического комплекса. Применение звукового оформления возможно только для специализированных электронных учебно-методических комплексов, т.е. где это необходимо.

Студенческая аудитория приветствует структурирование рисунков и фотографий по тематикам и организацию ссылок на страницы с соответствующими темами.

Студенты технических специальностей старших курсов относятся положительно к применению 3D-технологии и считают ее уместным при создании электронных учебно-методических комплексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании и совершенствовании электронного учебно-методического комплекса дисциплины желательно учитывать пожелания и стремления студенческой аудитории. Это будет способствовать лучшему усвоению учебного материала и позволит улучшить качество подготовки инженерных кадров Республики Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Свирский К.Г.** Проблемы и перспективы мобильного обучения // Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf2012», 5-7 июня 2012 г., Минск. — Минск: Изд. центр БГУ, 2012. С. 59—60.

2. **Нильсон, Я, Хоа Л.** Web-дизайн: удобство использования Web-сайтов / Пер. с англ. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2007.

3. **Хортон, С.** Web-дизайн: доступных сайтов или руководство по универсальному юзабилити удобство использования Web-сайтов / Пер. с англ. — М.: НТ-Пресс, 2007.

А.К. Горшенин
agorshenin@ipiran.ru
ФГБУН Институт проблем информатики РАН, МГТУ МИРЭА, Москва

О ПРИНЦИПАХ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ АТТЕСТАЦИИ УЧАЩИХСЯ ПО КУРСАМ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ»

АННОТАЦИЯ

В докладе обсуждаются вопросы разработки специализированного программного обеспечения, которое может быть использовано для оценки знаний студентов инженерно-технических специальностей по предметам блока «Программирование» на различных этапах обучения – контрольные работы, зачет, экзамен.

ВВЕДЕНИЕ

Возрастающая информатизация общества вносит изменения и в классические способы преподавания традиционных учебных курсов. Все больше лекций и семинаров проводится с использованием различных технических средств — проекторов, электронных досок и, безусловно, персональных компьютеров (ПК). Привлечение современного оборудования видится наиболее естественным именно для областей, связанных с информационными технологиями (ИТ).

Учебные материалы в виде презентаций, лекций, методических пособий могут быть предъявлены обучающимся в электронной или печатной форме. Однако при проведении контроля различного уровня могут возникать сложности из-за ограниченного числа преподавателей и, возможно, большого числа студентов (такая проблема характерна, прежде всего, для различных типов дистанционного обучения, предполагающего вовлечение десятков и сотен тысяч слушателей единовременно). Более того, на фоне автоматизации процесса обучения прием контрольных, зачетов и экзаменов в письменной и устных формах постепенно становится неким анахронизмом. В настоящем докладе мы обсудим требования, которым должно удовлетворять программное обеспечение (ПО), разрабатываемое в рамках автоматизации аттестации студентов инженерно-технических специальностей по предметам блока «Программирование».

1. ПРОВЕРКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

В любом курсе по программированию всегда выделяются две части — теоретическая и практическая. Конечно, между ними существует достаточно сильная взаимосвязь, однако мы будем понимать под теорией такие вещи как алгоритмы, структуры данных, семантику и т.п. К практической части отнесем непосредственное решение различных задач на конкретном языке программирования. В данном разделе рассмотрим особенности задач, которые нужно решать при создании ПО для аттестации учащихся по теоретическому материалу.

Современные российские школьники уже в достаточной степени привыкли к тестированиям (ЕГЭ). Поэтому им не потребуется много времени, чтобы привыкнуть к сдаче тестов уже в качестве студентов высшей школы. Таким образом, базовой основой для проверки знаний по теоретическому разделу становятся тесты с вариантами ответов и полей для самостоятельного заполнения. К сожалению, решение задачи разбора текстовых ответов в произвольной форме представляет весьма трудоемкую задачу, однако бороться с данной проблемой можно за счет грамотного составления заданий, которые уменьшат вариативность возможных ответов и упростят процесс автоматической проверки.

При этом возможно учесть все авторские особенности читаемых курсов, дополнив их классическими разделами от всемирно признанных специалистов и классиков различных разделов программирования. Гибкость такого подхода к составлению разделов (а, соответственно, и программы всего курса) влечет за собой и определенные сложности: для каждого раздела знаний необходимо составление материалов «с нуля». В тоже время очевидно, что разделы, рассматриваемые в курсе «Операционные системы» будут отличаться от разделов, затрагиваемых в курсе «Алгоритмы и структуры данных». Однако общая программная оболочка, интерфейс позволяют создать несколько близких по способу функционирования, но различающихся по содержанию программных продуктов контроля качества знаний студентов.

2. ПРОВЕРКА ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ

Задача контроля выполнения практических заданий представляется значительно более сложной по сравнению с проверкой теории. Дело в том, что при написании программ учащиеся часто допускают синтаксические ошибки, которые, очевидно, негативно влияют на работоспособность программы. Многие профессиональные программисты считают, что такие мелкие огрехи не должны влиять на общую оценку качества написания программного кода, разработанных алгоритмов и т.п. Однако ряд авторитетных специалистов высказывает мнение о том, что даже стилистическое оформление в конечном итоге влияет на безошибочность работы программы [1]. Таким образом, можно выделить два подхода к вопросам обработки программ, написанных учащимися на компьютере.

Во-первых, можно предположить, что во время сдачи практической части у студента есть доступ к

компилятору. То есть необходимо разрешить переключение из окна теста в компилятор. Тогда нужно считать, что все моменты, которые могут быть исправлены компилятором, были заранее проверены в теоретической части. А для того, чтобы проверить правильность программного кода, можно предлагать систему тестов, которые бы охватывали все важные случаи. Соответственно, аттестуемый пишет программу, запускает и вносит те результаты, которые его программа выдала на предлагаемых входных значениях. Это позволяет реализовать офлайн-схему прохождения аттестации. В программе-тесте необходимо предусмотреть (в обеих частях) таймер, ограничивающей время на выполнения (во избежание различной сторонней помощи), а также механизм создания защищенного отчета, который бы содержал в себе все результаты, а также информацию о дате тестирования, его продолжительности и т.п. Такой отчет студент впоследствии может непосредственно передать преподавателю в виде файла или переслать через сеть Интернет.

Второй способ чуть больше напоминает классический письменный экзамен, правда, проводимый на ПК. В этом случае запрещается выходить из окна теста. У экзаменуемого есть тестовое поле (как стандартная программа «Блокнот» в Windows), в которое осуществляется ввод кода. В это поле можно вносить текстовые правки, но нет «помощи» в виде подсказок компилятора. Затем написанные программы отсылаются на сервер экзаменатора, где специально написанный скрипт компилирует их и тестирует на заданном наборе входных данных. Стоит отметить, что и в данном случае допустимо создание офлайн-версии. Действительно, в формируемый итоговый отчет достаточно занести все написанные аттестуемым программные коды. Из существенных минусов можно отметить то, что в подобной схеме учащийся не сможет узнать свою оценку сразу по окончании работы над заданием (например, из-за очереди обработки работ на сервере), что уменьшает интерактивность разрабатываемого продукта. Однако отметим, что полностью универсальных продуктов не существует – и на практике приходится искать определенные компромиссы.

3. ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Когда обсуждаются вопросы прохождения квалификационных испытаний на ПК, особенно это касается дистанционных форм сдачи, возникает проблема идентификации аттестуемого. Дело в том, что хочется исключить сдачу «за кого-то», возможную при использовании стандартных процедур идентификации вроде логина и пароля. В случае аудиторных испытаний преподаватели могут лично отслеживать этот вопрос. Для дистанционной сдачи желательно предусмотреть возможность трансляции посредством веб-камеры процесса сдачи. Это хороший способ контроля, однако, он может быть сложен для осуществления в силу как организационных, так и технических трудностей.

Однако в значительной степени в данном докладе речь идет об относительно традиционных объемах работ экзаменуемых, для которых возможно как проведение видеоконференции без существенных материальных затрат, так и сбор в специализированных компьютерных классах на время проведения испытаний. Если же говорить о таком количестве учащихся, как на дистанционных курсах Массачусетского технологического института (MIT) (сотни тысяч студентов), то мы сталкиваемся с необходимостью обработки так называемых сверхбольших массивов данных [2], что является темой для отдельного исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении обсудим возможные перспективы развития обсуждаемого продукта. Во-первых, его следует использовать именно для тех задач аттестации, для которых он разрабатывался. Во-вторых, возможно создание электронного образовательного ресурса, в рамках которого студенту сразу после выполнения работы будут предоставлены материалы (презентации, ссылки и т.п.) по неправильно выполненным заданиям. Стоит отметить, что это можно реализовать даже для практической части, если ошибки касаются синтаксиса или семантики. В-третьих, на базе такого продукта можно выпустить версию для мобильных платформ, что, с одной стороны, позволит следовать современным тенденциям в образовании, а с другой — повысит привлекательность подобного обучения для целевой аудитории.

Автор выражает признательность Федосееву Андрею Алексеевичу за полезные замечания и обсуждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Керниган Б., Пайк Р.** Практика программирования. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.

2. **Gorshenin A.K.** Stochastic approach for big data analysis // XXXI International Seminar on Stability Problems for Stochastic Models and VII International Workshop «Applied Problems in Theory of Probabilities and Mathematical Statistics Related to Modeling of Information Systems» and International Workshop «Applied Probability Theory and Theoretical Informatics». Book of Abstracts. — M.: Institute of Informatics Problems, RAS, 2013. P. 28—30.

Л.Н. Демидионова
demidionova@mail.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ

АННОТАЦИЯ

Рассматривается роль гуманитарного образования в постиндустриальной экономике, методы использования информационных технологий в преподавании гуманитарных дисциплин, опыт реализации этих методов в МЭИ, возможные направления дальнейшего развития блока гуманитарных курсов.

ВВЕДЕНИЕ

Современная цивилизация вступила в постиндустриальный этап своего развития, основой экономики которого является инновационный сектор. Именно производство новых знаний и технологий создает основную добавочную стоимость продукта, в то время как другая часть добавочной стоимости, приходящаяся на его непосредственное изготовление, неуклонно уменьшается в силу автоматизации производства.

1. ГУМАНИТАРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Эти тенденции предъявляют новые требования к организации и содержанию учебного процесса. Действительно, вступая во взрослую жизнь, выпускник технического ВУЗа должен не просто обладать определенным объемом компетенций, позволяющих ему участвовать в производственных процессах. Он должен быть ориентирован на инновационную деятельность, происходящую в условиях жесткой конкурентной борьбы.

Еще один очень важный момент состоит в том, что инновационные решения и технологии рождаются зачастую не в недрах крупнейших компаний, а на этапе стартапов. Для России, с ее гипертрофированно раздутым сектором неповоротливых государственных компаний и естественных монополий, это особенно важно. Именно поэтому такое большое внимание уделяется сейчас вопросам развития технологического предпринимательства молодежи. Однако технологическое предпринимательство сталкивается в России с целым рядом объективных трудностей:

– отсутствие сертифицированных программ обучения технологическому предпринимательству в Университетах и технических ВУЗах страны;

– отсутствие квалифицированных преподавательских кадров, имеющих опыт практической работы в этой сфере;

– географическая протяженность страны, затрудняющая проведение выездных семинаров, мастер-классов и т.д.;

– отсутствие развитой сети сервисно-ориентированных компаний, способных оказывать консультационные услуги на местах;

– разобщенность среды (особенно в регионах) молодых предпринимателей, начинающих работать в сфере технологического бизнеса.

Но и это еще не все. Человек, занимающийся технологическим предпринимательством, должен обладать набором компетенций, далеко выходящим за рамки его предметной области. И здесь речь идет не только о разработке бизнес-планов или о правилах представления проектов. Международный опыт показывает, что венчурные инвесторы принимают решение о финансировании представленного стартапа, опираясь, во многом, на впечатления, которые производят на них инициаторы проекта. Поэтому очень важно прививать студентам умение четко и грамотно излагать свои мысли, вести конструктивный диалог. Задача развития такого рода компетенций ложится на предметы гуманитарного цикла, где, в отличие от технических дисциплин, отсутству.т строгий формализм, четкие формулировки, раз и навсегда утвержденные приемы изложения материала типа математического «дано-доказать».

К сожалению, большинство студентов технических ВУЗов не обращают должного внимания на эту функцию гуманитарных дисциплин, относясь к их изучению как к неизбежному злу. Ситуация усугубляется постоянно возрастающим объемом «профильных знаний», необходимостью совмещения учебы и работы, целым рядом других причин. В этих условиях повышение итогового качества гуманитарного образования, в том числе и в упомянутых выше аспектах, возможно только за счет использования коммуникационных каналов, опирающихся на самые современные информационные технологии.

2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГУМАНИТАРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Исторически первым шагом в упомянутом направлении стало внедрение дистанционных методов обучения гуманитарным дисциплинам. Эти методы имеют ряд очевидных преимуществ по сравнению с традиционными аудиторными курсами. Перечислим только некоторые из них.

– Свободный график — студент имеет возможность заняться непрофильной дисциплиной в удобное для него время.

– Прямое общение с преподавателем — студент, пользуясь электронной почтой, может задавать вопросы и получать на них ответы. Преподаватель, анализируя ответы студента на контрольные задания, может корректировать его индивидуальную программу обучения.

– Индивидуальная программа обучения: преподаватель имеет возможность обращать внимание студента на ту или иную дополнительную информацию, выходящую за рамки стандартного курса. Эта информация находится в электронной версии материала, с которой работает студент-дистанционник.

– Современные информационные технологии позволяют совместить последовательное изложение материала, обязательное в лекционной практике, с возможностью «проникновения вглубь» в интересующих студента моментах. Информационный массив приобретает еще одно измерение, что дает студенту дополнительные возможности для самообразования и углубления знаний.

В НИУ «МЭИ» дистанционное обучение как дополнительная форма образования применяется в учебном процессе с сентября 2005 г. Кафедра истории и культурологи НИУ «МЭИ» активно внедряет в учебный процесс новые информационные технологии и ведет дистанционное обучение студентов по дисциплинам: «История», «Культурология», «Мировые цивилизации, философии и культуры».

Кафедрой подготовлены электронные ресурсы, имеющие государственную регистрацию: Мультимедиа обучающий комплекс по Отечественной истории» (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610126, 09.01.2007), ЭОР «Основы гуманитарных знаний — Введение в историю мировых цивилизаций» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616460, 19.09.2011 г.), учебно-методический комплекс «Древние культуры» (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001610173, 15.02.2001); Электронный учебник «Мир Средневековья: духовные истоки и культурные традиции» (Свидетельство о государственной регистрации № 2011613742,13.05. 2011); ЭУМК «Отечественная история (Свидетельство о государственной регистрации № 201266016, 12. 11.2012).

Процесс дистанционного обучения строится на самостоятельной информационно-коммуникационной познавательной деятельности студента и интерактивном взаимодействии с преподавателем. Изучаемая дисциплина разбивается на темы (модули). После изучения каждой темы студент получает по электронной почте от преподавателя вопросы и высылает ответы. Преподаватель высказывает свои замечания и ставит оценку. Затем студент выполняет Интернет-тестирование в режиме он-лайн в системе «Прометей». Студенты, успешно выполнившие все письменные работы и тесты, после беседы с преподавателем получают зачет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В то же время, опыт дистанционного преподавания гуманитарных дисциплин показывает, что насущной необходимостью является развитие используемого программного обеспечения и содержательной части представленных курсов. Так, например, преподаватель должен иметь возможность интерактивного общения со студентами в режиме видеоконференции. Именно такое прямое общение позволит студентам вырабатывать навыки ведения содержательного диалога, грамотно излагать свои мысли, учиться убеждать своего собеседника. Таким образом, сильные стороны дистанционного образования будут дополняться преимуществами аудиторных занятий. Имеет смысл подумать и над расширением тематики гуманитарных курсов, дополнив их разделами, посвященными технологическим революциям XX века и их влиянию на развитие современной цивилизации. Все это актуализирует гуманитарное образование, сделает его неотъемлемой частью узкопрофессиональной подготовки студента, поможет выпускнику технического ВУЗа встроиться в современную экономику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Демидионова Л.Н.** Дистанционное обучение в преподавании гуманитарных дисциплин для студентов МЭИ (ТУ): состояние и перспективы // Современные образовательные технологии и их использование в системе гуманитарной подготовки инженеров. Материалы II Всероссийской научно-методической конференции (2—3 декабря 2010 г.). — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. С. 119—121.

2. **Демидионова Л.Н.** Дистанционные технологии и гуманитарные дисциплины в техническом ВУЗе. Реально ли это? // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012.

М.П. Жохова, В.В. Краюшкин
ZhokhovaMP@mpei.ru, vvk.vmss@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются вопросы практического использования электронных образовательных ресурсов в процессе изучения Теоретических основ электротехники (ТОЭ). Приводится описание Учебного Портала по ТОЭ: его возможности и содержание. Приводятся данные анкетирования студентов по использованию Учебного Портала, выводы и рекомендации по практическому использованию электронных образовательных ресурсов по базовым дисциплинам.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» является базовой (Б3.1) при подготовке бакалавров по направлению 140400 Электроэнергетика и электротехника. Учебный план предполагает изучение студентами дисциплины ТОЭ в 3,4,5 семестре; по Учебному плану в Институте электротехники для изучения дисциплины предусмотрено 468 учебных часов, из них 193 часа - на самостоятельную работу (включая выполнение расчетных заданий), в Институте электроэнергетики — всего 540 часов, из них 276 часов на самостоятельную работу. Таким образом, число аудиторных часов (в присутствии преподавателя) и часов самостоятельных занятий практически одинаково. Самостоятельная работа студентов возможна только при обеспечении их необходимым методическим материалом, отвечающим современным требованиям, предъявляемым к электронным образовательным ресурсам [1]. В докладе представлены результаты трехлетнего опыта использования Учебного Портала по дисциплине ТОЭ лектора Института электротехники доцента Жоховой М.П. и заведующего отделом АСУ Научного управления НИУ «МЭИ» Краюшкина В.В.

1. УЧЕБНЫЙ ПОРТАЛ ПО ТОЭ

Учебный Портал по ТОЭ содержит теоретический материал (лекции), практические занятия (семинары), материал по выполнению индивидуальных контрольных и расчетных заданий, материал по лабораторному практикуму, включая виртуальную лабораторию, различные методические материалы (подготовка к экзамену, презентации лекций). Материал представлен по всем частям дисциплины ТОЭ, изучаемой студентами в течение трех семестров, на основе лекций доцента кафедры ТОЭ НИУ «МЭИ» Жоховой М.П. Теоретический материал соответствует государственному образовательному стандарту и учебной программе по данной дисциплине. Комплексность разработанного электронного учебного ресурса достаточна для самостоятельного изучения и практического усвоения учебного материала соответствующей дисциплины при консультационной поддержке и контроле со стороны преподавателей, ведущих аудиторные занятия. По сути, Учебный Портал по ТОЭ представляет собой кроссплатформенную и практически бесплатную систему управления контентом (CMS), разработанную авторским коллективом сотрудников НИУ «МЭИ» [2] на базе веб-технологии LAMP (Linux+Apache+MySQL+ PHP).

Работа с Учебным Порталом предполагает авторизованный вход (логин, пароль) — рис. 1, ведение статистики (количество обращений, активность использования различных материалов) и возможность обратной связи «преподаватель-студент» — режим внутренней почты.

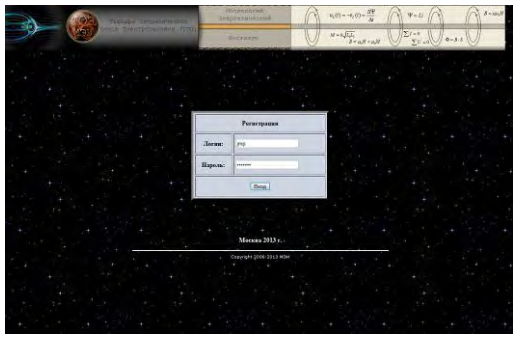


Рис. 1. Авторизированный вход (регистрация)

Для пользователей важным является удобство и наглядность навигации по Учебному Порталу, простота и оперативность переходов к требуемым разделам, объектам и средствам обучения — рис. 2.

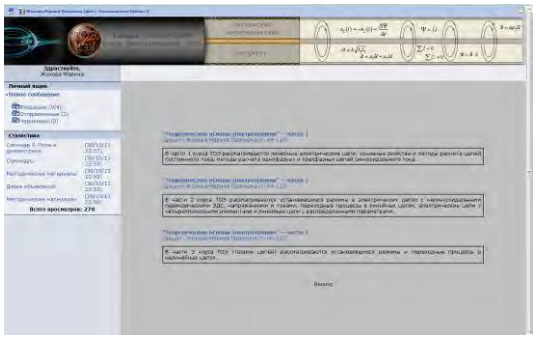
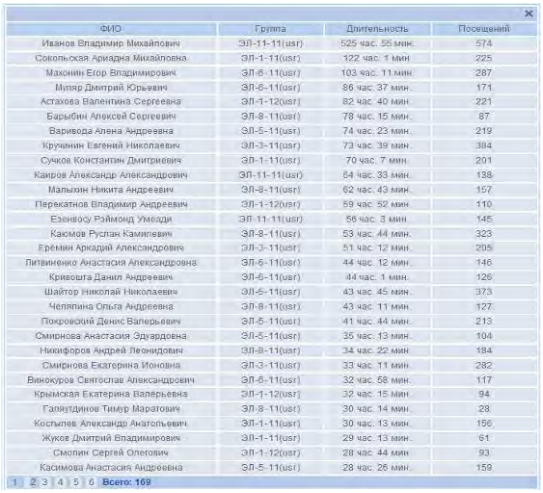


Рис. 2. Основное меню

Рис. 3. Окно статистики

На рис. 3 приведен скриншот окна статистики пользования Учебным Порталом за 10 учебных недель (с 01.09.13 по 10.11.13). За весенний семестр 2012/2013 года было зарегистрировано **68570** обращений к материалам Учебного Портала. На 10.11.13 зарегистрировано 169 пользователей. На рис. 4 приведена статистика количества обращений (посещений) к материалам Учебного Портала.



ФИО	Группа	Длительность	Посещений
Иванов Владимир Михайлович	ЭЛ-11-11(usr)	525 час. 55 мин.	574
Сокольская Ариадна Михайловна	ЭЛ-1-11(usr)	122 час. 1 мин.	225
Махонин Егор Владимирович	ЭЛ-6-11(usr)	103 час. 11 мин.	287
Мулер Дмитрий Юрьевич	ЭЛ-6-11(usr)	86 час. 37 мин.	171
Астахова Валентина Сергеевна	ЭЛ-1-12(usr)	82 час. 40 мин.	221
Барыбин Алексей Сергеевич	ЭЛ-8-11(usr)	78 час. 15 мин.	87
Варивода Алена Андреевна	ЭЛ-5-11(usr)	74 час. 23 мин.	219
Кручинин Евгений Николаевич	ЭЛ-3-11(usr)	73 час. 39 мин.	384
Сучков Константин Дмитриевич	ЭЛ-1-11(usr)	70 час. 7 мин.	201
Каиров Александр Александрович	ЭЛ-11-11(usr)	64 час. 33 мин.	138
Малыхин Никита Андреевич	ЭЛ-8-11(usr)	62 час. 43 мин.	157
Перекатнов Владимир Андреевич	ЭЛ-1-12(usr)	59 час. 52 мин.	110
Езенбоу Рэймонд Умеади	ЭЛ-11-11(usr)	56 час. 3 мин.	145
Каюмов Руслан Камилевич	ЭЛ-8-11(usr)	53 час. 44 мин.	323
Ерёмин Аркадий Александрович	ЭЛ-3-11(usr)	51 час. 12 мин.	205
Литвиненко Анастасия Александровна	ЭЛ-6-11(usr)	44 час. 12 мин.	146
Кривоша Данил Андреевич	ЭЛ-6-11(usr)	44 час. 1 мин.	126
Шайтор Николай Николаевич	ЭЛ-6-11(usr)	43 час. 45 мин.	373
Челяпина Ольга Андреевна	ЭЛ-8-11(usr)	43 час. 11 мин.	127
Покровский Денис Валерьевич	ЭЛ-5-11(usr)	41 час. 44 мин.	213
Смирнова Анастасия Эдуардовна	ЭЛ-5-11(usr)	35 час. 13 мин.	104
Никифоров Андрей Леонидович	ЭЛ-8-11(usr)	34 час. 22 мин.	184
Смирнова Екатерина Ионовна	ЭЛ-3-11(usr)	33 час. 11 мин.	282
Винокуров Святослав Александрович	ЭЛ-6-11(usr)	32 час. 58 мин.	117
Крымская Екатерина Валерьевна	ЭЛ-1-12(usr)	32 час. 15 мин.	94
Галяутдинов Тимур Маратович	ЭЛ-8-11(usr)	30 час. 14 мин.	28
Косылев Александр Анатольевич	ЭЛ-1-11(usr)	30 час. 13 мин.	156
Жуков Дмитрий Владимирович	ЭЛ-1-11(usr)	29 час. 13 мин.	61
Смолин Сергей Олегович	ЭЛ-1-12(usr)	28 час. 44 мин.	93
Касимова Анастасия Андреевна	ЭЛ-5-11(usr)	28 час. 26 мин.	159

1 2 3 4 5 6 Всего: 169

Рис. 4. Статистика количества обращений

2. ЭЛЕКТРОННЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ (ЛЕКЦИИ ПО ТОЭ)

Четкая структуризация учебного материала в соответствии с ведением аудиторных занятий позволяет студентам использовать материал электронных лекций не только как дополняющий, но и как в ряде случаев заменяющий аудиторные лекции. На рис. 5 приведены скриншоты окон навигации и страницы электронной лекции. Использование презентаций лекций позволяет повысить наглядность изложения текстового учебного материала (рис. 6).

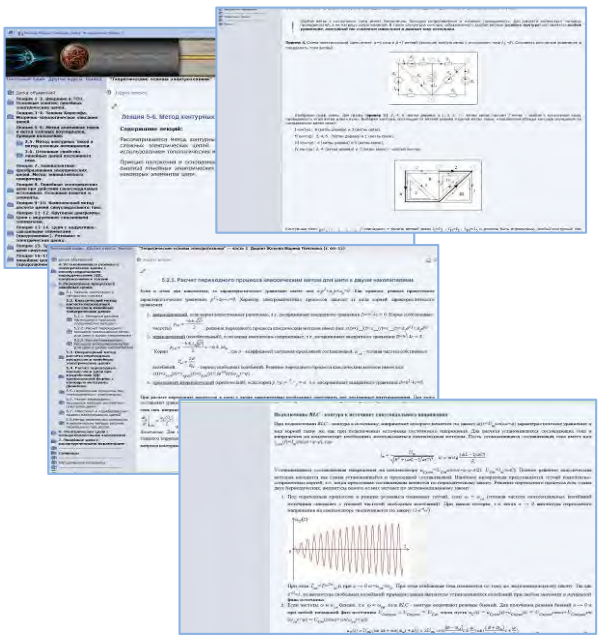


Рис. 5. Страницы электронных лекций

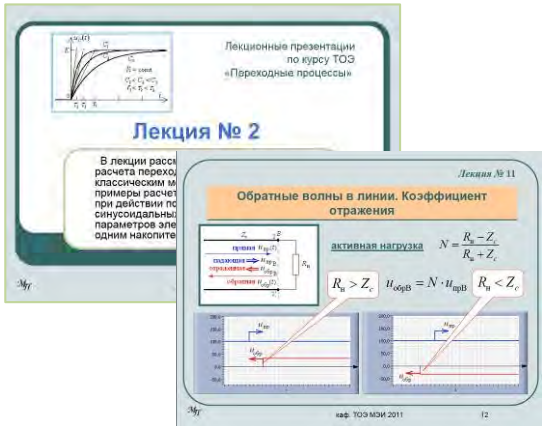


Рис. 6. Презентации лекций по ТОЭ

3. МАТЕРИАЛ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ (СЕМИНАРЫ), МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА

Особое внимание было уделено разработке материалов практических занятий, предназначенных для формирования умений и навыков применения теоретических знаний. Для базовой дисциплины ТОЭ это особенно актуально, т.к. эти навыки необходимы для дальнейшего усвоения специальных электротехнических дисциплин. На рис. 7 приведены страницы электронных семинарских занятий с детальным рассмотрением методов расчета электрических и магнитных цепей.

Для контроля усвоения теоретического материала по каждой изучаемой теме разработаны индивидуальные контрольные работы, отличающиеся вариантами или численными данными. Выполнение студентами ряда типовых задач с различными численными данными закрепляет навыки расчета электрических цепей и является не только средством

контроля, но и средством самоконтроля полученных знаний. На рис. 8 показан скриншот раздела «Методические материалы» рис. 8 показан скриншот раздела «Методические материалы» с набором индивидуальных контрольных заданий. В разделе «Методические материалы» также приведены задания типовых расчетов, обязательные для выполнения по учебному плану. В перспективе предполагается разработка системы интернет-тестирования по ТОЭ в дополнение к традиционным средствам контроля усвоения материала.

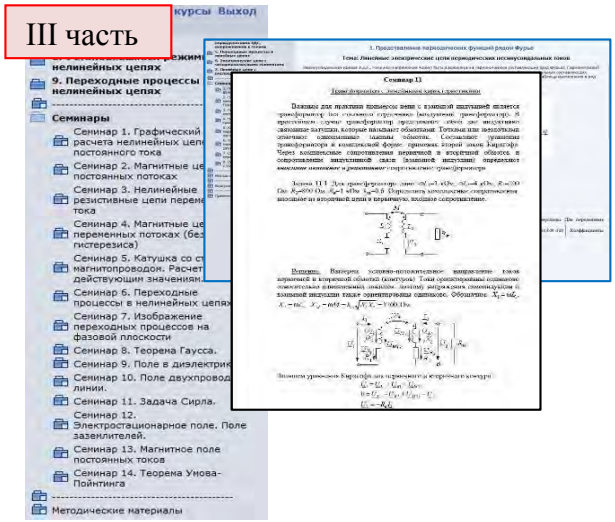


Рис. 7. Практические занятия

Рис. 8. Методические материалы

4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

На Учебном Портале в разделе «Методические материалы» размещены описания лабораторных работ, проводимых студентами в физической лаборатории кафедры ТОЭ. При подготовке современного инженера наиболее эффективным является сочетание физического эксперимента и компьютерного моделирования. Виртуальная физическая лаборатория позволяет провести исследование различных физических явлений в области электротехники, подготовку и проведение лабораторных работ без непосредственного доступа к лабораторному стенду [3]. Такой виртуальный эксперимент может быть доступен широкому кругу пользователей и практически не ограничен по времени. Он необходим, если проведение реального эксперимента затруднено или невозможно. Кроме того, проведение лабораторных работ на компьютерном аналоге позволит студенту подготовиться к проведению физического эксперимента в реальной физической лаборатории. Виртуальные лабораторные стенды, содержащие виртуальные измерительные приборы, позволяют студенту ознакомиться с самим экспериментом: определить этапы проведения лабораторных работ, диапазон измеряемых электротехнических характеристик. В качестве основных программных средств для разработки виртуальных элементов электротехнической лаборатории авторами была выбрана среда разработки и платформа для выполнения программ LabVIEW, созданная на базе графического языка программирования «G» фирмы National Instruments. На рис. 9 представлены скриншоты некоторых виртуальных инструментов.

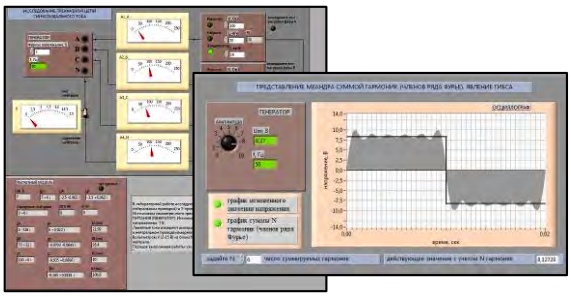


Рис. 9. Виртуальные инструменты

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПОРТАЛА, МНЕНИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И СТУДЕНТОВ.

