Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Материалы
IV Международной научно-практической
интернет-конференции

(г. Пермь, февраль – март 2014 г.)

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2014

УДК 744.0
П78

Представлены материалы IV Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновациии», прошедшей на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета в феврале – марте 2014 г.

Цель проведения конференции – межвузовская интеграция усилий научно-педагогических коллективов кафедр геометро-графических дисциплин, представителей родственных и специализированных кафедр, проектных и производственных организаций, отдельных преподавателей высшей школы, заинтересованных в создании инновационных механизмов взаимодействия для повышения качества геометро-графической подготовки студентов технических вузов.

Редакционная коллегия:
доктор техн. наук, профессор *И.Д. Столбова*;
канд. техн. наук, профессор *Е.П. Александрова*;
доцент *А.Б. Шахова*

ISBN 978-5-398-01298-9 © ПНИПУ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Решение конференции 7

ПОРТРЕТЫ 13

Головнин А.А.
Мой первый учитель по начертательной геометрии
Александр Давидович Посвянский 13

Горнов А.О.
Коллега 20

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ 24

Тихонов-Бугров Д.Е.
О некоторых проблемах графической подготовки
в технических вузах (взгляд из Санкт-Петербурга) 24

Сальков Н.А.
Проблемы современного геометрического образования 38

Волошинов Д.В.
О перспективах развития геометрии и ее инструментария 47

Лепаров М.Н., Попов М.Х.
Состояние и тенденции геометро-графической подготовки
как компонент инженерного образования в Болгарии 61

Абрамчук В.Е.
Применение современных методов проектирования
в ОАО «Авиадвигатель» 77

Столбова И.Д., Шахова А.Б.
Графическая подготовка и современное состояние стандартов
Единой системы конструкторской документации 85

Ротков С.И.
Проблемы консолидации деятельности кафедр геометрии и графики 95

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ 104

Абросимов С.Н.
О геометрическом обеспечении компьютерной графики MCAD 104

Александрова Е.П., Носов К.Г., Столбова И.Д.
Инновационные подходы при обучении геометрическому
моделированию 109

Александрова Е.П., Крайнова М.Н., Столбова И.Д.
Унификация рабочих программ графической подготовки студентов 120

Асекритова С.В.
Сотрудничество РГАТУ имени П.А.Соловьёва и предприятий г. Рыбинска в сфере обучения 3D-моделированию специалистов машиностроительной отрасли 128

Астахова Т.А., Вольхин К.А.
Проблемы графической подготовки студентов технического университета 134

Басов А.В.
О пользе знания принципов пространственной геометрии в области соблюдения ПДД 140

Болбат О.Б., Петухова А.В.
О системе непрерывной графической подготовки 147

Варушкин В.П.
Использование САПР для курсового проектирования 152

Волков В.Я., Кайгородцева Н.В., Панчук К.Л.
О возможном направлении развития кафедр геометро-графической подготовки 161

Гирш А.Г.
Мнимости в геометрии 166

Гирш А.Г.
Переопределение поверхностей 175

Головнин А.А.
Определение вида с учетом виртуальной реальности 180

Головнин А.А.
Три подхода, три методики преподавания при обосновании получения изображений методом проецирования 186

Горнов А.О.
Иллюстрация метрических характеристик ортогональных проекций базиса *X, Y, Z* и их кодирование 193

Горнов А.О., Логинова Е.М.
Пример междисциплинарной интеграции курса инженерной графики 199

Горнов А.О., Шацилло Л.А.
Геометро-графическая составляющая естественной фрактальной структуры инженерной подготовки 204

Горнов А.О., Захарова Л.В., Усанова Е.В., Шацилло Л.А.
Базовая инженерная геометро-графическая подготовка на основе 3D-моделирования (содержательная часть). Часть 1 213

Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А.
Базовая инженерная геометро-графическая подготовка на основе 3D-моделирования (к инструментально-технологической части программы). Часть 2 223

Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А.
Инженерная подготовка в технических университетах Европы и США (сопоставление с естественной фрактальной структурой подготовки) 230

Грошева Т.В., Кочурова Л.В., Турицына И.А.
Дистанционное обучение как способ организации самостоятельной работы 237

Дударь Е.С., Паркачева О.В.
Нормативная документация для строителей в курсе инженерной графики 245

Дюмин В.А., Тихонов-Бугров Д.Е.
О пользе преобразования координат при проектировании и обучении 251

Князева Е.В.
К вопросу о графической подготовке в системе непрерывного образования «школа – вуз» 256

Князьков В.В.
Алгоритм моделирования гребного винта в среде SolidWorks с использованием фотографии 270

Крайнова М.Н., Акулов П.В.,
О формировании профессиональной компетентности будущего инженера 279

Лызлов А.Н.
Линейные объекты многомерного пространства 284

Лызлов А.Н., Глазунов К.О.
Начертательная геометрия пространства-времени 292

Мокрецова Л.О., Головкина В.Б., Бычкова И.В.
Модульный принцип графической подготовки в вузах 298

Ротков С.И., Мошкова Т.В.
Применение информационных технологий при организации учебного процесса по геометро-графическим дисциплинам 303

Рукавишников В.А., Усанова Е.В., Халуева В.В.
Компетентностный подход к формированию геометромодельной подготовки специалистов: базис и надстройка 309

Рукавишников В.А., Халуева В.В.
Проблемы современного этапа развития визуально-образного моделирования 317

Сальков Н.А.
Начертательная геометрия для бакалавров 324

Семенов В.А.
Об одном направлении формирования банка заданий для использования проектов при обучении графическим дисциплинам 333

Токарев В.А., Андрюшенко А.В.
Внутривузовский конкурс по компьютерной графике как способ стимулирования самостоятельного изучения САПР студентами 339

Токарев В.А., Шевелев Ю.П.
Создание на основе фотографий электронных графических моделей объектов со сложной текстурой 344

Халуева В.В., Хамитова Д.В.
Разработка электронных курсов графических дисциплин на основе системы дистанционного обучения Moodle 352

Харах М.М., Козлова И.А., Славин Б.М.
Конструирование сборочного чертежа изделия методом 3D-моделирования как завершающий этап изучения инженерной компьютерной графики 356

Хейфец А.Л., Васильева В.Н.
Параметризация как метод построения сфер Данделена для произвольных квадрик вращения 363

Шелякина Г.Г., Ширяев А.А.
Графическое образование студентов высшей школы 372

Ярошевич О.В., Зеленовская Н.В.
Резервы совершенствования геметро-графической подготовки современного инженера 378

Мельник О.П., Скорюкова Я.Г., Буда А.Г.
Нулевой контроль как составная часть методики обучения геометро-графическим дисциплинам 388

Князева Е.В.
Организация самостоятельной работы студентов-дизайнеров 396

Королева С.В.
Технические основы в дизайн-проектировании интерьеров лабораторий Инновационно-технологического центра Тульского государственного университета 404

РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ

В феврале – марте 2014 года на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета состоялась ***IV Международная научно-практическая интернет-конференция «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации».*** Организаторы конференции – Пермский национальный исследовательский политехнический университет, кафедра «Дизайн, графика и начертательная геометрия» при участии председателя научно-методического совета по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике. Конференция продолжила традицию плодотворного проведения интернет-конференций по проблемам качества геометро-графической подготовки, состоявшихся в 2010, 2011, 2012 гг.

Со времени проведения III интернет-конференции в 2012 г. в России продолжились процессы, определенные задачами перехода к новым стандартам ФГОС ВПО и двухуровневой системе высшего образования. Этот период сопровождался атмосферой поиска и утверждения новых инновационных подходов, связанных с информатизацией образования, и одновременно тревогой за возможность утери лучшего в традициях отечественной высшей школы. Сохранилась острота проблемы обеспечения отечественной промышленности квалифицированными инженерно-техническими кадрами. Не удалось в полной мере наладить процесс «омоложения» преподавательского корпуса и ускорить темпы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Тем не менее за это время активизировалось взаимодействие вузов и предприятий в области инженерно-технической кооперации, ускорилось обновление материально-технической базы вузов.

Цель нынешней конференции традиционна – способствовать интеграции усилий научно-педагогических коллективов кафедр графических дисциплин, представителей родственных и специализированных кафедр, проектных и производственных организаций, отдельных преподавателей высшей школы, заинтересованных в создании инновационных механизмов взаимодействия с целью повышения качества инженерного образования и геометро-графической подготовки в России, в частности путем обсуждения новых идей и результатов апробации инновационных практических разработок.

Общее число участников конференции составило 125 человек из 20 регионов России, Белоруссии, Украины, Болгарии, Германии. Представители 33 вузов России и зарубежья приняли участие в конференции, в том числе: Астраханского государственного технического университета, Балтийского государственного технического университета «Военмех», Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, Белорусского государственного аграрного технического университета, Белорусского национального технического университета, Винницкого национального технического университета, Волгоградского государственного аграрного университета, Донского государственного технического университета, Казанского государственного архитектурно-строительного университета, Казанского государственного энергетического университета, Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева, Кассельского университета, Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Московского государственного академического художественного института им. В.И. Сурикова, Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова, Национального исследовательского университета «МЭИ», Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин), Новосибирского государственного технического университета, Омского государственного технического университета, Пермского национального исследовательского политехнического университета, Рыбинского государственного авиационного технологического университета им. П.А. Соловьева, Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, Сибирского государственного аэрокосмического университета, Сибирского государственного университета путей сообщений, Сибирского федерального университета, Софийского технического университета, Тверского государственного технического университета, Тульского государственного университета, Уральского государственного университета путей сообщения, Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Южно-уральского госу-

дарственного университета, Уральского филиала Российской академии живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова.

Работа конференции проходила ***по следующим направлениям:***

- Проблемы реализации геометро-графической подготовки студентов и инновационные образовательные технологии обучения графическим дисциплинам.
- Оценка качества графической подготовки и современные средства контроля результатов обучения в условиях ФГОС ВПО.
- Проблемы и перспективы развития современного дизайна.

В рамках конференции были ***проведены круглые столы***, посвященные анализу текущих условий реализации геометро-графической подготовки студентов и принятию проекта решения конференции.

Традиционно работа интернет-конференции проходила в сессионном режиме на сайте http://dgng.pstu.ru/conf2014/. За период работы на сайте конференции было размещено 85 докладов и выступлений на круглых столах, а также организовано их широкое обсуждение. В ходе общих дискуссий поступило более 390 комментариев, вопросов и сообщений участников конференции. Проведено традиционное обсуждение и интернет-голосование по совместному принятию проекта решения конференции. С удовлетворением можно отметить высокий этический уровень общения участников конференции при обмене мнениями.