Большое количество обращений к материалам Учебного Портала говорит о его востребованности. Создание Учебного портала по такой базовой дисциплине как ТОЭ — результат совмещения многолетнего опыта преподавания и современных компьютерных технологий. Конечно, это в первую очередь авторский материал, в основе структуры Учебного Портала — личный опыт лектора, результат его методической работы. Создание Учебного Портала — результат нескольких лет работы с электронными текстами, переписывания и переделывания многих его разделов. Возможность обратной связи «преподаватель-студент» позволяет оперативно реагировать на вопросы студентов, в окне объявлений — размещать необходимую информацию о переносе занятий, итогах экзаменационных сессий и т.д. При чтении аудиторных лекций появляется возможность использования материалов электронных лекций — более качественной графики, анимации, разного рода дополнительного материала, наглядных иллюстраций, поясняющих сложные темы. Студент всегда может восполнить упущенный теоретический материал, самостоятельно проработать нужные темы. В момент написания этого доклада 8 студентов работали с материалами Учебного Портала (рис. 10).

ФИО	Группа	Раздел	Страница		Последнее посещение	Длительность
Жохова Марина Павловна	Admin(adm)		INDEX_PAGE		10/11/13 20:18	0 сек.
Крымская Екатерина Валерьевна	ЭЛ-1-12(usr)	toe_jmp1	Методические материалы		10/11/13 20:15	1 час. 21 мин.
Васильев Игорь Геннадиевич	ЭЛ-1-12(usr)	toe_jmp1	Методические материалы		10/11/13 20:16	10 мин.
Винокуров Святослав Александрович	ЭЛ-8-11(usr)	toe_jmp3	Методические материалы		10/11/13 20:15	5 мин.
Литвиненко Анастасия Александровна	ЭЛ-8-11(usr)	toe_jmp3	Методические материалы		10/11/13 20:17	2 час. 30 мин.
Махонин Егор Владимирович	ЭЛ-8-11(usr)	toe_jmp3	Методические материалы		10/11/13 20:16	45 мин.
Муляр Дмитрий Юрьевич	ЭЛ-8-11(usr)	toe_jmp3	Семинар 10. Поле двухпроводной линии.		10/11/13 20:14	2 час. 30 мин.
Каюмов Руслан Камилевич	ЭЛ-8-11(usr)	toe_jmp3	Методические материалы		10/11/13 20:14	15 мин.
Никифоров Андрей Леонидович	ЭЛ-8-11(usr)	toe_jmp3	Методические материалы		10/11/13 20:15	35 мин.

Рис.10. Статистика использования материалов

Учебный Портал — «живой организм», требующий постоянного наблюдения, результат практически ежедневной работы администратора и лектора. Для каждого нового потока студентов требуется доработка материалов, регистрация новых студентов, размещение новых учебных материалов. Поэтому столь важно знать мнение студентов о проделанной работе, пожелания тех, для кого разрабатывался Учебный Портал. Был проведен опрос-анкетирование студентов; результаты анкетирования интересны не только авторам Учебного Портала по ТОЭ, но и всем преподавателям, использующим в своей практике ЭОРы.

*В анкетировании приняли участие **103** студента.*

1. Насколько, на Ваш взгляд, интернет-лекции могут заменить традиционные (аудиторные) лекции по ТОЭ:

1	полностью заменяют	7	6,8 %
2	аудиторные лекции — основной материал, интернет-лекции — вспомогательный	**77**	74,8 %
3	интернет-лекции — основной материал, аудиторные лекции — дополнительный	19	18,4 %
4	интернет-лекциями не пользуюсь	0	0 %

2. Какой вид учебного материала ресурсов интернет является для Вас наиболее востребованным:

1	лекции	63	61,2 %
2	практические занятия (семинары)	**82**	79,6 %
3	лекционные презентации	6	5,8 %
4	виртуальная лаборатория	7	6,8 %

3. Основные преимущества учебных интернет-курсов

1	удобство, доступность	73
2	полнота материала, наличие учебного материала по всему курсу	**74**
3	возможность общения с преподавателем вне аудитории (наличие обратной связи)	17
4	наличие презентаций, справочного материала, виртуальной лаборатории	18

4. Чем, на Ваш взгляд, надо дополнить интернет-курсы по дисциплине ТОЭ, что требует доработки и изменения:

1) больше примеров разобранных задач — 38;

2) все устраивает, спасибо — 24;

3) примеры экзаменационных задач и билетов — 11;

4) пример типового расчета и подготовок к лабораторным работам — 4;

5) добавить дополнительный теоретический материал (более усложненный) — 3;

6) добавить тестирование для самопроверки — 1;

7) добавить текущую успеваемость студентов — 3;

8) по сайту: убрать регистрацию, ввести «запомнить пароль», поиск по сайту, добавить чат, видеосвязь с преподавателем — 9;

9) сжатие страницы для возможности использовать интернет-ресурс на мобильных устройствах — 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электронный образовательный ресурс – инструмент современного учебного процесса, необходимый при обучении студентов любых форм обучения. Опыт авторов данного доклада показывает, что подобные информационные системы должны использоваться при изучении практически всех учебных дисциплин на всем периоде обучения студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Евсеев А.И., Савкин А.Н., Евсикова Ю.В.** Разработка электронных образовательных ресурсов. Психолого-дидактические вопросы познавательной (учебной) деятельности: методическое пособие / — М.: Издательство МЭИ, 2009. — 116 с.

2. **Волков М.Ю., Краюшкин В.В..** Инструментальная система с обратной связью для подготовки и публикации в Internet/Intranet учебного материала. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011612569 от 29 марта 2011 г.

3. **Жохова М.П., Краюшкин В.В., Лесников Г.И.** Виртуализация учебной электротехнической лаборатории // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» ИНФОРИНО 2012. — М.: Издательский до МЭИ, 2012. С. 291—292.

И.В. Казакова
KazakovaIV@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен вопросам создания электронных образовательных ресурсов и использования их студентами при самостоятельной внеаудиторной работе по изучению грамматики иностранных языков.

ВВЕДЕНИЕ

Новые подходы к профессиональной подготовке выпускников вузов привели к пересмотру содержания образования. Федеральные образовательные стандарты 3-го поколения предусматривают изменения во многих сферах профессионального образования, в том числе и в организации самостоятельной работы студентов. В «Рабочих программах по иностранным языкам» на этот вид работы отводится более 50 % учебного времени, при этом количество аудиторных часов не увеличивается. В данной ситуации особое значение приобретает самостоятельная внеаудиторная работа студентов, призванная восполнить возникший дефицит аудиторного времени.

Применение электронных образовательных ресурсов (далее ЭОР) позволяет эффективно организовать эту работу.

1. ЭОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

На кафедре иностранных языков НИУ «МЭИ» разработаны шесть ЭОР для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по английскому и французскому языкам:

– English Grammar,

– The Pronouns,

– The Passive Voice,

– Non-Finite Forms of the Verb,

– English Verb Tenses,

– Les temps du verbe français.

В создании ЭОР под руководством доц. Людмирской И.Д., доц. Казаковой И.В., доц. Бузиновой Н.А. участвовали доц. Ворохобин А.А., ст.пр. Яруллина Ж.А., доц. Капин И.А., ст.пр. Крупнова Е.В., ст.пр. Есипов М.А., ст.пр. Линькова Н.Д., асс. Буркина К. И.

Вышеуказанные ЭОР по своей сути являются обучающими электронными учебными пособиями с систематизированным изложением важнейших разделов грамматики дисциплин «Английский язык» и «Французский язык» Государственного образовательного стандарта.

Основными целями разработки ЭОР являются:

– повышение эффективности и качества процесса группового обучения;

– внедрение в учебный процесс современных методов и средств, облегчающих приобретение студентами знаний, умений, навыков;

– фиксация знаний и методических подходов опытных преподавателей.

2. ОБЩЕДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭОР

Разработанные ЭОР базируются на известных общедидактических принципах обучения [1]:

– наглядности;

– интерактивности;

– практической ориентированности;

– последовательности и доступности изложения;

– модульности и вариативности изложения.

В них широко использованы рисунки, таблицы, фотоматериалы.

Предусмотрены навигация по разделам, обращение к справочной литературе, выполнение заданий по перетаскиванию объектов, ввода текста с клавиатуры и т.д.

Все задания направлены на отработку умений, необходимых для успешного овладения данной грамматической темой иностранного языка.

Обучение идет от простого к сложному.

Поскольку учебный материал представлен в виде модулей, состоящих из блоков, студент сам может определить последовательность изучения учебного материала в зависимости от решаемых задач.

ЭОР включены в учебно-методические комплексы по иностранным языкам и используются в комплекте с традиционными учебниками как материалы для самостоятельной отработки грамматических тем, предусмотренных учебными планами.

3. БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ЭОР

ЭОР для самостоятельной работы студентов по изучению грамматики английского и французского

языков имеют блочно-модульное строение [4]. Они задуманы и реализуются следующим образом.

Каждая грамматическая тема — это модуль. В частности, для раздела грамматики английского языка «English Verb Tenses.» разработаны модули Present Indefinite, Past Indefinite, Future Indefinite, Present Continuous, Past Continuous, Future Continuous, Present Perfect, Past Perfect, Future Perfect.

Всего для ЭОР разработано 36 модулей.

Каждый модуль содержит 4 блока:

– теоретический,

– методический,

– тренировочный,

– контрольно–измерительный.

Теоретический блок представляет собой лекцию, содержащую теоретические сведения, представленные в краткой, доступной форме.

В методическом блоке приведены наглядные примеры с пояснениями и различные варианты заданий с комментариями к ошибкам студента.

Тренировочный блок дает возможность отработать и закрепить полученные знания.

Контрольно–измерительный блок включает промежуточные и итоговые тесты.

В тестах представлены несколько типов заданий: одиночный и множественный выбор, установление порядка следования, установление соответствия.

Результаты ответов обрабатываются автоматически по специальным алгоритмам.

Анализ результатов итоговых тестов, проведенных в 2011—2013 годах, показал эффективность применения ЭОР в обучении студентов НИУ «МЭИ» грамматике дисциплин «Английский язык» и «Французский язык» в режиме самостоятельной внеаудиторной работы.

Использование в ЭОР блочно-модульного принципа построения, позволяет унифицировать преподавание языковых дисциплин, не отменяя в то же время многолетних методических наработок опытных преподавателей.

4. ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С ЭОР

Использование студентами компьютеров в процессе обучения позволяет индивидуализировать темп и глубину освоения материала. Студент сам определяет свой языковой маршрут к заданной цели, приобретая тем самым навыки самостоятельной работы и открывая для себя способы самостоятельного получения знаний. Работа по индивидуальному языковому маршруту способствует выравниванию исходного языкового уровня студентов, что является необходимым условием группового обучения [3].

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ И ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭОР

Для работы с ЭОР необходимо следующее оборудование [2]:

– на стороне пользователя персональный компьютер с процессором с частотой не менее 300 МГц, объемом оперативной памяти не менее 64 Мб;

– на стороне сервера персональный компьютер с процессором с частотой не менее 300 МГц, объемом оперативной памяти не менее 256 Мб;

– ЭОР может функционировать как в сети Internet, так и на локальном компьютере, имеющем CD–привод.

Для работы с ЭОР необходимо следующее программное обеспечение:

– операционная система Windows XP;

– браузер Internet Explorer 6.0 и выше, Opera, Firefox;

– подключение к Интернету или корпоративной сети вуза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ЭОР в самостоятельной внеаудиторной работе позволяет:

– наглядно представить теоретический материал;

– реализовать индивидуальный подход в обучении;

– мотивировать самостоятельную работу студентов с элементами творчества;

– сформировать прочные знания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гальскова Н.Д., Гез Н.И.** Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика. — М.: Изд-во Академия, 2006.

2. **Казакова И.В, Людмирская И.Д.** Электронные образовательные ресурсы для самостоятельной работы студентов по иностранному языку // Материалы седьмой международной научно-практической конференции. — Н.Новгород: Изд-во Нижегородского института управления — филиала РАНХ и ГС, 2013.

3. **Сысоев П.В.** Информационные и коммуникационные технологии в лингвистическом образовании. — М.: Изд-во Либроком, 2013.

4. **Трайнев В.А., Теплышев В.Ю., Трайнев И.В.** Новые информационно-коммуникационные технологии в образовании. — М.: ИТК «Дашков и К», 2009.

О.М. Капустина
KapustinaOM@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ АНИМАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

АННОТАЦИЯ

Описан опыт применения учебных программ на языке систем символьных вычислений Mathematica, Maxima, содержащих операторы для построения параметризованных геометрических образов и анимаций, при изучении разделов статики и кинематики студентами младших курсов НИУ «МЭИ». Обсуждаются методические аспекты использования иллюстраций указанного вида в динамике неголономных систем при подготовке студентов старших курсов, магистрантов и аспирантов кафедры теоретической механики и мехатроники НИУ «МЭИ».

ВВЕДЕНИЕ

Многие современные компьютерные системы дают возможность пользователю создавать геометрические образы и анимации различных объектов на основе точных решений уравнений. Эти образы и анимации могут быть построены как функции некоторого параметра, определяющего решение уравнений так, что, меняя параметр, можно наблюдать изменение образов [1]. Такие параметризованные иллюстрации очень наглядны и помогают лучше понять закономерности изучаемого процесса. Безусловно полезно применять подобные методические материалы на занятиях, и, кроме того, необходимо учить студентов создавать такие материалы. В докладе описана методика использования учебных компьютерных программ на кафедре теоретической механики и мехатроники НИУ «МЭИ», предназначенных для реализации указанных целей.

1. ПРОГРАМММЫ-ШАБЛОНЫ НА МЛАДШИХ КУРСАХ

Задачи построения геометрических объектов и анимаций относятся к сложным задачам программирования. Однако производители компьютерных программ прилагают значительные усилия для упрощения соответствующих алгоритмов. В настоящее время системы символьных вычислений — такие, как, например, лицензионная Mathematica 9 и свободно распространяемая Maxima, — позволяют за короткое время сравнительно легко создавать динамические образы на экране компьютера.

На протяжении нескольких последних лет в учебном процессе НИУ «МЭИ» используются программы на языке Mathematica и Maxima, предназначенные для выполнения студентами типовых расчётов и курсовых работ при изучении теоретической механики на первом и втором курсах. Программы имеют вид методических указаний, содержащих текстовые и вычисляемые ячейки. В текстовых ячейках сдержатся описания заданий, рисунки, таблицы параметров. В вычисляемых ячейках находятся команды для построения и преобразования уравнений равновесия и движения различных механических систем, решения построенных уравнений и создания на основе решений различных иллюстраций в виде двумерных и трёхмерных графиков и анимаций. Программы содержат разобранные примеры выполнения задания. Электронные методические указания имеют вид шаблонов, редактируя которые, студенты выполняют собственные индивидуальные задания.

В учебном процессе начиная с 2011 г. студентам предлагаются задания по статике [1] и кинематике плоского механизма [2], предполагающие параметрическое исследование и построение анимации. В задачах статики учащиеся находят реакции связей уравновешенной составной конструкции сначала при фиксированных, а затем при переменных параметрах и строят по образцу, содержащемуся в методических указаниях, графики реакций, меняющиеся при изменении активных сил.

В задании по кинематике плоского управляемого движения многозвенного робота манипулятора (рис.1) схват *M* должен приблизиться к детали *D*, закон движения которой известен.

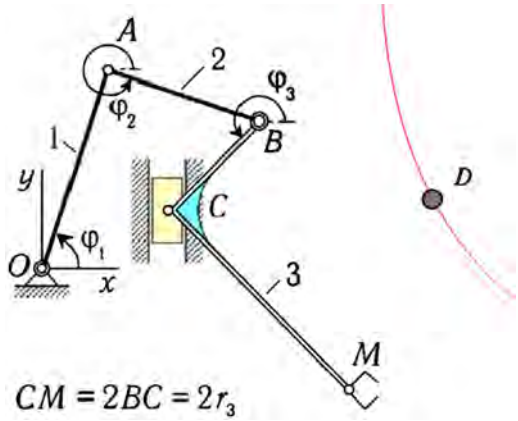


Рис. 1. Схема робота-манипулятора

Необходимо составить и численно проинтегрировать кинематические дифференциальные уравнения движения механизма. Студенты составляют и решают уравнения, строят графики основных искомых функций и легко создают по образцу анимацию движения точек *M* и *D* (рис.2).

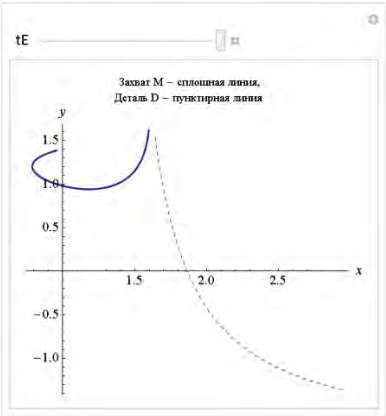


Рис. 2. Кадр анимации движения точек *M* и *D*

В системе Mathematica такая анимация создаётся обращением всего лишь к одной функции Manipulate (рис. 3).

```
Manipulate[ParametricPlot[{Evaluate[{xM[t], yM[t]} /. s2],
    {xD, yD}}, {t, 0, tE},
   PlotStyle → {Thick, Dashed},
   PlotLabel → "   Захват M - сплошная линия,
  Деталь D - пунктирная линия",
   AxesLabel → {x, y}], {tE, 0.001, tfin}]
```

Рис. 3. Фрагмент программы построения анимации движения точек *M* и *D*

В программе Maxima это построение реализуется сложнее.

Более трудную задачу построения анимации всего механизма выполняют лишь самые способные студенты.

2. ИССЛЕДОВАНИЯ НА СТАРШИХ КУРСАХ И В АСПИРАНТУРЕ

Некоторые исследовательские работы студентов старших курсов кафедры посвящены проблемам динамики колёсных роботов, которые представляют собой неголономные системы. Процедуры построения уравнений движения таких систем трудоёмки, уравнения громоздки и содержат много параметров. Применение систем символьных вычислений позволяет значительно повысить производительность исследовательского труда. Более того, геометрические образы, характеризующие множества движений неголономных систем и их устойчивость, трёхмерная анимация движений способствуют пониманию закономерностей динамических явлений. Всё это делает возможным участие студентов и аспирантов в решении сложных многопараметрических задач [3].

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Следует отметить, что Mathematica является коммерческой программой, производитель которой предоставляет бесплатные пробные версии на срок в тридцать дней. Студенты используют эту возможность для выполнения заданий. Однако учитывая указанные ограничения, приходится разрабатывать учебные программы-аналоги на языке свободно распространяемой Maxima, хотя, конечно, эта система уступает Mathematica по своим возможностям.

Приобретение кафедрой нескольких лицензионных программ Mathematica позволило решить некоторые проблемы, связанные с использованием программного обеспечения. В частности, появилась возможность участия преподавателей кафедры в международных конференциях по применению компьютерных методов в образовании и исследованиях [5, 6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практический опыт позволяет сделать заключение об эффективности применения систем компьютерной алгебры в учебном и исследовательском процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Капустина О.М., Мартыненко Ю.Г.** Примеры параметрического анализа в задачах теоретической механики с помощью системы MATHEMATICA // Сборник научно-методических статей по теоретической механике. — М.: Изд-во МГУ, 2009. № 27. С. 107—120.

2. **Новожилов И.В.** Типовые расчеты по теоретической механике на базе ЭВМ: учебное пособие. — М.: Высш. Шк., 1986.

3. **Борисов Д.Б., Капустина О.М., Мартыненко Ю.Г.** Свойства геометрических образов стационарных движений диска-гиростата на шероховатой плоскости // Международная конференция «Восьмые Окуневские чтения». 25—28 июня 2013 г., Санкт-Петербург: Материалы докладов. — СПб.: Балт. техн. гос. ун-т, 2013. С. 82—84.

4. **Капустина О.М.** Применение свободно распространяемой системы компьютерной алгебры Maxima в преподавании теоретической механики // Сборник научно-методических статей. Теоретическая механика. — М.: Изд-во МГУ, 2012, вып. 28. С. 81—88.

5. **Kapustina O.M., Martynenko Y.G.** Stability Analysis and Visualization of One-Wheeled Robot Steady Motion. European Wolfram Technology Conference 11—12 June 2013, Francfurt, Germany. URL: http://www.wolfram.com/events/technology-conference-eu/2013/resources.html

6. **Kapustina O.M.** Mathematica in teaching at the Moscow Power Engineering Institute. Wolfram Research in collaboration with UNICEF. Computer-Based Math Education Summit 2013, November 21—22, New York USA. URL: http://www.computerbasedmath.org/events/education-summit-newyork-2013/schedule.html#friday.

В.И. Колчков
micr@bk.ru
ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», Москва

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОНСУЛЬТАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС И ПЕЧАТНЫЙ УЧЕБНИК — ЕДИНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА

АННОТАЦИЯ

Показаны возможности образовательных Интернет-ресурсов. Определено их место в образовательном процессе в сочетании с традиционными средствами обучения. Отмечена роль преподавателя в разработке и размещении в Интернете собственных проектов. Изложен опыт создания и применения образовательного ресурса. Рассмотрены вопросы применения Интернет-ресурса как независимой информационной среды и как электронного приложения к учебнику «Метрология, стандартизация и сертификация».

ВВЕДЕНИЕ

Применение информационных технологий в образовательном процессе позволяет создать условия для оптимального сочетания различных технических и методических возможностей обучения [1]. К достоинствам электронных средств обучения и, в частности, Интернет-ресурсов, следует отнести: расширение индивидуализации обучения; большую вариативность представления учебного материала; возможность моделирования практических работ, связанных проведением многократных опытов, например, измерений, и целый ряд других.

В то же время классический учебник в методической литературе определяется как основное средство обучения и противопоставляется второстепенным средствам — пособиям для обучаемого или преподавателя. Теория учебника разрабатывалась в то время, когда основным носителем информации была книга, поэтому обеспечение взаимодействия печатного учебника и дидактических материалов на электронных носителях вызывает необходимость развития новых подходов в сфере образовательного процесса.

1. ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ ОБРАЗОВАНИЯ

Система образования складывалась длительное время. Поэтому при интеграции в нее новых информационных технологий следует учитывать необходимость рационального распределения всего объема курса между традиционным учебником и электронным ресурсом с целью создания комплексного процесса обучения дисциплине. Учебник выполняет управляющие функции по отношению ко всем остальным составляющим учебно-методического комплекса и является центральным звеном обучения, он лучше приспособлен для вдумчивого чтения, осмысления написанного, понимания прочитанного и повторения усвоенного. Возможно, поэтому электронный ресурс, на наш взгляд, пока что едва ли заменит традиционный учебник, но дополнит его теми элементами, которые печатный учебник реализовать не может.

В электронном ресурсе обучаемый может активно оперировать необходимой информацией, работать с моделями реальных процессов, самостоятельно проверять степень усвоения пройденного материала (например, с помощью тестирования), быстро получить необходимую консультацию. В то же время электронный учебный Интернет-ресурс расширяет возможности преподавателя в направлении интерактивного взаимодействия и контроля, а печатный учебник при этом обеспечивает постоянное наличие информации и мотивацию к самостоятельному изучению материала. Электронный ресурс как дополнение к традиционному учебнику — это наглядность, красочность и динамичность представляемого материала, что существенно повышает мотивацию к учению.

Таким образом, электронный ресурс и печатный учебник имеют сходства и различия, позволяющие, однако, взаимно дополнять друг друга, а именно:

– каждый печатный учебник рассчитан на определенный исходный уровень подготовки учащихся и предполагает конечный уровень обучения. Электронный ресурс может содержать материал нескольких уровней сложности;

– наглядность в электронном ресурсе значительно выше, чем в печатном учебнике, что обеспечивается использованием мультимедийных технологий: анимации, звукового сопровождения, гиперссылок, видеосюжетов и т.п.;

– электронный ресурс создаёт разнообразие проверочных заданий, тестов и обеспечивает многовариантность, многоуровневость. Кроме того, позволяет все задания и тесты давать в интерактивном и обучающем режиме. При неверном ответе можно давать верный ответ с разъяснениями и комментариями;

– электронный ресурс является по своей структуре открытой системой. Его можно дополнять, корректировать и модифицировать в процессе использования.

2. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

В настоящее время можно говорить о тенденции слияния образовательных и информационных технологий. Не проводя сравнительного анализа локальных и глобальных сетевых технологий, можно утверждать, что последние обладают значительно более широкими возможностями и позволяют формировать на основе Интернета принципиально новые интегрированные технологии обучения.

Развитие и распространение информационных технологий в различных сферах человеческой деятельности, а также неуклонно возрастающая доступность Интернета для разных слоев общества позволяют сделать вывод о возможности широкого применения Интернет-технологий в сфере образования.

Развитие сетевых информационных технологий направлено на повышение возможностей и доступности распространения и получения информации, что открывает большие перспективы в сфере образования. В этом случае изменяется и роль преподавателя в учебном процессе, повышается эффективность взаимодействия с аудиторией, что способствует лучшему восприятию переданной информации и трансформированию её в знания, понимание, умение, навыки.

Роль преподавателя должна сместиться в сторону большего участия в управлении познавательным процессом, своевременной модернизации преподаваемого курса, дистанционному консультированию самостоятельных работ обучаемых и др. Управление включает интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателя, предполагающее обмен информацией всеми подходящими для этого современными средствами.

Интерактивное взаимодействие помогает студенту включиться в творческий процесс, мотивирует активную работу, направленную на получение знаний; состязательность и желание самореализации каждого проявляются в группе всех участников образовательного процесса.

Несмотря на активное применение средств информационных технологий как инструмента образования, имеющиеся программные продукты не всегда вписываются в существующую схему проведения занятий, и возникает необходимость подстраивать под них учебный процесс. При этом следует учитывать по возможности все особенности конкретной ситуации, в частности, направление преподаваемой дисциплины, имеющиеся административные и технические возможности, целесообразность и др.

При принятии решение о создании образовательного консультационно-информационного Интернет-ресурса «Точность-Качество» [2] учитывались вышеперечисленные положения.

Основные цели, которые ставились нами при разработке ресурса, следующие:

– доступность учебных материалов и консультационно-информационных ресурсов для всех заинтересованных лиц независимо от временного промежутка и местонахождения;

– создание элементов информационно-коммуникативной среды;

– создание комфортной среды обучения как для преподавателя, так и для студента, одним из условий которой является оперативный доступ к учебным материалам;

– включение в образовательный процесс людей, имеющих ограничения по здоровью;

– возможность оптимизации количества специализированных аудиторий в учебном заведении за счет перенесения некоторых составляющих образовательного процесса, например, рубежного контроля, зачетного тестирования и др. в любые другие условия, где есть Интернет.

Одним из основных условий при создании Интернет-ресурса является его максимальная автономность. На практике это означает, что все программные решения и действия должны преимущественно выполняться на удалённом сервере, т.е. клиентские модули на ПК обучаемого (пользователя) устанавливать нежелательно. Это связано с тем, что установка таких модулей не всегда приемлема, а в ряде случаев ограничивается правами администрирования.

3. ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Практика применения консультационно-информационного ресурса «Точность-Качество» (http://micromake.ru) подтвердила правильность вышеупомянутых положений. Здесь же отметим, что создание такого Ресурса требует, естественно, не только определенных знаний предмета, но и определенного владения способами разработки внешнего оформления, создания надлежащей навигации, а самое главное, поддержания Интернет-ресурса на достаточном уровне, соответствующем его назначению. Следует сказать, что умений уверенного пользователя ПК для решения этих задач достаточно.

Образовательный ресурс «Точность-Качество» адресован студентам, магистрам, аспирантам, а также может быть полезен работникам, занятым в сфере производства. Ресурс предусматривает возможность интерактивного онлайн-взаимодействия преподавателя со студентами благодаря внутренним (контакты, сообщения, форум, чат), а также дополнительным возможностям (при наличии у пльзователя): Skype, ICQ, E-mail. Ресурс предусматривает возможность самоконтроля знаний и контрольного онлайн-тестирования.

Из приведенного описания Ресурса можно сделать вывод о достаточно широком спектре взаимодействия в процессе обучения. Конечно, знакомство с Ресурсом вызовет у ряда преподавателей закономерное сомнение в том, что цель может не оправдать те физические, интеллектуальные, а иногда и материальные затраты, которые требуются от конкретного преподавателя. Обратим внимание на то, что основные действия должны исходить именно от конкретного преподавателя, т.к. имеющиеся технические и прочие возможности образовательного учреждения в полной мере не заменят преподавателя ввиду его уникальных профессиональных особенностей.

В этом смысле Ресурс также должен быть в значительной степени уникален и поэтому требует от преподавателя определённых трудозатрат. Но как раз в этом случае и произойдет слияние образовательных и информационных технологий, о котором упоминалось выше. Следует сделать вывод, что применение информационных Интернет-технологий есть движение в направлении повышения качества обучения путем повышения эффективности взаимодействия преподавателя со студентом на этапах образовательного процесса и одновременного расширения возможностей этого взаимодействия. При этом существенно повышается комфортность труда как для студента, так и для преподавателя.

Для различных специальностей высшего профессионального образования в области техники и технологии, имеющих каждая свои особенности, дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является, по существу, единственной, где в едином ключе рассматриваются вопросы стандартизации, метрологии, подтверждения соответствия. Это определяет статус самой дисциплины как важного элемента подготовки специалистов в области техники и технологии самых разнообразных направлений, воспитывающей у них соответствующую профессиональную культуру. Кроме того, знания в области стандартизации, метрологии, сертификации касаются не только работников производственной сферы: они в одинаковой степени важны для специалистов по изучению спроса и реализации продукции — менеджеров, маркетологов, — как весомые составляющие конкурентоспособности товара.

Использование информационной технологии стало, с методологической точки зрения, определённым шагом в направлении наиболее полной реализации междисциплинарной сущности дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация», так как позволила объединить необходимые ресурсы на основе общей методологической базы. Это предопределило принятие структуры и состав модулей Ресурса.

Приведём процедуры применения отдельных модулей, включённых в Ресурс, в учебном процессе на примере общепрофессиональных дисциплин технического профиля: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Основы взаимозаменяемости», «Технология машиностроения».

При изучении перечисленных дисциплин необходимо выполнить самостоятельные работы: провести сертификацию оборудования; провести аудит конструкторско-технологической документации; провести поверку и метрологическую экспертизу средств измерений; выполнить расчеты точности и др. Все они могут предусматривать статистическую обработку массива случайных чисел. Для решения подобных задач в Ресурсе предусмотрен модуль формирования исходных данных.

Так, например, при выполнении студентами курсовой работы «Сертификация оборудования системы жизнеобеспечения населенного пункта» требуется провести статистическую обработку результатов многократных равноточных измерений. Цель — анализ состояния технологического процесса обработки и контроля деталей, входящих в ответственные соединения. Действия по формированию массива результатов наблюдения заключаются в проведении виртуальных измерений http://micromake.ru/old/msis/zadankrmsis/slcifri.htm и последующей обработке результатов. Генератор случайных чисел «Формирователь» позволяет получить базу данных, представляющих собой либо генеральную совокупность, либо выборку. Далее полученные результаты эксперимента копируются в Excel, и проводится статистическая обработка результатов наблюдений. Подобные задачи встречаются и в других дисциплинах. Массив случайных физических величин (ФВ) может состоять из геометрических, механических, электрических и других ФВ.

В процессе обучения у студентов возникают вопросы; оперативное реагирование на них со стороны преподавателя обеспечивается модулем «Контакты» http://micromake.ru/kntform/index.php. Здесь предусмотрена возможность обращения с последующим получением ответа.

Интерактивность общения дополнена модулем «Форум». Преподаватель-тьютор — может общаться со студентом в чате или на форуме. Во всех случаях решается определенный круг задач, связанных с высвобождением времени преподавателя для осуществления индивидуального подхода к студенту, содействием самостоятельной и творческой работе студента, а также поддержкой коллективной работы группы (http://micromake.ru/forum/).

Преподаватель по-прежнему остается главным звеном процесса обучения с важнейшими функциями поддержки мотивации и интерпретации обучения группы или конкретного студента. В то же время, электронная образовательная среда способствуют формированию и новой роли преподавателя. В такой высокоинформативной среде преподаватель и студент равны в доступе к информации, к содержанию обучения, поэтому преподаватель уже не может быть единственным источником фактов,

идей, принципов и другой информации; его новая роль в обучении — это наставник (тьютор).