Анализ материалов докладов конференции, мнения и комментарии к ним, дискуссионные позитивные и критические оценки определяют следующее общее мнение участников:

- Можно констатировать, что материалы прошедших ранее интернет-конференций, находящиеся в открытом доступе, активно используются и позитивно влияют на работу кафедр и вузов, занимающихся геометро-графической подготовкой.
- Постоянными и активными участниками конференции становятся наши зарубежные коллеги, внося много нового и полезного в процесс обсуждения на конференции. Особо участники отмечают и благодарят болгарского коллегу профессора Софийского технического университета М.Н. Лепарова.
- Многообразие и острота вопросов, обсуждаемых на конференции, являются признаком неослабевающего беспокойства и ответственности участников не только за судьбу геометро-графической составляющей отечественного инженерного образования, но и инженерной подготовки в целом.

♦ Материалы докладов настоящей конференции стали питательной средой для научно-методического журнала «Геометрия и графика», решающего важные задачи профессионального сообщества.

♦ В условиях кадрового кризиса, характерного не только для России, но и для стран, представленных на конференции, а также на фоне назревших проблем модернизации геометро-графической подготовки в соответствии с мировыми тенденциями инженерной подготовки участники отмечают пассивную позицию Научно-методического совета по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике.

♦ На фоне неудовлетворительного состояния в области подготовки кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук) в сфере инженерной геометрии и компьютерной графики необходима консолидация членов геометро-графического сообщества, сближение точек зрения на роль различных технологий геометро-графической подготовки ради сохранения ее целостности и выработки наступательной аргументированной позиции в вопросах модернизации геометро-графической подготовки для сохранения ее как специфической части инженерной подготовки.

♦ Важным аспектом развития геометро-графической подготовки в вузе является качественная базовая подготовка абитуриентов, что требует введения в программу обучения в школе предмета «Основы геометро-графической культуры».

♦ Геометро-графическая подготовка в вузе должна строиться на основе системного подхода к формированию ее структуры и содержания. При этом методолого-теоретической основой остаются положения теории построения проекционных изображений в их органической связи с математическими численно-аналитическими процедурами, лежащими в основе CAD-систем современных САПР.

♦ В связи с обновлением ГОСТов и введением новых, связанных с электронным документированием, все более остро стоит вопрос о недостаточном уровне их проработки, слабой согласованности друг с другом и ранее введенными стандартами. Это ситуация иногда входит в противоречие с основными положениями инженерной графики и требует принятия соответствующих мер по их корректировке.

♦ Представляют интерес различные теоретические и практические аспекты преподавания дизайна на кафедрах инженерной графики и в рамках инженерной подготовки в целом. Это один из возможных

факторов естественной междисциплинарной интеграции графических дисциплин и стабилизации положения самих кафедр.

♦ Отмечены интересные разработки в области технологий обучения, методик и структурирования инженерной и геометро-графической подготовки на кафедрах графической подготовки Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева, Национального исследовательского университета «МЭИ», Пермского национального исследовательского политехнического университета, а также ориентированность на применение проектного подхода в базовой геометро-графической подготовке Казанского государственного энергетического университета, Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева и Балтийского государственного технического университета «Военмех».

В ходе подведения итогов конференции признано, что для сохранения базовых и инвариантных элементов подготовки и ее дальнейшего развития в условиях всесторонней информатизации различных сторон инженерного образования необходимо:

1. Сохранить как минимум формат данной международной научно-практической интернет-конференции и ее веб-платформы, являющейся эффективным инструментом взаимодействия и интеграции интеллектуальных усилий, в первую очередь преподавателей кафедр геометро-графических дисциплин и родственных им, находящихся в разных регионах России, ее ближнего и дальнего зарубежья.

2. Просить руководство Пермского национального исследовательского политехнического университета и кафедры дизайна графики и начертательной геометрии рассмотреть возможность и формы развития платформы конференции до формата постоянно действующего профессионального форума.

3. В очередной раз признать актуальным организацию постоянной комиссии по согласованию понятийных и терминологических противоречий в рамках геометро-графической подготовки, вызванных главным образом усилением роли компьютерных технологий в инженерной практике и проектно-конструкторской деятельности в частности.

4. Провести специальные исследования и анализ психолого-эргономических аспектов широкого применения новых информационных технологий, особенностей ментальности молодого поколения и аспек-

тов психологического комфорта преподавателей и студентов в условиях новых форм учебного процесса.

5. Рассмотреть целесообразность организации в рамках конференции секции теоретических и прикладных аспектов геометрии и графики.

6. Для формирования базового интегрированного курса, элементы которого отражены в докладах конференции и имеются в практике и методике ряда кафедр, продолжить активный поиск гармоничного сочетания фундаментальных положений и методов традиционной геометрии и графики, а также компьютерных технологий трехмерного геометрического моделирования.

7. Для популяризации материалов конференции просить Пермский национальный исследовательский политехнический университет издать электронный сборник трудов конференции.

8. Признать работу конференции эффективной и успешной, благодарить администрацию Пермского национального исследовательского политехнического университета, руководство и коллектив кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия» (завкафедрой проф. И.Д. Столбова). При этом особо следует отметить, что конференция становится одним из главных рупоров и факторов консолидации в жизни нашего профессионального сообщества в России. Благодарить всех членов оргкомитета за большую работу по организации конференции.

ПОРТРЕТЫ

Мой первый учитель по начертательной геометрии Александр Давидович Посвянский

В июне 2009 г. на кафедру инженерной графики Тверского технического университета пришла вдова Александра Давидовича Посвянского (вторая жена) и два сына, старший сын – его первой жены, как сам Александр Давидович указывал в личном листке, и младший, с просьбой отметить 100-летие Александра Давидовича в стенах его бывшей кафедры и пригласили принять участие в юбилейном мероприятии всю кафедру. Доклад о профессиональной деятельности Александра Давидовича было поручено сделать мне, как единственному на кафедре его бывшему студенту. Двое преподавателей кафедры начинали свою преподавательскую деятельность под его руководством и работали рядом с ним, но учился у него я один.

Это позволило мне почти наизусть выучить трудовую биографию Александра Давидовича, а также освежить в памяти светлые воспоминания о моем учителе. При этом мне не пришлось напрягаться, чтобы вспомнить. Наоборот, я попробовал вспомнить, кто же учил меня еще одновременно с Посвянским. Вроде вспомнил всех, первый семестр первого курса, но воспоминания об Александре Давидовиче оказались самыми яркими.

О том, что я учусь у самого Посвянского, я узнал вскоре после начала занятий в 1969 г. на первом курсе Калининского политехнического

института. Мой старший двоюродный брат, окончивший в том же году Тульский политехнический институт и начавший работать по распределению в Подлипках в фирме Королева, приехал к родителям в Калинин. При встрече он расспросил меня о первых впечатлениях от учебы в вузе и как что-то очень важное сказал мне, что в моем институте работает Посвянский, автор учебника по начертательной геометрии, по которому учится почти вся страна и в частности учился он в Туле. А лекции и практические занятия по начертательной геометрии в моей группе, единственной на потоке, вел как раз А.Д. Посвянский. Я уже сравнивая его с другими преподавателями увидел, что это уникальный человек, яркая и интересная личность, а после того как узнал о его учебнике, стал с еще большим вниманием относиться и к предмету, и к преподавателю. Еще бы, мой старший брат учился по его учебнику, а теперь космические корабли в космос запускает.

Практические занятия запомнились хорошо. Запомнилось, как он непрерывно ходил по классу и следил за работой каждого. Постоянно поднимал кого-нибудь для подсказок работающему у доски. Он быстро выявил тех, кто пытался «отбывать время» в аудитории и проявлял к ним повышенное внимание, заставляя работать. Запомнилось, как во второй половине семестра он на повышенных тонах довел до нашего сведения, что мы все ничего не знаем, экзамен нам не сдать. Я тогда принял это и на свой счет, поделился этим с братом в его очередной приезд, но тот успокоил, что это, скорее всего, педагогический прием.

Лекции Посвянский читал легко и четко, чертежи непринужденно строил с помощью линейки и циркуля цветными мелками. Конспекта в его руках не помню, и коллеги вспоминают, что ими он не пользовался. Дисциплина на всех его занятиях соблюдалась строго.

Запомнился рассказ Александра Давидовича на лекции о том, как появилось название метода конкурирующих линий. На экзамене студент, которому достался вопрос о методе секущих плоскостей, вместо того, чтобы сказать «берем проецирующую плоскость», сказал, что проводим прямую. Здесь надо сказать, что Александр Давидович требовал, чтобы объяснение теории не сводилось к проведению линий. Он поправил студента – не прямую, а плоскость. Вскоре студент опять вместо «плоскость» сказал «прямая». Посвянский опять поправил его, а в третий раз уже хотел поставить ему двойку, но вдруг его осенило, что секущая плоскость – лишнее звено в цепи доказательств, и нужно брать конкурирующие прямые. История не сохранила ни имени «соав-

тора» новой трактовки метода нахождения линий пересечения, ни то, какую оценку он получил, наверное, все же не двойку.

Тянуть экзаменационный билет Александр Давидович не давал, считая это предрассудком, выдавал билет сам. Оценки на экзамене ставил справедливо и точно. Были, но немного, двойки, много троек. Понятно, что сегодняшние тройки не ровня тем. Были три, возможно, четыре пятерки на весь поток (пять групп), в том числе у меня. Это при том, что четверок у меня в дипломе было много (диплом не красный). Как раз, когда я учился у Александра Давидовича, вышло очередное издание его учебника (учебник был издан в 1961 и переиздавался в 1965, 1970 и 1974 г.). Он объявил об этом на лекции и сказал, что тот, кто получит на экзамене пятерку, может купить этот учебник и принести ему, и он поставит автограф. Я купил, получил пятерку, но так и не осмелился подойти к Александру Давидовичу. Думал, что он не поверит, если я скажу ему, что получил у него пятерку. Уже много позже, в конце 80-х, незадолго до его смерти, Александр Давидович остановил меня на улице. (Он жил в институтском доме рядом с учебным корпусом, а моя дорога домой проходила мимо этого дома, и я часто встречал его на улице, здоровался, но мы никогда не разговаривали.) Он выглядел тогда сильно состарившимся и больным, и мне казалось, что он не узнает меня, ведь я общался с ним только в 69 году, до 92 работал на другой кафедре. Но он расспросил меня о жизни, сказал, что помнит, что я его студент, причем хороший. Тогда я пожалел, что, будучи студентом, не подошел к нему за автографом.

В нашей группе были студенты, пришедшие из академического отпуска, которые раньше учились у Посвянского, и рассказывали о нем много легенд и анекдотов, переходящих с курса на курс. Насколько помню, всего трое моих преподавателя удостаивались студенческих рассказов о них, но не в такой мере, как Посвянский.

В частности, рассказывали о том, что Посвянский назвал свою собаку Гордоном (о том, что у Посвянского есть собака, я нигде кроме этого анекдота не слышал).

Говорили, что если на экзамене отвечать на вопрос по книге Гордона, а не по Посвянскому, то сразу получишь двойку. Такой вариант очень трудно было представить, так как библиотека была обеспечена учебниками Посвянского и каждый студент имел его. Очень сомнительно, что кому-то захотелось бы искать для изучения учебник Гордона. Еще сомнительнее, что за правильный ответ у Посвянского можно было

получить двойку. Скорее всего, он требовал от всех преподавателей перехода на новую методику преподавания, а для этого надо было преподавать по учебнику Посвянского, а не по привычному – Гордона. Наверное, это требование как-то дошло до студентов и было облачено в понятную им форму.

Говорили, что его отчество не Давыдович, а Давидович, и если назовешь его неправильно, он может обидеться. На самом деле о том, что он действительно Давидович, я убедился, только знакомясь с личным делом. И то «Давидович» написано только в копиях дипломов и аттестатов. В бумагах, записанных его рукой, – Давыдович.

Если принести чертеж на проверку свернутым в трубочку и в таком виде передать его Посвянскому, то он, не разворачивая, посмотрит в трубочку и сразу назовет ошибки в чертеже и отправит их исправлять. Причем замечания будут правильные.

Для того чтобы сразу и окончательно приучить студента правильно выбирать масштаб и вообще компоновать чертеж, Александр Давидович объявил, что если его ладонь поместится на чистом месте чертежа, то он обведет ее контуром. Это я сам слышал и помню. Тот, у кого на чертеже появлялся такой след руки Посвянского с широко растопыренными пальцами, потом с гордостью показывал его остальным. Было убедительно, и после этого все старались скомпановать чертежи правильно.

Говорили, что если на экзамене сказать Посвянскому, что у тебя есть японская леска, то можно не отвечать билет, тройка гарантирована. Посвянский действительно был заядлый рыбак, но я ни разу от него не слышал ни о рыбалке, ни о леске. Слышал однажды от очевидцев, что для него рыбалка – это действо, где только он, водоем и удочка. Возможно, это у него осталось с Дальнего Востока, где была настоящая рыбалка на реках, полных рыбы.

Свежие подобные анекдоты можно было слышать чуть ли не каждую неделю перед занятиями и в перерывах занятий по начертательной геометрии.

В среде коллег анекдоты были еще интереснее. Лет десять-пятнадцать назад слышал от работавшего долгое время с ним ветерана кафедры легенду, что якобы у Посвянского не было пространственного представления (которое мы пытаемся развивать у студентов). Так вот, чтобы не запутаться на занятиях, он в конспективной форме записал для личного пользования основные алгоритмы по всем темам начертатель-

ной геометрии. А когда их набралось в объеме, достаточном для книжки, издал их в виде учебника. Этот анекдот, также как и студенческие, на мой взгляд, свидетельствуют о том большом внимании, которое привлекала к себе яркая личность Александра Давидовича.

Этот же преподаватель, долгое время работавший рядом с Посвянским, рассказывал мне, что автором учебника Посвянский стал по назначению Четверухина, который, осознав необходимость перемен в методике преподавания, распределил работу по методическому обеспечению этих перемен между своими лучшими учениками. Этот выбор, наверное, не был случайным, и на это назначение Посвянского автором будущего учебника у Четверухина, скорее всего, были основания.

Приведу здесь факты биографии Александра Давидовича. А.Д. Посвянский родился в 1909 г. в г. Варшаве в семье служащего. В 1916 г. (шла Первая мировая война) семья эвакуировалась в Москву. В 1926 г. окончил среднюю школу в Москве.

В 1930 г. в 20-летнем возрасте начал свою педагогическую деятельность преподавателем математики на рабфаке НКВД и в техникуме. В 1938 г. перешел на работу во Всесоюзную авиационную промышленную академию в качестве ассистента по математике, а затем начертательной геометрии и инженерного черчения.

А.Д. Посвянский получил математическое и инженерное образование. В 1936 г. поступил экстерном на физико-математический факультет Московского педагогического института, который окончил в 1939 г. В 1941 г. экстерном поступил на 3-й курс самолетостроительного факультета по специальности «Самолетостроение» Московского авиационного института им. Серго Орджоникидзе, который окончил в 1944 г. Здесь надо заметить, что мне известно о наличии математического и инженерного образования у двух начертальщиков – А.Д. Посвянского и Р.М. Сидорука (это не значит, что других таких нет, просто я не знаю). И тот, и другой оставили заметный след в совершенствовании геомтеро-графической подготовки в вузе.

В 1943 г. А.Д. Посвянский был направлен на работу в качестве инженера в Летно-исследовательский институт (г. Москва и г. Алма-Ата). А.Д. Посвянский имел военное звание капитана. В феврале 1945 г. поступил в аспирантуру на кафедру начертательной геометрии и графики МАИ. В 1949 г. защитил диссертацию на тему «Векторно-моторные методы в начертательной геометрии и их технические приложения». В том же 1949 г. приказом министра высшего образования был назначен заве-

дующим кафедрой начертательной геометрии и графики в Дальневосточном политехническом институте, где работал в этой должности в течение восьми лет. Во время работы на Дальнем Востоке руководил созданным им общекраевым научно-методическим семинаром по вопросам начертательной геометрии и графики. В 1952 г. был утвержден в ученом звании доцента по кафедре начертательной геометрии.

В 1957 г., после того как на руководимой им кафедре выросли три доцента, по приказу Министерства высшего образования был переведен на работу во вновь образованный в 1955 г. Рыбинский авиационно-технологический институт в качестве завкафедрой начертательной геометрии и графики.

Через четыре года, в 1961 г. по конкурсу перешел на работу доцентом в Калининский торфяной институт, переведенный в 1959 г. из Москвы, с декабря 1962 г. – завкафедрой графики и начертательной геометрии.

После перехода А.Д. Посвянского на работу в Калининский торфяной институт на руководимой им кафедре проделана большая работа по переходу на преподавание начертательной геометрии по новой методике. В Калининский торфяной институт приезжают представители кафедр начертательной геометрии и графики из других городов для прохождения здесь стажировки по новой методике. Также А.Д. Посвянский часто выезжает по приглашениям различных вузов в другие города, где оказывает помощь в переходе на новый метод преподавания. В 1962 г. А.Д. Посвянский проводит семинар для преподавателей начертательной геометрии и графики вузов Сибири и Дальнего Востока, состоявшийся при Новосибирском инженерно-строительном институте им В.В. Куйбышева, в 1966 г. – в Челябинском политехническом институте.

В январе 1977 г. А.Д. Посвянскому присвоено ученое звание профессора по кафедре начертательной геометрии и черчения. (До этого в 1964 г. ВАК отклонил ходатайство о присвоении ученого звания профессора.) Интересны сохранившиеся в личном деле протоколы счетных комиссий при голосовании на выборах на должность. Голосование на должность доцента в 61 г.: за – 16, против – 10, недействительных – 4; на должность завкафедрой в 62 г.: за – 24, против – 6, недействительных – 1; в 65 г.: за – 32, против – 6. Голосование по представлению к званию профессора в 1964 г.: за – 25, против – 13.

Вызвано такое распределение голосов личными качествами Посвянского или некоторых членов совета или такие результаты голосова-

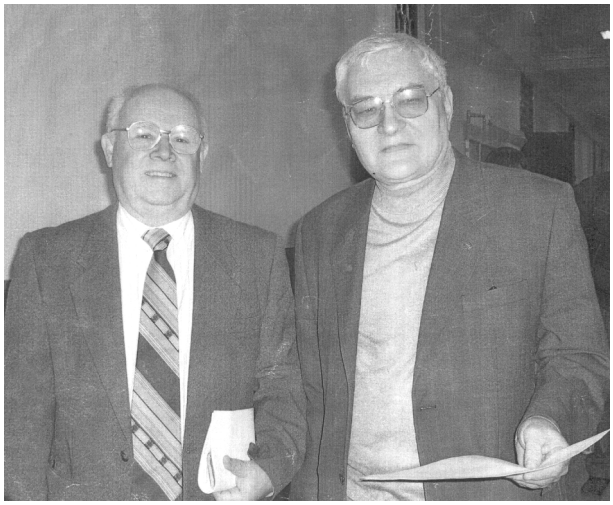
ния были нормой того времени, теперь судить трудно. Слишком много времени прошло. Можно только высказать личное мнение, что вклад А.Д. Посвянского в формирование лица вуза остается недооцененным и по сей день. Что же касается возможного влияния его личных качеств на такое голосование, то, по воспоминаниям ветеранов, взгляды которых по другим вопросам я тоже разделял, Посвянского отличали прямота высказываний и независимость суждений (будучи студентом, я ничего этого не знал и не чувствовал, а видел перед собой просто профессионала своего дела).

В 1978 г. А.Д. Посвянский обратился с просьбой освободить его от занимаемой должности завкафедрой начертательной геометрии и черчения и перевести на должность профессора-консультанта кафедры инженерной графики. С 13 октября 1985 г. на пенсии.

Посвянским написано и опубликовано более 30 научных и научно-методических работ общим объемом свыше 60 печатных листов. Будучи учеником крупнейшего ученого геометра и педагога, действительного члена Академии педагогических наук Н.Ф. Четверухина, активно участвовал в создании, пропаганде и внедрении в практику преподавания новых методических принципов в курсе начертательной геометрии, которых придерживалась эта школа. Написанные им и принятые во многих вузах учебник «Краткий курс начертательной геометрии», а также учебное пособие «Сборник задач по начертательной геометрии» (в соавторстве с Н.Н. Рыжовым), имеющие гриф Министерства высшего образования соответственно учебного пособия и учебника для втузов, способствовали внедрению этих принципов в практику преподавания в вузах.

Таким остался в моей памяти педагог-новатор, ученый, активный пропагандист новых знаний, организатор трех научно-педагогических коллективов кафедр инженерной графики трех вузов – Александр Давидович Посвянский. Яркая личность, любимый учитель многих поколений его учеников.

А.А. Головнин,
Тверской государственный технический университет



Коллега

Нечасто можно прочитать о здравствующих коллегах, которые не работали большими руководителями, не имеют высоких званий и наград за свою профессиональную деятельность, но являются профессионалами в полном смысле этого слова. Именно о таком профессионале, преподавателе инженерной графики я и расскажу. Он очень интересный человек – Аркадий Юрьевич Губарев. Правда, мы уже не работаем вместе. Сейчас он нормоконтролер в известном КБ космической радиотехники – ОКБ МЭИ. Потому-то и приходится говорить о его работе на кафедре инженерной графики в прошедшем времени…

Понимать и чувствовать «железки» Аркадий Юрьевич начинал в древнем и красивом русском городе Коломне, которому уже более 800 лет. Все знают, что с этим городом связано славное имя Коломенского тепловозостроительного завода (КТЗ), где его отец был одним из заместителей главного конструктора. Завод шефствовал над школой, и школьники часто посещали его цеха, впитывая особую атмосферу большого производства. Позднее, в старших классах черчение вел штатный конструктор заводского КБ, укрепляя у учащихся любовь к технике.