По адресу http://micromake.ru/old/media/media.htm представлен модуль «Медиа», позволяющий изучать взаимодействие измерительного или обрабатывающего инструмента и детали, а также функционирование механизмов и узлов машин. Модуль позволяет демонстрировать различные технологии производства машин и других изделий.

Ресурс позволяет самостоятельно проверять степень усвоения пройденного материала с помощью тестирования: для этого предусмотрен модуль «Тест», http://micromake.ru/tests/index.php, который настраивается преподавателем по различным параметрам. Вход в модуль «Тест» осуществляется по логину и паролю, которые могут быть выданы по запросу http://micromake.ru/old/obsh/infotest.htm.

Модуль позволяет установить состав, количество и тип ответов, например: «Множественный выбор», «Множество ответов», «Истина/Ложь», «Прямой ввод», «Эссе (произвольный ответ)». Выбирается шкала оценок: пятибалльная, пройдено/не пройдено, ECTS (англ. European Credit Transfer and Accumulation System) — общеевропейская система перевода и накопления кредитов и учёта учебной работы студентов.

Важной функцией модуля является анализ ответов студентов на вопросы теста. Автоматически проводится статистическая обработка всех ответов. Преподаватель может видеть, что по данному вопросу почти все частично неправильные ответы относятся к одной формулировке ответа, что означает необходимость выяснения причины этого факта или даются частично правильные ответы или ответы принципиально неправильные. Как правило, вопросы составляются с некоторой «ловушкой», позволяющей выяснить «заблуждение» большинства студентов при трактовке тех или иных свойств объекта. Возможна также установка ограничения времени прохождения теста, а также перемешивания вопросов и ответов и др.

Результаты тестирования студент видит на своей личной странице в виде количества правильных ответов (баллов), доли правильных ответов и оценки по установленной преподавателем шкале. Возможен самоконтроль и анализ своих ответов. При необходимости студент может воспользоваться электронным учебным пособием и методическими указаниями по изучению дисциплины, где даны темы и соответствующие им наименования дидактических единиц по ГОС или ФГОС, а также приведены ссылки на разделы электронного учебного пособия http://micromake.ru/old/ucheba/umdmsis.htm.

4. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРС «ТОЧНОСТЬ-КАЧЕСТВО» КАК ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К УЧЕБНИКУ

Создание электронного ресурса — решение хотя и важной, но лишь части проблемы; необходима привязка к печатному изданию в виде учебника или учебного пособия. Нами проводилась разработка указанных вопросов и апробирование ряда решений на практике. Одновременно с написанием учебника создавался Интернет-ресурс таким образом, чтобы материалы этих источников дополняли друг друга и был взаимосвязаны. Ресурс разрабатывался как сетевое электронное приложение с функциональными возможностями: онлайн тестирование, интерактивное общение, оперативная информация, просмотр медиа-материалов, моделирование процессов и т.д.

Результат работы: «Консультационно-информационный ресурс «Точность-Качество», сетевой адрес: http://micromake.ru и Учебник «Метрология, стандартизация и сертификация». — М.: Форум, 2013 для специалистов и бакалавров по направлениям: 221700 «Стандартизация и метрология», 151000 «Технологические машины и оборудование», 150700 «Машиностроение» (гриф УМО по университетскому политехническому образованию) [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненную работу можно считать попыткой создания взаимосвязанного образовательного материала, в котором значимые функции выполняют, в определенной пропорции, электронный Интернет-ресурс и печатный учебник.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кейптаунская** Декларация Открытого Образования: «Открывая будущее открытым образовательным ресурсам». URL: http://www.capetowndeclaration.org/translations/russian-translation.

2. **Колчков В.И.** Консультационно-информационный ресурс «Точность-Качество». URL: http://www.micromake.ru.

3. **Колчков В.И.** Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. — М.: Форум, 2013. — 432 с.

Е.А. Кровяков
yeakrovyakov@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ОПЫТ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ ГУМАНИТАРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

АННОТАЦИЯ

В докладе рассматриваются особенности технологии и организации электронного обучения гуманитарным дисциплинам в техническом вузе с учетом прошлого опыта такого обучения.

Автор обращает внимание на важность электронной составляющей при подготовке кадров высшей квалификации, а также на то, что гуманитарный компонент является неотъемлемой частью подготовки высокообразованных инженеров.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие научно-технического прогресса в наши дни, усложнение требований к подготовке инженеров с высоким уровнем как специальной, так и общекультурной подготовки, определяет необходимость все более широкого использования электронной составляющей в обучении новых поколений студентов. Сегодня в различных отраслях отечественной промышленности как никогда ощущается потребность в притоке высококвалифицированных кадров, не только владеющих информационными технологиями, но и представляющих себе, к каким гуманитарным последствиям могут привести ошибки в работе с новейшим оборудованием: серьезные срывы в работе космической, оборонной отраслей, в сфере энергетики и др.

1. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Целью гуманитарного образования в техническом вузе является формирование у обучаемых:

– умений и навыков оценки, отбора, упорядочения и обработки информации;

– формирование творческого подхода к созданию новых методов обработки информации и средств информатизации;

– чувства гражданской ответственности при всех взаимодействиях с информацией.

Кафедра истории и культурологии НИУ «МЭИ», доцентом которой я являюсь, видит своей целью создание комплексных обучающих программ по истории и культурологии, реализующих следующий алгоритм обучения:

– процесс изучения учебного материала;

– контроль усвоения пройденного;

– выявление плохо усвоенного материала и побуждение к его повторению.

Сегодня цель обучения истории ориентирует не на передачу программных знаний, а на формирование обобщенных способов выполнения деятельности на примере решения познавательных задач данных дисциплин.

Для лучшего усвоения современными студентами достаточно объемного и сложного для восприятия материала служат электронные образовательные ресурсы. Как автор уже отмечал на прошлой конференции «ИНФОРИНО-2012», кафедра истории и культурологии постоянно обновляет электронные учебно-методические комплексы по своим основным дисциплинам (история и культурология), а также по курсу «Мировые цивилизации, философии и культуры».

Центральным элементом всех наших основных курсов продолжают оставаться лекции, и по-другому быть не может. Несмотря на то, что количество лекций существенно сокращено, преподавателями кафедры создаются новые электронные презентации, без которых в настоящее время преподавателю, желающему донести необходимую информацию до студентов, просто не обойтись, поскольку студенты, особенно недавно закончившие школу, совершенно не обладают навыками конспектирования. В данном случае презентации начинают играть гораздо бóльшую роль в подаче лекционного материала, чем это было даже 2 года назад. Презентации, таким образом, становятся не столько дополнительным, сколько основным источником для восприятия информации в форме образов и сопровождающего их текста.

Для контроля усвоенного материала применяются не только привычные опросы студентов по материалу, который они должны были изучить, но и электронное тестирование через систему «Прометей». Продолжает успешно проводиться программа дистанционного обучения студентов с применением расширенного электронного тестирования. В электронных учебно-методических комплексах также содержатся методические указания и контрольные вопросы по изложенному материалу.

Одной из форм стимулирования мотивации при обучении студентов гуманитарным дисциплинам в целом и истории в частности служат творческие задания: рефераты и презентации, подготовленные как в бумажном, так и в электронном виде. Такие задания являются основными составляющими оценки на зачете.

2. ЭЛЕКТРОННЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ — НЕ САМОЦЕЛЬ

На прошлой конференции автор уже отмечал, что применение компьютерных технологий не должно стать самоцелью в процессе обучения. Это все же подспорье, хотя на сегодняшний день подспорье гораздо более существенное, чем раньше, но не основная цель обучения, а лишь способ, при котором нынешним студентам легче усваивать огромный объем знаний, предлагаемых им в вузе. Мы вынуждены с сожалением констатировать, что сегодня из школы в технические вузы приходят юноши и девушки, у которых почти полностью отсутствует общеобразовательная подготовка. Поэтому нужно очень аккуратно использовать электронные образовательные ресурсы, не подменяя ими традиционные формы и методы подачи материала.

Нельзя забывать и еще об одной достаточно серьезной проблеме: бездумном скачивании из интернета ответов на практические творческие задания к семинарским занятиям, докладов и рефератов. К выполнению творческих заданий студенты должны подходить со всей серьезностью отбора материала, изучения литературы. Они должны указывать эту литературу в ссылках к своим рефератам для того, чтобы творческая работа не превращалась в элементарный плагиат. На это сейчас обращается особое внимание. Это серьезный шаг на пути к дальнейшему освоению студентами, в том числе, и материала по своей основной специальности.

В последнее время приходится сталкиваться с тем, что студенты выдают за собственный текст отрывки из трудов известных ученых, прекрасно известные людям старше 30 лет. Когда указываешь на это студентам, они очень удивляются: откуда преподаватель это знает? Но материал, который изложен «доброжелателями» в интернете, давно уже известен всем преподавателям и не только им, и для этого не обязательно даже использовать программу «Антиплагиат»: все и так лежит на поверхности. А навыками копипаста нынешние первокурсники овладели еще в детском саду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из вышесказанного можно сделать следующие выводы.

– Развитие научно-технического прогресса в наши дни, усложнение требований к подготовке инженеров с высоким уровнем как специальной, так и общекультурной подготовки, определяет необходимость все более широкого использования электронной составляющей в обучении новых поколений студентов.

– Сегодня цель обучения истории ориентирует не на передачу программных знаний, а на формирование обобщенных способов выполнения деятельности на примере решения познавательных задач данных дисциплин.

– Одной из форм стимулирования мотивации при обучении студентов гуманитарным дисциплинам, и истории в частности, служат творческие задания: рефераты и презентации, подготовленные как в листовой, так и в электронной форме. Такие задания являются основными составляющими оценки на зачете.

– Компьютерные технологии сейчас стали играть гораздо большую роль в образовательном процессе из-за отсутствия у студентов элементарных навыков конспектирования и восприятия на слух преподаваемого материала.

– Тем не менее, электронные образовательные ресурсы являются не самоцелью, а лишь существенным подспорьем в работе преподавателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смирнова М.И., Краснова Л.И.** Отечественная история с древнейших времен до начала XXI в.: Материалы к практическим занятиям. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

2. **Мультимедиа** курс «Отечественная история»: электронное учебное пособие / Под ред. проф. М.И. Смирновой. — М.: ЦНИТ МЭИ, 2007

3. **Модернизация** социально-экономической сферы общества и проблемы современного образования // Сборник материалов Международной научно-практической конференции: В 2 ч.. Ч. 1. Проблемы подготовки современного специалиста / Под науч. ред. М.Р. Радовеля. — Электросталь: ЭПИ НИТУ МИСиС, 2012.

4. **Труды** Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10—11 апреля 2012 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2012.

5. **История** России для технических вузов: Учебник для бакалавров / Под ред. М.Н. Зуева, А.А. Чернобаева. — М.: Юрайт, 2013.

Э.В. Кузнецов, В.И. Киселев
KuznetsovEV@mpei.ru, KiselevVI@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА». ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

АННОТАЦИЯ

Представляются компьютерные модели однополупериодного и двухполупериодного неуправляемого выпрямителя с С-фильтром и без фильтра и усилителя на биполярном транзисторе. Интерфейс программ позволяет выбирать тип диода и транзистора, оперативно менять значения параметров элементов в схемах, строить временные диаграммы выходного напряжения. Аналогичные модели разработаны для неинвертирующего и инвертирующего операционного усилителя.

ВВЕДЕНИЕ

В дисциплине «Электротехника и электроника» среди аналоговых устройств рассматриваются традиционно неуправляемые выпрямители, усилители на биполярных транзисторах и на ОУ.

Концептуальные положения о моделях представлены в докладе «Компьютерные модели в дисциплине «Электротехника и электроника». Программа для моделирования электрических цепей».

1. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ НЕУПРАВЛЯЕМЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Разработана программа «ConvAC_DC» — модель неуправляемых выпрямителей. На рис. 1 и 2 представлены интерфейс модели для однополупериодного выпрямителя без фильтра и с С- фильтром. Модель позволяет получить выходное напряжение при различных значениях сопротивления нагрузки и емкости конденсатора, рассчитать коэффициент пульсации и постоянное напряжение на нагрузке.

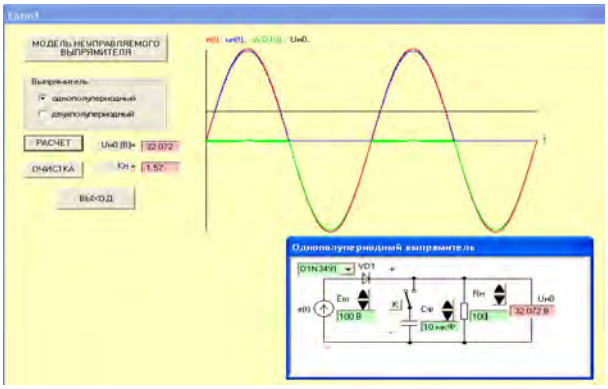


Рис. 1. Окно интерфейса модели однополупериодного выпрямителя без фильтра

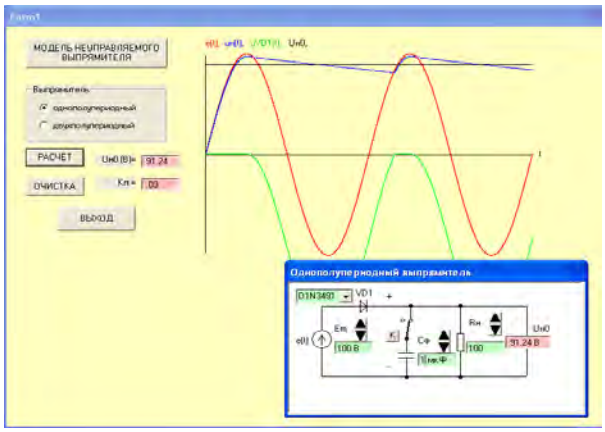


Рис. 2. Окно интерфейса модели однополупериодного выпрямителя с С-фильтром.

На рис. 3 и 4 представлены интерфейс модели для двухполупериодного выпрямителя без фильтра и с С-фильтром.

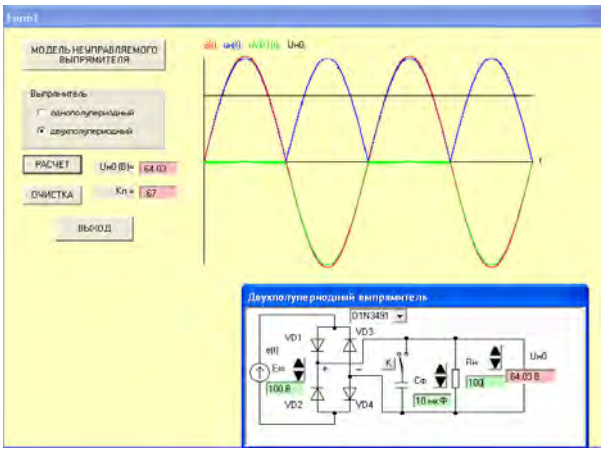


Рис. 3. Окно интерфейса модели двухполупериодного выпрямителя без фильтра.

2. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ УСИЛИТЕЛЯ НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

Разработана программа “BAmp_Tran” для моделирования усилительного каскада на биполярном транзисторе во временной области при стационарном режиме с учетом нелинейных свойств транзистора. На рис. 5 приведен интерфейс схемы, на котором можно выбрать тип транзистора

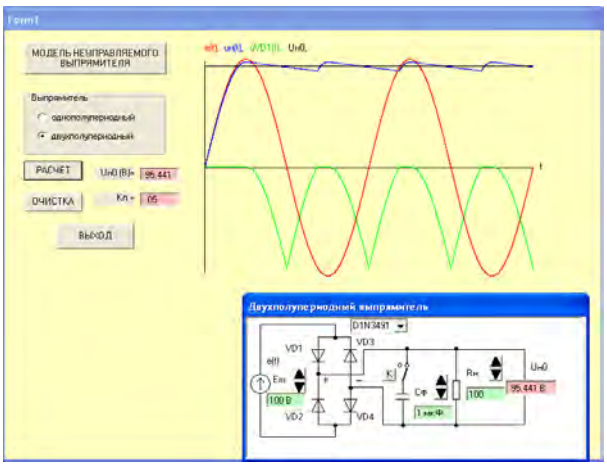


Рис. 4. Окно интерфейса модели двухполупериодного выпрямителя с С-фильтром.

и оперативно менять значения параметров элементов. В интерфейсе семы будут меняться соответственно положения рабочих точек покоя (рис. 6), форма кривых токов и напряжений (рис. 7), пересчитаны коэффициенты усиления и нелинейных искажений (рис. 8). Расчеты ведутся на средней частоте в стационарном режиме.

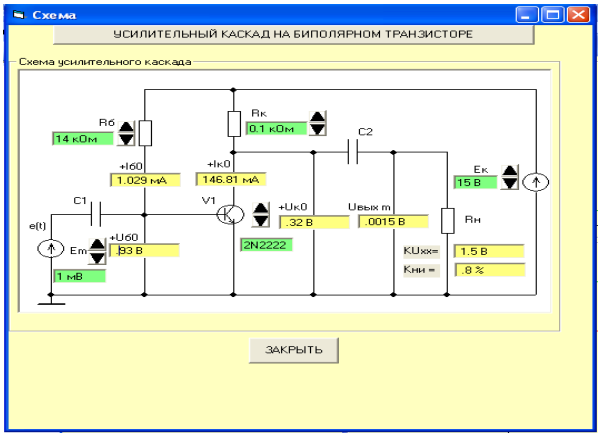


Рис. 5. Интерфейс схемы усилителя на биполярном транзисторе

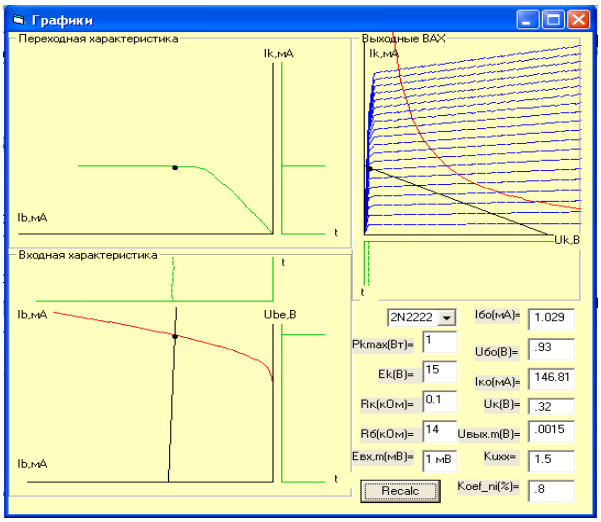


Рис. 6. Интерфейс схемы усилителя на биполярном транзисторе с указанием рабочей точки покоя

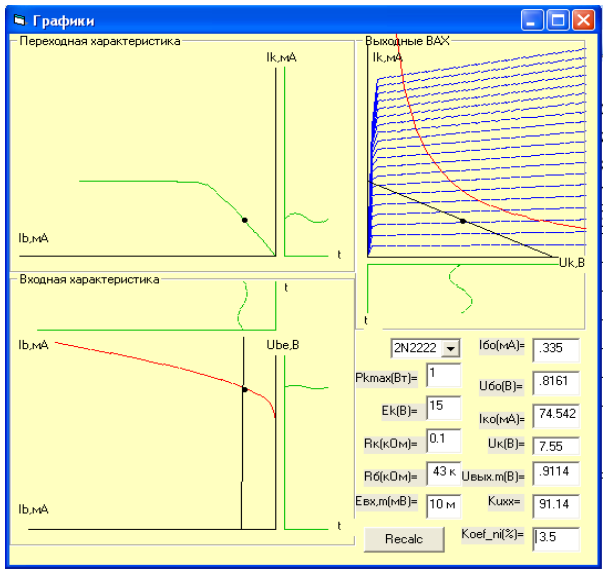


Рис. 7. Интерфейс схемы усилителя на биполярном транзисторе с формой кривых токов и напряжений

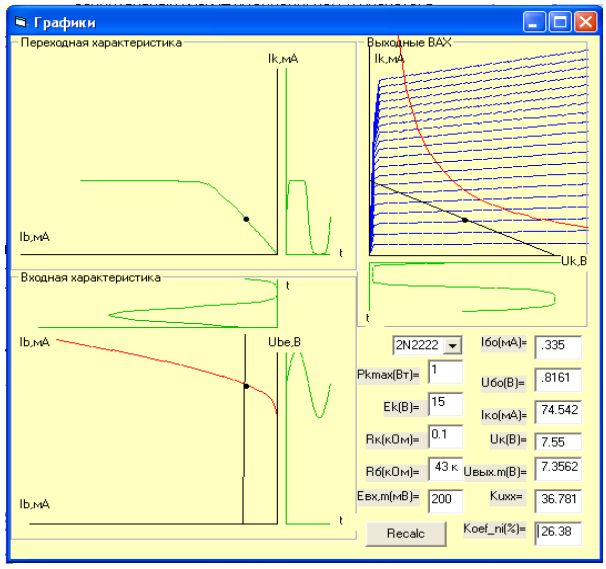


Рис. 8. Интерфейс схемы усилителя на биполярном транзисторе при нелинейных искажениях формы тока и напряжения

Разработаны аналогичной структуры модели усилительного каскада на биполярном транзисторе в частотной области, модели неинвертирующего и инвертирующего усилителей с ОУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные программы могут быть использованы для выполнения виртуальных лабораторных работ и лекционных демонстраций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Киселев В.И., Кузнецов Э.В.** Компьютерные модели в дисциплине «Электротехника и электроника». Программа для моделирования электрических цепей // Труды «ИНФОРИНО — 2012». — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 469—470.

М.В. Лапенок
Lapyonok@uspu.ru
Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ОБУЧЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА БАЗЕ СЕРВИСОВ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено учебно-методическое обеспечение подготовки специалистов в области создания и использования ЭОР, ориентированное на формирование у обучаемых теоретических знаний в области создания и использования ЭОР, а также практических умений по применению сервисов СДО в учебном процессе и практических умений по созданию на базе сервисов СДО электронных учебных материалов различных типов. Обоснована комплексная оценка уровня обученности специалистов в этой области.

ВВЕДЕНИЕ

В рамках учебной дисциплины дополнительного образования «Дистанционные образовательные технологии», реализуемой в УрГПУ, осуществляется подготовка специалистов (будущих преподавателей) в области создания и использования электронных образовательных ресурсов (ЭОР) в условиях реализации информационной среды дистанционного обучения (ИСДО) образовательного учреждения. Обучаемые осваивают функциональные возможности и основные сервисы систем дистанционного обучения (СДО) для создания ЭОР и их применения в учебном процессе (на примере СДО Sakai, Naulearning, Moodle).

1. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭОР НА БАЗЕ СДО

В рамках теоретической подготовки будущие преподаватели изучают общие вопросы информатизации образования; дидактические, содержательно-методические, технико-технологические, дизайн-эргономические требования к качеству ЭОР; возможности сервисов различных СДО для создания и использования ЭОР; методические аспекты организации учебного процесса в ИСДО образовательного учреждения при реализации вариативных форм и методов обучения. На практических и лабораторных занятиях осуществляется технологическая подготовка будущих преподавателей, обучаемые осваивают сервисы СДО с целью создания ЭОР и реализации различных видов педагогической деятельности. Обучение будущих преподавателей применению ЭОР осуществляется в процессе ролевых игр, моделирующих учебный процесс, организованный в условиях функционирования ИСДО. На лабораторных занятиях обучаемые создают с использованием сервисов СДО электронные учебные материалы, соответствующие педагогико-эргономическим требованиям, предъявляемым к ЭОР.

2. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ОБУЧЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭОР НА БАЗЕ СДО

Оценить уровень обученности специалистов в области создания и использования ЭОР на базе СДО можно на основе многокритериального подхода (Герова Н.В., Глебова О.В., Киселева В.П., Мукушев Б.А. и др.) комплексным показателем, отражающим: уровень их обученности в области теоретических знаний по созданию и использованию ЭОР; уровень обученности в области практических умений по применению сервисов СДО в учебном процессе; а также уровень педагогико-эргономического качества ЭОР, разработанных в процессе обучения (1).

$$T_i = T_{i\,ТЕОР} + T_{i\,ПРАКТ} + \overline{T}_{i\,ЭОР}; \qquad (1)$$

где $i = 1, 2, \ldots, n$;; T_i — комплексная оценка уровня обученности i-го испытуемого в области создания и использования ЭОР; $T_{i\,ТЕОР}$ —стандартная оценка теоретических знаний i-го испытуемого по созданию и использованию ЭОР, $T_{i\,ПРАКТ}$ — стандартная оценка практических умений i-го испытуемого по применению сервисов СДО в учебном процессе; $\overline{T}_{i\,ЭОР}$ — усредненная стандартная оценка педагогико-эргономического качества ЭОР, созданных i-м испытуемым в процессе обучения.

Уровень обученности специалиста в области теоретических знаний по созданию и использованию ЭОР может быть оценен по результатам выполнения диагностической работы с заданиями в тестовой форме, отражающими тематику всех разделов учебной дисциплины, при этом результат выполнения каждого из заданий оценивается по дихотомической шкале измерений. Уровень обученности специалиста в области практических умений по применению сервисов СДО в учебном процессе может быть оценен по результатам диагностической ролевой игры, в процессе которой участники игры осуществляют определенные действия, при этом результат каждого действия участника игры оценивается по дихотомической шкале. Уровень педагогико-эргономического качества ЭОР, созданных обучаемым, определяется методом экспертной

оценки, при этом выделенные характеристики качества оцениваются по дихотомической шкале измерений.

Поскольку частные показатели уровня обученности специалиста в выделенных областях определяются по разным шкалам, то для стандартизации составляющих комплексного показателя необходимо применить метрическое выравнивание шкал (2) (Вайнберг Дж., Лозинская А. М., Сердюков В. И., Шумекер Дж., Челышкова М. Б и др.).

$$T_{i\,ИНДЕКС} = \left(\frac{X_{i\,ИНДЕКС} - \bar{X}_{i\,ИНДЕКС}}{\sigma_{X\,ИНДЕКС}} \right) \times 10 + 50, \qquad (2)$$

где $i = 1, 2, \ldots, n$; *ИНДЕКС = ТЕОР, ПРАКТ, ЭОР*; T_i — комплексная оценка уровня обученности i-го испытуемого в области создания и использования ЭОР; $T_{i\,ИНДЕКС}$ — стандартная оценка i-го испытуемого в отношении частного показателя комплексной оценки; $X_{i\,ИНДЕКС}$ — количество баллов, полученных i-м испытуемым по результатам выполнения аттестационной работы (соответственно, $X_{i\,ТЕОР}$ — по результатам выполнения диагностической работы, $X_{i\,ПРАКТ}$ — по результатам диагностической ролевой игры, $X_{i\,ЭОР}$ — по результатам экспертной оценки ЭОР); $\bar{X}_{i\,ИНДЕКС}$ — выборочное среднее значение, $\sigma_{X\,ИНДЕКС}$ — выборочное стандартное отклонение.

При этом метрическое выравнивание шкал обусловливает проверку распределений частных показателей комплексной оценки на близость к нормальному, которая может быть выполнена путем расчета характеристик асимметрии и эксцесса и сопоставления их с критическими значениями (Пустыльник Е.И.).

Таким образом, комплексную оценку достигнутого будущими преподавателями уровня обученности в области создания и использования ЭОР можно определить как сумму стандартизированных и линейно преобразованных баллов, набранных за правильно выполненные задания диагностической работы в ходе ролевой игры и за педагогико-эргономическое качество созданных ЭОР.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭОР НА БАЗЕ СДО

Учебно-методическое обеспечение подготовки специалистов (будущих преподавателей) к созданию и использованию ЭОР содержит:

– рабочую учебную программу дисциплины «Дистанционные образовательные технологии»;

– руководство для педагога «Технология ведения дистанционных учебных курсов»;

– электронный шаблон образовательного ресурса учебной дисциплины, обеспечивающий создание материалов для всех видов учебной деятельности;

– методические рекомендации по педагогически целесообразному использованию сервисов СДО при создании и использовании, при этом выбор сервиса СДО обусловливается: режимом (реального времени или отложенной связи) и методическими целями (проведение опросов, консультаций, обмен документами и др.) информационного взаимодействия; методическими целями применения создаваемого ЭОР и форматами представления учебных материалов, создаваемых посредством этого сервиса;

– сценарии ролевых игр, описывающие учебный процесс при вариативных формах его организации в ИСДО образовательного учреждения;

– контрольно-измерительные материалы для комплексной оценки уровня обученности специалистов в области создания и использования ЭОР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанное учебно-методическое обеспечение подготовки специалистов в области создания и использования ЭОР ориентировано на формирование у обучаемых теоретических знаний в области создания и использования ЭОР, а также практических умений по применению сервисов СДО в учебном процессе и практических умений по созданию на базе сервисов СДО электронных учебных материалов различных типов. При этом уровень обученности специалистов в области создания и использования ЭОР может быть определен комплексной оценкой, отражающей уровень их обученности в указанных областях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Герова Н. В.** Автоматизированная система рейтингового контроля знаний студентов вуза // Программные продукты и системы. 2009. № 4. С. 138.

2. **Лапенок М. В., Лозинская А. М.** Формирование компетенции интерактивной педагогической коммуникации в условиях информационной среды дистанционного обучения // Педагогическое образование в России. 2012. № 5. С. 78—82.

3. **Сердюков В.И.** Сравнительная оценка результатов компьютерного тестирования знаний студентов вузов // Ученые записки. — М., 2007. Вып. 24.

О.В. Максимова, Е.П. Богомолова
MaximovaOVL@mpei.ru, bogep@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС И ИНФОРМАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ: НА ЧТО МОЖЕТ ОПЕРЕТЬСЯ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

АННОТАЦИЯ

Исследуются факторы, повлиявшие на формирование информационных и математических компетенций первокурсников. Обсуждается реальный уровень этих компетенций.

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного дальнейшего обучения по программам инженерного бакалавриата студенты-первокурсники должны обладать достаточными базовыми компетенциями в области информатики и математики. Уровень сформированности этих компетенций должен быть известен заранее. Это помогает преподавателям вуза внести коррективы в учебный процесс.

Все без исключения абитуриенты НИУ «МЭИ» подают в приёмную комиссию свои результаты ЕГЭ по математике. Баллы ЕГЭ поддаются анализу и могут служить некоторым ориентиром. Об уровне же информационной подготовки бывших школьников и их степени владения компьютером мы можем судить лишь по косвенным данным, поскольку на большинство направлений подготовки в НИУ «МЭИ» результаты ЕГЭ по информатике не требуются.

Не подлежит сомнению тот факт, что рассматриваемые базовые компетенции школьников сформированы при участии глобального электронного ресурса — Интернета. Частично этот ресурс, а точнее, его учебно-образовательный сегмент, был задействован школьниками по указанию учителей для непосредственной самостоятельной учебной работы. Частично (особенно сегмент социальных сетей) — по инициативе самих школьников, как в познавательных, так и в развлекательных целях. Каждый из типов использования глобального электронного ресурса внёс ощутимый вклад как в формирование базовых компетенций, так и в оценку их уровня.

1. ТРЕБОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Проводя обучение студентов, мы, преподаватели технических вузов, должны руководствоваться ФГОС ВПО. Требования в области информатики и математики к выпускникам инженерных направлений подготовки относятся к разряду общекультурных компетенций. Эти требования, различаясь в формулировках, совпадают по существу. Вот, на пример, выдержки из ФГОС ВПО по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника» и направлению 150700 «Машиностроение» [1]. В них указано, что выпускник вуза должен обладать способностью и готовностью «владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией», «понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества», «приобретения новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий», «обладать навыками работы с компьютером как средством управления информацией». Помимо этого, выпускник должен владеть методами математического моделирования, использования математики в профессиональной деятельности, целенаправленно применять базовые знания в области математики и т.п.

«Компетенция» — не модное слово, а важнейшая качественная характеристика будущего инженера. Суть этого термина легко понять, переведя с английского языка слова: competence (способность, умение, достаток, хорошее материальное положение), compete (конкурировать, состязаться, соревноваться) и competitive (соперничающий, конкурирующий, конкурентоспособный) [2].