На военной службе Аркадий Юрьевич был старшим оператором радиолокационной станции дальнего обнаружения. Когда вернулся из армии, на семейном совете решили, что надо поступать в открывшийся в Коломне вечерний машиностроительный институт, который он окончил, работая испытателем в тепловозном ВНИИ. Потом работал, будучи уже старшим инженером, на КТЗ в исследовательской лаборатории дизельной топливной аппаратуры. И в этот период Аркадий Юрьевич соприкоснулся с работой в высшей школе. Его привлекли к рецензирова-

нию работ студентов в вечернем институте, а затем пригласили ассистентом на кафедру инженерной графики. Когда открылось Коломенское высшее артиллерийское училище, он, уже достаточно опытный, по конкурсу занял должность старшего преподавателя и проработал там четыре года.

Изменения в семейном положении привели его в Москву. Из вузов, где можно было бы продолжить работу преподавателем инженерной графики, выбрал МЭИ. Проблем адаптации в новом коллективе у него не было – ни в человеческом, ни в профессиональном отношении. Он очень коммуникабельный и доброжелательный человек. Довольно быстро стал одной из вершин «треугольника кафедры». Год преподавал, будучи в командировке, в Кабульском автомеханическом техникуме, в условиях, за работу в которых получил удостоверение ветерана боевых действий.

Когда я приступил к заведыванию кафедрой, с которой, в принципе, был знаком (она тогда была в составе того же факультета, что и моя первая), стало понятно – этого знакомства мало. И лучшего помощника – заместителя по общим вопросам, чем Аркадия Юрьевича, трудно было найти. Кроме того, он виртуозно делал всякие планы и отчеты об учебной нагрузке кафедры. Он всегда сначала думал о деле и коллегах, а потом о себе. Когда у нас появилась возможность обеспечить престижный должностной рост ряду преподавателей кафедры, он обратил внимание на более молодых коллег, которые росли у него на глазах. Если решение принималось вместе, особенно в кадровых вопросах, но оказалось неудачным, он никогда не «кивал на начальника», как иногда бывает.

Привычка все посмотреть и потрогать своими руками заставила нас облазить еще в недостроенном корпусе запроектированные ГИПРОВУЗом помещения для кафедры. Поняли – будет тесно и мало воздуха, меньше естественного освещения, студентам далеко от основных корпусов, будут опаздывать на занятия. И совершили с администрацией университета стратегический обмен на капитальный ремонт с перепланеровкой помещений – и не прогадали. А когда этот ремонт начался, Аркадий Юрьевич был одним из лучших помощников, а поработать пришлось не только головой, как при любом ремонте. Не знаю, кто как, а я очень люблю у коллег качество, как говорят, «заводиться» на какое-нибудь интересное дело или идею, забывать все ради этого, увлеченно занимаясь им, пока не будет результата.

Аркадий Юрьевич умел относиться к студентам как к младшим коллегам, всегда как бы обсуждая с ними решение очередной проблемы. Очень любил оперировать примерами из разных областей техники и окружающей действительности. У него в загашнике на специальных полочках за шкафом на кафедре хранились и постоянно обновлялась коллекция

различных деталей и штуковин для иллюстрации геометрических форм и их сочетаний. Они были из разных материалов и изготовлены поразному. Аркадий Юрьевич всегда находил время, чтобы попутно познакомить студентов с главными особенностями этих материалов и технологий. И появление каждого нового экспоната сопровождалось всесторонним обсуждением его функционального назначения в прошлом и прикладного значения в будущем для иллюстративных целей. С ним всегда было интересно обсуждать удачные и неудачные конструктивные решения для устройств, чертежи которых используются в учебном процессе. У него вообще очень зоркий взгляд редактора. Во многом благодаря ему методические материалы на кафедре постоянно редактировались.

В последние годы мы много говорили о том, что новые условия наряду с внедрением новых информационных технологий требуют большего осмысления, обобщения и методического «сжатия» прошлого опыта в дисциплине. В этом контексте Аркадий Юрьевич предложил, например, методически красивый и обобщающий все частные случаи подход к построению сопряжений плоских кривых дугами окружностей. Так же, с общих методических позиций, нам удалось обосновать и выделить геометрический подход к простановке размеров [1–3].

Отличает Аркадия Юрьевича и еще одно редкое качество. Он с упоением может изучать новые редакции ГОСТов, сразу замечая их нюансы и особенности, тут же обращает на них внимание коллег. Это его качество, которое я очень люблю в людях, – желание проникнуть в суть вещей и никогда не считать, что что-то, особенно в методическом отношении, закончено и совершенно. На занятиях он всегда пробовал новые варианты подачи учебного материала. С ним всегда с интересом можно обсуждать любые новые идеи и предложения. Если он с чем-то не согласен, то говорит: «Послушай, а если так…», излагая, может быть, противоположный вариант, и редко говорит: «Вы не правы». Так говорит он тогда, когда собеседник не хочет слушать и думать. В такой ситуации он может быть настойчив и тверд.

Постепенно, несмотря на уважение, ему со своим опытом и знаниями стало тесно на кафедре, и он принял предложение ОКБ МЭИ перейти в отдел нормоконтроля, где, как и во многих местах, не хватает опытных кадров. Разработчики быстро почувствовали высокий класс «на таможне». Сначала пытались проскочить, ссылаясь на то, что «всегда так делали». А потом поняли, что если Аркадий Юрьевич настаивает, то тщательно аргументируя, руководствуясь интересами дела и хорошим знанием нормативной документации. Мне было интересно по-

бывать у него в КБ. Он быстро снискал уважение и на этом месте работы, поэтому тут же договорился о нашей встрече с главным конструктором. Они вместе показали мне свое хозяйство и рассказали о чем можно, про работу КБ в современных условиях в порядке моей экспресс-стажировки. Интересно, что с рабочего места Аркадия Юрьевича видны окна кафедры, где он проработал почти сорок лет.

Иногда мы созваниваемся и вместе идем с работы. Он всегда спрашивает о делах на кафедре, рассказывает, какие интересные ситуации бывают в общении с разработчиками конструкторской документации. Как-то я спросил, откуда он достаточно хорошо знает изобразительное и музыкальное искусство. Он задумался (разговор был через день после его возвращения из поездки с женой в Париж, где они побывали в Лувре), потом через минуту объяснил это так. Наверное, это из детства. Отец часто возил целые компании в лес под Рязань, в есенинские места, а природа так наполняет впечатлениями, нужно только внимательно смотреть и слушать. От себя добавлю, что, наверное, повлияла и красота коломенской архитектуры.

…Студенты очень хорошо чувствуют, что у преподавателя настоящее, глубокое, а что заученное и не до конца понятое им самим. А инженерная графика жизненна и предметна и заменить таких преподавателей, как Аркадий Юрьевич, знающих и чувствующих технику, очень трудно, особенно сейчас. Это у них должно быть из детства…

Список литературы

1. Губарев А.Ю., Кашкаров Д.С. Единый алгоритм построения сопряжений дугами окружностей // Информационные средства и технологии: тр. XVIII Междунар. науч.-техн. конф. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – Т. 3. – С. 76–80.

2. Губарев А.Ю. Условная классификация размеров на чертежах деталей // Информационные средства и технологии: докл. междунар. конф., 15–18 окт. 2002 г. – Т. 1. – С. 176–181.

3. Горнов А.О., Губарев А.Ю., Захарова Л.В. Основания для алгоритмизации простановки размеров на чертежах // Информационные средства и технологии: тр. XVIII Междунар. науч.-техн. конф. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – Т. 2. – С. 206–214.

А.О. Горнов,
завкафедрой инженерной графики МЭИ в 1994–2006 гг.

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ (ВЗГЛЯД ИЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

Тихонов-Бугров Дмитрий Евгеньевич

Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
г. Санкт-Петербург

Рассмотрены насущные проблемы графической подготовки в технических вузах с позиции членов профессионального сообщества, объединенного Домом ученых. Основное внимание уделено подготовке школьников, месту в учебном процессе и методике преподавания начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики.

Ключевые слова: базовая подготовка, начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика.

ON SOME PROBLEMS OF GRAPHIC PREPARATION IN TECHNICAL INSTITUTIONS OF HIGHER LEARNING (VIEW FROM ST. PETERSBURG)

Tikhonov-Bugrov Dmitrii Evgenievich

Baltiysky State Technical University “Voenmech”,
Saint-Petersburg

Addressed pressing issues in technical training institutions graphic with the position of members of the professional community, united in House of Scientists. Focuses on the training of students in the educational process and teaching methods of descriptive geometry, engineering and computer graphics.

Keywords: basic training, descriptive geometry, engineering graphics, computer graphics.

Секция «Начертательная геометрия, графика, САПР» петербургского Дома ученых им. Горького насчитывает многолетнюю историю и традиционно объединяет кафедры графики ведущих вузов города и всех тех, кого интересуют проблемы геометро-графического образования.

Как минимум раз в месяц проходят обсуждения насущных профессиональных проблем. Сформировалось устойчивое профессиональное сообщество. Диапазон обсуждаемых вопросов достаточно широк

и затрагивает не только проблемы учебного процесса, но и проблемы, связанные с научными исследованиями, подготовкой кадров через аспирантуру, взаимодействием со школами города и области.

Вот несколько проблем, которые в последнее время обсуждаются наиболее активно и подробно:

- Ситуация, в которой оказались кафедры, ведущие графическую подготовку в связи с введением ФГОС и реорганизациями, связанными со стремлением руководителей повысить показатели эффективности вуза.
- Особенности подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса и других высокотехнологичных производств.
- Базовая подготовка абитуриентов, ЕГЭ.
- Школьная (элементарная) геометрия: место в учебном процессе, уровень подготовки, миссия.
- Начертательная геометрия: значение, место, развитие.
- Инженерная и компьютерная графика: нужно ли стремиться объять необъятное?
- Исследование основных активных концепций геометро-графической подготовки.

Не случайно, что среди перечисленных проблем большое их количество связано со школьным образованием. Отсутствие в школьной подготовке черчения с элементами компьютерной графики мешает эффективному использованию аудиторных часов в вузе, да и базовая подготовка большинства абитуриентов по геометрии очень низкая. Не так часто специалисты высшей школы анализируют уровень обучения элементарной геометрии, однако сложившаяся ситуация вынуждает к этому.

Все члены названного профессионального сообщества уделяют большое внимание работе со школьниками, причем не только в плане профориентационной работы. В Санкт-Петербурге и Ленинградской области проходят олимпиады школьников по графике, включающие в себя задания от проекционного черчения для младших до компьютерного моделирования и творческого конструирования для старших. В рамках этих мероприятий проходят дискуссии, мастер-классы, вырабатываются формы сотрудничества со школами и институтами развития образования. Хорошим примером сотрудничества школы и вуза служит появление учебника, написанного победительницей конкурса лучших учителей РФ В.А. Уханевой, участницей семинаров Дома ученых. В создании данного проекта приняли участие представители трех вузов: «Военмеха», Минерально-сырьевого университета, Технологического института (ТУ) [1].

Очень важно при обсуждении указанных выше проблем постоянно учитывать те жесткие временные рамки, в которых оказалась графика абсолютно на всех этапах обучения, не стремиться объять необъятное и не слишком уповать на ведущую роль самостоятельной работы, эффективность которой зависит от уровня заинтересованности школьников и студентов изучаемым предметом.