Совершенно ясно, что для овладения всего за четыре года учёбы способностью конкурировать и побеждать в такой конкуренции, человек уже перед поступлением во втуз должен иметь хорошую базовую подготовку.

Что касается информатики, тут мы легкомысленно спокойны. Ведь устоявшееся мнение таково, что современное поколение школьников проводит у экранов компьютеров и различных мобильных устройств большую часть своего досуга, а самостоятельно приобретённые навыки оттачиваются на всех школьных уроках, сопровождаемых внедрением информационных технологий в учебный процесс.

Ну а с математикой в 2013 году дела обстоят ещё лучше: проходной балл на все направления подготовки повысился.

Попробуем понять, можем ли мы опираться на существенные знания наших первокурсников в области математики и информатики.

2. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ВРЕМЕНИ, ПРОВЕДЁННОГО В ИНТЕРНЕТЕ, НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ В 2013 ГОДУ

Начнём с официальных данных. На Федеральном портале «Российское образование» (http://www.edu.ru/index.php?page_id=5&topic_id=21&sid=29829&ntype=nuke от 07.10.2013) размещена информация о том, что **в школах РФ лишь 40% запросов в интернет относится к образовательной деятельности**. И это под присмотром учителей! А дома? Какие информационные компетенции при этом формируются у школьников, и как работа в интернете влияет на интересующие нас математические компетенции, попробуем разобраться далее.

Мы задались целью проанализировать, целесообразно ли считать время, проведённое школьником в интернете, временем, потраченным им на овладение начальными информационными и математическими компетенциями. Для получения необходимых статистических данных в сентябре 2013 года мы провели опрос первокурсников, в котором приняли участие 162 студента. Им были заданы следующие вопросы.

Какой балл Вы ожидали получить на ЕГЭ по математике (требовалось указать интервал диапазоном в 5 или 10 баллов)? Каким оказался Ваш балл? Удалось ли Вам перед экзаменом по математике найти (в интернете) и прорешать реальный экзаменационный вариант? В опросе студенты также указывали примерное среднесуточное время, которое они находились в интернете и время (в процентах от общего времени в интернете), которое они тратили на компьютерные развлечения.

Ответы всех опрошенных первокурсников мы разделили на две группы согласно месту жительства: 76 человек — студенты, приехавшие из крупных городов (Москва и область, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и т.п.), и 86 человек — студенты, приехавшие из небольших городов и населённых пунктов.

Далее представлены таблицы корреляций между различными факторами (табл. 1, 2).

Таблицы демонстрируют достаточно тесную положительную связь между временем использования интернета как источника развлечений и временем работы в интернете в целом (0,79 и 0, 68). Как мы и предполагали, «компьютерные» школьники, как правило, не занимаются самообразованием, формируя школьно-познавательные компетенции, а тратят время на простое общение в социальных сетях, игры и другие развлечения. Как это сказывается на успешности обучения в школе и в вузе?

Из корреляционных таблиц (1-й столбец) видна хотя и незначительная, но отрицательная связь между временем, проводимым студентами за компьютером в целях развлечений, и успешностью сдачи ЕГЭ по математике. В 2012 г. мы посвящали схожему вопросу отдельное исследование [3], результаты которого полностью согласуются с ситуацией, наблюдаемой всеми преподавателями технических вузов и в этом году.

В упомянутом исследовании, проведённом по материалам опроса студентов, было показано, что намечается тенденция обратной зависимости между успеваемостью и интенсивностью самостоятельного использования интернета при обучении. Эта зависимость сохраняет общие черты по мере накопления студентами опыта обучения во втузе.

Таблица 1. Для студентов из небольших городов

	Б	И	ВР	П
Баллы (Б)	1			
Время на интернет (И)	0,16	1		
Время развлечений (ВР)	–0,04	0,79	1	
Подсказка (П)	0,53	0,17	0,01	1

Таблица 2. Для студентов из больших городов

	Б	И	ВР	П
Баллы (Б)	1			
Время на интернет (И)	0,39	1		
Время развлечений (ВР)	–0,25	0,68	1	
Подсказка (П)	0,25	–0,09	–0,05	1

Эта же тенденция обратной связи просматривается и сейчас. Школьники, рассматривающие интернет как средство развлечения и общения и проводившие большую часть своего времени у экранов (т.е. не имевшие времени на решение математических задач), по привычке понадеялись на интернет и при подготовке к ЕГЭ (поиск готовых решений).

Основываясь на высоких баллах ЕГЭ по математике, мы ожидаем от наших студентов хорошей учёбы в дальнейшем. Видя низкий балл по математике, мы предугадываем вероятность отчисления этого студента из втуза. Можем ли мы полностью доверять баллам ЕГЭ, особенно в 2013 году, учитывая официально признанную утечку данных до и во время экзамена по математике?

3. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ НА ОЦЕНКУ ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ В 2013 ГОДУ

Обратимся снова к порталу «Российское образование». При сдаче ЕГЭ в 2013 году зафиксировано, что «участникам позволяли пользоваться телефонами во время написания аттестационной работы, фо-

тографировать и размещать в Интернете свои задания» (http://www.edu.ru/index.php?page_id=5&topic_id=19&sid =29785&ntype=nuke 19.09.2013). «По данным Рособрнадзора, в основной период проведения ЕГЭ в 2013 году в социальных сетях было закрыто более двух тысяч групп, в которых выпускники решали задания онлайн. Также в сети обнаружили около 150 фрагментов контрольных измерительных материалов госэкзамена.» (http://www.edu.ru/index.php?page_id=5&topic_id=3&sid=29832&ntype=nuke от 08.10.2013.) Если добавить к этому размещение в интернете реальных вариантов заданий ЕГЭ по математике до основного периода проведения ЕГЭ, то становится очевидной необъективность части результатов ЕГЭ по математике.

Целью нашего исследования стало определение степени влияния предэкзаменационной интернет-подсказки на реальный балл ЕГЭ по отношению к среднему баллу, в который оценивали студенты свои силы и знания до проведения экзамена по математике. Для установления общего направления изменения (сдвига) был применён критерий знаков. Этот критерий определяет, не слишком ли много наблюдается «нетипичных сдвигов» для выборки, чтобы сдвиг в «типичном» направлении считать преобладающим.

Таблица 3. Разностные сдвиги между баллами ЕГЭ и усредненным ожидаемым баллом по математике

Вид сдвига	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Положительный	23	25
Отрицательный	73	35
Нулевой	2	4

Результаты опроса студентов были разделены на 2 группы: первая — баллы студентов, которые не воспользовались выложенными до ЕГЭ вариантами по математике (назовем эту группу контрольной), вторая — баллы тех, кто ими воспользовался (экспериментальная группа). Уже в процессе эксперимента мы заметили, что у большинства студентов контрольной группы, в отличие от студентов экспериментальной, показатель реального балла ЕГЭ по математике был ниже в сравнении с ожидаемым усредненным баллом (табл. 3.), т.е. наблюдалось много отрицательных сдвигов. Однако чтобы сделать выводы о влиянии интернет-подсказки на результаты экзамена по математике, требуется доказать, что ухудшение предполагаемых результатов в контрольной группе является преобладающим.

Исключим нулевые сдвиги из рассмотрения и рассмотрим статистику критерия число «нетипичных сдвигов» — увеличение предполагаемого заранее балла по ЕГЭ (у контрольной группы их 23, а у экспериментальной — 25). Установим уровень значимости для нашего исследования в 1 %. Поскольку численность студентов в группах оказалась разная, критические значения критерия знаков отличаются. Сравнивая расчетные и критические значения критерия, получим следующие результаты.

В **контрольной** группе отрицательный сдвиг между ожидаемыми и полученными баллами ЕГЭ по математике оказался значимым, т.е. реальные баллы оказались в большинстве ощутимо меньше, чем планировали получить абитуриенты. Это как раз и подтверждает факт неожиданности на экзамене, как в психологическом смысле, так и в смысле новизны заданий (задания ЕГЭ 2013 существенно отличались от заданий тестовых, по крайней мере, в части С).

В **экспериментальной** группе отрицательные сдвиги оказались незначимыми, т.е. в большинстве случаев наблюдалось либо незначительное уменьшение, либо увеличение реальных баллов экзамена по сравнению с ожидаемыми баллами. Это подтверждает наши предположения о том, что не все абитуриенты смогли осмыслить решения вариантов-подсказок, а потому механически пытались запомнить ответы и решения. Как следствие, вариант-подсказка помог на экзамене далеко не всем. Но, тем не менее, часть абитуриентов воспользовалась порешенными заранее вариантами, и это помогло им улучшить предполагаемый результат.

Далее рассмотрим, какой сдвиг в баллах дает в среднем использование интернет-подсказки в экспериментальной группе по отношению к ожидаемым баллам. В табл. 4 представлены уравнения регрессии зависимости реальных баллов от ожидаемых для четырех категорий студентов. Средний балл ЕГЭ по математике у студентов, сдававших экзамен без использования подсказки в Интернете, **в среднем на 6 ед. меньше**, чем у тех, кто ею воспользовался (табл. 4). Эти 6 баллов во многих случаях оказались критическими в выборе между бюджетной и платной формами обучения. Таким образом, надежды преподавателей на математическую базу студентов, прошедших на конкурсной основе на бюджетную форму обучения, часто не оправдываются.

Таблица 4. Регрессионная связь между ожидаемыми и реальными баллами ЕГЭ по математике

	Без подсказки	С подсказкой
Для студентов из небольших городов	Y = 0,91 X	Y = 0,91 X+6,20
Для студентов из крупных городов	Y = 0,87 X	Y = 0,87 X+6,61

Примечание: Y — балл ЕГЭ, X — усредненный ожидаемый балл ЕГЭ по математике

Для более детальной оценки базового уровня школьных математических знаний в некоторых группах 1 курса была проведена самостоятельная работа по элементарной математике (срез знаний). В работе было 4 задания: построить графики линейной и квадратичной функций, решить простейшее тригонометрическое уравнение и линейное неравенство с модулем. Была разработана подробная шкала оценивания: за правильное выполнение каждого задания студент получал 25 баллов. Таким образом, для каждого студента первого курса с целью исследования мы имели пару данных: тестовый балл по остаточным знаниям и балл ЕГЭ по математике. На рис. 1 представлена диаграмма рассеяния для этих данных, связь очень слабая: коэффициент корреляции составил 0,3.

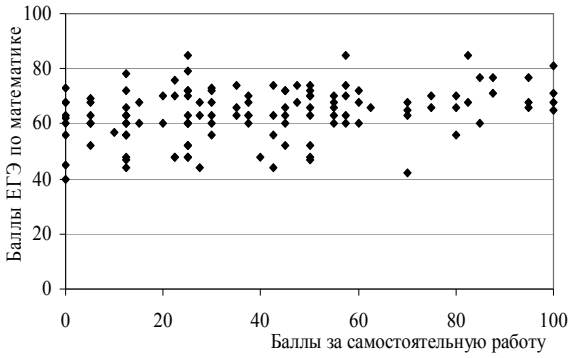


Рис. 1

Таким образом, мы получили важный вывод: **остаточный уровень школьных математических знаний слабо зависит от полученных на ЕГЭ баллов.** Характерно и то, что студенты с невысокими баллами ЕГЭ (60 и ниже), как правило, получили на тестовой контрольной работе такие же, а иногда даже более высокие результаты. В ходе проверки установлено, что некоторые студенты с невысоким числом баллов хотя и показали не слишком высокие результаты, но делали задания качественно, применяя нестандартные способы решения (это означает, что они тщательно готовились к экзамену, так как ощущали к 11-му классу пробелы в знаниях). Заметим, что для сдачи ЕГЭ достаточно было решить всего 5 заданий части В, т.е. учащийся мог успешно пройти итоговую аттестацию, практически не изучая материал 10—11 классов. Но сложность и объем материала в вузе подразумевает хорошее владение абитуриентом не только вычислительными навыками, но и инструментарием математики старшей школы. Вместо изучения в 10-11 классах материала старшей школы происходит «натаскивание» учащихся на решении конкретных примеров заданий части В. Следствием служит то, что после летних каникул первокурсники иногда приходят с базой, сравнимой с уровнем 9-го класса и ниже.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог исследованию, ответим на несколько вопросов. Сформировали ли школьники в результате многочасового использования интернета базовые математические компетенции? Скорее нет, чем да. Сформировали ли они в результате этого базовые информационные компетенции? Скорее да, чем нет. Ведь при избранном ими способе подготовки и прохождения экзаменов (с сетевыми подсказками) они уже в большой мере овладели методами, способами и средствами получения и переработки информации, понимания сущности и значения информации в развитии современного информационного общества.

Попутно заметим, что, имея приобретённые в школьные годы привычки использовать компьютер и интернет как средство незаконной подсказки, выпускники втузов с большим трудом овладеют важнейшими для членов цивилизованного общества компетенциями [1]. Мы имеем в виду способность и готовность «осуществлять свою деятельность в различных сферах общественной жизни с учётом принятых в обществе моральных и правовых норм», «ориентироваться в ценностях бытия», «использования этических и правовых норм, регулирующих отношение человека к человеку, обществу».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Министерство** образования и науки Российской федерации. URL: http://минобрнауки.рф/документы/924.

2. **Мюллер В.К.** Англо-русский словарь 53000 слов. — М.: Изд-во «Русский язык», 1977. — 888 с.

3. **Богомолова Е.П., Максимова О.В.** Интернет-поколение студентов и успешность обучения во втузе — некоторые предварительные результаты действительности // Информационные технологии в инженерном образовании: XXI-я МНТК «Информационные средства и технологии». — М.: Издательский дом МЭИ. Т.1. С. 93—102.

А.В. Маркин
avm-52@mail.ru
Рязанский государственный радиотехнический университет, г. Рязань

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС «ПОСТРОЕНИЕ ЗАПРОСОВ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА SQL»

АННОТАЦИЯ

В докладе представляется образовательный Internet-ресурс, предназначенный для обучения языку структурированных запросов (SQL). В курсе изучаются основные синтаксические конструкции, применяемые при построении запросов, а также программировании хранимых процедур и триггеров. Предназначен для студентов вузов, обучающихся по направлениям инженерного образования, связанным с разработкой и сопровождением баз данных информационных систем.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время знание SQL требуется не только каждому профессионалу в области информационных систем и технологий, но и необходимо большому числу людей, не являющихся их разработчиками. SQL является средством извлечения из реляционной базы данных информации, необходимой пользователю. Пользователю достаточно преобразовать свой запрос в оператор SQL, понятный системе управления базой данных. Представлению опыта разработки и внедрения методики обучения языку SQL с применением средств информационно-коммуникационных технологий посвящен настоящий доклад.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Курс предполагает изучение теоретического материала, выполнение лабораторных работ, контрольных заданий и курсовой работы, промежуточный и итоговый контроль полученных знаний и приобретенных практических навыков и умений [1].

Теоретический материал содержит 20 лекций по 8 темам. В теме № 1 изучаются минимальные сведения из систем баз данных, необходимые для понимания всего последующего материала. Здесь излагаются основные понятия и принципы организации реляционных баз данных на примере учебной базы данных, кратко описывается процесс проектирования базы данных, рассматриваются особенности работы с базами данных в архитектуре «клиент-сервер».

В темах № 2, 3 рассматриваются возможности SQL по выборке данных из базы данных. Здесь изучаются практически все указанные в стандарте SQL средства выборки данных.

Тема № 4 посвящена изучению языка определения данных SQL, который позволяет создавать, изменять и удалять основные объекты базы данных.

В теме № 5 рассматривается, каким образом осуществляется манипулирование данными в уже созданной базе данных.

В темах № 6 и 7 изучается процедурный SQL. На процедурном SQL программируются хранимые процедуры, триггеры и выполняемые блоки, позволяющие реализовать многие задачи в рамках СУБД, не обращаясь к прикладному программированию в другой среде.

В теме № 8 рассматриваются вопросы защиты данных. Излагаются общие правила разграничения доступа пользователей к объектам базы данных, рассматриваются методы управления доступом и описывается использование механизма транзакций.

Теоретический материал сопровождается большим количеством как простых, так и достаточно сложных примеров запросов и скриптов на учебной базе данных, являющейся очень сокращенным вариантом базы данных расчетно-аналитической информационной системы, коллектив разработчиков которой многие годы возглавляет автор.

Лабораторный практикум содержит 8 лабораторных работ по одной на каждую тему. При этом осуществлена концепция автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа.

Блок промежуточного контроля предполагает выполнение письменных и тестовых заданий по каждой теме; курсовая работа — задание с пояснительной запиской в виде файла; блок итогового контроля — 1 тест для зачета и 1 тест для экзамена.

2. СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА

В качестве образовательной среды используется система управления курсами электронного обучения Moodle. Она представляет собой свободное web-приложение, предоставляющее возможность создавать сайты для онлайн-обучения.

Курс строится в соответствии с семестровым расписанием. На сайте курса размещаются все теоретические материалы, методические указания к лабораторным работам и контрольные задания, ссылки на все необходимые инструментальные средства [2, 3]. Здесь используются практически все ресурсы образовательной среды: общение со студентами в виде обмена сообщениями, форумов и чата; установка сроков выполнения заданий, формирование учебных групп, тестирование, опросы, анкетирование, информирование о предстоящих

событиях, объявления, управление журналом оценок и т.д.

Лекции выкладываются на сайт в виде файлов, методические указания к лабораторным работам, контрольные задания и задание на курсовую работу — в виде заданий с ответами в виде файла. Для защиты лабораторных работ, а также для итогового контроля используется оригинальная информационная система [4].

3. ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ

За несколько дней до проведения лекции ее содержимое в виде pdf-файла выкладывается на страницу курса для предварительного, самостоятельного ознакомления с ней студентов. Лекции проводятся по расписанию в компьютеризированной аудитории, снабженной видеопроектором. Не тратится время на чтение и запись самой лекции студентами, так как она проводится в виде представления и обсуждения особенностей теоретического материала, разбора и выполнения каждым студентом непосредственно на компьютере всех примеров запросов и скриптов, а также ответов на вопросы.

Доступ к выполнению очередной работы лабораторного практикума на сайте курса предоставляется студентам за 3 учебных дня до аудиторного занятия по расписанию. Студенты имеют возможность заранее ознакомиться с лабораторным заданием, порядком выполнения лабораторной работы, требованиями к содержанию отчета, вариантом индивидуального задания. Предлагается по возможности выполнить лабораторную работу в удобное время, оформить отчет и выслать его преподавателю для проверки. Результатом проверки отчета преподавателем могут быть или допуск к его защите, или возврат на доработку или исправление. Особенностью лабораторных заданий является необходимость самостоятельного формулирования заданий на выборку или модификацию данных в учебной базе данных, а также на реализацию бизнес-логики; построение соответствующих запросов или программирование хранимых процедур и триггеров; выполнение их на учебной базе данных; доказательство правильности полученных решений.

Защита лабораторной работы проводится в форме дистанционного тестирования [4]. При этом в 1-й, 4-й, 6-й, 7-й и 8-й лабораторных работах контроль знаний ведется с помощью традиционного тестирования. В работах 2-й, 3-й и 5-й необходимо построить, ввести и выполнить SQL-запросы согласно предлагаемым заданиям под контролем информационной системы [4]. Важным аспектом проверки правильности студенческих ответов является программное автоматическое сравнение результатов выполнения эталонного и студенческого запросов к учебной базе данных на реальной СУБД.

Контрольные задания, как и лабораторные работы, выполняются студентами после изучения соответствующей темы теоретического материала. На странице курса они оформляются заданием с ответом в виде файла. Каждая лабораторная работа и контрольное задание окончательно оцениваются преподавателем во время аудиторных занятий на основе собеседования с каждым студентом и обсуждения его отчета.

Задание на курсовую работу предполагает разработку студентами скриптов для модификации структуры существующей базы данных, соответствующей предметной области, программирование хранимых процедур и триггеров, реализующих требуемую бизнес-логику, а также создание необходимой инфраструктуры прав доступа для пользователей с разными привилегиями

Промежуточный контроль по итогам 1-го семестра (зачет) производится в виде тестирования по темам № 1—4, а итоговый контроль (экзамен) — по темам № 1—8.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в настоящем докладе курс в течение нескольких лет апробирован в Рязанском государственном радиотехническом университете по направлению «Информационные системы и технологии» для студентов бакалавриата и специалитета очного и заочного отделений. Может быть использован как для смешанной, так и дистанционной форм обучения. Дистанционное обучение для студентов проводится в рамках основной образовательной программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Маркин А.В.** Построение запросов и программирование на SQL. — М.: Издательство «Диалог-МИФИ», 2011. — 344 с.

2. **Маркин А.В.** Электронный учебный курс «Построение запросов и программирование на SQL». — Свидетельство о регистрации электронного ресурса. — ОФЭР «Наука и образование», № 19251 от 30.05.2013.

3. **Маркин А.В.** Авторский курс «Построение запросов и программирование на SQL» // Виртуальная кафедра АСУ РГРТУ. URL: http://rgrty.ru.

4. **Истомин П.В., Маркин А.В.** Система дистанционного обучения SQL. Свидетельство об официальной регистрации разработки в отраслевом фонде алгоритмов и программ. № 2004620167 от 07.07.2006.

С.В. Микони, В.П. Быков, М.И. Гарина,
svm@sm4265.spb.edu, vlad_bykov@mail.ru, MIGarina@gmail.com,
Петербургский государственный университет путей сообщения, Санкт-Петербург

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ МАШИНИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

АННОТАЦИЯ

Излагаются информационные технологии, применяемые при проектировании машин. Обращается внимание на неравномерную степень автоматизации различных этапов проектирования. Наиболее автоматизирована стадия конструирования машин. К наименее автоматизированным этапам относятся ранние этапы проектирования в силу присущей им неопределённости. Предлагаются новые информационные технологии и программные продукты, применяемые в Петербургском государственном университете путей сообщения (ПГУПС).

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование машин, как и изделий любого назначения, характеризуется различной степенью определённости в принятии решений на разных его этапах. Наибольшей определённостью обладает этап конструирования машины, когда известны ее конфигурация, входящие в неё узлы и их взаимодействие. Этому этапу предшествуют поисковые исследования известных образцов машины для выявления их соответствия поставленным требованиям. В случае отсутствия таковых порождаются и анализируются различные варианты машины, её узлов и параметров. В силу высокой неопределённости выбора на этой стадии проектирования применяется групповая экспертиза. Выполняется эскизное проектирование отобранных для последующего анализа вариантов машины с целью уточнения параметров. Выбор наилучшего варианта осуществляется с применением методов многокритериальной оптимизации. В работе обсуждаются применяемые на этих этапах информационные технологии и применяемые пакеты программ.

1. ОТБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ

Исходное множество вариантов машин генерируется программным комплексом ПМК, реализующим идею морфологического синтеза [1]. В качестве базиса примитивов используются типовые узлы машины. Множество перспективных вариантов машины, подлежащих последующему анализу, формируется в 2 этапа. На первом этапе отбираются сгенерированные альтернативы, удовлетворяющие ограничениям конструктора. Обычно число таких вариантов не превышает десяти-пятнадцати. Однако конструкторская разработка такого количества вариантов для выбора из них наилучшего весьма трудоёмка. Поэтому на втором этапе множество перспективных вариантов, подлежащих уточнению характеристик объекта, сокращается до 3—5 вариантов.

Поскольку до конструкторской разработки отсутствуют расчётные значения признаков, характеризующих варианты проектируемого объекта, они замещаются экспертными оценками. В условиях высокой степени неопределённости наиболее приемлемы качественные оценки вариантов объекта. В качестве таковых принимаются упорядоченные по качеству оценки: «очень высокое» (ОВ), «высокое» (В), «среднее» (С), «низкое» (Н) качество [2].

Повышение объективности оценивания вариантов достигается применением групповой экспертизы. Для оценивания могут применяться следующие критерии: новизна, технологичность, эстетичность, эргономичность, научно-техническая обоснованность, конкурентоспособность, реализуемость, экологичность, перспективность, мобильность.

Векторная оценка вариантов (ОВ, В, С, Н) по каждому критерию формируется как число голосов, поданных за каждое качественное значение. Например, по критерию новизны вариант А получил следующую оценку, выполненную пятью экспертами: Новизна(А)=(2, 2, 1, 0). При подсчёте голосов может учитываться компетентность экспертов в виде весовых коэффициентов, в сумме равных единице.

Многокритериальная векторная оценка варианта вычисляется как сумма векторных оценок по всем критериям. В общем случае учитывается важность критериев. Поскольку векторные оценки не гарантируют получения линейного порядка альтернатив, в [3] предложен метод скаляризации векторных оценок с учётом согласованности мнений экспертов. Линейный порядок вариантов, полученный по скалярным оценкам групповой экспертизы, позволяет отобрать первые 3-5 вариантов для предварительной конструкторской разработки.

2. ВЫБОР НАИЛУЧШЕГО ВАРИАНТА

Для выбора наилучшего варианта привлекаются расчётные показатели, характеризующие дорожные машины. К ним относятся: производительность, себестоимость, удельная металлоёмкость, удельная энергоёмкость, надежность, масса, мощность привода. Они оцениваются численными величи-нами, к которым могут предъявляться конкретные требования типа «масса не более сорока тонн». Эти требования рассматриваются как частные цели. Поскольку расчётные значения показателей могут как превышать, так и не достигать целевых значений, в [4] было предложено оценивать степень достижения частной цели кусочно-линейными функциями *частично-*

го достижения цели. На их основе строятся нелинейные функции полезности. Оценивание вариантов по полезности физических показателей увеличивает обоснованность выбора наилучшего варианта.

Параметризация типовых функций полезности позволяет настраивать их на достижение заданного порядка вариантов, в том числе того, который был получен на основе экспертных оценок. Помимо сопоставления порядка вариантов, полученного разными методами, это позволяет отлаживать функции полезности.

3. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ВАРИАНТОВ

Для отбора перспективных вариантов на основе групповой экспертизы и выбора наилучшего варианта объекта используется система оптимизации альтернатив по полезности «СВИРЬ-П» [5], разработанная сотрудниками ПГУПС на языке C++. Эта система реализует доминантный анализ альтернатив по их векторным оценкам, многокритериальную оптимизацию и оптимизацию по полезности. Для облегчения создания модели выбора в систему включена библиотека типовых функций полезности.

Система реализует также следующие функции:

- создание, анализ и редактирование модели исходных данных;
- задание условий выбора;
- сохранение модели исходных данных и условий выбора;
- анализ результатов оценивания;
- импорт/экспорт данных из/в MS Excel.

Для представления и анализа результатов оценивания объектов используются средства когнитивной графики.

Система рассчитана на обучение студентов курсу «Теория принятия решений», на проведение исследований и решение практических задач выбора.

4. УЧЕБНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проектирование начинается с формулирования цели и построения дерева целей. В качестве исходных альтернатив наряду с вариантами машины, сгенерированными с помощью ПМК, предлагаются собственные варианты. В курсовом проектировании процедуры, реализуемые ПМК, выполняются вручную. Это делается для того, чтобы студенты освоили методику проектирования.

Студентам для выполнения курсовой работы выдаётся единое задание. Например: «Техническое предложение лёгкой щебнеочистительной машины для железных дорог промышленного транспорта». В качестве темы для задания выбирается объект, пока не существующий, по крайней мере, в нашей стране. Это создает для студентов привлекательность в работе. На первых практических занятиях студенты узнают о комплексной механизации путевых работ, о требованиях к объекту проектирования, об его основных свойствах (признаках), о методике выполнения процедур на стадиях технического задания и технического предложения (ПТ). На основе дерева целей определяются общая и частные функции машины, средства реализации частных функций.

Пользуясь этой информацией, студент выбирает из множества исходных альтернатив десять вариантов технического решения. Из них с применением групповой экспертизы студент отбирает три наилучших варианта. Для этих вариантов выполняется расчет удельных показателей, характеризующих качество машины при заданной производительности. По агрегированным оценкам этих показателей определяется наилучший вариант машины, подлежащий дальнейшей конструкторской разработке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование наукоемких объектов техники требует применения системного подхода, методов оптимизации и использования информационных технологий. Начальный этап проектирования носит исследовательский характер, сопряжённый с проблемами анализа и выбора вариантов объекта. Эти процессы обладают наибольшей степенью неопределённости и до последнего времени плохо поддавались автоматизации, в отличие от заключительного этапа разработки конструкторской документации. Овладение студентами передовыми информационными технологиями становится неотъемлемым условием создания надежных, технологичных, эстетичных, эргономичных и экономичных, и, в конечном счёте, конкурентоспособных изделий машиностроения. Проектированию именно такой техники должны обучать высшие учебные заведения.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-01-00912).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Быков В.В., Быков В.П.** Исследовательское проектирование в машиностроении. — М.: Машиностроение, 2011. — 256 с.

2. **Петровский А.Б.** Упорядочение и классификация объектов с противоречивыми признаками // Новости искусственного интеллекта. 2003. № 4. С. 34—43.

3. **Микони С.В.** Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: Учебное пособие. — СПб.: Лань, 2009. — 272 с.

4. **Микони С.В**., **Бураков Д.П**. Функции частичного достижения цели // Труды Конгресса IS&IT'13, Дивноморское, 2—9.09.2013. — М: Физматлит, 2013. Т. 1. С. 30—38.

5. **http://www.mcd-svir.ru.** Проверено 17.11.2013.

О.Г. Ревинская, Н.С. Кравченко
ogr@tpu.ru, kravchenkons@tpu.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

АННОТАЦИЯ

В докладе обсуждаются готовность и мотивация студентов первого курса инженерных специальностей к изучению теоретических моделей физических явлений и процессов на компьютере, а также возможности организации этой учебной деятельности в рамках курса общей физики.

ВВЕДЕНИЕ

Моделирование является одним из ведущих методов современного научного познания. Оно плодотворно применяется во всех областях науки и техники, используется для предсказания и объяснения природных и техногенных явлений, для популяризации научных достижений средствами массовой информации. Однако обучение моделированию в инженерных вузах традиционно происходит в рамках спецдисциплин на старших курсах. При изучении этих дисциплин внимание студентов акцентируется преимущественно на численных методах компьютерного моделирования, а предметная (физическая, химическая и т.д.) составляющая моделей при этом играет вспомогательную роль. В преподавании таких фундаментальных дисциплин, как общая физика, модельный характер научных знаний почти не обсуждается. Теоретический материал, являющийся основой построения различных моделей физических явлений и процессов, не находит практического приложения в применении этих моделей. В то же время, именно курс общей физики закладывает основу для овладения большинством спецдисциплин, преподаваемых на инженерных специальностях вузов. В результате разрыв между активно развивающимся в науке и технике моделированием как методом познания и существующей практикой его применения в курсе общей физики с каждым годом возрастает. Существуют ли в настоящее время предпосылки для сокращения этого разрыва?

1. О СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНЯТИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ» У СТУДЕНТОВ, ПРИСТУПАЮЩИХ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Анкетирование, проведенное в начале учебного года и охватившее 449 человек, показало, что студенты, только что поступившие на первый курс Томского политехнического университета, знакомы с понятием «физическая модель», «модели в физике». Они уверенно отмечают, что при изучении физики в школе учителя использовали модели для объяснения нового материала (50,1 % опрошенных), при демонстрации опытов (58,6 %), при решении задач (9,8 %). Учебные фильмы и компьютерные анимации ассоциируются с использованием моделей у 20,7 % опрошенных.

На вопрос «Всегда ли модель отличается от реального физического процесса или явления?» 64,8 % опрошенных ответили, что это зависит от условий применения модели: можно представить несколько моделей одного физического явления, которые позволят описать данное явление с разной степенью точности при разных условиях. Однако вопрос «Чем, по Вашему мнению, отличается модель от реального физического явления или процесса?» вызвал у первокурсников затруднение. Их голоса распределились практически равномерно между всеми предложенными вариантами. Это объясняется отсутствием личного опыта изучения и применения физических моделей у студентов. Большинство (54,1 %) указали, что редко выполняли какие-либо задания с использованием моделей при изучении физики в школе. Еще 13,4 % отметили, что никогда ранее не выполняли задания с моделями.

Отсутствие опыта в использовании моделей также сказывается на непонимании их роли в физике. Студенты не могут самостоятельно проанализировать, как часто модели используются при решении физических задач, при объяснении экспериментов, в построении физических теорий. В то же время тех, кто уверен, что модели не используются ни в одном из этих видов деятельности, практически не оказалось (2 %). О том, что модели используются не только в естественных, но и в гуманитарных науках, имеют представление только 21,9 % опрошенных. Исследования Королева М.Ю. [1] также показали, что студенты младших курсов не могут воспроизвести научное определение модели.

Анализ научных публикаций и результатов анкетирования показал, что студенты знакомы с понятием «физическая модель», пользуются им уверенно. Но данное понятие сформировано у них не на теоретическом, а на повседневно-бытовом уровне, поэтому не является обобщенным. Как показывают психологические исследования, применение таким образом сформированных понятий в узко практической предметной области не должно вызывать значительных затруднений у студентов. Но для широкого переноса понятия «модель» на другие области знания потребуется дополнительная теоретическая подготовка, которую студенты и получат при изучении математического моделирования на старших курсах. Таким образом, можно считать, что для предметного использования и развития в курсе общей физики студентам младших курсов достаточно

повседневно-бытового уровня сформированности понятия «физическая модель».

2. ГОТОВНОСТЬ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Повседневно-бытовое знакомство бывших школьников с моделями разного уровня происходит в основном через компьютерные модели, которые используются в различных игровых программах, демонстрируются в телевизионных передачах и т.д. Для разработки компьютерных моделей необходимо обладать не только предметными знаниями в определенной области, например, в физике, но и владеть навыками программирования. Для работы с готовыми компьютерными моделями, как правило, достаточно обладать навыками начинающего пользователя.

Студенты, поступившие на первый курс, декларируют достаточно высокий уровень владения компьютером: 18,7 % утверждают, что не испытывают затруднений при использовании любых программ; 39,9 % не испытывают затруднений при использовании большинства программ; 33,6 % при использовании некоторых программ нуждаются в посторонней помощи. При этом 85,1 % опрошенных подтвердили, что ежедневно пользуются компьютером или какими-либо портативными электронными устройствами в повседневной жизни. Почти все (99,6 %) студенты имеют компьютер и (или) портативные устройства (электронную книгу, смартфон, планшетный компьютер и т.д.). Только 0,4 % заявили, что не пользуются портативной техникой в повседневной жизни.

Большинство опрошенных во время обучения в школе имело опыт использования компьютера на уроках информатики (77,5 %), а также при подготовке к некоторым предметам дома (64,4 %). При изучении физики в школе респонденты наблюдали использование компьютера учителем для демонстрации: слайдов при объяснении нового материала (73,9 %), при объяснении решения задач (29,6 %); видеозаписей демонстрационных опытов (53,9 %); компьютерной анимации (19,6 %). При подготовке к конкурсам и конференциям по физике в школе 39,9 % опрошенных самостоятельно использовали компьютер.

Таким образом, студенты, приступающие к изучению курса общей физики в технических университетах, имеют устойчивые навыки владения компьютерной и портативной техникой на уровне пользователя. Эти навыки необходимо учитывать и активно использовать в преподавании как фундаментальных (таких как общая физика), так и специальных дисциплин уже на младших курсах. А постоянный мониторинг и использование достигнутого уровня компьютерной грамотности студентов начиная с первого курса позволят преподавателям своевременно вводить в учебный процесс в вузе современные электронные дидактические средства.

3. МОТИВИРОВАННОСТЬ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К ИЗУЧЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Наличие неполной сформированности понятия «физическая модель», подкрепленное уверенным использованием типовых компьютерных программ, формирует у студентов мотивацию к изучению физических моделей с помощью компьютера уже на первом курсе.

На вопрос «Считаете ли Вы интересным изучение физических моделей на компьютере?» утвердительно ответили 83,9 % первокурсником. При этом 12,2 % заявили, что имеют опыт самостоятельного изучения моделей на компьютере, 16,5 % видели, как это делают другие, а 55,2 % не имеют представления о том, как изучают физические модели на компьютере, но предполагают, что это должно быть интересно. О своем желании изучать физические модели на компьютере в курсе общей физики заявили 58,6 % опрошенных.

29,2 % студентов ответили, что они не знают, хотят ли они изучать физические модели на компьютере в курсе общей физики. Это связано с тем, что большинство опрошенных не знают, как происходит изучение моделей на компьютере и интуитивно ожидают, что эта деятельность может предполагать не только владение компьютером на уровне пользователя, но и программирование, навыками которого первокурсники практически не обладают.

Проведенные исследования показали, что первокурсники имеют уровень мотивации, достаточный для включения их в учебную деятельность по изучению физических моделей на компьютере в курсе общей физики. Однако эта мотивация носит преимущественно интуитивный характер и требует подкрепления опытом исследования моделей. Курс общей физики охватывает большое количество разнообразных моделей, что позволяет говорить о его большом потенциале для развития у студентов научно-обоснованной мотивации к освоению компьютерного моделирования физических явлений и процессов.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Для развития у студентов мотивации к моделированию физических процессов и явлений на компьютере необходимо так организовать их учебную деятельность, чтобы они на собственном опыте оценили, какую информацию можно получить при изучении моделей, где и как применяется такая информация. Формирование индивидуального опыта моделирования может начинаться с обучения самостоятельной разработке компьютерных программ, воспроизводящих некоторые физические модели, с последующим изучением данных моделей при по-

мощи написанных программ. В этом случае цель моделирования как получения неизвестной информации об объекте моделирования раскрывается только после окончания обучения, в процессе которого на первый план выступают трудности по освоению методов программирования. При такой методике обучения возникший до поступления в вуз интерес к изучению моделей остается без подкрепления в течение обучения и постепенно угасает у большинства студентов.

Если формирование индивидуального опыта моделирования в вузе начинать с обучения получению информации о различных физических моделях с помощью готовых (не требующих от студентов навыков программирования) компьютерных программ [2], то приобретенные учащимися навыки практического исследования моделей конкретизируют цели моделирования как метода познания. На основе имеющейся интуитивной мотивации они сформируют научно обоснованную потребность студентов в построении физических моделей и изучении их на компьютере. Высокая мотивированность позволит студентам в дальнейшем эффективнее справляться с трудностями освоения методов программной реализации физических моделей (технической стороны компьютерного моделирования).

Таким образом, в настоящее время актуальным является изучение моделей физических явлений и процессов в курсе общей физики с помощью специальных программных дидактических средств, позволяющих проводить исследование физической модели без необходимости программирования со стороны студентов. Их применение в учебном процессе решает не только задачу укрепления у студентов психологической и предметной мотивации к изучению методов моделирования. В этом случае освоение теоретического материала, на котором построена изучаемая физическая модель, реализуется во внешней предметной деятельности на компьютере. А взаимодействие с физическими моделями как с внешними объектами позволяет организовать исследовательскую деятельность студентов в виде лабораторной работы.

Чтобы поставленные задачи были решены, программные дидактические средства для организации лабораторных работ по изучению моделей физических процессов и явлений на компьютере должны обладать следующими свойствами. Физическое содержание изучаемых с их помощью моделей должно соответствовать курсу общей физики и использовать математический аппарат, знакомый студентам младших курсов. Интерфейс программ должен учитывать опыт работы студентов с типовыми программными продуктами так, чтобы техническое взаимодействие с учебной программой не вызывало у них затруднений. Методика исследования моделей, предлагаемая студентам, должна максимально полно раскрывать различные стороны и особенности каждой модели и подкрепляться адекватным интерактивным инструментарием. Алгоритм взаимодействия студента с программой должен воспроизводить отклик модели на инициированное студентом воздействие (изменение параметров) на основе методических рекомендаций и исключать принудительное управление деятельностью студента в рамках заданного сценария (свободный режим взаимодействия с программой). Компьютерная модель, реализованная в программе, должна максимально точно воспроизводить модель физического явления или процесса, физическую схему эксперимента. Востребованность полученных при изучении физической модели знаний должна быть реализована в их применении к условиям натурных физических экспериментов [3] в курсе общей физики. Однако информация, полученная при изучении модели, не может ограничиваться только описанием имеющихся экспериментов. Изучение модели, как всякое теоретическое знание, должно давать более широкую информацию и как частный случай объяснять конкретный натурный эксперимент. Чтобы студенты получили достаточно практического материала для обобщения своего опыта изучения моделей, необходимо регулярное выполнение данной деятельности в процессе изучения курса общей физики.

Опираясь на описанные принципы, на кафедре теоретической и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета разрабатывается и используется в учебном процессе комплекс лабораторных работ по изучению моделей физических явлений и процессов на компьютере Laboratory Simulations [4]. В настоящее время комплекс содержит 27 лабораторных работ, состоящих из авторских программных продуктов и методики всестороннего исследования моделей, по всем разделам курса общей физики. Студенты выполняют в среднем по 3—4 компьютерные и 6—7 натурных работ за семестр. Методические материалы по выполнению лабораторных работ (как компьютерных, так и натурных) размещены на сайте кафедры (http://portal.tpu.ru:7777/departments/ kafedra/tief/method_work/method_work2/lab7). Это не только влияет на вариативность, динамичность и доступность учебных материалов, но и позволяет студентам актуализировать и развивать свои навыки использования коммуникативных возможностей имеющейся у них компьютерной и портативной техники.

В работах, входящих в комплекс Laboratory Simulations, реализовано многообразие методов исследования физических моделей, проявляющееся в различных способах выбора условий исследования, способах изменения параметров изучаемой модели, подходах к анализу наблюдаемых результатов (http://ogrevinskaya. narod.ru/lab.html). Практическое освоение совокупности этих методов в рамках лабораторного практикума способствует формированию исследовательских компетенций будущих инженеров начиная с младших курсов.

Анкетирование студентов, завершивших изучение курса общей физики, показало возрастание мотивации дальнейшего использования методов моделирования. Так 80,4 % опрошенных считают полезным и необходимым изучение физических моделей на компьютере в курсе общей физики. Количество студентов, изъявивших желание в дальнейшем изучать физические модели на компьютере, возросло до 62,8 %, а количество так и не сформировавших свое мнение по этому вопросу сократилось до 15,4 %. Интересным изучение физических моделей считают 56,4 %. Студенты отметили, что благодаря выполнению компьютерных лабораторных работ: научились анализировать физические модели (68,6 %); поняли границы применимости изученных моделей (51 %); поняли методику исследования физических моделей (78,4 %); поняли, для чего необходимо изучать физические модели (62,7 %). Только 7,7 % студентов считают, что для изучения физических моделей не нужно использовать компьютер. По мнению 78,2 % опрошенных изучать физику без использования компьютерных моделей не желательно.

Таким образом, изучение физических моделей в курсе общей физики с помощью специальных дидактических программных средств позволило не только сохранить, но и повысить у студентов мотивацию к использованию методов физического и компьютерного моделирования. За время изучения общей физики характер мотивации студентов изменился с интуитивно-бытового до научно обоснованного. Закрепились и развились навыки профессионального использования компьютера в научно-технических исследованиях. Повысилась уверенность студентов в своих теоретических знаниях по физике: считают, что ориентируются в теоретическом материале, более 85 % опрошенных.

Следует отметить, что более позднее (на старших курсах) изучение построенных на материале курса общей физики моделей с помощью готовых, программно-реализованных компьютерных моделей теряет актуальность как с точки зрения овладения знаниями в области фундаментальных физических теорий, так и с точки зрения формирования научно обоснованной мотивации использования методов моделирования. Дальнейшее применение готовых моделей в качестве дидактических средств должно опираться на материал других учебных дисциплин, актуальный на последующих этапах профессионального становления молодых специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучение моделей физических явлений и процессов на компьютере в рамках лабораторного практикума является актуальной практической задачей дидактики физики в высшей школе, которая реализуется через создание специальных дидактических программных средств и разработку методик их использования в учебном процессе на базе постоянно возрастающей компьютерной грамотности студентов. Опыт изучения физических моделей на компьютере в лабораторном практикуме, накопленный сотрудниками кафедры теоретической и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета, показал, что учебные программные продукты, разработанные для этой цели, выступают в роли средства изучения заложенного в каждой модели теоретического физического материала, и требуют дальнейшего развития и распространения в технических университетах страны. В результате практического применения компьютерных моделей для формирования научной компетенции у студентов развивается потребность изучения и применения методов моделирования в различных отраслях науки и техники, которая опирается на фундаментальные знания, полученные в курсе общей физики. Научно обоснованная внутренняя мотивация создает фундамент для дальнейшего овладения моделированием как профессиональным методом познания в инженерной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Королев М.Ю.** Теоретические основы методической системы обучения студентов методу моделирования. — М.: Крапов Е.В., 2011. — 135 с.

2. **Ревинская О.Г., Кравченко Н.С.** Методика изучения динамики реактивного движения в курсе общей физики с использованием компьютерных моделей. // Инновации в образовании. 2011. № 3. С. 116—127.

3. **Ревинская О.Г., Кравченко Н.С.** Методика экспериментального изучения затухающих колебаний пружинного маятника на наклонной плоскости. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 5(87). С. 165—170.

4. **Кравченко Н.С., Ревинская О.Г., Стародубцев В.А.** Комплекс компьютерных моделирующих лабораторных работ по физике: принципы разработки и опыт применения в учебном процессе. // Физическое образование в вузах. 2006. Т. 12. № 2. С. 85—95.

А.П. Сергушичева
avt@vstu.edu.ru
ФГБОУ ВПО Вологодский государственный университет «ВоГУ», Вологда

ПОСТРОЕНИЕ И КОРРЕКТИРОВКА ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ КОМПЛЕКСАХ

АННОТАЦИЯ

Одной из предпосылок результативности учебного процесса в интеллектуальных обучающих системах является оптимальная для конкретного студента траектория обучения. В докладе рассмотрены основные аспекты построения и корректировки индивидуальной траектории: 1) должны учитываться психологические особенности и учебные достижения обучаемого; 2) требуется наличие множества альтернативных учебных единиц. Анализ экспериментальных результатов подтверждает эффективность адаптивного обучения.

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель, которую преследуют создатели интеллектуальных обучающих систем и интеллектуальных агентно-ориентированных учебных комплексов (ИАОУК) — организация учебного процесса таким образом, чтобы студенты за минимальное время достигли удовлетворительного уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций. Интересы студента и его особенности в ИАОУК представляет агент обучаемого. Эффективная траектория обучения базируется на знаниях о психологических особенностях обучаемого и его учебных достижениях. Построение траектории адаптивного обучения требует значительных усилий по структурированию и подготовке разнообразных учебных материалов.

1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АГЕНТ ОБУЧАЕМОГО В ИАОУК

Назначение агента обучаемого — отражать потребности и возможности каждого индивидуума в приобретении знаний, информировать о них систему и доставлять подобранный контент и сценарий обучения студенту. Его цель — построить процесс обучения таким образом, чтобы при минимальных затратах времени добиться максимальной эффективности обучения. Потребности и возможности обучаемого отражаются в модели обучаемого.

Модель обучаемого SM является основой для настройки траектории обучения. Она содержит три компонента в соответствии с тремя группами информации о студенте: коммуникативный SM_C, когнитивный SM_P и компетентностный SM_{ACH} [1]. Коммуникативный компонент включает данные, необходимые для однозначной идентификации студента, обеспечивающие общение с ним: имя, адрес электронной почты, логин, пароль, информация о предшествующем образовании, язык общения и т.д. Когнитивный компонент отражает психологический портрет обучаемого, его когнитивные, регулятивно-деятельностные и эмоционально-волевые характеристики: уровень развития общих и логических способностей, особенности памяти, работоспособность и т.п. Компетентностный компонент содержит информацию о достижениях студента, профессиональных компетенциях, исходных и приобретенных в ходе обучения, и позволяет судить об успешности образовательного процесса.

2. ПОДГОТОВКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Реализация адаптивного обучения требует структурирования учебных материалов изучаемых дисциплин. Минимальный неделимый элемент учебных материалов (теоретический материал, задача, тест), который может быть предъявлен обучаемому только целиком, будем называть элементарной учебной единицей (ЭУЕ). Элементарные учебные единицы группируются в укрупненные (логически завершенный раздел курса) учебные единицы и учебные модули, соответствующие определенной теме. Чем больше количество и разнообразие ЭУЕ, тем шире возможности для эффективной организации процесса адаптивного обучения.

По роли в процессе адаптивного обучения ЭУЕ можно разделить на три группы: базовые, альтернативные и дополнительные. Базовые (обязательные) ЭУЕ должны присутствовать в любой индивидуальной траектории обучения вне зависимости от способностей, степени подготовки и других индивидуальных особенностей студентов, поскольку обеспечивают базовый уровень развития компетенций, соответствующий требованиям образовательных стандартов. Альтернативные (вариативные) ЭУЕ являются взаимозаменяемыми, поскольку способствуют развитию одних и тех же компетенций. Они включаются в траекторию обучения на основании прогноза результатов их освоения конкретным студентом. Дополнительные ЭУЕ могут расширять кругозор в изучаемой предметной области, описывать исключительные ситуации, углублять теоретические знания и т.п. Их добавляют в траекторию, если реальные результаты обучения оказались лучше ожидаемых.

Подготовка альтернативных учебных материалов для адаптивной обучающей системы — задача нетривильная и требующая значительных затрат времени [2]. ЭУЕ могут существенно различаться по сложности и трудоемкости их освоения. Сложность (трудность) ЭУЕ обычно выражается в единицах дискретной шкалы: 1-й, 2-й и т.д. уровень сложности. Самый простой путь назначения ЭУЕ соответствующего уровня — по ее трудоемкости (определяется экспериментальным путем) или по ее объему. Наращивание объема идет за счет добавления новых подробностей, раскрывающих разные стороны изучаемого объекта. Для технических и естественнонаучных дисциплин подготовка альтернативных ЭУЕ заданного уровня сложности может базироваться на выделении репродуктивной (выражается через узнавание и воспроизведение и может быть определена словом «знать») и продуктивной (выражается через применение и творчество и может быть определена словом «уметь») познавательной деятельности. В соответствии с этим, к 1-му уровню сложности следует отнести ЭУЕ, определяющие терминологию, законы и соглашения (не требующие доказательства). 2-й — это ЭУЕ, включающие классификации, логические взаимосвязи, элементы формализации. Математические описания, описания принципа действия, принципиальные схемы отнесем к 3-му уровню, логический вывод на знаниях, доказательства — к 4-му; проблемное обучение — к 5-му (эти ЭУЕ можно рекомендовать также при повышенном уровне творческих способностей). Первоначальное разделение по уровням сложности задач возможно по количеству действий и их предсказуемости. По мере накопления статистики решения задач выводы об их сложности корректируют. Сложность теоретических материалов тоже можно оценить, например, по результатам тестов, которыми проверяется уровень освоения ЭУЕ. Однако здесь возникает множество влияющих факторов, в том числе качество тестовых заданий, последовательность их предъявления и др. Сложность ЭУЕ может быть назначена экспертами на основе их опыта и интуиции.

Следует подготовить альтернативные ЭУЕ, учитывающие психологические характеристики обучаемого. При пониженном внимании необходимы ЭУЕ, в которых заложены дополнительные приемы акцентирования внимания (выделение цветом, анимацией, эмоциональная окрашенность, необычность и т.п.). Повышению уровня мотивации способствует создание определенного уровня озабоченности, активизация чувств приятных и неприятных, ощущения успеха и др. В зависимости от преобладающего у студента типа памяти (слуховая, зрительная, моторно-слуховая и т.д) ЭУЕ может быть представлена в различных форматах (текст, видео, аудио).

3. АЛГОРИТМЫ НАСТРОЙКИ И КОРРЕКТИРОВКИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ

Множество ЭУЕ, предъявляемых студенту в заданной последовательности, составят траекторию обучения. Базовая (начальная) траектория создается один раз в процессе подготовки курса преподавателем, хранится в базе данных системы электронного обучения и должна предусматривать возможность ее настройки для конкретного обучаемого (с учетом прогноза обучения) и корректировки (с учетом реальных результатов).

Формирование начальной траектории начинается с выстраивания нужной линейной последовательности базовых ЭУЕ с учетом логики изучения дисциплины. Этот процесс выполняется только «вручную», как правило, автором курса. Далее в упорядоченном списке ЭУЕ показывают точки ветвления, допускающие подстановку альтернативных ЭУЕ, и точки «роста», дающие возможность обращения к дополнительным ЭУЕ.

Индивидуальную траекторию обучения получают путем приведения базовой траектории в соответствие с моделью конкретного студента. Если информации об обучаемом мало (например, студент осваивает посредством ИАОУК первую дисциплину, а выполнять психологические тесты не пожелал), возможно автоматическое построение реальной траектории обучения, рассчитанной на «среднего» студента (указываются альтернативные ЭУЕ средней степени сложности). Результаты анкетирования, психолого-педагогических тестов входного теста, данные о предшествовавшем обучении позволяют максимально адаптировать траекторию обучения под конкретного студента.

На рис. 1 представлен алгоритм корректировки траектории обучения. Основная часть информации о психолого-когнитивных особенностях студента, об имеющихся у него на начало сеанса знаниях и умениях считывается из базы данных. Однако отдельные характеристики текущего состояния обучаемого могут быть получены непосредственно перед сеансом обучения как путем тестирования, так и в виде пожеланий. План реализации сеанса обучения (последовательность освоения ЭУЕ и контрольных мероприятий с указанием отведенного на них времени), прогноз его результатов формируются на основе индивидуальной траектории изучения выбранной дисциплины. Настройка траектории обучения осуществляется с учетом характеристик текущего состояния студента и его пожеланий. Корректировка траектории требуется при наличии отклонений (они выявляются по итогам контрольных мероприятий) текущих результатов обучения от ожидаемых. Если текущие результаты лучше ожидаемых, то, вероятно, произошла недооценка возможностей студента. Траектория обучения корректируется путем включения дополнительных ЭУЕ, повышения уровня сложности предлагаемых студенту заданий.

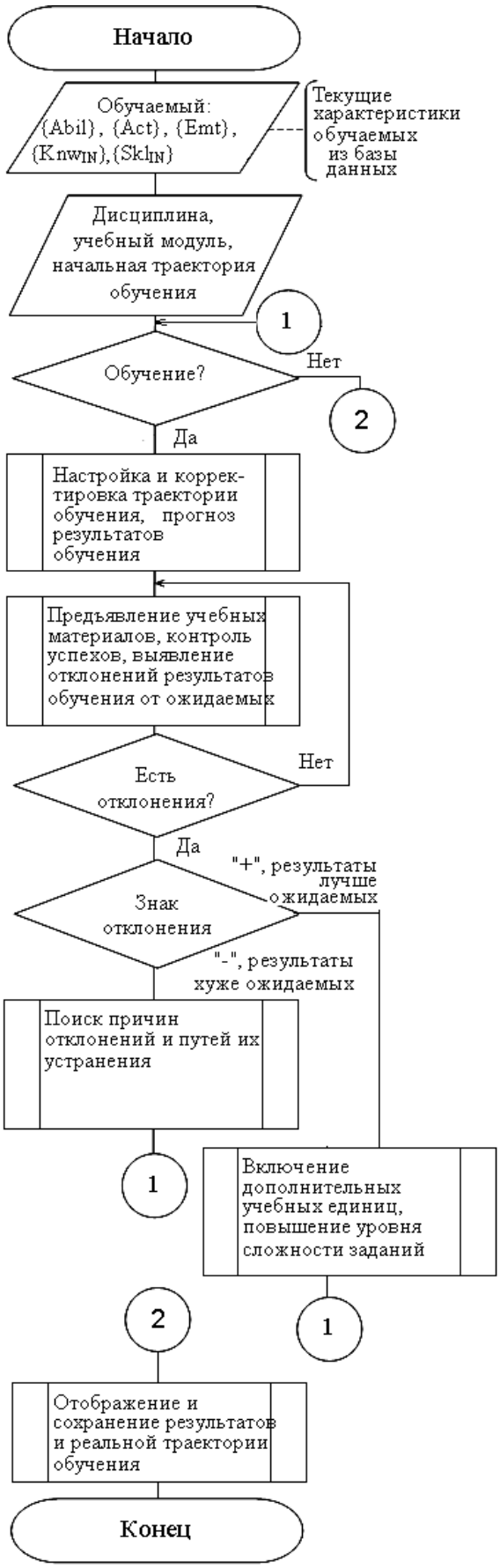


Рис. 1. Корректировка траектории обучения

Поиск причин отрицательных отклонений осуществляется на основе упорядоченного (от наиболее вероятных к наименее вероятным) списка возможных причин. Пониженное внимание ставим на первое место, так как эксперименты показали значительную зависимость результатов обучения от этого показателя (максимальный коэффициент корреляции) [3]. В числе прочих причин отрицательных отклонений — низкая мотивация, низкий уровень работоспособности, трудолюбия, слабое развитие способностей к запоминанию и другие. Если причину отрицательных отклонений результата обучения нейтрализовать не удалось, система вынуждена снизить уровень сложности предлагаемых учебных материалов и заданий.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

Дисциплина «Метрология и измерительная техника» (или ее разновидности) относится к циклу общепрофессиональных и изучается студентами всех технических специальностей. Целью преподавания данного курса является ознакомление студентов с основами метрологии, формирование навыков организации и проведения измерений, практического использования измерительных приборов и систем. Существенную помощь в освоении дисциплины могут оказать электронные средства обучения — в том числе, разрабатываемый в ВоГУ ИАОУК. В рамках педагогического эксперимента определялась эффективность адаптивного обучения метрологии для траекторий различного уровня сложности. В эксперименте участвовали студенты (141 человек) 1—4 курсов бакалавриата, специалитета и магистратуры электроэнергетического факультета ВоГТУ. Эксперимент включал три этапа.

На первом этапе были определены когнитивные (уровень интеллекта, внимания, памяти) и компетентностные (входной тест, Т0) характеристики студентов. Полученные характеристики служат основанием для подбора конкретному студенту ЭУЕ соответствующего уровня сложности. На рис 2 показано, какой процент испытуемых получил учебные материалы 1, 2 и 3-го уровня сложности. Все предложенные учебные материалы имеют примерно одинаковый объем (количество строк текста). Разделение по уровням сложности осуществлялось за счет изменения объема информации в ЭУЕ.

На втором этапе всем студентам предлагалось освоить учебный материал среднего уровня сложности по теме «Системы единиц физических величин», включающий и определения, и примеры, и обобщения (в частности, правила построения систем единиц), и элементы формализации (описание качественной характеристики объектов измерения, теорию размерностей).

На третьем этапе уровень сложности предлагаемого учебного материала зависел от результатов входного тестирования и психолого-когнитивных особенностей студентов. Тема урока — «Измерительные шкалы». Материалы первого уровня слож-

ности включают понятия шкалы измерений и ее элементов, описание видов шкал с перечислением их примеров. На втором уровне сложности сделаны обобщения шкалы — элементы шкал, в них реализованные. В материалах третьего уровня приводится математическое описание шкал и их элементов. Возможность изучения дополнительных ЭУЕ, позволяющих по желанию студента расширить представление об изучаемой теме, в рамках эксперимента не рассматривалась.

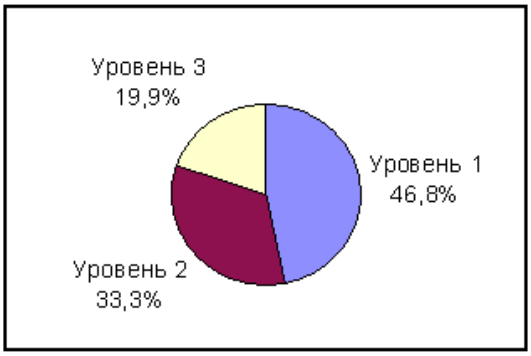


Рис. 2. Распределение участников эксперимента по присвоенным уровням сложности ЭУЕ

Результаты обучения (рис. 3) оценивались по 10-бальной шкале тестами: Т1 — на втором и Т2 (набор из трех тестов Т2.1, Т2.2 и Т2.3, различающихся по уровню сложности) — на третьем этапе. Эффективность адаптивного обучения посредством ИАОУК определялась как разность усвоения учебного материала на третьем и втором этапах эксперимента в процентном отношении (рис 4). Из таблицы видно, что наибольший эффект (17,8%) достигнут в самой многочисленной группе студентов, изучавшей предложенные материалы первого уровня сложности. Средняя эффективность обучения в адаптивном режиме составила 9,2 %. Однако во второй и третьей группах наблюдается некоторое снижение уровня усвоения материала.

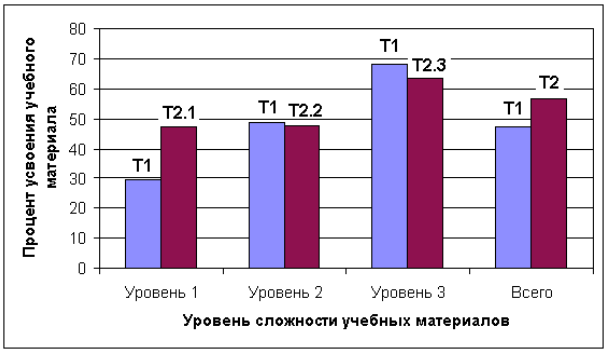


Рис. 3. Результаты выполнения предметных тестов

Так как тесты Т2.1—Т2.3 различались по составу заданий, была выдвинута гипотеза о том, что сложность тестовых заданий не соответствует экспертной оценке. Анализ результатов тестирования с целью определения сложности тестовых заданий подтвердил эту гипотезу (рис. 5): Т2.2 и Т2.3 содержат повышенный процент сложных заданий.

Уровень	Количество участников, которым присвоен уровень	Результаты выполнения предметных тестов			Процент усвоения учебного материала		Эффективность, %
		Т0	Т1	Т2	Эксп. 2	Эксп. 3	
1	66	2,57	2,95	4,73	29,5	47,3	17,8
2	47	3,43	4,87	4,32	48,7	47,6	-1,2
3	28	3,32	6,83	5,29	68,3	63,5	-4,8
Всего	141	2,81	4,75	4,73	47,5	56,7	9,2

Рис. 4. Эффективность изучения отдельных разделов дисциплины метрология

Тесты	Состав измерительных материалов					
	ожидаемый			полученный		
	Количество тестовых заданий разного уровня сложности, %					
	простых	средних	сложных	простых	средних	сложных
Т2.1	50	40	10	50	40	10
Т2.2	40	40	20	45	18	36
Т2.3	30	40	30	33	25	42

Рис. 5. Состав измерительных материалов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимальная для конкретного студента по критериям сложности и трудоемкости траектория обучения является одним из важнейших условий, обеспечивающих наилучшие результаты обучения. Проведенные эксперименты показывают, что уровень эффективности адаптивного обучения посредством ИАОУК близок к запланированному. Ожидается, что по мере совершенствования учебных и измерительных материалов и методов корректировки траектории эффект обучения повысится.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Сергушичева А.П.** Интеллектуальный агент обучаемого для системы дистанционного обучения // Труды межд. науч.-практ. конф. «Информатизация инженерного образования». — ИНФОРИНО-2012. — М: Изд. дом МЭИ, 2012. С. 499—502.

2. **Сергушичева А.П., Малахова Д.А.** Подготовка альтернативных учебных материалов для адаптивной обучающей системы // Мат-лы XIX межд. науч-метод. конф. «Современное образование: содержание, технологии, качество». — СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. Т.1. С. 116—118.

3. **Сергушичева А.П., Сергушичева М.А.** Анализ характеристик обучаемого и формирование функции прогноза результатов обучения в адаптивной обучающей системе // Вузовская наука — региону: материалы одиннадцатой всерос. науч.-техн. конф. — Вологда: ВоГТУ, 2013. С. 325—327.

С.В. Слизова
slizova.sofya@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный университет», Вологда

MACROMEDIA FLASH ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен рассмотрению технологии Macromedia Flash как одной из технологий, применяемых для создания электронных учебников. Анализируются составные части технологии, положительные и отрицательные стороны, преимущества данной технологии перед другими средствами для создания и реализации электронных ресурсов обучения.