Наибольшую аудиторную нагрузку в Санкт-Петербурге сохранили в «Военмехе», где на некоторых специальностях графику дают три семестра общим объемом 136 аудиторных часов. Большинство же вынуждено ориентироваться в лучшем случае на 68 аудиторных часов, а то и на 34. Увеличение средней заработной платы, стремление соответствовать критериям, по которым министерство оценивает эффективность, заставило многие вузы пойти на некую «оптимизацию» – объединение кафедр графики с общеинженерными (механика, теплотехника, сопротивление материалов, деталей машин) с сокращением штатов, переводом преподавателей без ученой степени в тьюторы и т.д., и т.п., что, очевидно, не способствует качеству графической подготовки.

Большинство технических специальностей до последнего времени не пользовалось популярностью у абитуриентов. Причины всем известны, и каждый вуз решал проблемы с набором по-своему. Осенью 2013 г. руководство страны наконец озаботилось проблемой кадров. Госдума, военно-промышленный комплекс, правительство подвигли Минобрнауки на создание документа, носящего название «Программа подготовки и переподготовки квалифицированных кадров для оборонно-промышленного комплекса на 2014–2020 гг.». Принципиально новым в части, касающейся непосредственно учебного процесса, в данном документе следует признать создание кафедр, обеспечивающих практическую подготовку обучаемых на базе предприятий оборонно-промышленного комплекса. Работа по созданию таких кафедр является в настоящее время основной заботой проректоров по учебной работе соответствующих вузов.

Что касается остальных положений данного документа: договоров о целевом обучении, модульных форматов обучения, индивидуальных траекторий обучения, проектного обучения, кейсов, тренингов, симуляторов, дистанционного обучения, – то принципиально нового здесь нет.

Ключевая проблема целевого обучения заключается в том, что (по крайней мере, до сих пор) при льготном характере зачисления в вуз попадают студенты с очень слабой базовой подготовкой. Особенно это касается физики и графики. Для сохранения данного контингента кафедрам

графического профиля приходится заниматься доучиванием через такие формы учебного процесса, как самостоятельная работа под руководством преподавателя, дополнительные консультации по элементарной геометрии и графике. Кроме этого, такие студенты, имея невысокие баллы ЕГЭ, ухудшают показатели вуза, учитываемые министерством при определении пресловутой эффективности.

Произошло существенное увеличение баллов ЕГЭ абитуриентов, поступавших в технические вузы в этом учебном году. Если оставить в стороне факты утечки информации и нарушения порядка проведения тестирования, можно объяснить данное явление тем, что школы вышли на отработанный режим интенсивной подготовки к данным испытаниям, полностью переориентировав учебный процесс на ЕГЭ. Очень способствует этому балльная система оценки труда учителя, определяющая заработную плату.

Повлиял ли рост баллов по физике, математике, русскому языку на базовый уровень подготовки по графике? Скорее нет, чем да. Входной контроль, оценивающий уровень развитости пространственного представления, знания основ проекционного черчения, основных разделов геометрии, подтверждает тот факт, что процент полностью готовых к обучению (без возврата к школьному уровню) по-прежнему не превышает 7–10.

О методе проектов. В таком виде, как его хотели бы видеть в школе преподаватели вузов (идея – расчет – чертеж – воплощение), проект приказал долго жить с исключением из учебного процесса предмета под названием «Трудовое обучение». Предмет «Технология» ни в коей мере не обеспечивает получения должных навыков по причине распыленности тематики, минимального временного бюджета, недостатка квалифицированных кадров.

Хочется отметить, что в документах Совещания Военно-промышленной комиссии по проблемам подготовки кадров, проходившего в этом году в Казани, отмечена необходимость возврата в школьную программу черчения и трудового обучения.

Реализация метода проектов в вузе выглядит вполне реально, даже для студента второго семестра обучения. Идеально, когда это реализуется на межкафедральном уровне. Известен опыт, когда студенты второго и третьего семестра обучения по кафедре инженерной графики проектировали сравнительно простые элементы пневмо- и гидроарматуры (обратные клапаны, отсечные клапаны, редукторы, заправочные устройст-

ва). При этом профильная кафедра давала исходные параметры, технологическая – требования к обработке. Выпуск документации и весь процесс контролировал преподаватель кафедры инженерной графики.

Первым звеном в подготовке кадров является средняя школа, которая должна подготовить учащихся к самостоятельной деятельности: заложить необходимую базу знаний, умений и навыков (способы практической деятельности, умение добывать знания), развить мышление, пространственное представление. Развитие двух последних качеств требуется от геометрии, вокруг которой давно не утихают дискуссии и ломаются копья.

Геометрия является фактически первичным видом интеллектуальной деятельности человека, который познает мир через геометрические характеристики. Главным действующим лицом становится геометрическая фигура, геометрическое тело, в изучении свойств которого главную роль играет рисунок, чертеж.

При полном отсутствии алгебраического аппарата древние геометры добивались больших научных достижений. Академик А.Д. Александров утверждал, что особенность геометрии, выделяющая ее не только среди остальных разделов математики, но и среди других наук вообще, состоит в том, что в ней самая строгая логика соединена с наглядным представлением.

Геометрия как учебный предмет начала свой путь в России со Школы навигацких наук Петра Первого. С того времени было написано много неплохих учебников. Однако, несмотря на обилие учебников, судьба самого предмета была далеко не безоблачной. Тут можно вспомнить и фузионизм, и всевозможные сокращения, отсутствие должного объема прикладных задач, лишение полноправного участия в ЕГЭ.

Большой вклад в развитие начального геометрического образования внес И.Ф. Шарыгин [2], назвавший геометрию наукой для правого полушария мозга, которое отвечает за чувственную, образную сферу сознания. Научной и нравственной основой курса геометрии является принцип доказательности утверждений. И это единственный школьный предмет, включая даже предметы математического цикла, полностью основанный на последовательном выводе утверждений.

Школьная математика, и геометрия в особенности, постоянно подвергается критике. Основной аргумент: то, что преподается в школе со времен Галилея и Декарта, математикой не является. Критик школьного математического образования А.Ф. Харшиладзе [3] утверждает, что ни-

чего похожего на школьную геометрию на математических факультетах вузов не преподают.

Однако достаточно взять учебник Александрова [4] для обучающихся по направлению 010100 «Математика», чтобы увидеть в нем две сотни страниц, посвященных элементарной геометрии и преобразованиям.

Даже Харшиладзе признает, что в задачах по элементарной геометрии приходится пользоваться очень остроумными, подчас тонкими приемами, и тот, кто в своей молодости вкусил их прелесть, никогда их не забудет.

В противовес критикам процитируем документ, который называется «Концепция развития математического образования в России», разработанный в МГУ: «Нужно вернуть особое внимание школьников и бережное отношение учителей к изучению геометрии – этого уникального по своей роли в математическом образовании предмета. Разнообразие геометрических задач, обилие идей, строгость рассуждений учат логически мыслить, развивают воображение, интуицию, творческие способности».

Сформулируем те качества, которые можно приобрести при изучении геометрии в благоприятных условиях дружественной среды, своего рода миссию предмета:

- Органичное сочетание чувственного и рационального познания.
- Абстрактное (идеальное) и конкретное (практическое) знание.
- Образное пространственное и логическое (понятийное) мышление.
- Индуктивные и дедуктивные рассуждения.

Ценность всех этих качеств с позиции приобретения навыков деятельности огромна. Цель образования – приобретение универсальных навыков деятельности. Учебные дисциплины школьной и вузовской программы должны быть средством обучения, воспитания и развития, а не массивом для заучивания.

А.В. Боровских и Н.Х. Розов [5] отмечают, что такой подход в образовании не является инновацией. Еще в «Комментариях» Прокла к «Началам» Евклида мы находим прямые указания на то, зачем автор приводит ту или иную теорему или доказательство. Прокл явно демонстрирует, что сочинение Евклида не изложение научной геометрической системы, а, выражаясь современным языком, методическое пособие, позволяющее ученику на наиболее ярких и выразительных примерах освоить основные конструктивные элементы теории и те методы, которые в ней используются. Может, именно поэтому математика вообще, и геометрия в частности, была и остается важнейшим элементом

общего образования. В ней «зашиты» не столько предметные знания, сколько общие формы и способы мышления.

И вот мы получаем абитуриента, замученного ЕГЭ, до которого миссия геометрии донесена в лучшем случае частично. Что делать? Обратимся к программам по математике инженерных вузов. В отличие от математических специальностей, геометрия здесь представлена только аналитической геомтерической. Значит, априори считается, что аксиомы геометрии, начала элементарной геометрии, преобразования усвоены, а развитое пространственное представление наличествует. Следовательно, в отличие от математических направлений подготовки, в инженерных указанные качества не только не развиваются, но и не поддерживаются. О том, каков уровень подготовки абитуриента, мы говорили ранее.

И вот тут вполне можно призвать на помощь начертательную геометрию, которая благодаря многочисленным попыткам ее модернизации, адаптации, ампутации, исчезла из ряда стандартов образования. Курс начертательной геометрии, построенный на решении многообразных геометрических задач с анализом вариантов пространственных идей их решений, позволяет закрепить знания в области элементарной геометрии, развить пространственное представление, образное мышление, заложить на первом году обучения в вузе качества, определяющие современное надпредметное содержание образования.

Задачей данной публикации не является определение соотношения учебных часов на начертательную геометрию и трехмерное компьютерное моделирование в учебном процессе кафедр, преподающих графику. Этот вопрос вуз и кафедра в состоянии решить самостоятельно. Однако представляется интересным мнение автора ряда оригинальных образовательных программ доцента А.Н. Лызлова, читавшего лекции по начертательной, аналитической, вычислительной геометриям на одном из семинаров Дома ученых: «Мне не понятна позиция противников начертательной геометрии, которые время на ее изучение предлагают отдать 3D-моделированию. Ведь при таком моделировании необходимо выстроить объект сначала в голове конструктора, а без развитого пространственного мышления это невозможно. Если встать на точку зрения апологетов твердотельного моделирования и продолжить логику их доказательств, то можно вывести следующий ряд:

– не нужна начертательная геометрия, так как можно получать трехмерные модели объектов на экране монитора;

– не нужно изучать сопротивление материалов, так как твердотельное моделирование позволяет построить объект, а затем провести все необходимые расчеты;

– не нужно изучать математику, так как есть большое количество прикладных программ, которые позволяют решать математические задачи;

– не надо изучать историю, так как есть интернет и «Википедия»;

– совершенно непонятно, зачем в техническом вузе изучать философию;

– ну а про изучение географии давно известно – есть кучер, куда надо, он всегда отвезет.

Если довести эту логику до абсурда, то и в школе не надо изучать ни математику, ни физику, ни химию. Научить школьников читать, писать и считать до 100, а дальше есть калькуляторы, компьютеры».