ВВЕДЕНИЕ

В образовательных учреждениях большое внимание уделяется компьютерному сопровождению учебного процесса. Каждый человек воспринимает информацию по-своему, исходя из личных физических склонностей, но, несомненно, зрительная информация усваивается лучше, чем информация, воспринятая на слух. Используя электронные учебники, учащиеся начинают получать удовольствие от самого процесса обучения, независимо от внешних мотивационных факторов.

Развитие активного, результативного способа обучения, раскрытие и дальнейшее использование творческих способностей каждого обучаемого можно осуществить с помощью удовлетворения потребностей в высоком качестве и уровне информации. Электронные учебники можно использовать не только как заготовленную информацию, а и как способ поиска новых источников знаний.

Используют несколько видов технологий для разработки электронных учебников: технология HTML, технология JAVA, технология CGI, технология SSI, технология CSS, технология PHP, технология ASP, технология VBScript, технология Macromedia Flash, технология DHTML, технология XHTML и XML.

1. ТЕХНОЛОГИЯ MACROMEDIA FLASH

Подробнее остановимся на технологии Macromedia Flash, потому что это мощное и при этом простое в использовании средство создания анимированных проектов на основе векторной графики с встроенной поддержкой интерактивности. Flash является идеальным рабочим инструментом для художников и дизайнеров, позволяющим дополнять создаваемые ими Web-проекты анимацией и звуком [1].

В технологию интегрирован специальный язык программирования Action Script, который немного похож на Java, но более прост в изучении. Программные модули, которые написаны на этом языке, импортируются как апплеты и вставляются в нужный кадр анимации, где должно произойти динамическое изменение изображения [2]. Создатель электронных учебников может самостоятельно управлять вставленными клипами: для этого он может написать небольшую программу с помощью встроенного редактора. Но для работы во Flash совсем не обязательно быть хорошим программистом, можно создавать Web-узлы с элементами интерактивности без необходимости написания исходных ходов JavaScript, Java или HTML.

Технологии Flash позволяет изготавливать различные анимационные объекты, которые можно использовать в электронных учебниках; преимущество таких анимаций состоит в их способности «реагировать» на движение мыши. Также можно встраивать различные мини-игры, музыку, озвученные мультипликационные клипы и другие приложения, которые способствуют лучшему усвоению пройденного материала или проверки обучающегося по вопросам пройденной темы.

2. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ

Macromedia Flash имеет мало ограничений в области дизайна. Все графические элементы, которые могут быть разработаны непосредственно в программе или скопированы, можно разместить абсолютно в любой части страницы электронного учебника, также можно накладывать элементы друг на друга. Можно создавать специальные формы, в которые обучающийся может вписывать свои данные, например, ответы на вопросы.

Одним из основных отличий технологии Flash от всех остальных существующих ныне web-технологий является то, что можно работать не только с растровой, но и векторной графикой; это объекты, определяемые математическими уравнениями, или векторами, которые содержат информацию о их размере, форме, цвете, границе и местоположении. Общеизвестно, что такая векторная графика занимает меньше места, чем растровая. Также большое значение придается использованию векторной графики совместно с анимацией.

С помощью Flash-технологий можно разрабатывать сложные мультимедийные презентации, при этом размеры файлов, используемые в электронных учебниках, остаются небольшими. Так как такие элементы как векторы, растровые изображения и звук обычно используются несколько раз, Macromedia Flash, благодаря своей внутренней функции Symbol Conversation, позволяет создавать единственный экземпляр объекта, который можно повторно использовать вместо того, чтобы каждый

раз пересоздавать новый. Такой подход существенно уменьшает размер файла проекта [1].

Очень большой плюс использования Macromedia Flash в создании электронных учебников это способ использования текста. Он импортируется не как растровое изображение, а именно как текст, т.е. каждый символ кодируется одним байтом информации, что является очень удобным для редактирования и копирования информации обучающимися. Также это является серьезным оружием в борьбе с излишним объемом информации результирующих файлов.

Решающий фактор, определяющий способность технологии Flash создавать быстро загружающиеся страницы электронных книг — это передача содержимого в потоковом режиме. Это означает, что теперь не нужно ждать, пока загрузиться весь объект, а можно увидеть и понять информацию, получая его постепенно. Потоковые возможности означают, что даже большие файлы со звуком, анимацией и растровыми изображениями могут отображаться практически сразу.

В процессе создания Flash-проекта для электронных учебников можно отметить ряд преимуществ:

1) Использование обозначений для элементов, которые появляются несколько раз.

2) Объединение кадров в действиях перемещения, которое позволяет автоматически просчитать некоторые промежуточные моменты перемещения.

3) Сокращение числа различных типов линий. Линии, нарисованные инструментом «карандаш», требуют меньше памяти, чем мазки «кистью».

4) Использование слоев для разбиения перекрывающихся объектов клипа.

5) Сокращение числа различных шрифтов и стилей, путем преобразования их в объекты векторной графики.

6) Применение звукового формата mp3 как самого высококачественного и экономного формата.

7) Использование возможности анимации растровых изображений или для статических элементов изображений, или для статических элементов заливки объектов и фона.

8) Применение сценариев (Actions Script) вплоть до вставки их в отдельные кадры электронных учебников.

9) Использование встроенных инструментов для изменения цветовых эффектов одного и того же объекта.

10) Использование единой палитры web-safe

11) Возможность вставки в текущий проект ранее созданный клип [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение технологии Flash позволяет быстро и эффективно создавать мультимедиа-приложения, оформленные анимацией, аудио- и видеофрагментами и способные реагировать на действия пользователя. Одной из главных особенностей этого пакета является возможность создания выразительных мультимедийных объектов, оптимизированных для размещения в Internet и используемых для создания электронных учебников. Программа Flash обладает более удобным интерфейсом, средствами быстрого создания анимационных эффектов, а также расширенными возможностями для создания и управления Flash-роликами. Также имеется мощный и гибкий инструментарий, который позволяет осуществлять управление большими проектами, состоящими из множества взаимосвязанных документов.

Использование технологии Macromedia Flash в разработке электронных учебников не только облегчает работу создателю, но делает интересней и познавательней работу обучающихся с помощью таких ресурсов. Поэтому эта технология является одной из ведущих в области создания электронных образовательных ресурсов в инженерном образовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Черкашина В.М.** Стандарты и технологии разработки электронного учебника. Технология Macromedia Flash. URL: http://electro-book.narod.ru/.

2. **Самарина С. В.** Разработка электронного учебника «Экономика» в программной среде Macromedia Flash. Дипломная работа. — Алматы.: Изд-во МОиН Республики Казахстан «Евразийский институт рынка», 2006. С. 84—91.

3. **Гринь Ю.** Macromedia Flash MX — первые шаги. URL: http:/www.comprice.ru/.

4. **Шарафутдинова Г.А.** Создание электронного учебника по русскому языку. Курсовая работа по дисциплине Мультимедиа технологии в образовании. — С-Пб.: ФАО ГОУ ВПО РГПУ им. А.И. Герцена,.2007. С. 21.

М.И. Смирнова, Н.Д. Ермишина
SmirnovaMI@mpei.ru, nad-er@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

РОЛЬ ТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ И ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен анализу роли технических достижений, в том числе информационных технологий, в современном мире. Анализируются позитивные и негативные аспекты роста влияния технического развития на личность студента. Подчёркивается роль комплекса гуманитарных дисциплин в условиях развития информационной культуры.

ВВЕДЕНИЕ

Нельзя не признать, что роль техники в современном мире двояка. С одной стороны, она серьёзно и значительно облегчает жизнь современного человека. С другой стороны, все больше и больше появляется явная зависимость человека от техники.

Можно ли сегодня обойтись без достижений современной науки в технической области? Если вы не сектант-отшельник, то ответ явно отрицательный. Необходимость быстрого передвижения для работы, учебы, да и для решения бытовых проблем вынуждает нас пользоваться современным транспортом. Информационные потоки настолько вошли в нашу жизнь, что мы не представляем ее без интернета, телефонов различных видов и других средств связи. Того, кто сопротивляется новым видам передачи информации, например, пытается обойтись без сотового телефона, перестают понимать в обществе. Прежние оправдания, наподобие «не дозвонился с дороги», «не было рядом телефона», уже не принимаются во внимание. Даже те категории населения, которые пытаются устроить свою жизнь вне города, вынуждены пользоваться техническими достижениями: транспортом, энергией, средствами связи.

1. ТЕХНИЧЕСКИЙ И КУЛЬТУРНЫЙ ПРОГРЕСС

Роль техники в развитии и функционировании культуры давно привлекает внимание людей. Особую актуальность этот вопрос приобрел в современном обществе с ростом могущества индустриальной цивилизации.

Многие известные философы рассматривали этот вопрос с позиции конфликта. Идея конфликта технического и культурного прогресса высказывалась еще в середине XIX века Г.П. Данилевским. В его примечательном рассказе «Жизнь через сто дет» герой, перенесшийся во времени вперед приблизительно на сто лет, поражен бурным техническим прогрессом. В рассказе описывается то, что мы видим сейчас: многоэтажные дома, удобные дороги, повсюду электрическое освещение, налаженная телефонная связь. Однако этот технический прогресс породил культурный регресс: живопись в основном заменена фотографией; в одежде господствуют ожерелья, подвески, браслеты и пояса разных мастей; полное падение нравов, кризис в поэзии и других видах искусства. Особенно поразила героя музыка — нагромождение звуков без мелодии (см. [1]). Многие элементы этого фантастического, во время его создания, рассказа мы наблюдаем сегодня.

Конфликт между техническим и культурным прогрессом продолжал волновать философов и писателей в начале XX века. Эта проблема ярко выражена в работе О. Шпенглера «Закат Европы», вызвавшей огромный отклик среди современников и не перестающей быть актуальной сегодня. Развитие техники, ведущей к рационализации жизни, переводит культуру в состояние цивилизации, что трактуется Шпенглером как увядание культуры и приближение ее гибели. Идея конфликта между техникой и культурой выражена во многих трудах Н. Бердяева.

Представители философии техники также выражают опасение и стараются понять возникающие коллизии, объяснить их и предложить выход. Льюис Мэмфорд видит основную причину социальных бедствий общества второй половины XX века во все возрастающей диспропорции между уровнем развития техники и нравственности (см. [5]). По его мнению, культуре угрожает предельно рационализированная технократическая организация общества. Он пишет о необходимости ориентировать развитие техники на развитие человека и его культуры.

К 70-м годам XX века возникает тенденция рассматривать технику в системе внетехнических факторов. Многие современные западные ученые отмечают, что сейчас распространяется субкультура неприятия цивилизации (если воспринимать цивилизацию по О. Шпенглеру). Современное общество оказалось под прессом всё обостряющегося сознания пределов своей полезности. Техническая интеллигенция осознает, что, выполняя свои технические функции, то есть способствуя развитию технического прогресса, надо быть небезразличными к моральному и политическому аспектам существования общества. Другие учёные, отмечая существующий конфликт между развитием техники и культуры, предсказывают плодотворное взаимодей-

ствие науки, техники и искусства, их взаимообогащающий синтез в процессе дальнейшего развития единой человеческой культуры. Этот взгляд исходит из единства культуры, ее неделимости на технический и гуманитарный сегменты. Техника в данном контексте понимается как часть культуры.

Однако и сейчас, в начале XXI века, еще бытует мнение, что инженер в своей деятельности свободен от воздействия культурных ценностей и руководствуется чисто техническими показателями, предпочитает рациональные действия ради достижения положительных результатов в своей профессии. Однако современные технические проблемы становятся одновременно и моральными проблемами. Ещё Х. Ортега-и-Гассет писал, что сами инженеры прекрасно понимают: сегодня мало быть профессионалом. В большинстве современных философских и социальных исследований техника рассматривается во взаимодействии с культурой.

2. ТЕХНИКА КАК КУЛЬТУРНАЯ ЦЕННОСТЬ

Несомненно, сфера культуры не ограничивается сферой искусства, этическими и эстетическими ценностями. Материальная часть культуры включает в себя технику. Однако нельзя выводить все особенности развития культуры только из состояния техники. Тем не менее, каждому уровню развития культуры соответствует определённый уровень развития общества. Прогресс технических средств, приобретение умения и навыков их использования, их совершенствование являются важнейшим фактором развития и функционирования культуры. Материальные основы могут стать стимулом для развития духовной культуры. Техника стала материальным основанием всей культуры. Она интегрирует все культурные ценности той или иной эпохи в определённую систему (см. [4]). Техническая культура в каждый исторический период общества является неотъемлемым компонентом культуры. Более того, в современном мире, техническая культура характеризует культурный потенциал общества.

В то же время нельзя забывать, что движущей силой развития общества являются люди. Они изобретают технические средства, используют их, а иногда не принимают их. Так, многие научные открытия не были приняты обществом, то есть не стали элементом культуры. Это происходит тогда, когда технический или социальный уровень общества определённой эпохи не позволяет внедрить конкретное техническое открытие.

Необходимо отметить, что техника несет еще одну очень важную культурную функцию — функцию преемственности. Техника, наряду с другими культурными ценностями, позволяет новым поколениям воспринимать опыт прошлого и закладывать фундамент для культуры будущего. В повседневной жизни человек, даже не замечая этого, постоянно имеет дело с техническим воплощением научных достижений. Каждое новое поколение, вступая в жизнь, застает уже готовые технические формы как результат работы предшествующих поколений. В процессе дальнейшей деятельности люди на основе усвоения всего предшествующего культурного богатства развивают свои способности. Часто эти способности воплощаются в дальнейшем развитии техники.

Культура, эта «вторая природа», непременно включает в себя технику. Технику можно понимать как проекцию человеческих качеств на природу. Если на этапе индустриализации существующие человеческие возможности приспосабливались к технике, то сегодня, в эпоху становления постиндустриального общества, при бурных темпах научно-технического прогресса, требуется дальнейшее развитие самого человека. Это должно проявиться в том, что современному человеку необходимо устранить возникшее противоречие между уровнем развития самого человека и техники. Необходимость скорейшей ликвидации этого противоречия отмечают многие ученые — как философы и социологи, так и инженеры. Этой цели служат возникающие сейчас новые науки, такие как инженерная психология, промышленная эстетика, эргономика. Эти науки нацелены на необходимость развития человека, подчинения технических параметров человеческому началу. Недаром современную постиндустриальную цивилизацию часто называют также информационной или гуманитарной.

Изменения в человеке, по мнению многих учёных, должны происходить в сторону ответственности за свои поступки и поведение. Ведь благодаря развитию техники в современном человеке ослабли те качества, которые были ему необходимы в прежние эпохи в его борьбе за существование. Он стал более слабым физически, менее активным в движениях. Чтобы находиться в активной физической форме, человеку необходимо искусственно поддерживать мышечный тонус: заниматься спортом, закаляться. Человеку необходимо поддерживать самого себя как самостоятельную ценность, а не становиться придатком техники. Современная техника часто лишает человека его индивидуальности. Чем выше уровень сложности техники, тем более стандартизированными становятся люди. Особенно это касается молодого поколения, которое наиболее просто и естественно осваивает эту технику. Однако субъектом и объектом культуры является человек. Реальный гуманизм признаёт личность высшей ценностью и критерием всех других ценностей, в том числе и техники.

3. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ

Необходимо признать, что, наряду с положительным эффектом развития технологий, человек в современном обществе становится зависим от техники. Благодаря технике значительно убыстряется темп жизни. Человек может больше успеть, а значит осознать, пережить, «переварить», «вобрать в себя» значительно больше событий и фактов, при-

нять больше решений, совершить больше поступков. Не всякий справляется с такой нагрузкой. Отсюда стрессы, тотальная усталость, депрессия.

В то же время, зависимость человека от техники означает, что в современном мире он не может без нее обойтись. Особенно это касается средств информации. Сегодня есть все основания говорить о формировании новой информационной культуры. Пока она еще является показателем не общей, а, скорее, профессиональной культуры. И, тем не менее, информационная культура всё больше и больше захватывает жизнь каждого отдельного человека. Тем более это касается студентов и преподавателей технических вузов. Информационная культура для нас выступает в обоих своих аспектах — в технико-технологическом и социальном (см. [2]).

В технико-технологическом аспекте информационная культура представляет собой знание о технических информационных средствах и оптимальных способах их использования для получения, обработки, хранения и передачи информации. В педагогической деятельности этот аспект имеет первостепенное значение. И преподаватель, и студент ставят перед собой определённою задачу и рационально используют технику для реализации поставленной цели.

В социальном аспекте информационная культура — это совокупность принципов и реальных механизмов, обеспечивающих новые формы связей без личного присутствия в режиме диалога, новый образ жизни на базе использования информации, построение новой картины мира. Развитие информационной культуры ограничивает духовный мир человека, так как стимулирует его ориентацию на рационализм. Работа с информационной техникой связана с подачей и приёмом информации при помощи искусственного машинного языка. Его однозначность отражает его рациональность — к сожалению, в ущерб эмоциональности. Возрастание роли рационального начала, безусловно, приносит положительный результат в формировании профессионализма, но ограничивает свободу мышления и действия личности. Рационализму чужды моральные нормы и эстетические переживания.

В то же время жизнь современного человека благодаря техническому развитию протекает на фоне искусственно созданной им среды, которая стремительно вытесняет естественную. Всё это приводит к отчуждению людей друг от друга и от коллектива, поколений от поколений, людей от природы.

4. РОЛЬ КОМПЛЕКСА ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН

В данном контексте особую роль играет комплекс гуманитарных дисциплин в обучении сегодняшнего студента. Кафедра истории и культурологии НИУ «МЭИ» много и достаточно плодотворно работает над совершенствованием учебно-образовательных комплексов, внедрением в учебный процесс новейших технологий, повышением научной и профессиональной подготовки своих кадров, ориентированных на ведение творческой исследовательской и прогностической деятельности в области учебно-методической работы. В преподавании дисциплин кафедры плодотворно сочетаются информационные технологии и гуманитарные принципы, что способствует развитию творческих способностей личности, формированию способности к инновациям, а не просто исполнению поставленной задачи. Образовательная составляющая формирования историко-культурного пространства студента представлена такими учебными дисциплинами гуманитарного цикла как «История», «Культурология», «Мировые цивилизации, философии и культуры». Кафедрой накоплен значительный опыт по реализации компетентностного подхода в преподавании данных дисциплин с широким применением информационно-коммуникативных технологий (см. [7]). Историко-культурные курсы имеют очевидные воспитательные функции, способствуют преодолению того отчуждения, которое формируется информационной культурой в социальном аспекте. Дисциплины, читаемые преподавателями кафедры, формируют историко-культурное пространство студента — то внутреннее пространство индивида, в котором сфокусированы не только его исторические, культурологические, политические и другие гуманитарные знания, но, прежде всего, личностные морально-нравственные качества. Кафедрой подготовлены электронные ресурсы, имеющие государственную регистрацию: Мультимедиа обучающий комплекс по Отечественной истории» (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610126, 09.01.2007), ЭОР «Основы гуманитарных знаний — Введение в историю мировых цивилизаций» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616460, 19.09.2011 г.), учебно-методический комплекс «Древние культуры» (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001610173, 15.02.2001); Электронный учебник «Мир Средневековья: духовные истоки и культурные традиции» (Свидетельство о государственной регистрации № 2011613742, 13.05.2011); ЭУМК «Отечественная история» (Свидетельство о государственной регистрации № 201266016, 27 сентября 2012) (см. [6]).

5. РОЛЬ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

С помощью мультимедийных технологий можно значительно расширить границы предъявления информации, создавать разнообразные информационные продукты. Высокая эффективность использования компьютерных технологий в формировании информационной культуры студентов обусловлена рядом объективно существующих факторов. К ним, в том числе, относятся: возможность индивидуальной самостоятельной работы обучаемых с представляемыми материалами и регуляция режима

просмотра, нетрадиционное предъявление материала, наглядность, структурирование материала.

Можно выделить следующие пути и способы мотивации, которые рекомендуется учитывать при формировании информационной культуры учащихся на основе компьютерных технологий:

– повышение актуальности и новизны содержания; электронные учебники позволяют постоянно дополнять, модернизировать, обновлять материал;

– применение наглядности, занимательности, эмоциональности; использование графики, видео, мультипликации и звуков позволяет обучающемуся получить максимальное впечатление от осваиваемого материала, стимулирующее интерес к проблематике;

– использование сравнений и аналогий, ассоциаций, понятных и близких учащемуся;

– использование произведений искусства и литературы; динамическое включение в осваиваемый материал картин и фотографий позволяет сделать фактический материал жизненным и интересным;

– применение активных, деятельностных методов и форм обучения: деловых игр, проблемного метода, обучения через открытия (подкрепляемых компьютерными банками информации, развитой поисковой системой и т. д.);

– структурирование учебного материала, разделение его на логически целостные, небольшие по размеру блоки; выделение главных идей и подчиненных мыслей; гипертекстовое представление материала в электронном формате способствует решению данной задачи;

– использование учебных заданий с элементами новизны (см. [3]).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технический прогресс не остановить. Он необходим, без него не обойтись в современном мире. Но необходимо и духовное развитие. Хочется обратиться к современникам, и особенно к нашим студентам, с призывом задуматься над словами героя рассказа Г.П. Данилевского «Жизнь через сто лет», который обратился к нам из позапрошлого века: «Я вас не понимаю и от души сожалею. Вы презираете всё, что не ведёт к практической, обыденной, низменной пользе! Вы пренебрегаете идеями великого философского цикла и дали развитие одному — практическим, техническим, не идущим далее земли, наукам и ремёслам. Вы отдали луч солнца за кусок удобрения, песню вольного поэтического соловья за мычание упитанной для убоя телушки».

Развивая технический прогресс, используя современные технические достижения, не забудем о гуманности, сострадании, красоте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Данилевский Г.П.** Жизнь через сто лет // Полдень, XIX век. Составители Гулый А, Исаев В. — М.: Корпорация «Сомбра», 2005. С. 79—102.

2. **Квитко А.Ю.** Информационная культура личности / Научные ведомости. Серия Философия. Социология. Право. №2. Выпуск 11. — М.: 2010.

3. **Кречетников К.Г.** Рекомендации по проектированию мотивационной и содержательной составляющих образовательной среды вуза на основе информационных технологий. URL: http://www.auditorium.ru/.

4. **Концевой М. П.** Информатизация гуманитарного образования: аксиологический подход. URL: http://www.auditorium.ru/.

5. **Мэмфорд Л.** Техника и природа человека // Новая технократическая волна на Западе. — М.: 1986. С. 225—239.

6. **Смирнова М.И., Краснова Л.И.** Формирование историко-культурного пространства студента технического вуза в условиях модернизации высшего образования // Новые образовательные стандарты высшей школы: традиции и инновации сб. научн. ст. всерос. (с междунар. участием) научно-практ. конф. / Под ред. Е.Г. Елиной, Е.И. Балакиревой. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2012. С. 87—90.

7. **Смирнова М.И.** Информационные технологии в преподавании исторических дисциплин для студентов инженерно-технических вузов // Историческое образование в современной России: перспективы развития. Сборник научных трудов Первой Всероссийской научно-практической конференции ученых историков и преподавателей. — М.: Изд-во РГСУ, 2011. С. 524—529.

О.А. Уляшев, М.А. Котляров
oleg5991@gmail.com, miha_kotlyarov@mail.ru
ГБОУ СПО «Колледж автоматизации и информационных технологий №20», Москва

ПРОЕКТ «МОБИЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА КАИТ 20»

АННОТАЦИЯ

Исходя из необходимости снабжения студентов СПО электронными образовательными ресурсами (ЭОР), которые обладают новыми потребительскими качествами, в ГБОУ СПО КАИТ №20 (Москва) в настоящее время реализуется проект «Электронная мобильная библиотека КАИТ №20». В рамках этого проекта разрабатываются ЭОР для мобильных устройств, пользуясь созданной специально для этого оригинальной платформой. Последняя существенно повышает эффективность разработки подобных ЭОР за счет предусмотренной в ней автоматизации большинства рутинных операций, которые требуются при оформлении имеющейся заготовки учебного с целью получить качественный электронный учебник.

ВВЕДЕНИЕ

Появление планшетных компьютеров и иных мобильных устройств объективно приводит к осознанию расширения возможностей электронного образования. Мобильные свойства и выразительные возможности этих устройств позволяют поднять уровень электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по сравнению с имеющимися технологиями создания ЭОР. В настоящее время ЭОР для мобильных устройств еще не стали повседневностью в силу их сравнительно небольшой истории. Но будущее за ними, что согласуется с общей тенденцией расширения информационных возможностей современного общества.

1. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПРОДУКТОМ

Еще тридцать лет назад человек не мог себе и представить, что информационные технологии шагнут так далеко, а прогресс станет настолько очевидным, что не замечать его стремления станет просто невозможно. С каждым годом в информационной сфере с невероятной скоростью увеличивается количество новых технологий, патентов и изобретений. Мало того, от открытия до внедрения новых технологий проходят считанные месяцы, что увеличивает спрос и результативность труда работников в информационной сфере. С каждым днем спрос на работников в информационных проектах увеличивается, а это значит, что работодателям и руководителям требуются все более и более высококвалифицированные, хорошо обученные люди с положительным, доброкачественным опытом работы. В связи с этим мы хотим представить вам нашу разработку.

Говоря о технических сторонах продукта, необходимо отметить следующее. В созданной платформе автор учебного или методического пособия может работать с материалом — копировать необходимые фрагменты текста, переносить в учебник графический материал, вносить в учебник контрольно-измерительный материал, делать заметки, создавать закладки, регулировать яркость и многое другое. В представляемом проекте уже реализовано более 20-ти книг, что делает его уникальным и востребованным, так как по этим учебникам учатся студенты колледжа.

Проект реализуется в рамках «Студенческого конструкторского исследовательского бюро» (СКИБ), которое функционирует уже много лет в ГБОУ СПО КАИТ №20.

Достоинства ЭОР для мобильных приложений следующие.

1) Возможность обучения практически в любом месте — дома, в учебной аудитории, в общественном транспорте, в самолете, а также в любом удобном для пользователя месте.

2) Широкие выразительные возможности, которые предоставляют мобильные устройства в силу развитости их графических средств, вычислительной мощности и общей универсальности.

3) Расширенные возможности мониторинга знаний и навыков путем тестирования или выполнения упражнений, что возможно благодаря удачно спроектированной платформе для разработки мобильных ЭОР.

4) Интерактивное взаимодействие с ЭОР, что обеспечивается широкими графическими возможностями мобильного устройства, поддержанными платформой.

2. УНИКАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА

Создание мобильной библиотеки с помощью представляемой платформы имеет много преимуществ, относящихся к процессу реализации учебных пособий. Действительно, издать учебное пособие в обычной форме в издательстве для преподавателя практически невозможно в силу различных, в том числе и субъективных, требований, которые выдвигают издательства. И, даже если учебник принят издательством, требуется пройти долгий путь составления различных договоров, согласований и редактирования текста, чтобы были удовлетворены все требования к учебнику. Сейчас существуют более простые способы издательства руко-

писи учебника или пособия, но, как правило, они отличаются крайней дороговизной.

Используя же представленную платформу, удается получить продукт эстетичный, мобильный, удобный, грамотно оформленный, пробуждающий мотивацию к обучению, позволяющий вносить редакторскую правку автору труда по мере необходимости. В результате каждый преподаватель сможет легко выпустить собрание своих сочинений, пополняя и редактируя его по мере корректирования учебной программы.

Тем самым, проект «Мобильная библиотека КАИТ №20» позволяет говорить о новом поколении электронных учебников, пособий, практикумов, включающих в себя теоретический материал, упражнения, примеры, проверочные тесты, имеющие эстетичное оформление, и многое другое. В настоящее время проект направлен на использование платформы для создания учебников на планшетных компьютерах IPad, которые составляет основную часть планшетов, используемых при обучении. Изготовление книги занимает достаточно короткое время, а на выходе получается готовый учебник с необходимыми функциями, помогающими обучающемуся легче запоминает новый материал, а обучение становится приятным и результативным.

3. ПРОИЗВОДСТВО УЧЕБНИКОВ

Представляемый проект предусматривает как изготовление учебных пособий самими авторами, так и изготовление бригадой разработчиков платформы в рамках договорных отношений. Наш адрес s-v-popov@yandex.ru.

Еще одно направление, где мобильные электронные учебники могут найти применение — это подготовка и переподготовка специалистов по наиболее динамично развивающимся отраслям экономики. В связи с общим кризисом отечественного образования, выпускники большого числа сузов и вузов приходят на работу, не обладая реальными знаниями, и предприятие должно доводить их до требуемой квалификации за счет собственных средств. Зачастую после окончания учебного заведения молодого специалиста за счет предприятия отправляют на курсы переподготовки, чтобы его квалификация стала приемлемой.

В рамках предлагаемого проекта возможно реализовать выпуск не только учебников для студентов, но и мобильных инструкций и средств мониторинга знаний для специалистов, что позволит сделать процесс повышения квалификации постоянным. Идея перманентного образования не нова, но пока она не нашла своего реального воплощения, в том числе и по ряду технических причин. Например, организация курсов переподготовки требует помещения, компьютеров, выделенного времени и т.п. Все эти проблемы решаются с помощью мобильных средств переподготовки, когда каждый специалист сможет использовать материалы для переподготовки в мобильном режиме, т.е. в удобном месте и в удобное время. Имеющаяся и уже опробованная на студентах система мобильного тестирования также позволяет в мобильном режиме осуществлять тестирование специалистов и получать адекватное представление об уровне подготовки специалистов в рамках той или иной специальности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно сказать, что проект «Мобильная библиотека КАИТ 20» решает проблемы подготовки и переподготовки, а также мониторинга знаний и навыков как студентов, так и специалистов различных направлений. В настоящее время в рамках этого проекта проходят обучение по ряду дисциплин студенты ГБОУ СПО «Колледж автоматизации и информационных технологий №20».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аржаков А.В., Попов С.В.** Компьютерная среда обучения в образовательном учреждении СПО: Методическое пособие / Под ред. В.Ю. Переверзева. — Изд-во НИИРПО, 2010. — 346 с.

А.А. Федосеев
a.fedoseev@ipiran.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем информатики Российской академии наук, Москва

ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ К СМЕШАННОМУ ОБУЧЕНИЮ

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются основанные на теории педагогики аспекты создания и применения эффективных электронных образовательных ресурсов и электронных учебников. При этом затрагиваются вопросы необходимого функционала электронного учебника, способы организации учебного процесса с использованием средств информационно-телекоммуникационных технологий и вопросы логистики электронных образовательных ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

Когда речь заходит о применении электронных образовательных ресурсов (ЭОР), как правило, затушевывается цель — зачем их применять. Предполагается, что применение ЭОР улучшает качество обучения, как бы оно ни понималось. Но при этом забывается, что из компьютерной программы, каковой является любой ЭОР, можно получить лишь то, что в нее заложено. И если нет компонент ЭОР, прямо влияющих на качество обучения, то и повышения качества от его применения ожидать не следует. Предлагается рассмотреть, какие аспекты процесса обучения требуют улучшения, как эти аспекты влияют на конструкцию применяемых ЭОР и, наконец, почему это приводит к смешанному (очного с дистанционным) обучению.

1. «ВРОЖДЕННЫЙ ДЕФЕКТ» СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЫ

Известно, что современная школа, как средняя, так и высшая, дает значительный объем брака. Эта ситуация настолько присуща современной системе образования, что считается само собой разумеющейся. Тем не менее, у явления есть причины, и если они выявлены, то с ними можно, с той или иной степенью успешности, бороться.

Сущность «врожденного дефекта» наиболее детально выражена в книге [1], согласно которой учебный процесс состоит из двух циклов: учения и обучения. Цикл учения содержит следующие элементы:

1) подготовка учебного материала (УМ);

2) предъявление УМ студентам и организация их деятельности с УМ;

3) восприятие, запоминание, понимание УМ и работа с УМ;

4) организация деятельности студентов по изготовлению учебного продукта (УП);

5) изготовление УП на основе предъявленного УМ;

6) обработка студенческих УП.

Пункты 1), 2), 4) и 6) выполняются преподавателем. Пункты 3) и 5), соответственно, студентами. В средней школе пункты 2), 3) и 4) выполняются в классе во время урока, пункт 5) учащиеся выполняют дома, пункт 6) соответствует опросу в начале следующего урока. В Высшей школе пунктам 2) и 3) соответствует лекция, а пунктам 4), 5) и 6) — семинарское занятие. Очевидно, что приведенный цикл учения способствует освоению студентами знаний лишь в той мере, которая соответствует их способностям, поскольку никакой обучающей деятельности в этом цикле не наблюдается. Тем не менее, как в средней, так и в высшей школе единичный дидактический процесс на этом заканчивается. Следующая лекция посвящается новой порции знаний по изучаемой дисциплине. При этом остаются студенты (а также учащиеся средней школы), которые не справились с изготовлением УП надлежащего качества. Следовательно, они не восприняли на должном уровне предъявленную им часть материала по дисциплине в виде УМ. В дальнейшем учебном процессе не находится места для исправления сложившейся ситуации.

Педагогическая наука в лице [1] утверждает, что после цикла учения должен следовать цикл обучения, заключающийся в следующем:

1) подготовка УМ на основе УП ненадлежащего качества;

2) предъявление УМ студенту и организация работы с ним;

3) восприятие, запоминание, понимание УМ учеником и работа с УМ;

4) организация деятельности студента по изготовлению УП;

5) изготовление УП на основе предъявленного УМ;

6) обработка УП студента (анализ и оценка).

Именно на этом цикле учебного процесса и осуществляется обучение, поскольку преподаватель (учитель), проанализировав УП ненадлежащего качества, подготовил и предъявил индивидуально для каждого студента УМ, соответствующий недостаткам его индивидуального УП, а также индивиду-

ально организовал работу студента с УМ и деятельность студента по изготовлению УП.

Цикл обучения должен повторяться столько раз, сколько потребуется для получения УП надлежащего качества от каждого студента. Очевидно, что для такой деятельности нет места ни в средней, ни в высшей школе.

В этом и заключается врожденный дефект современной школы: учащиеся средней школы и студенты школы высшей, по каким-либо причинам не воспринявшие на должном уровне некоторый УМ, остаются один на один со своим незнанием и без помощи педагогов (иначе говоря, без обучения), поскольку такая помощь (обучение) в современной школе не предусмотрена.

2. ФУНКЦИОНАЛ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА

История ЭОР начиналась с фрагментов текста, репродукций фотографий, отдельных схем и рисунков. При этом предполагалось, что учитель при подготовке к уроку самостоятельно объединит эти фрагменты в УМ по уроку. Постепенно ЭОР усложнялись и стали представлять собой УМ по уроку или даже по теме на несколько уроков. Следующим шагом развития ЭОР явилось появление электронных учебников, представляющих собой УМ по целым дисциплинам. В рамках настоящей работы рассматриваются такие ЭОР, которые раскрывают отдельные темы учебных дисциплин и могут в таком контексте считаться некоторыми частями (параграфами) электронных учебников.

В настоящее время практически вся научная и методическая литература, посвященная созданию ЭОР, требует наличия в них свойства интерактивности, например, [2]. Автору удалось найти только два обоснования для этого свойства. Во-первых, считается, что интерактивность ЭОР позволяет студенту проложить свою индивидуальную траекторию обучения. Это очень странное заявление, поскольку основой педагогики является последовательное предъявление нового материала с опорой на уже воспринятый материал: «от известного — к неизвестному». Забегая вперед, отметим, что индивидуальные траектории при использовании правильно построенного интерактивного ЭОР действительно появляются, но совершенно по другой причине. Во-вторых, свойство интерактивности каким-то образом увязывается с активно-деятельностным подходом к обучению. Это тоже странно. Неужели активно-деятельностный характер поведения студента заключается в нажатии каких-то последовательностей клавиш? Из педагогики известно, что восприятие нового невозможно без активности обучаемого. И компьютерные клавиши здесь совершенно ни при чем.

ЭОР и, тем более, электронный учебник — это образовательный инструмент. В отличие от инструмента физического, он может и должен содержать встроенную педагогическую составляющую. В противном случае применению компьютера в обучении нет никакого оправдания.

Применительно к ЭОР это означает, что в них должна быть заложена педагогическая составляющая, ранее реализуемая преподавателем. Эта составляющая представляет собой педагогическую цель — восприятие студентом УМ на должном уровне — и средства достижения этой цели. К ним относятся:

– измерительная компонента (тесты), позволяющая оценить уровень восприятия УМ студентом;

– компонента повторного (возможно, измененного, более подробного) предъявления студенту того фрагмента УМ, который оказался не воспринятым на должном уровне;

– компонента прокладывания индивидуальной траектории студента в зависимости от результатов действия измерительной компоненты.

Выполненный таким образом ЭОР будет на основании измерения результатов работы студента возвращать его к тем фрагментам УМ, которые не были восприняты на должном уровне. Это будет происходить до тех пор, пока не будет получен приемлемый результат, либо студент прекратит работу с ЭОР сознательно, не доведя ее до требуемого результата. Эта ситуация будет рассмотрена позже.

Теперь все становится на свои места: и интерактивность занимает свое достойное место, и индивидуальная траектория появляется естественным способом, и активно-деятельностный подход понуждает студента продолжать работу с ЭОР до достижения приемлемого результата.

Обратим внимание на то, что построенный таким образом и примененный в учебном процессе ЭОР полностью реализует цикл обучения и устраняет тем самым описанный ранее «врожденный дефект» современной школы. В самом деле, ЭОР:

1) готовит УМ на основе УП ненадлежащего качества;

2) предъявляет УМ студенту и организует работу с ним;

3) организует деятельность студента по изготовлению УП;

4) обрабатывает УП студента (анализ и оценка).

5) осуществляет эти действия столько раз, сколько необходимо для достижения надлежащего уровня восприятия УМ для каждого студента.

Разумеется, все сказанное относится к идеальному ЭОР, осуществляющему все описанные функции наилучшим образом. Пока таких ЭОР не существует. С другой стороны, их пока и не пытались создать. Следует предположить, что первые образцы подобных ЭОР будут реализовывать функции обучения значительно хуже, чем это сделал бы пре-

подаватель. Но, как было показано, преподаватель, как бы хорош он ни был, вообще не может реализовать эти функции в реальном учебном процессе. Поэтому следует уделить повышенное внимание созданию и совершенствованию ЭОР и электронных учебников с описанными выше свойствами. Тем более что «поддержка основных звеньев дидактического цикла процесса обучения» и «наличие аппарата организации усвоения учебного материала» являются прямым требованием к составу функций электронного учебника [3].

3. ОБЩЕКУЛЬТУРНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРА

Справедливости ради следует отметить, что даже не специализированно педагогическое применение средств информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ) в учебном процессе позволяет достичь некоторого эффекта хотя бы в форме экономии трудозатрат преподавателя. В настоящее время демонстрация аудитории любого материала на большом экране значительно менее трудоемка по подготовке как оборудования, так и самого материала и по собственно демонстрации при применении средств ИКТ, чем каким-либо иным способом. Соответственно, один раз приготовленный материал может затем многократно использоваться. Если появляется необходимость модификации материала, то это тоже проще и быстрее сделать на основе использования средств ИКТ.

Как правило, когда заходит речь об эффективности использования компьютера в учебном процессе, в качестве примера как раз и приводят то, что выше названо общекультурными аспектами применения компьютера. При этом зачастую в качестве обоснования прогрессивности использования компьютеров приводят такой аргумент: без компьютеров ситуация была бы еще хуже. Это действительно так, но общекультурное применение средств ИКТ далеко не исчерпывает возможностей эффективного их применения, что убедительно было показано в предыдущем разделе.

4. ПЕРЕВЕРНУТЫЙ УРОК

Чем содержательнее, сложнее и функциональнее ЭОР, тем сложнее организовать работу с ним студентов в аудитории. Наличие индивидуальной траектории требует индивидуального времени работы с ресурсом. Подобную работу студентов с компьютером трудно осуществить во время аудиторных часов. Всякое внеаудиторное обучение на основе использования средств ИКТ специалисты относят к дистанционному обучению. А поскольку аудиторная часть при этом не отменяется, то происходит совмещение дистанционного и очного обучения, или так называемое смешанное обучение.

Определение смешанного обучения в наиболее развернутом виде было дано в [4] и выглядело следующим образом: смешанное обучение — метод обучения, при котором учащийся получает, по крайней мере часть учебного материала и инструкций по овладению им он-лайн с возможностью частичного самостоятельного контроля относительно времени, места, траектории и темпа занятий и, по крайней мере, часть — очно, под управлением преподавателя в специализированном помещении вне дома. («Blended learning is a formal education program in which a student learns at least in part through online delivery of content and instruction with some element of student control over time, place, path, and/or pace and at least in part at a supervised brick-and-mortar location away from home.»)

Здесь будет уместным сделать одно замечание. В определении смешанного обучения авторы исходят из того, что дистанционная его часть поступает студенту он-лайн. В настоящее время у нас в стране, в особенности в отношении средней школы, не предполагается, что все учащиеся будут использовать ЭОР, расположенные на определенных сайтах. Для этого не хватит ни пропускной способности сети учебного заведения, ни способности образовательных серверов воспринимать такую большую нагрузку. Предполагается, что соответствующий ЭОР будет выгружен однократно например преподавателем, а затем скопирован всем студентам группы. При этом студенты будут работать с ЭОР в режиме офф-лайн, что формально не соответствует определению смешанного обучения. Однако для студента не важно, каким именно образом, он-лайн или офф-лайн, он получает возможность самостоятельно работать с ресурсом. С другой стороны, сетевые структуры довольно быстро развиваются; уже практически существуют массовые открытые он-лайн курсы дистанционного обучения. Ситуация очень быстро меняется, и то, что не совсем верно сегодня, завтра будет осуществимо.

Возвращаясь к смешанному обучению, отметим, что существует несколько моделей его применения как в помещениях учебного заведения, в аудиториях и вне их, так и за пределами оного, например, дома. Одна из моделей смешанного обучения называется перевернутым уроком (flipped classroom) и заключается в том, что новый УМ студент получает, работая с ЭОР или электронным учебником во внеурочное время. При этом могут использоваться как домашние компьютеры, так и компьютеры учебного заведения, специально выделенные для этих целей при отсутствии соответствующей техники у студентов. В аудиторию студенты приходят, уже восприняв УМ, и в задачу преподавателя входит его закрепление и устранение непонимания материала некоторыми студентами.

Перевернутый урок появился и успешно применяется в тех случаях, когда УМ, предъявляемый с помощью ЭОР, качественно превосходит лекцию преподавателя. Если же ЭОР обладает свойствами, предложенными в разделе 2, то студенты, проработавшие соответствующий материал, будут приходить на занятия освоившими его в должной мере и на приемлемом уровне, естественно, за исключени-

ем тех студентов, которые прекратили работу, не добравшись до получения требуемого результата. Эта ситуация может возникать по различным причинам, две из которых являются основными: студент или не смог дойти до конца, как ни старался, или не стал доводить работу до конца (не захотел, не было времени, заболел и т. п.). Что касается второго случая, следует заметить, что если система перевернутого урока с использованием продвинутых (в описанном выше виде) ЭОР применяется в качестве стандартной, то студенты быстро привыкают к ней. Оценивание работы ресурсом является объективным, поэтому легко принимается студентами. Не усвоенный вовремя УМ может быть пройден в любое время позже с доставкой результата преподавателю. Так что эта система не должна вызывать недовольства.

В случае возникновения недоработки по первой причине, то, в силу различной скорости восприятия, предпочтения тех или иных видов подачи материала, а также из-за недостатков самого ресурса, отдельные студенты могут не справиться с заданиями. Аудиторное занятие как раз и предназначено для того, чтобы преподаватель уже своими силами и умениями довел таких студентов, в соответствии с описанным выше циклом обучения, до требуемого уровня усвоения материала.

5. ЛОГИСТИКА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА

Учебное заведение может целенаправленно закупать компьютеры требуемого типа для применения в учебном процессе. Однако влиять на типы компьютеров, находящиеся в собственности студентов, не представляется возможным. После повсеместного распространения перевернутого урока производителям электронных учебников и отдельных ЭОР необходимо переключиться на создание кроссплатформенных продуктов, которые могут использоваться на компьютерах различного типа.

Как правило, образовательные ресурсы создаются с помощью специальных инструментальных средств, представляющих собой программные оболочки, наполняемые контентом конкретных дисциплин. В настоящее время не существует инструментальных средств, позволяющих создавать электронные учебники с описанным выше функционалом. Сами разработчики не заинтересованы изменять свои инструментальные средства. Делу может помочь заказ образовательных учреждений на электронные учебники с заданными свойствами.

Для он-лайн использования электронного учебника достаточно доступа к интернету. Что касается офф-лайн, то разработчику приходится ориентироваться на различные способы доставки продукта на компьютеры конечных пользователей.

Как очевидно из изложенного, создание электронного учебника и даже отдельного ЭОР является довольно затратным предприятием. Поэтому имеет смысл создание таких ресурсов только для тех дисциплин, которые имеют массовое применение. К ним относятся общеобразовательные курсы высшей школы. Информатизация специальных дисциплин, по-видимому, должна совершаться на основе использования других механизмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было показано, что ЭОР, которые действительно могут эффективно применяться в учебном процессе, заставляют пересмотреть все аспекты их создания и применения от необходимости кроссплатформенных решений до внедрения методов смешанного обучения. В значительной мере эти аспекты осознаются и уже применяются в различных комбинациях, но, к сожалению, пока нет примеров комплексного применения всех необходимых для эффективного обучения компонент. Тем не менее, знание того, что требуется на этом пути, заставляет участников процесса изменять свои представления и постепенно двигаться в нужном направлении. Все научные и технические возможности для этого есть. Требуются только время и соответствующая воля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Писарев В.Е., Писарева Т.Е.** Теория педагогики. — Воронеж: «КВАРТА», 2009.

2. **Осин А.В.** Электронные образовательные ресурсы нового поколения: открытые образовательные модульные мультимедиа системы // Сборник научных статей «Интернет-порталы: содержание и технологии». Вып. 4. — М.: Просвещение, 2007. С. 12—29.

3. **Электронные учебники**: рекомендации по разработке. — М.: Федеральный институт развития образования, 2012.

4. **Staker H.C., Horn M.B.** Classifying K-12 Blended Learning: http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf.

П.Б. Хорев
pbkh@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва
Российский государственный социальный университет, Москва

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЕ ДАННЫХ

АННОТАЦИЯ

Представлены электронные образовательные ресурсы (ЭОР) по дисциплинам «Информационная безопасность» и «Защита данных». ЭОР включают в себя конспект и презентации лекций, описания лабораторных работ, примеры заданий контрольных работ и вопросов компьютерного тестирования, перечень контрольных вопросов к экзамену.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время изучение вопросов информационной безопасности включено либо в отдельные дисциплины (например, по направлению «Информатика и вычислительная техника»), либо в содержание дисциплины «Информатика». Однако общий взгляд на методику преподавания этих дисциплин и разделов еще не сложился. Это приводит к тому, что при изучении дисциплины «Информатика» вопросы информационной безопасности часто не рассматриваются совсем.

В данном докладе представлены электронные образовательные ресурсы, которые могут использоваться при подготовке в области информационной безопасности бакалавров по различным направлениям.

1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В связи с постоянным развитием информационных технологий весьма актуальной остается проблема обеспечения информационной безопасности предприятий и организаций различного профиля. Основными видами нарушений защищенности информации в компьютерных системах таких предприятий являются [1]:

– неправомерный доступ к конфиденциальной информации (коммерческой тайне предприятия, персональным данным его сотрудников и клиентов и т.п.);

– несанкционированное изменение, подмена, уничтожение ценной информации;

– блокирование доступа к необходимой другим пользователям информации;

– нарушение прав на объекты интеллектуальной собственности предприятия;

– внедрение в компьютерные сети предприятия вредоносного программного обеспечения (компьютерных вирусов, «троянов», «червей» и т.п.);

– использование ресурсов компьютерной системы предприятия его сотрудниками в личных целях (для развлечения, обучения, поиска работы и т.п.).

В настоящее время основными способами защиты от нарушений защищенности объектов информационных систем являются:

– идентификация и аутентификация пользователей информационной системы предприятия и активизированных ими процессов;

– авторизация субъектов (определение прав доступа субъекта к объекту с защищаемой информацией);

– аудит (учет и регистрация в журнале) событий, имеющих отношение к безопасности информационной системы.

На основе многолетнего опыта автора доклада, при изучении вопросов обеспечения информационной безопасности обязательными разделами должны быть:

– обоснование необходимости комплексного подхода к защите информации, предполагающего совместное использование организационных (в том числе правовых), инженерно-технических, криптографических и программно-аппаратных методов и средств на протяжении всего жизненного цикла компьютерной системы;

– изучение методов идентификации и аутентификации, авторизации, аудита в компьютерных системах и сетях, моделей управления доступом к их ресурсам;

– освоение средств защиты информации, входящих в состав штатного программного обеспечения операционных систем Windows и Linux;

– изучение методов и средств современной криптографии, их использования для обеспечения конфиденциальности, подлинности и целостности электронных документов;

– освоение средств защиты компьютерных систем от вредоносных программ;

– изучение методов использования средств защиты информации при работе в сети Интернет (межсетевых экранов, сканеров уязвимостей, систем обнаружения и предотвращения атак, систем контроля содержания);

– знакомство с российскими и международными стандартами в области оценки защищенности компьютерных систем и информационных технологий, управления информационной безопасностью предприятий и организаций.

Хотя глубина изложения и соотношение объемов перечисленных разделов могут быть различными в зависимости от направления и уровня подготовки специалистов, обязательно включение всех упомянутых тем [2, 3].

В частности, при изучении комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности предприятия необходимо показать невозможность решения задачи защиты информации только с применением формальных методов и средств, поскольку основным источником угроз безопасности информации являются действия человека (оператора или пользователя компьютерной системы либо нарушителя), которые нельзя представить в виде формальной модели.

Необходимо также сформировать представление у специалистов о содержании организационно-технических и организационно-правовых мероприятий, которые должны проводиться на предприятии в рамках комплексного обеспечения информационной безопасности. Одним из таких мероприятий должна стать подготовка локальных нормативных актов, включающих перечень сведений, составляющих коммерческую тайну предприятия, приказ руководителя об утверждении такого перечня, добавление в заключаемые с сотрудниками трудовые и гражданско-правовые договора разделов об обязательности соблюдения коммерческой тайны, заключение с сотрудниками и партнерами предприятия соглашений о конфиденциальности и неразглашении информации.

При изучении методов идентификации и аутентификации пользователей компьютерных систем предприятий и организаций должны быть рассмотрены основные способы подтверждения подлинности субъектов компьютерных систем, отмечены их достоинства и недостатки:

– аутентификация на основе проверки знания запоминаемого секрета (пароля, алгоритма вычисления правильного ответа на случайный запрос);

– аутентификация на основе проверки владения сложно дублируемым устройством с индивидуальным кодом доступа или личным криптографическим ключом (идентификатором Touch Memory, смарт-картой, USB-ключом и т.п.);

– аутентификация на основе проверки обладания уникальной физической или поведенческой характеристикой (аутентификация с помощью биометрии) — «отпечатками» пальцев, рисунком сетчатки глаза, темпом работы с клавиатурой и т.п.

В частности, при анализе недостатков парольной аутентификации необходимо указать на ее недостаточную надежность из-за наличия развитых средств перехвата и подбора пароля, а также высокой вероятности нарушения пользователем правил работы с паролями (например, их записи или сообщения постороннему лицу).

К достоинствам аутентификации с помощью устройств следует отнести возможность ее объединения с парольной аутентификацией (право использования устройства пользователь должен будет подтвердить вводом так называемого персонального идентификационного кода — ПИНа).

Одной из особенностей биометрической аутентификации является возможность отказа зарегистрированному в компьютерной системе пользователю из-за погрешностей при измерении биометрической характеристики и ее сравнения с эталоном.

При изучении методов авторизации пользователей компьютерных систем необходимо показать, что разграничение доступа к компьютерным ресурсам базируется на различных моделях управления доступом — дискреционной (избирательной), мандатной (полномочной) и ролевой.

Дискреционная модель разграничения доступа предполагает назначение каждому объекту списка контроля доступа, элементы которого определяют права доступа к объекту конкретного субъекта (пользователя или группы). Правом редактирования дискреционного списка контроля доступа обычно обладают владелец объекта и администратор безопасности. При этом владелец объекта может лишить администратора права смены разрешений на доступ к объекту, а администратор обладает привилегией смены владельца любого объекта. Эта модель отличается простотой реализации, но в ней возможна утечка конфиденциальной информации из секретных объектов в общедоступные даже в результате санкционированных действий пользователей.

Мандатная модель разграничения доступа предполагает назначение объекту метки (грифа) секретности, а субъекту — уровня допуска. Доступ субъектов к объектам в мандатной модели определяется на основании правил «не читать выше» и «не записывать ниже». Использование мандатной модели, в отличие от дискреционного управления доступом, предотвращает утечку конфиденциальной информации из секретных объектов в общедоступные, но снижает производительность компьютерной системы.

Ролевая модель разграничения доступа основана на конструировании ролей и назначении их пользователям на основании выполняемых ими в организации-владельце компьютерной системы конкретных должностных обязанностей. Роль представляет собой набор правил, разрешающих или запрещающих определенные виды доступа к одному или нескольким объектам компьютерной системы.

При назначении и использовании ролей возможно наложение динамических и статических ограни-

чений на совмещение разных ролей одним субъектом, одновременное использование одной роли разными субъектами и т.п. Подобный подход к разграничению доступа к объектам позволяет разделить обязанности между конструктором ролей и диспетчером ролей, а также более точно связать права доступа пользователей к объектам компьютерной системы с их обязанностями в организации, исключить избыточность и дублирование полномочий.

При изучении методов организации аудита в компьютерных системах необходимо выработать у специалистов понимание необходимости учета и регулярного анализа событий, связанных с безопасностью компьютерной системы, что позволит выявить и доказать факт правонарушения в информационной сфере, а также предотвратить готовящиеся нарушения.

2. ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЗАЩИТА ДАННЫХ»

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Защита данных» предназначен для подготовки бакалавров по направлению «Прикладная математика и информатика» (профиль «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей») и может также использоваться при подготовке бакалавров по направлению «Информатика и вычислительная техника».

Студенты, обучающиеся по этим направлениям, имеют достаточную подготовку в области языков и систем программирования, что позволяет использовать соответствующие компетенции при проведении лабораторного практикума по дисциплине «Защита данных».

Рабочая программа дисциплины «Защита данных» включает в себя следующие основные разделы:

3) комплексный подход к обеспечению информационной безопасности;

4) защита от несанкционированного доступа к информации в компьютерных системах;

5) криптографические методы и средства защиты информации;

6) защита от вредоносных программ и несанкционированного копирования информационных ресурсов.

ЭУМК по дисциплине «Защита данных» содержит рабочую программу и технологическую карту изучения дисциплины, а также конспект и компьютерные презентации 18 лекций.

Список лабораторных работ по дисциплине «Защита данных» состоит из 7 работ:

7) разработка программы разграничения полномочий пользователей на основе паролей;

8) изучение программных средств защиты от несанкционированного доступа и разграничения прав пользователей;

9) разработка и программная реализация алгоритмов симметричной криптографии;

10) использование функций криптографического интерфейса операционной системы Windows в прикладных программах;

11) изучение одной из программных систем криптографической защиты информации;

12) изучение программных средств шифрования, компьютерной стеганографии и защиты от вредоносных программ;

13) разработка средств защиты программного обеспечения от несанкционированного использования и копирования.

Лабораторные работы, связанные с разработкой программных средств (первую, третью, четвертую и седьмую), студенты могут выполнять на любом знакомом им языке программирования (C++, C#, Object Pascal или других) и в любой известной им системе программирования (Microsoft Visual Studio, Borland Developer Studio или других) [4].

Остальные лабораторные работы предполагают изучение студентами некоторых штатных средств защиты информации операционной системы Microsoft Windows, а также примеров дополнительных программных средств для обеспечения информационной безопасности компьютерных систем, работающих под управлением этой информационной системы. При необходимости выполнение этих лабораторных работ может осуществляться и в среде операционной системы Linux.

ЭУМК по дисциплине «Защита данных» включает в себя примерный перечень тем курсовых проектов и методические указания по их выполнению, содержащие, в том числе, образцы отчетов о выполнении курсового проекта. Содержатся примеры отчетов о выполнении курсовых проектов как по темам, связанным с разработкой программных средств защиты информации, так и по темам, связанным с анализом существующих программно-аппаратных средств обеспечения информационной безопасности.

Контролирующие материалы, входящие в состав ЭУМК по дисциплине «Защита данных», содержат перечень вопросов к экзамену, пример задания на выполнение контрольной работы по криптографическим методам защиты информации и примерный список вопросов для итогового компьютерного тестирования. При проведении компьютерного тестирования каждый студент должен будет ответить на 50 случайно выбранных вопросов за 50 минут.

Дополнительные материалы для изучения дисциплины «Защита данных», входящие в состав ЭУМК, содержат дистрибутивы дополнительных

программных средств и инструкцию по их установке студентом.

3. ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Информационная безопасность» предназначен для подготовки бакалавров по направлениям «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика», а также может использоваться при обучении студентов по направлениям инженерной подготовки.

Структура рабочей программы по дисциплине «Информационная безопасность» совпадает со структурой рабочей программы по дисциплине «Защита данных», но объемы и содержание разделов дисциплины изменены в соответствии с меньшей подготовкой бакалавров по направлениям «Прикладная математика» и «Бизнес-информатика» по дисциплинам естественнонаучного цикла, операционным системам и программированию.

Список лабораторных работ по дисциплине «Защита данных» состоит из 5 работ:

14) разработка программы разграничения полномочий пользователей на основе паролей;

15) изучение программных средств защиты от несанкционированного доступа и разграничения прав пользователей;

16) использование функций криптографического интерфейса операционной системы Windows в прикладных программах;

17) изучение программных средств шифрования, компьютерной стеганографии и защиты от вредоносных программ;

18) изучение одной из программных систем криптографической защиты информации.

Поскольку студенты, обучающиеся по направлениям «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика», имеют меньшую подготовку в области языков, методов и систем программирования, для выполнения второй и четвертой лабораторных работ ЭУМК включает в себя дополнительные материалы. Эти материалы содержат подробные указания по созданию шаблонов (макетов) программных средств, которые должны разработать студенты во время лабораторных занятий, с возможностью добавления ими своей индивидуальной части.

Использование студентами подготовленных преподавателем указаний позволяет им относительно быстро создать макет достаточно сложной программы и сосредоточиться на выполнении именно индивидуальной части, непосредственно связанной с целью лабораторного занятия. Тем самым существенно повышается эффективность практического занятия, поскольку изучаемые методы и средства их реализации используются при решении реальных задач, а студенты не тратят время на выполнение рутинных операций программирования.

Вместо примерного списка тем курсовых проектов и методических указаний по их выполнению ЭУМК по дисциплине «Информационная безопасность» содержит примерный список тем рефератов и указания по их подготовке и оформлению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В докладе представлены подготовленные автором электронные учебно-методические курсы по дисциплинам «Защита данных» (направление подготовки бакалавров «Прикладная математика и информатика») и «Информационная безопасность» (направления подготовки бакалавров «Прикладная информатика» и «Бизнес-информатика»).

Каждый ЭУМК включает в себя рабочую программу дисциплины, конспекты и компьютерные презентации лекций, описания лабораторных работ, примерный перечень тем курсовых проектов (рефератов) и указания по их выполнению, контролирующие материалы (вопросы к экзамену, один из вариантов задания контрольной работы, список вопросов для итогового компьютерного тестирования) и дополнительные материалы (дистрибутивы дополнительных программ и инструкции по их установке).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хорев П.Б.** Методы и средства защиты информации в компьютерных системах. — М.: Издательский центр «Академия», 2008.

2. **Хорев П.Б.** Обучение методам и средствам защиты информации при подготовке в области информационных технологий // Научная сессия МИФИ-2008. XV Всероссийская научная конференция «Проблемы информационной безопасности в системе высшей школы». Сборник научных трудов. — М.: МИФИ, 2008. С. 142—143.

3. **Хорев П.Б.** Подготовка специалистов машиностроительного профиля в области информационной безопасности // Материалы III научно-образовательной конференции «Машиностроение – традиции и инновации (МТИ-2010)». Секция «Автоматизация и информационные технологии». Сборник докладов. — М.: МГТУ «СТАНКИН», 2010. С. 191—194.