Не будем доводить проблему до абсурда, а рассмотрим возможные варианты преподавания начертательной геометрии там, где она сохранилась.

Вариант первый: внести некоторые коррективы в традиционный курс. Наиболее интересные предложения содержатся, на наш взгляд, в известных работах А.О. Горнова [6], [7], с интересом изучаемых нашим профессиональным сообществом, и в статье В.О. Москаленко, Г.С. Иванова, К.А. Муравьева [8]. Выделим те, с которыми согласилось большинство участников дискуссий:

- Ограничить преобразование чертежа способами замены плоскостей проекций и плоскопараллельного перемещения.
- Расширить разделы аффинных преобразований и преобразований движения.
- Уделить больше внимания обводам и способам образования поверхностей.
- Рассмотреть образование проекционных изображений, когда модель поворачивается вокруг объектных осей, а плоскость проекций одна.
- Рассмотреть схему, когда объект находится за плоскостью проекций.
- При задании плоскости использовать как равноправный способ задания точкой и нормалью к поверхности.
- С поверхностями вращения работать при горизонтальном расположении осей.
- Усилить акцент на анализ, прогноз проекций линий пересечения типовых поверхностей.

Вариант второй: читать синтетический курс начертательной и аналитической геометрий. Здесь есть проблемы организационного и методического характера, проблемы взаимодействия кафедр. Небольшой опыт внедрения такого курса есть у «Военмеха».

Вариант третий: курс, созданный профессором В.Я. Волковым и его сотрудниками [9]. Авторы стремятся приблизить курс начертательной геометрии к курсу высшей математики. Они рассматривают начертательную геометрию как теорию конструктивных методов отображения пространств конечной размерности и различной структуры друг на друга. Разработчики курса озабочены ярко выраженной в настоящее время тенденцией подмены изучения дисциплины изучением компьютерных реализаций частных методов.

Широкая реализация этого, несомненно, интересного и современного курса в рамках отведенных стандартом для кафедр графики временных ресурсов, на наш взгляд, невозможна. Сами авторы указывают, что для его усвоения необходимы знания традиционного курса начертательной геометрии, аналитической и дифференциальной геометрии в объеме курса высшей школы.

В настоящее время в стадии обсуждения находится четвертый вариант, предложенный доцентом А.Н. Лызловым. Можно сказать, что он ближе к курсу школы В.Я. Волкова, чем другие, но не столь «математизирован». Реализация такого курса, вероятно, возможна в рамках первого года обучения.

Приведем содержание курса в авторской редакции.

1. Центральное и параллельное проецирование. Эпюр Монжа. Проекции точки на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Безосный чертеж. Отказываемся от профильной проекции точки и вообще от профильной плоскости проекций. Никаких октантов. Если очень хочется, то занимаемся квадрантами.

2. Преобразование чертежа. Метод замены плоскостей проекций. Здесь получаем и третью проекцию точки в любом варианте, а также четвертую, пятую и т.д.

3. Прямая. Прямые общего и частного положения. Истинная величина и углы с помощью замены плоскостей проекций. Косоугольное параллельное проецирование. Взаимное положение прямых. Проецирование прямого угла. Здесь я бы соединил начертательную и аналитическую геометрию (разумеется, пространства). Уравнение прямой, пересекающихся прямых, параллельных прямых и их иллюстрация.

4. Трехмерное пространство *x, y, t*. Мировая линия. Решение физических задач.

5. Преобразование чертежа. Метод плоскопараллельного перемещения. Вращение вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций.

6. Плоскость. Точка и прямая в плоскости. Уравнение плоскости и прямой, лежащей в плоскости (задание плоскости следами следует оставить, так как в этом случае – самая наглядная связь уравнения с изображением).

7. Пересечение прямой с плоскостью (обязательно с видимостью).

8. Пересечение плоскостей (только заданных следами).

9. Решение трех уравнений с тремя неизвестными путем понижения размерности. Решение двух уравнений с тремя неизвестными.

10. Понятия многомерной геометрии. Проекционная модель четырехмерного пространства. Прямая, плоскость и гиперплоскость четырехмерного пространства.

11. Алгоритм решения линейной системы уравнений с *n* неизвестными.

12. Кривые линии. Плоские и пространственные кривые. Алгебраические кривые. Кривые второго порядка. Аппроксимация и интерполяция кривых линий. Методы Фергюссона, Эрмита, Безье (в первом семестре об этом можно говорить только упрощенно, так как у студентов нет еще необходимых знаний по математике).

13. Многогранные поверхности. Пересечение многогранников (вот где, пожалуй, лучше всего развивается пространственное мышление).

14. Поверхности. Способы задания поверхности. Поверхности второго порядка. Поверхности вращения.

15. Твердотельное моделирование. Способы образования твердотельных моделей: выдавливание, вращение, кинематический способ, способ сечений (способы построения поверхностей и твердотельное моделирование очень похожи друг на друга). Почему бы в курсе начертательной геометрии не подготовить студентов к работе с 3D-моделями? Часть задач по начертательной геометрии можно было бы решать с помощью программы «Компас 2D». Это, с одной стороны, не умаляет достоинств начертательной геометрии, с другой стороны – является хорошим тренингом для освоения «Компаса 2D».

16. Поверхности в многомерном пространстве. Задачи с временной координатой.

17. Пересечение поверхностей.

18. Развертки.

Таким образом, там, где удается сохранить начертательную геометрию, есть выбор как минимум из рассмотренных вариантов. Определяющими факторами являются ресурсы времени и квалификация разработчиков.

При обсуждении возможных активных концепций геометро-графической подготовки в целом были выделены следующие:

1. Полное отрицание роли начертательной геометрии. Необходимость преподавания некоего курса «Геометрическое моделирование».

2. Необходимость сохранения курса начертательной геометрии как поддерживающего инженерную и компьютерную графику. Обучение как проекционному моделированию, так и трехмерному моделированию на базе одного-двух пакетов графического моделирования.

3. Отрицание роли начертательной геометрии. Обучение только чтению чертежа и работе с пакетами прикладных программ.

4. Подготовка IT-конструкторов, ориентированных на профессиональные стандарты конкретной отрасли.

5. Поиск новых путей развития на базе основ инженерного творчества.

Большинство вузов придерживается второго подхода к построению учебного процесса. В том случае, когда начертательная геометрия исключена из стандарта, учебный процесс строится на базе двух разделов: проекционное черчение с элементами начертательной геометрии (предпочтительно с модернизацией курсов, предложенной А.О. Горновым в НИУ «МЭИ») и машиностроительное (приборостроительное) черчение (инженерная графика) на базе трехмерного моделирования на компьютере. В качестве программного обеспечения используются в основном «Компас» и AutoCAD. Следует отметить важный принцип формирования элементной базы для раздела теории построения чертежа [10]. Он заключается, в частности, и в том, что отсутствуют абстрактные геометрические формы, сформированные «в учебных целях». Весь комплект – модели реальных объектов с соответствующими названиями и указателями кода по ЕСКД.

Приведем структурную схему курса «Инженерная графика», рассмотренную и одобренную на одном из семинаров (рисунок). Она предложена профессором С.Н. Абросимовым, поддерживающим вторую концепцию организации учебного процесса.

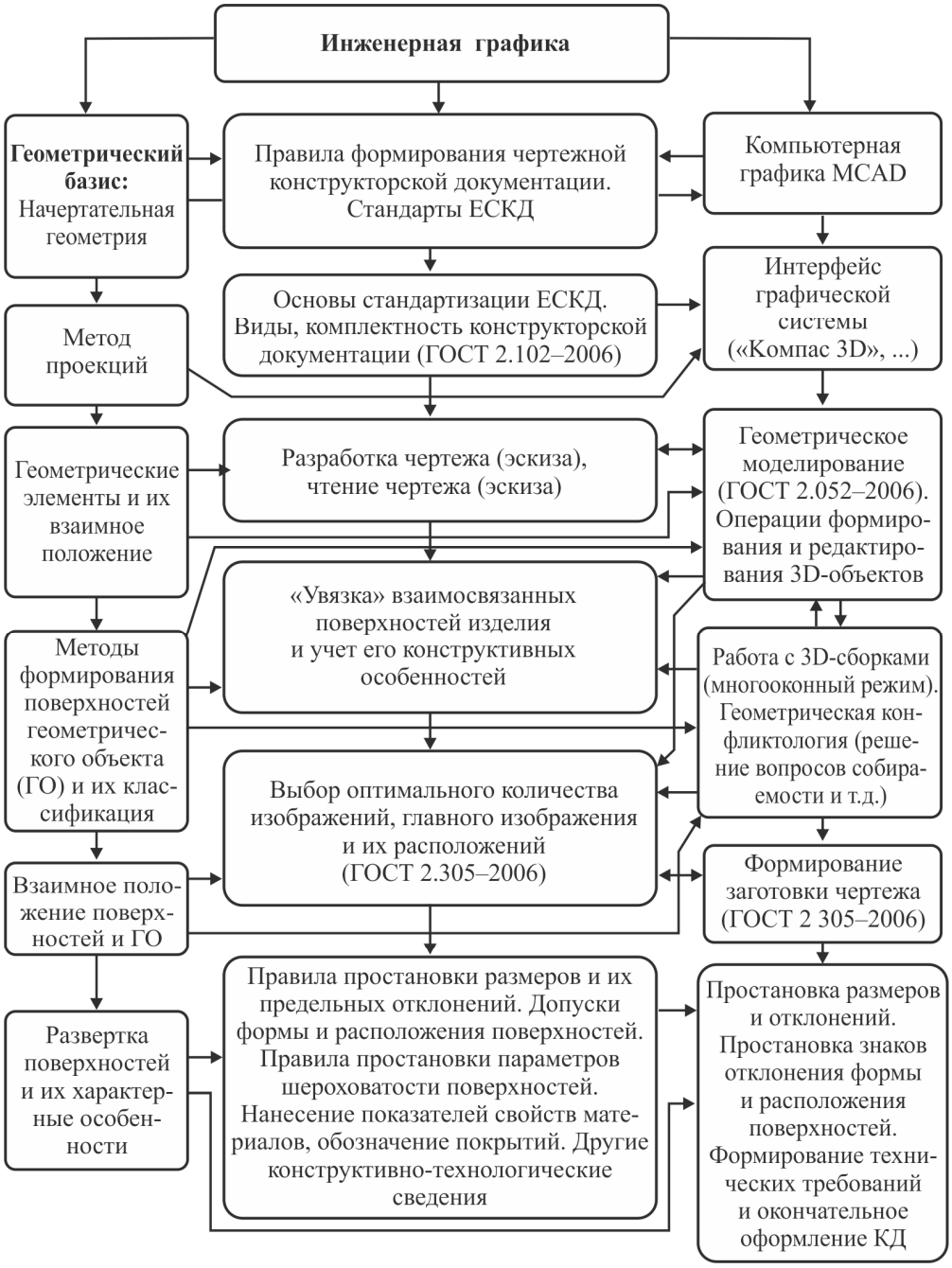


Рис. Структурная схема курса «Инженерная графика»
профессора С.Н. Абросимова

Концепция третья не поддерживается, так как является, по сути, обучением ремеслу и не соответствует высшему образованию. Нельзя учить только освоению CAD-пакетов.