4. **Хорев П.Б.** Криптографические средства платформы Microsoft .Net и их использование в инженерном образовании // Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2012. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 123—126.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

E

Elsgolts S.L. 393

G

Gracheva O.A. 393

H

Herrmann S. 179

K

Kretzschmar H.-J. 179
Kunick M. 179

M

Matukhin P.G. 393

N

Nicke M. 179

P

Pevnitskaya E.V. 393

R

Rodin A.B. 497

S

Sinitsyna I.V. 11
Stoecker I. 179

А

Аббасова Т.С. 13
Абдухалилов Г.А. 379
Абильмажинов Е.Т. 499
Агеев А.Г. 381
Акимов Е.Г. 183
Алехин Р.В. 57
Альшакова Е.Л. 15
Андреев А.С. 331
Андрианов Д.П. 187
Антипин А.Ф. 189
Антропова А.П. 19
Антропова Т.В. 19
Аржаков А.В. 21
Артемова Ф.Ш. 501
Афанасьев А.Н. 397, 401
Ахремчик О.Л. 191

Б

Бадамшина Э.Б. 405
Бамбуркина И.А. 405
Батасова В.С. 25, 503
Бахтенко Е.А. 27
Белов Н.В. 335
Белогловский А.А. 337
Белоусова Л.И. 407
Берёза Е.О. 507
Бирюков С.В. 367
Бирюкова О.В. 509
Блохин Ю.М. 135
Богатенков С.А. 31
Богомолов В.Г. 91, 301
Богомолова Е.П. 511, 515, 517, 551
Борисова А.Ю. 117
Борисова В.А. 117
Борхаленко В.А. 193
Брейдо И.В. 197, 341
Булатбаев Ф.Н. 199
Булатбаева Ю.Ф. 199
Бурковская М.А. 515, 517
Буров В.Д. 201, 205, 289
Бутырин П.А. 57
Быков В.П. 557

В

Варшавский П.Р. 57
Василенко Е.С. 387
Вахрамеев Е.Н. 285

Винников А.М. 485
Виноградова И. 409
Войт Н.Н. 397
Волощук В.А. 261
Вольхин К.А. 35
Воробьев Е.М. 519
Воробьев Ю.Б. 313
Воронов М.В. 37

Г

Газейкина А.И. 413
Гайворонская Г.С. 41
Галеев С.Р. 209
Гарина М.И. 557
Герк С. 107
Головина Е.Ю. 523
Голятина А.А. 507
Гончарик Е.В. 527
ГоранскийА.В. 415
Горкин И.А. 343
Горкина А.А. 43
Горшенин А.К. 529
Горшенин А.Ю. 45
Григорьев Д.С. 439
Губский Е.Г. 419, 469
Гулевич Т.М. 345, 481
Гурьянов А.Ю. 331
Гусев Ю.П. 213

Д

Давыдова Е.Н. 49
Дементиенко А.В. 465
Демидионова Л.Н. 531
Демидов С.Г. 123
Дзегеленок И.И. 215
Дидык Т.Г. 137
Довбань С.Н. 363
Долгов Г.Ф. 219
Дорохов Е.В. 221
Дударенко И.О. 377
Дудолин А.А. 201

Е

Егоров А.Ф. 415, 465
Егорова Т.М. 397, 401
Елкибаева Г.Г. 225
Емельянов А.А. 53
Емельянов Д.М. 293
Емельянова Н.З. 53
Еремеев А.П. 57, 61
Ермишина Н.Д. 569
Есюткин А.А. 349
Ефимов А.А. 353

Ж

Жабин А.С. 331
Жидков А.С. 297
Жматов Д.В. 335
Жохова М.П. 355, 421, 533
Жуматаева Ж.Е. 357

З

Зайцев Ю.А. 83
Запасная Л.А. 139
Зверьков В.П. 227
Зеленцов В.В. 65
Зимин А.М. 373
Знаменский В.Е. 107

И

Иванов М.Н. 423
Иванова Т.В. 477
Игнатова И.Г. 425, 507
Игнатьева Н.У. 517
Ижуткин В.С. 69
Измайлов И.А. 27
Изюмов М.А. 285
Иларионов В.В. 373

К

Кабирова А.Р. 231
Казакова И.В. 537
Кайсанова Ж.Ж. 499

Калеватых И.А. 373
Калинин А.А. 359
Кандауров А.В. 233
Капустина О.М. 539
Карасева Д.В. 337
Каретников А.С. 205
Касаткина Е.П. 151
Киреев С.И. 489
Кирсанов М.Н. 239, 427
Киселев В.И. 547
Клюкас Р. 409
Кобзев А.А. 363
Колесников А.В. 131
Колмогоров А.С. 367
Колмогорова С.С. 367
Колосов О.С. 349
Колчков В.И. 541
Корецкая И.В. 509
Костин М.С. 369
Котляров М.А. 573
Котов Е.С. 197
Кохов В.В. 73
Кочкин Д.В. 77
Кравченко Н.С. 559
Краюшкин В.В. 355, 421, 533,
Краюшкин К.В. 421
Крепков И.М. 79
Кровяков Е.А. 545
Крутских В.В. 331
Крыгин М.А. 485
Крыштоф С.Д. 407
Кувалдин А.Б. 235
Кузищин В.Ф. 371
Кузнецов Э.В. 547
Куклев В.А. 401
Кулахметов Ф.Х. 489
Купин И.В. 83
Курбатов П.А. 183
Курбатова Е.П. 183
Кургузов Н.Н. 87
Кургузова Л.И. 87
Куриленко И.Е. 61

Л

Лагунова М.В. 89
Лапенок М.В. 549
Лебедева А.А. 265
Левин М.В. 477
Леготин С.Д. 455
Лемешев В.А. 91
Леонов П.Г. 239
Лесков А.Г. 373
Лесников Г.И. 355
Липай Б.Р. 243
Листиков А.М. 95
Логинов А.А. 147
Лысенко В.Г. 469
Ляховец М.В. 481

М

Мазеин П.Г. 431
Макаров Г.В. 345
Максимова О.В. 551
Маркин А.В. 555
Мартыняк М.А. 261
Марьин Н.Ю. 485
Маслов С.И. 435
Мезин С.В. 245
Мельников И.А. 375, 377
Мельников С.Ю. 353
Мельникова О.И. 439
Мерзликина Е.И. 371
Мехтиев А.Д. 199
Микони С.В. 557
Минзов А.С. 249, 439
Мирошин Д.Г. 441
Митрофанов А.И. 191
Мишулин Е.Ю. 363
Мишулин Ю.Е. 363
Можчиль А.Ф. 309
Морозов П.А. 345
Морошкин С.Д. 373
Москалева Т.С. 97, 99
Мошкова Т.В. 89
Мыцык Г.С. 443

Н

Назарова М.А. 25
Нарышкин Д.Г. 253
Никитин С.А. 415, 465
Никишкин В.А. 519
Николаева Е.А. 447
Новгородова Н.Г. 257
Новикова Г.М. 101
Новоселов Ю.В. 103
Носов К.Г. 159

О

Овсянникова М.Р. 79
Окнин Е.П. 213
Орлов К.А. 261
Орманова Г.М. 245
Очков А.В. 105, 261
Очков В.Ф. 107, 261

П

Панов С.С. 431
Паршина Г.И. 451
Петрин А.А. 331
Петров С.А. 79
Петрова И.В. 111
Пилиневич Л.П. 527
Пименов И.В. 115
Позняк Е.В. 263
Полежаев Ю.О. 117
Поляков А.М. 379
Полянский А.С. 83
Попов А.А. 121
Попов С.В. 21
Попова Е.П. 423, 455
Пресс И.А. 459
Прокофьева И.В. 123
Птицына Л.К. 265
Пузанкова А.Б. 99
Пузиков В.М. 489
Пчельник В.К. 267

Р

Разуванов Н.Г. 375
Ревинская О.Г. 559
Ревчук И.Н. 267
Романова Е.В. 463
Росляков П.В. 269
Рукавишников В.А. 125, 159
Румовская С.Б. 131
Рыбина Г.В. 135
Рыков В.И. 137
Рытов А.А. 325
Рычкова А.В. 161

С

Сабанин В.Р. 273
Савицкая Т.В. 139, 415, 465
Свиридов В.Г. 375
Свиридов Е.В. 375, 377
Севостьянова О.М. 97
Седлецкий Г.С. 141
Семенов С.В. 469
Сергиенко Е.С. 135
Сергушичева А.П. 563
Сержанов Н.А. 147
Серков С.А. 151
Симуткин М.Г. 277
Сичкаренко А.В. 197
Слизова С.В. 567
Смерчинская С.О. 279
Смирнова М.И. 569
Сойко Г.В. 205
Соколов Б.А. 321
Соколова Н.Ю. 425, 507
Солдатов В.Ф. 455
Сорокин А.В. 155
Столбова И.Д. 159
Суконщиков А.А. 77, 283
Супранов В.М. 285
Суркова Н.Г. 65
Сутченков А.А. 473

Т

Тельной В.И. 161
Теплов Б.Д. 289
Тихомирова В.Д. 477
Тихонов А.И. 435, 473
Токарев В.А. 165
Токарева Н.А. 249
Топорков В.В. 293
Торосян Ш.Г. 249
Тохметова К.М. 385
Третьяков Н.В. 87
Тринкунас В. 409
Трофимов А.В. 213, 379
Тульский В.Н. 277
Тутынин М.А. 77
Тюрина В.А. 89

У

Улитин А.В. 283
Уляшев О.А. 573
Усанова Е.В. 125

Ф

Фандорова Л.П. 297
Федин М.А. 235
Федорович С.Д. 381
Федосеев А.А. 575
Федотов А.А. 301, 481
Феоктистов А.В. 481
Фешин Б.Н. 385
Филатов А.В. 305
Фомин Г.А. 167
Фролов А.Б. 485

Х

Халуев В.В. 129
Хашпер А.Л. 307
Хашпер Б.Л. 309
Хейфец А.Л. 169
Хлаинг Мин У 443
Хорев П.Б. 579
Хруслов Л.Л. 489

Ц

Целищев А.С. 293

Ч

Чабан М.С. 345
Черемухин В.Е. 335
Четин А.Н. 331
Чуркина Л.В. 43
Чыонг Ван Н.К. 313

Ш

Шамаева О.Ю. 95, 147
Шаталов Р.Б. 493
Шахова А.Б. 159
Шведов Г.В. 387
Шевелев Ю.П. 165
Шихин В.А. 141
Шорникова Д.А. 173
Шушкевич Г.Ч. 317
Шушкевич С.В. 317

Щ

Щеглов Г.А. 65
Щербаков П.П. 381
Щербаков С.П. 381
Щербакова И.А. 469

Ю

Юдаев А.Ю. 321

Я

Яцук П.П. 41
Яшин И.А. 325
Яшина Н.П. 279

Содержание

Секция 1
ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Sinitsyna I.V.
Exploring engineering trends and technology with Python …….. 11

Аббасова Т.С.
Информационное и программное обеспечение инженерного образования в области солнечной энергетики ……. 13

Альшакова Е.Л.
Инженерное образование на базе современных технологий проектирования ……. 15

Антропова Т.В., Антропова А.П.
Внедрение элементов современных информационных технологий в учебный процесс преподавания графических дисциплин в высшей школе ……. 19

Аржаков А.В., Попов С.В.
О непрерывности образования ……... 21

Батасова В.С., Назарова М.А.
О простой системе проверки знаний студентов ……... 25

Бахтенко Е.А., Измайлов И.А.
Организация информационной поддержки на промышленном предприятии …….. 27

Богатенков С.А.
Модели, методы и средства информационной поддержки принятия решений в системе информационной подготовки кадров ……. 31

Вольхин К.А.
Использование информационно-коммуникационных технологий преподавателем в процессе обучения начертательной геометрии …… 35

Воронов М.В.
Моделирование оценки деятельности вуза ……... 37

Гайворонская Г.С., Яцук П.П.
Общие тенденции развития технологий мобильного доступа …… 41

Горкина А.А., Чуркина Л.В.
Возможность реализации доступа к классическим системам на современных компьютерах на примере Turbo Pascal …….. 43

Горшенин А.Ю.
Концептуальное моделирование, структурный анализ и проектирование на базе стандартов IDEF …….. 45

Давыдова Е.Н.
Применение компьютерного моделирования в области проектирования вычислительных сетей …… 49

Емельянов А.А., Емельянова Н.З.
Топографическое обеспечение имитационных моделей дискретно-непрерывных процессов на поверхности Земли ……... 53

Еремеев А.П., Бутырин П.А., Варшавский П.Р., Алехин Р.В.
Реализация компьютерных средств обучения с использованием технологии wiki на примере базы знаний по электротехнике …….. 57

Еремеев А.П., Куриленко И.Е.
Применение перспективных информационных технологий на основе виртуализации в учебном процессе ……. 61

Зеленцов В.В., Суркова Н.Г., Щеглов Г.А.
Вычислительно-графическая практика ……. 65

Ижуткин В.С.
Об использовании информационных технологий при изучении биматричных игр … 69

Кохов В.В.
Программные средства учебного назначения для анализа и визуализации структур систем ……... 73

Кочкин Д.В., Тутынин М.А., Суконщиков А.А.
Использование среды CPN Tools для моделирования раскрашенных сетей Петри … 77

Крепков И.М., Овсянникова М.Р., Петров С.А.
Концепция корпоративных информационных систем МЭИ на основе критериев комплексности, системности, единства технологической платформы …….. 79

Купин И.В., Зайцев Ю.А., Полянский А.С.
Построение пространственной 3D-модели гиперболического параболоида …… 83

Кургузов Н.Н., Кургузова Л.И., Третьяков Н.В.
Тренажер-экзаменатор для подготовки и квалификационной проверки электротехнического персонала ……. 87

Лагунова М.В., Мошкова Т.В., Тюрина В.А.
Сайт преподавателя как средство информатизации учебного процесса ……... 89

Лемешев В.А., Богомолов В.Г.
Сравнительный анализ алгоритмических языков, используемых во вводных курсах программирования …….. 91

Листиков А.М., Шамаева О.Ю.
Параллельная модификация алгоритма эвристического поиска в пространстве состояний для CUDA …….. 95

Москалева Т.С., Севостьянова О.М.
Контекстное обучение студентов графическим дисциплинам с применением информационных технологий …… 97

Москалева Т.С., Пузанкова А.Б.
Формирование профессиональных инженерно-графических компетенций в курсе компьютерной графики ……... 99

Новикова Г.М.
Корпоративная инфокоммуникационная система как инструмент управления в сфере образования ……... 101

Новоселов Ю.В.
Основные задачи когнитивной графики ……... 103

Очков А.В.
Компьютерная программа по изучению и автоматизированной проверке знания технологических схем ……. 105

Очков В.Ф., Герк С., Знаменский В.Е.
Работа на форумах — важный аспект инженерной деятельности ……. 107

Петрова И.В.
Использование информационных технологий в преподавании иностранных языков на разных этапах инженерного образования …… 111

Пименов И.В.
Алгоритмизация построения базы знаний материальных и информационных продуктов ……. 115

Полежаев Ю.О., Борисова А.Ю., Борисова В.А.
Геометрографические основы формализации изображений эквиареалов в проектировании объектов из ткани, развёрток и декора кроя; а также в архитектуре, дизайне, других практических приложениях ……... 117

Попов А.А.
Программирование на языке Java приложений для сопровождения и иллюстрации лекций ……... 121

Прокофьева И.В., Демидов С.Г.
Особенности организации самостоятельной работы студентов с применением информационных технологий при изучении графических дисциплин ……. 123

Рукавишников В.А., Усанова Е.В.
Вопросы технологизации базовой геометро-графической подготовки в условиях информатизации производства на базе CE/PLM-методологии …….. 125

Рукавишников В.А., Халуев В.В.
Информационно-технологическая основа формирования проектно-конструкторской компетентности специалиста в вузе …….. 129

Румовская С.Б., Колесников А.В.
Виртуальный тренажер для диагностики артериальной гипертензии ……... 131

Рыбина Г.В., Блохин Ю.М., Сергиенко Е.С.
Мониторинг процессов функционирования обучающих интегрированных экспертных систем: некоторые аспекты ……... 135

Рыков В.И., Дидык Т.Г.
Методология выполнения выпускной квалификационной работы в рамках объектного подхода ……. 137

Савицкая Т.В., Запасная Л.А.
Интеллектуальные методы анализа соответствия ФГОС различных направлений и профилей подготовки …….. 139

Седлецкий Г.С., Шихин В.А.
Надежностные расчеты по электрооборудованию подстанций в задачах курсового проектирования с использованием ресурсов MATLAB …….. 141

Сержанов Н.А., Логинов А.А., Шамаева О.Ю.
Программная среда для исследования функционирования топологий распределённых вычислительных систем ……. 147

Серков С.А., Касаткина Е.П.
Информационные технологии в подготовке бакалавров и магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» …….. 151

Сорокин А.В.
Системный подход к формированию концепции электронного университета ……. 155

Столбова И.Д., Шахова А.Б., Носов К.Г.
Формирование инструментальных компетенций в ходе графической подготовки студентов технических вузов ……. 159

Тельной В.И., Рычкова А.В.
Выполнение чертежей деталей в электронной форме ……. 161

Токарев В.А., Шевелев Ю.П.
Комплексное применение в учебном процессе при разработке геометрических моделей различных типов графических программ …….. 165

Фомин Г.А.
Средства поддержки обучения анализу данных и когнитивному моделированию сложных объектов управления …….. 167

Хейфец А.Л.
Аналитические поверхности в курсе инженерной компьютерной графики ……. 169

Шорникова Д.А.
Использование точечно-интервальной темпоральной логики для решения задачи составления расписаний …….. 173

Секция 2
Информационные технологии в инженерных расчетах и проектировании

Kretzschmar H.-J., Stoecker I., Kunick M., Herrmann S., Nicke M.
Calculation of thermodynamic properties on pocket calculators, smart phones, tablets, notebooks, and online …… 179

Акимов Е.Г., Курбатова Е.П., Курбатов П.А.
Применение программных средств Matlab для курсового проектирования электрических аппаратов …… 183

Андрианов Д.П.
Численное моделирование тепловых процессов электродвигателя на основе 3D-моделей ……. 187

Антипин А.Ф.
Особенности системы для автоматизированной разработки многомерных логических регуляторов …….. 189

Ахремчик О.Л., Митрофанов А.И.
Аспекты использования эмуляторов промышленных контроллеров в лабораторном практикуме ……... 191

Борхаленко В.А.
Моделирование электронных платежей с помощью сетей Петри (на примере протокола SET) …… 193

Брейдо И.В., Сичкаренко А.В., Котов Е.С.
Информационные комплексы автоматического контроля режимов работы подстанций угольных разрезов …….. 197

Булатбаев Ф.Н., Мехтиев А.Д., Булатбаева Ю.Ф.
Применение информационных технологий при исследовании рациональных конструктивных параметров электромеханического оборудования …….. 199

Буров В.Д., Дудолин А.А.
Анализ современного программного обеспечения применяемого при разработке и проектировании ТЭС …….. 201

Буров В.Д., Сойко Г.В., Каретников А.С.
Программный комплекс оптимизации параметров тепловых схем ПГУ …….. 205

Галеев С.Р.
Web-интерфейс базы данных по буровым растворам и осложнениям на месторождениях республики Башкортостан …… 209

Гусев Ю.П., Окнин Е.П., Трофимов В.А.
Использование специализированных программных комплексов для создания моделей распределительных сетей …… 213

Дзегеленок И.И.
Решатель открытых задач в развитии навыков инженерного творчества ……. 215

Долгов Г.Ф.
Опыт использования системы Solidworks при изучении дисциплины «Основы проектирования электронных средств» ……. 219

Дорохов Е.В.
Комплекс практических занятий дисциплины «Управление качеством» направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» …….. 221

Елкибаева Г.Г.
Решение обратной задачи оптимизации состава буровых растворов с использованием параллельных вычислений ……. 225

Зверьков В.П.
Разработка компьютерных тренажеров для управления технологическими процессами как эффективный метод обучения …… 227

Кабирова А.Р.
База данных по осложнениям при бурении нефтегазовых скважин …….. 231

Кандауров А.В.
Анализ сложных СЭС средствами Microsoft …… 233

Кувалдин А.Б., Федин М.А.
Использование компьютерных программ при изучении оборудования и процессов индукционного нагрева ……... 235

Леонов П.Г., Кирсанов М.Н.
Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple …….. 239

Липай Б.Р.
Программный комплекс удаленного компьютерного моделирования электротехнических устройств и систем ……... 243

Мезин С.В., Орманова Г.М.
Статистический контроль качества продукции промышленных производств на основе современных программных средств ……. 245

Минзов А.С., Токарева Н.А., Торосян Ш.Г.
Защита авторских прав в системах электронного обучения ……... 249

Нарышкин Д.Г.
Комплекс расчетных исследовательских лабораторных работ …….. 253

Новгородова Н.Г.
Инженерное курсовое проектирование в информационном графическом пространстве …… 257

Очков В.Ф., Орлов К.А., Очков А.В., Волощук В.А., Мартыняк М.А.
Использование современных информационных технологий при теплофизическом моделировании теплонасосных установок ……... 261

Позняк Е.В.
Автоматизация инженерных расчетов на сейсмостойкость …… 263

Птицына Л.К., Лебедева А.А.
Информационные технологии проектирования интеллектуальных программных агентов для крупномасштабных сетей …….. 265

Пчельник В.К., Ревчук И.Н.
Реализация алгоритма приведения матрицы к виду с диагональным преобладанием . 267

Росляков П.В.
Совершенствование подготовки специалистов в области проектирования энергетического оборудования …….. 269

Сабанин В.Р.
Использование ресурсов MathCAD для чтения лекций и проведения практических занятий …….. 273

Симуткин М.Г., Тульский В.Н.
Применение программного комплекса Elcut для оценки температуры изоляции оборудования электрических сетей ……... 277

Смерчинская С.О., Яшина Н.П.
Интеллектуальная система многокритериального выбора ……. 279

Суконщиков А.А., Улитин А.В.
Использование нейронных сетей Петри в образовании …….. 283

Супранов В.М., Изюмов М.А., Вахрамеев Е.Н.
Использование программ «Boiler Designer» и «Stoker» при подготовке магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» …….. 285

Теплов Б.Д., Буров В.Д.
Разработка программы расчета переменного режима ГТУ ……. 289

Топорков В.В., Емельянов Д.М., Целищев А.С.
Обеспечение эффективного использования неотчуждаемых ресурсов при комбинированном планировании распределенных вычислений …… 293

Фандорова Л.П., Жидков А.С.
Экспертная система диагностики неисправностей автомобиля ……. 297

Федотов А.А., Богомолов В.Г.
Практическое изучение метода конечных элементов …….. 301

Филатов А.В.
Разработка программ для решения больших инженерных задач на современных параллельных гетерогенных вычислительных системах …… 305

Хашпер А.Л.
Интерполяция каротажных кривых кубическими сплайнами …… 307

Хашпер Б.Л., Можчиль А.Ф.
Разработка и программная реализация алгоритма оценки эффективности инвестиционного проекта в нефтегазовой отрасли …….. 309

Чыонг Ван Н.К., Воробьев Ю.Б.
Использование современных информационных технологий для идентификации типа аварии на АЭС ……. 313

Шушкевич Г.Ч., Шушкевич С.В.
Методика решения задач по теме «Интегральное исчисление функций многих переменных» в СКМ MathCAD ……. 317

Юдаев А.Ю., Соколов Б.А.
Моделирование технологического процесса в Aspen Hysys на примере атмосферного блока установки первичной переработки нефти …… 321

Яшин И.А., Рытов А.А.
Перспективы применения технологий Wolfram в учебном процессе НИУ «МЭИ» … 325

Секция 3
Информационные технологии в учебных и исследовательских лабораториях

Андреев А.С., Гурьянов А.Ю., Жабин А.С., Крутских В.В., Петрин А.А., Четин А.Н.
Комплексное программное обеспечение для управления системой контроля электрических параметров, запасов устойчивости и тепловых режимов импульсных преобразователей напряжения ……... 331

Белов Н.В., Черемухин В.Е., Жматов Д.В.
Модульный принцип разработки средств измерений для электротехнических исследований …… 335

Белогловский А.А., Карасева Д.В.
Использование в инженерном образовании программного обеспечения для численного моделирования стримерного электрического разряда …… 337

Брейдо И.В.
Комплексная учебно-лабораторная база для специальностей «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика» ……. 341

Горкин И.А.
Метод возбуждения твердотельных гироскопов с помощью малых импульсных воздействий и проблемы, связанные с практической реализацией …… 343

Гулевич Т.М., Морозов П.А., Макаров Г.В., Чабан М.С.
Автоматизированный лабораторный практикум на базе Web-технологий ……... 345

Есюткин А.А., Колосов О.С.
Автоматизированная система измерения и анализа статических характеристик объектов автоматизации ……. 349

Ефимов А.А., Мельников С.Ю.
Имитационное моделирование электрических фильтров в программе Multisim ……. 353

Жохова М.П., Краюшкин В.В., Лесников Г.И.
Веб-конструктор для создания виртуальных лабораторных стендов по электротехническим дисциплинам …… 355

Жуматаева Ж.Е.
Автоматизированная система обработки результатов испытаний ……. 357

Калинин А.А.
Автоматизированная система научных исследований гидродинамических нагревателей ……. 359

Кобзев А.А., Мишулин Ю.Е., Мишулин Е.Ю., Довбань С.Н.
Обучающая и исследовательская программа по системам двигателя и шасси транспортных средств ……. 363

Колмогоров А.С., Колмогорова С.С., Бирюков С.В.
Использование среды графического программирования Labview на примере проектирования средств измерения электрического поля …….. 367

Костин М.С.
Экспертная система радиосенсорного сбора данных …….. 369

Кузищин В.Ф., Мерзликина Е.И.
Опыт применения системы CODESYS в учебном процессе ……... 371

Лесков А.Г., Иларионов В.В., Зимин А.М., Морошкин С.Д., Калеватых И.А.
Удаленное обучение робототехнике на базе функционально-моделирующего стенда 373

Мельников И.А., Разуванов Н.Г., Свиридов В.Г., Свиридов Е.В.
Современные технологии при исследовании МГД-теплообмена ……. 375

Свиридов Е.В., Мельников И.А., Дударенко И.О.
Исследование гидродинамики течения воздуха в круглой трубе ……... 377

Трофимов А.В., Поляков А.М., Абдухалилов Г.А.
Информационные модели в системах автоматизации электрических подстанций ….. 379

Федорович С.Д., Щербаков П.П., Щербаков С.П., Агеев А.Г.
Автоматизированный дистанционный лабораторный комплекс «Молекулярная физика и термодинамика» …….. 381

Фешин Б.Н., Тохметова К.М.
Принципы разработки системы автоматического управления роботизированного комплекса «Трипод» …… 385

Шведов Г.В., Василенко Е.С.
Виртуализация лабораторной работы по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» ……... 387

Секция 4
Дистанционные технологии в инженерном образовании

Matukhin P.G., Elsgolts S.L., Gracheva O.A., Pevnitskaya E.V.
Microsoft Skydrive as a platform for online multimedia manual for pre-university training of foreign students of engineering department with elements of smart technologies ……... 393

Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Егорова Т.М.
Интеллектуальная дистанционная образовательная среда для инженерного образования …….. 397

Афанасьев А.Н., Куклев В.А., Егорова Т.М.
Опыт реализации компетентностного подхода в сетевом блочно-модульном курсе ... 401

Бадамшина Э.Б., Бамбуркина И.А.
Использование интерактивного метода обучения с применением мультимедийного оборудования при проведении практических занятий по физике …….. 405

Белоусова Л.И., Крыштоф С.Д.
Интернет-технологии как инструмент преподавания естественно-математических дисциплин будущим инженерам …… 407

Виноградова И., Клюкас Р., Тринкунас В.
Вопросы организации дистанционного обучения в университете ……. 409

Газейкина А.И.
Дистанционное обучение будущего инженера языкам и технологиям программирования ……... 413

Горанский А.В., Никитин С.А., Савицкая Т.В., Егоров А.Ф.
Разработка информационно-образовательных ресурсов путем интеграции системы управления обучением Moodle и Flash-технологий ……. 415

Губский Е.Г.
Технология разработки лабораторных работ для системы дистанционного обучения 419

Жохова М.П., Краюшкин В.В., Краюшкин К.В.
Система загрузки и отображения презентаций лекций на мобильных устройствах под управлением ОС Android ……. 421

Иванов М.Н., Попова Е.П.
Использование дистанционных образовательных технологий в Единой информационно-образовательной среде ФГБОУ ВПО «МГИУ» …….. 423

Игнатова И.Г., Соколова Н.Ю.
Реализация обучения с использованием дистанционных образовательных технологий по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» 425

Кирсанов М.Н.
Опыт чтения лекций по механике и математике на youtube.com ……... 427

Мазеин П.Г., Панов С.С.
Использование виртуальных и реальных средств для подготовки машиностроителей … 431

Маслов С.И., Тихонов А.И.
Смешанное и дистанционное обучение в НИУ «МЭИ» …….. 435

Минзов А.С., Мельникова О.И., Григорьев Д.С.
Моделирование угроз экономической безопасности в системах дистанционного обучения ……... 439

Мирошин Д.Г.
Использование средств мультимедиа для дистанционного проведения лабораторного практикума в инженерном образовании ……. 441

Мыцык Г.С., Хлаинг Мин У
Имитационное компьютерное моделирование как средство проектирования и решения изобретательских задач …… 443

Николаева Е.А.
Тенденции развития мобильных технологий в инженерном образовании …… 447

Паршина Г.И.
Разработка автоматизированной системы обучения и контроля знаний сотрудников электротехнических служб ……. 451

Попова Е.П., Солдатов В.Ф., Леготин С.Д.
Реализация дистанционных образовательных технологий при подготовке инженеров в ИДО МГИУ …… 455

Пресс И.А.
О системном подходе к созданию электронных образовательных ресурсов …… 459

Романова Е.В.
Использование Системы относительной оценки уровня знаний при проведении промежуточного контроля знаний студентов ……... 463

Савицкая Т.В., Дементиенко А.В., Никитин С.А., Егоров А.Ф.
Новые возможности объектно-ориентированной среды дистанционного обучения Moodle для инженерной подготовки выпускников вузов ……... 465

Семенов С.В., Лысенко В.Г., Щербакова И.А., Губский Е.Г.
Изучение естественнонаучных и общетехнических дисциплин в оболочке Moodle в московском институте энергобезопасности и энергосбержения …… 469

Сутченков А.А., Тихонов А.И.
Апплеты — платформа оперативной разработки и публикации расчетных приложений и электронных образовательных ресурсов ……. 473

Тихомирова В.Д., Левин М.В., Иванова Т.В.
Применение систем совместного обучения в современном образовательном процессе …… 477

Феоктистов А.В., Ляховец М.В., Гулевич Т.М., Федотов А.А.
Автоматизированный обучающий комплекс на базе Интернет-технологий в вузах и инженерных центрах ……... 481

Фролов А.Б., Винников А.М., Крыгин М.А., Марьин Н.Ю.
Алгебраический процессор для моделирования многосторонних вычислений ……... 485

Хруслов Л.Л., Пузиков В.М., Кулахметов Ф.Х., Киреев С.И.
Интернет мониторинг параметров качества электрической энергии трансформаторной подстанции МЭИ (ТУ) РТП34 для инженерного образования ….. 489

Шаталов Р.Б.
Комплекс программ взаимодействия университетов с общеобразовательными организациями в информационно-аналитической системе научного консультирования индивидуальных проектов одаренных школьников …… 493

Секция 5
Электронные образовательные ресурсы в инженерном образовании

Rodin A.B.
Expanding Horizons electronic English learning resource for power engineering students . 497

Абильмажинов Е.Т., Кайсанова Ж.Ж.
Электронные образовательные ресурсы как эффективное средство для повышения качества образования …….. 499

Артемова Ф.Ш.
Электронные учебные пособия: приемы и методы разработки …….. 501

Батасова В.С.
Электронный учебно-методический комплекс по эконометрике ……... 503

Берёза Е.О., Голятина А.А., Игнатова И.Г., Соколова Н.Ю.
Информационное обеспечение студентов МИЭТ электронными информационными ресурсами реализации обучения …… 507

Бирюкова О.В., Корецкая И.В.
Автоматизация формирования задания и проверки типового расчета в курсе общей физики ……... 509

Богомолова Е.П.
Презентационная лекция по высшей математике …… 511

Бурковская М.А., Богомолова Е.П.
Компьютеризация практических занятий по высшей математике в техническом вузе: актуальные методические акценты …….. 515

Бурковская М.А., Богомолова Е.П., Игнатьева Н.У.
Компьютерное тестирование и традиционный контроль ЗУН будущих инженеров по математике …….. 517

Воробьев Е.М., Никишкин В.А.
Система ВебМатематика в учебном процессе МЭСИ ……. 519

Головина Е.Ю.
Теоретические основы учебно-методического комплекса «Интеллектуальные методы поддержки принятия решений в энергетике» ……. 523

Гончарик Е.В., Пилиневич Л.П.
Восприятие информации при использовании Интернет-технологий студентами технических специальностей БГУИР …… 527

Горшенин А.К.
О принципах разработки электронных средств аттестации учащихся по курсам направления «Программирование» ……... 529

Демидионова Л.Н.
Роль информационных технологий в развитии гуманитарного образования в современном постиндустриальном обществе …….. 531

Жохова М.П., Краюшкин В.В.
Практика применения технологий Интернет в процессе изучения теоретических основ электротехники ……. 533

Казакова И.В.
Электронные образовательные ресурсы в процессе обучения иностранным языкам .. 537

Капустина О.М.
Геометрические интерпретации, компьютерные анимации в преподавании теоретической механики ……. 539

Колчков В.И.
Образовательный консультационно-информационный Интернет-ресурс и печатный учебник — единая образовательно-информационная среда ……... 541

Кровяков Е.А.
Опыт технологии и организации электронного обучения гуманитарным дисциплинам в техническом вузе …….. 545

Кузнецов Э.В., Киселев В.И.
Компьютерные модели в дисциплине «Электротехника и электроника». Программы для моделирования электронных устройств ……. 547

Лапенок М.В.
Комплексная оценка уровня обученности специалистов в области создания и использования электронных образовательных ресурсов на базе сервисов системы дистанционного обучения …….. 549

Максимова О.В., Богомолова Е.П.
Глобальный электронный ресурс и информационно-математические компетенции первокурсников: на что может опереться инженерное образование ……. 551

Маркин А.В.
Электронный образовательный ресурс «Построение запросов и программирование на SQL» ……. 555

Микони С.В., Быков В.П., Гарина М.И.
Информационные технологии, применяемые в подготовке специалистов машиностроительного профиля ……. 557

Ревинская О.Г., Кравченко Н.С.
Актуальность изучения физических моделей на компьютере в курсе общей физики . 559

Сергушичева А.П.
Построение и корректировка траектории обучения в интеллектуальных агентно-ориентированных учебных комплексах …… 563

Слизова С.В.
Macromedia Flash для создания электронных учебников …… 567

Смирнова М.И., Ермишина Н.Д.
Роль техники в современном мире и гуманитарная составляющая в техническом вузе …… 569

Уляшев О.А., Котляров М.А.
Проект «Мобильная библиотека КАИТ 20» ……. 573

Федосеев А.А.
От электронных образовательных ресурсов к смешанному обучению ……. 575

Хорев П.Б.
Электронные образовательные ресурсы по информационной безопасности и защите данных …….. 579

Авторский указатель ……... 583

Научное издание

ТРУДЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
ИНФОРИНО-2014

15—16 апреля 2014 г.
Москва

Корректоры Бородин В.А., Кара Т.И., Соколов С.В., Шведова В.Ю.

Подписано к печати 24.03.14 Формат 60x84/8 Печать офсетная
Печ. л. 75,5 Тираж 225 экз. Заказ

Издательство МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14
Отпечатано в Полиграфическом центре МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 13