Очень жаль, что из учебного процесса выпал технический рисунок. Именно на рисовании и эскизировании (это мы еще кое-где сохраняем) начинает эффективно работает цепочка: рука – мозг – глаз, формирующая модель действия, носящего творческий характер.

Концепции четыре и пять отнесены к концепциям будущего. Причем, четвертая – будущего не столь отдаленного для нашего региона. Ожидается, что толчком к ее реализации явится организация базовых кафедр.

В заключение отметим, что все участники семинаров с большим интересом следят за работой конференций «Проблемы качества графической подготовки студентов технических вузов», по мере возможности участвуют, активно обсуждают доклады. Считаем, что Пермский национальный исследовательский политехнический университет, организаторы конференции вносят большой вклад в процесс совершенствования и развития геометро-графической подготовки в отечественной высшей школе.

Список литературы

1. Уханева В.А. Черчение и моделирование на компьютере. – СПб.: Первый класс, 2013.

2. Шарыгин И.Ф. К семидесятилетию со дня рождения. – М.: МЦМО, 2007.

3. Харшиладзе А.Ф. Математика в школе. О математике: Проблемы преподавания. – М.: Знак, 2012.

4. Александров А.Д., Нецветаев Ю.Н. Геометрия. – СПб.: БХВ, 2010.

5. Боровских А.В., Розов Н.Х. Эволюция целей и ценностей образования // Математика. Образование: тез. докл. XIX метод. конф. – Чебоксары, 2011.

6. Горнов А.О. К дискуссии о судьбе дисциплины «Начертательная геометрия» [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф. (Пермь, февраль – март 2011 г.). – URL: http:// dgng.pstu.ru/conf2011/papers/50/ (дата обращения: 12.02.2013).

7. Горнов А.О. Модернизированный курс теории построения чертежа [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – URL: http:// dgng.pstu.ru/conf2012/papers/69/ (дата обращения: 12.02.2013).

8. Москаленко В.О., Иванов Г.С., Муравьев К.А. Как обеспечить общегеометрическую подготовку студентов технических университетов // Наука и образование. – 2012. – № 8.

9. Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования / В.Я. Волков, В.Ю. Юрков, К.П. Панчук, И.В. Кайгородцева. – Омск: СибАДИ, 2010.

10. Горнов А.О., Захарова Л.В., Губарев А.Ю. Практическая часть модифицированного курса теории построения чертежа // Проблемы качества графической подготовки: III междунар. интернет-конф. – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/71/ (дата обращения: 12.02.2013).

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сальков Николай Андреевич

Московский государственный академический художественный институт им. В.И. Сурикова, г. Москва

Проблемы, которые волнуют геометрическое сообщество, заставляют постоянно размышлять над вопросами как самой геометрии, так и геометрического образования и нередко предлагать взаимно противоположные пути решения. Возникшие проблемы – это недостаточное геометрическое обучение в школе, беспредметные споры о ненужности начертательной геометрии в высшем техническом образовании, мнение о компьютерной графике как о главном способе борьбы с геометрической безграмотностью. Перед геометрами появилась необходимость консолидировать все накопившиеся наработки, не противопоставляя их друг другу.

Ключевые слова: геометрия, начертательная геометрия, компьютерная графика; школьное образование, геометрическое образование, проблемы образования, педагогика высшей школы.

PROBLEMS OF MODERN GEOMETRIC EDUCATION

Salkov Nikolay Andreevich

Moscow State Academic Art Institute n.a. V.I. Surikov, Moscow

The problems which concern geometric community, forced to constantly reflect on the questions of both the geometry and geometric education and often offer the mutually opposite solutions. The problems is the lack of a geometric study at the school, pointless arguments about the uselessness of descriptive geometry in higher technical education, opinion on computer graphics as the main way to fight geometric illiteracy. Between geometers appeared the necessity to consolidate all gained by experience, not opposing each other.

Keywords: geometry, descriptive geometry, computer graphics, schools, geometric education, problems of education, pedagogic of higher school.

Очарование, сопровождающее науку, может победить
свойственное людям отвращение к напряжению ума
и заставить находить удовольствие в упражнении
своего разума, что большинству людей представляется
утомительным и скучным занятием.

Гаспар Монж

Приветствую коллег в начале очередной IV Международной интернет-конференции в так радушно принявшем нас Пермском национальном исследовательском политехническом университете. Университет, вернее, организаторы конференции взвалили на себя тяжелое и важное для нас

бремя: сплотить всех имеющих отношение к геометрии специалистов и дать возможность почти непосредственного общения, что впечатляет, учитывая огромные пространства нашей страны и, как ни прискорбно, скудные возможности государственных вузов.

Проблемы, которые волнуют геометрическое сообщество, заставляют нас постоянно размышлять над вопросами как самой геометрии, так и геометрического образования и нередко предлагать противоположные пути решения. Мне кажется, что нам необходимо консолидировать все накопившиеся наработки, не противопоставляя их друг другу – это ведет к беспредметному спору. Как говорил один персонаж: «Ребята, давайте жить дружно!»

Теперь позвольте наметить некоторые из особо бросающихся в глаза проблем. Рассмотрим несколько аспектов современного геометрического образования.

1. Ни для кого не секрет, что из школ мы получаем контингент, который плохо, если не отвратительно, знает школьную геометрию. Каждый из нас может припомнить случаи, когда студент выдавал не просто чепуху – настоящую ересь с точки зрения геометрии. Например, я часто сталкиваюсь со случаями, когда студенты нещадно путают цилиндр вращения с конусом вращения; когда не могут разобраться с углами в 30° и 60°; когда, как это ни нелепо звучит, путают перпендикулярность и параллельность; когда вместо прямого угла в тетради в клеточку (!) изображают угол в 75°; когда линии связи на чертеже представляют собой живописный веер, хотя о недопустимости этого неоднократно предупреждали, и т.д., и т.п.

Студенты не могут писать конспекты, не могут срисовать с доски рисунок без отвратительнейших ошибок даже тогда, когда на возможные ошибки обращаешь особое их внимание, предупреждая, что на доске все показано правильно. Более того: студенты сейчас не читают учебники – не приучают их в школе к чтению. Они не хотят сосредоточиться на основных моментах, зачастую важнейшие правила пропускают мимо ушей, хотя главные для дальнейшего понимания предмета правила просто надиктовываешь, как в первом классе; не желают запоминать терминологию, а поэтому при сдаче работ и на экзамене не могут вразумительно составить простое предложение.

Все это происходит не только потому, что сразу со второго-третьего класса учителя начинают готовить школьников к сдаче пресловутого ЕГЭ по математике, русскому языку и литературе (раньше у нас

уроки по математике и по русскому языку были каждый день, т.е. шесть дней в неделю, сейчас – два-три дня в неделю), но еще и потому, что уже почти четверть века как из школьного образования убрали обязательный курс черчения, где школьники хоть в минимальной степени, но учили элементарные геометрические фигуры, их проекции, а также необходимую терминологию. Года четыре с половиной назад мы с В.И. Вышнепольским имели разговор с президентом Российской академии образования Николаем Дмитриевичем Никандровым по вопросу черчения в общеобразовательных школах, который и сообщил нам о том, что из ГОСов среднего образования исключено черчение еще двадцать лет назад, что было для нас настоящим потрясением – как! в стране, где подавляющее большинство вузов являются техническими, изъять черчение, при том, что, придя в вуз, студент с самого начала будет иметь дело с чертежами? Нонсенс. Тем более, что четверть века назад всеобщей компьютеризации в России не было и в помине. А графические системы только-только начинали свое шествие, да и то за рубежом.

Конечно, в некоторых школах по желанию директора черчение осталось, но в большинстве оно было ликвидировано: раз не нужно – значит не будет. Так сказать, с плеч долой.

Вдобавок ко всему сюда можно приплюсовать демографический провал 90-х гг., когда молодые семьи отказывались от рождения и воспитания детей ввиду невозможности их прокормить. Именно поэтому количество первокурсников сейчас равно количеству выпускников школ. И если раньше мы могли выбирать, то сейчас большинство вузов имеют то, что им дают.

Это кое-что о школах, хотя и не все. Можно сравнить сегодняшние школы с реальными училищами до революции 1917 г. [1]. Сравнение будет отнюдь не в пользу школ Российской Федерации. Даже если сравнить материал, что изучался в выпускном 7-м классе реального училища по черчению, с тем, что сейчас изучают по начертательной геометрии в технических вузах, то и тогда *средняя* школа начала XX в. превзойдет *высшую* школу начала XXI в.! Вывод может быть только один: мы наблюдаем деградацию школьного (и не только) образования в области геометрии. Именно геометрии, которая так нужна любому специалисту технического профиля. Оговорюсь, что некоторых продвинутых школ это не касается, однако общая тенденция просматривается вполне ясно.

2. О месте начертательной геометрии в высшем образовании говорилось и будет говориться немало. Начнем с того, что, основываясь

на п. 1, можно констатировать, что начертательная геометрия осталась последним бастионом на пути к геометрическому невежеству. Не буду пояснять, как важна геометрия и изучение ее основ для инженера-бакалавра-магистра. Это, как мне кажется, все должны понимать. При этом важно не только получение изображения неких геометрических фигур, архиважны также законы их формирования: математические, кинематические или как геометрические места точек, линий.

Пока мы сражались между собой, споря о нужности начертательной геометрии, вверху уже все за нас решили, и теперь у многих технических специальностей начертательная геометрия отсутствует. Нет ее, например, у строителей, хотя осталась у архитекторов. Вот этот феномен мне совершенно непонятен. Строитель – это специальность сугубо техническая, а архитектор – скорее ближе к искусству, недаром Московский архитектурный институт (МАРХИ) считается институтом не техническим, а творческим. Во всяком случае, МАРХИ сам себя именно так позиционирует. И Художественный институт им. В.И. Сурикова (знаменитый МГАХИ) имеет в своем арсенале не только художников, графиков, скульпторов, искусствоведов, но еще и архитекторов. Возвращаясь к геометрии, в результате получился казус: в том, что наваял архитектор, прибегая к своей буйной фантазии при помощи начертательной геометрии, строитель обязан разобраться без оной.

Теперь о ручном вычерчивании. Любой психолог скажет, как важна мелкая моторика рук для развития мозга. Конечно, это касается в первую очередь маленьких детей, у которых мозг бурно развивается. Но кто мне докажет, что у семнадцатилетнего студента он уже полностью развит? Мозг развивается и совершенствуется постоянно, особенно когда человек делает что-то руками. Это общеизвестно. Более того, ручное вычерчивание предполагает определенную мышечную память, которая поможет и при вычерчивании на компьютере. Архиважно поэтому эскизирование: здесь студент получает не только навыки работы вручную, развивая тем самым свой мыслительный аппарат, но и развивает способность пропорционального изображения рассматриваемого предмета. У студентов-архитекторов этот процесс развития запустить проще – у них есть такие дисциплины, как рисунок и живопись. А вот у механиков нет даже технического рисунка. Да что говорить – даже у строителей этот элемент развития мозга отсутствует, не говоря уже о рисунке, обязательном при обучении на первом курсе в прошлом столетии.

О целях обучения графическим дисциплинам было сказано в [2]. Изъяв из этого алгоритма хотя бы один пункт, можно получить безграмотного выпускника:

- Развитие пространственного воображения.
- Работа с проекционными документами: а) чтение чертежа; б) эскизирование; в) выполнение чертежа (неассоциативного) с помощью 2D-графики.
- Параметрическое моделирование (3D-графика).

Идем далее. Современные молодые люди отвыкли от чтения не только научной или учебной литературы – от чтения вообще. Они до такой степени приспособились к различного рода гаджетам и интернету, что почитать книгу для них – просто сизифов труд. У них великолепно получается искать информацию в интернете, набирать текст в Word'е, играть в компьютерные игры. Вот с геометрией у них плоховато. Поэтому будет великой, непоправимой стратегической ошибкой лишить их, повторяю, последнего бастиона в изучении геометрии – лишить их начертательной геометрии.

Законы геометрии Евклида незыблемы у нас на земле. Для строителей метрополитена и автомобильных дорог жизненно необходима геометрия начертательная: план трассы, профиль трассы, поперечники – это для автодорожников; план здания, фасады, разрезы здания и узлы – это для строителей. Пока что не придумали станок, строящий дом – прибегают исключительно к наемным рабочим рукам. И это не только у нас в стране, но и за рубежом: в Японии, Китае, Корее, США, Канаде и т.д.

Несомненно, следует изменить структуру курса начертательной геометрии и ввести в ее изучение ряд новых элементов. Это было сделано проф. Н.Н. Рыжовым в 60-е гг. прошлого века, однако в то время его никто не поддержал. Проф. Г.С. Иванов в последнее время говорит о реформировании курса по геометрии постоянно [3, 4]. Недавно вышли книги [5, 6], в которых предложена иная структура начертательной геометрии и по которой ваш покорный слуга уже более 20 лет успешно обучает студентов. В результате введения новой структуры курса [6] появилась возможность безболезненно сократить количество лекционных часов для базового курса с 34 до 20. Более того, в начертательную геометрию базового курса [6] добавлена глава, показывающая, что аналитическая геометрия зародилась на основе начертательной. В свое время основоположник Монж во всемирно известном учебнике [7] связывал начертательную геометрию не только с аналитической, но и с диффе-

ренциальной. Из начертательной геометрии родилась и проективная. Это всем известно.

Нужно сказать, что, к нашему с вами стыду, за начертательную геометрию вступились даже те ученые, которые к начертательной геометрии вроде бы никакого отношения не имеют [8].

3. По вопросу информационных технологий. Нет споров о том, что компьютеры вознесли скорость передачи информации на небывалую высоту: все, что только нужно, найдешь в интернете. Однако имеется и обратная сторона медали, о которой говорилось выше: молодежь перестала читать книги. Раньше, в 70–80-е гг., когда я попадал в метро, становилось понятно, почему СССР называют самой читающей страной в мире: в метро даже школьники читали газету «Пионерская правда». Это было потрясающее зрелище для интуристов. Сейчас те же школьники или спят, или слушают плеер, или играют в компьютерные игры.

Бесспорно, что графические компьютерные системы позволяют очень красиво оформить работу. Но для того, чтобы оформить ее *правильно*, необходимы все те же знания геометрии и соответствующих ГОСТов. Это для строителей и архитекторов. Для машиностроителей геометрия также жизненно необходима. Что мы получаем, работая с AutoCAD'ом, «Компасом» или другими графическими системами? Они позволяют выполнять так называемое выдавливание и вращение, может быть, некоторые другие процедуры. Что мы получаем в результате? Поверхность цилиндрическую и поверхность вращения. А пользователь об этом знает? Более того, пользователь не видит эти поступательные или вращательные движения: компьютер так быстро выполняет команду, что для пользователя исчезает момент между нажатием соответствующей кнопки графической системы и выполнением команды – элементарный чертеж зрительно моментально превращается в поверхность. Здесь отсутствует обучающий момент именно касательно геометрии, что обязательно должно быть на каждом занятии по геометрии или графике.

Компьютер автоматически выполняет пересечение поверхностей, опять же, не вдаваясь, так сказать, в излишние подробности. И опять мы сталкиваемся с проблемой. Во-первых, ни один из пользователей не знает, по каким законам построена линия пересечения, скажем, тора с конусом вращения. Это точное аналитическое решение (в чем я несколько сомневаюсь) или графическое? Если графическое, то на чем оно основано? На законах начертательной геометрии? Во-вторых, обучив наших студентов только нажимать соответствующие кнопки графиче-

ской системы и не обучив их больше ничему, мы получим довольно примитивных пользователей, не имеющих понятия о геометрии. Смогут ли они заменить собой сегодняшних разработчиков графических систем? Компьютерные системы развиваются в геометрической прогрессии, а мы будем поставлять в разработчики этих будущих систем не до конца обученных бакалавров? В-третьих, опять же, линия пересечения появляется мгновенно с точки зрения человека.

Разработчикам сегодняшних федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения для высшего образования стоило хорошенько подумать, прежде чем выкидывать начертательную геометрию из процесса обучения. У меня сложилось твердое убеждение, что ни одного из ведущих геометров нашей такой большой страны не привлекали для обсуждения содержания хотя бы одного образовательного стандарта.

В конце своего приветствия хочу сказать несколько слов в качестве главного редактора периодического научно-методического журнала «Геометрия и графика» (рисунок).

Рис. Обложка журнала

Уважаемые коллеги! Мы (редколлегия плюс издательство «ИНФРА-М»), стремимся сделать журнал ваковским. А для этого нам необходимы ваши разработки в виде статей. Журнал по новым правилам ВАКа, может быть подан на рассмотрение не ранее июля этого года. Также по новым правилам необходим так называемый индекс цитирования, а это означает, что для включения нашего журнала в требуемый список необходим определенный коэффициент (отношение количества ссылок к общему количеству статей), который может быть достигнут только при постоянных ссылках на статьи, включенные в журнал. Поэтому большая к вам просьба: читайте наш журнал и ссылайтесь побольше на его статьи, тем более что для публикаций в рецензируемых журналах необходимо, по требованию все того же ВАКа, до десятка наименований используемой литературы.

В журнале могут встречаться противоположные мнения, особенно касающиеся вопроса преподавания. Однако редакция журнала не берет на себя ответственность выбраковывать из журнала те или иные статьи, занимаясь цензурой. Включать или не включать статью в журнал – решение коллегиальное, основанное на мнении независимого рецензента.

Журнал печатает статьи по следующим разделам:

- Научные проблемы геометрии.
- Инженерная графика и черчение.
- Компьютерная графика.
- Вопросы преподавания графических дисциплин.
- Методика подготовки и проведения олимпиад по графическим дисциплинам.
- Биографии ученых в области геометрии и графики.
- История науки и техники.

По мере развития журнала и появления новых исследований будут появляться и новые рубрики.

Заверяю высокое собрание, что редакция журнала и издательство «ИНФРА-М» сделают все от них зависящее, чтобы первый в истории России и единственный в России геометрический журнал стал наконец-то на одну ступень с ведущими изданиями в области науки.

Список литературы

1. Сальков Н.А. Начертательная геометрия в России до 1917 г. // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 18–20. doi:10.12737/780

2. Вышнепольский В.И., Сальков Н.А. Цели и методы обучения графическим дисциплинам // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 8–9. doi:10.12737/777

3. Иванов Г.С. Компетентностный подход к содержанию курса начертательной геометрии // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 3–5. doi:10.12737/775

4. Междисциплинарные связи начертательной геометрии и смежных разделов высшей математики / В.И. Серегин, Г.С. Иванов, И.М. Дмитриева, К.А. Муравьев // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 3–4. – С. 8–12. doi:10.12737/2124

5. Иванов Г.С. Начертательная геометрия: учебник. – М., 2012. – 340 с.

6. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Базовый курс: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 184 с.

7. Монж Г. Начертательная геометрия. – Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 292 с.

8. Ищенко А.А. К вопросу о необходимости преподавания начертательной геометрии и графики для химиков и химиков-технологов // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 6–7. doi:10.12737/776

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ГЕОМЕТРИИ И ЕЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ

Волошинов Денис Вячеславович

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Рассмотрены вопросы разработки новых инструментальных средств, реализующих методы конструктивного геометрического моделирования. Предложены методы разработки таких инструментов на основе использования дискретных электронных программируемых устройств. Показано, что такие инструменты могут служить основой расширенного применения геометрических методов в практические приложения.

Ключевые слова: конструктивная геометрия, геометрическое моделирование, встраиваемые системы, программируемая логическая матрица.

SOME ASPECTS OF GEOMETRY AND ITS TOOLS DEVELOPMENT

Voloshinov Denis Vyacheslavovich

St. Petersburg State Polytechnic University

The article is devoted to the development of new tools that implement methods of constructive geometric modeling. The proposed methods for the development of such instruments based on the use of discrete electronic programmable devices. It is shown that such tools can serve as a basis for an enhanced application of geometric methods in practical application.

Keywords: constructive geometry, geometry modeling, embedded systems, Field-Programmable Gate Array.

Интернет-конференция «Проблемы качества графической подготовки» открывает свою виртуальную дискуссионную площадку в четвертый раз. Нет сомнения в том, что к информационным ресурсам конференции в течение нескольких недель будет приковано пристальное внимание как ее непосредственных участников, так и тех наших коллег, кто будет знакомиться с публикуемыми материалами, но сам с докладом выступать не будет. Но, какую бы форму участия каждый из нас ни выбрал – активную или пассивную, всех нас будет объединять одно: назревшие проблемы преподавания геометро-графических дисциплин в высшей школе не могут оставить нас безразличными. Нас волнует судьба того дела, которому мы отдаем время и силы, в которое вкладываем частицу души, в котором реализуем творческий потенциал и видим насущный, прагматический смысл.

В стране проводится реформа высшей школы. Проистекая из реалий современной мировой и отечественной экономики, она стала причиной радикальных изменений в системе высшего образования страны. Реформа, безусловно, затрагивает все стороны учебной деятельности. Ее основные положения хорошо известны, они горячо обсуждаются в среде педагогических работников. Это, прежде всего, переход на двухуровневую систему подготовки, реализация компетентностного подхода в образовании, увеличение доли самостоятельной работы студентов, нормативные показатели количества обучающихся на одного преподавателя, внедрение IT- и дистанционных технологий в образовательный процесс. Так, например, одной из актуальных задач становится в настоящее время проблема обеспечения свободы самостоятельного формирования индивидуальных учебных планов студентами.

Конечно, этот список можно продолжать. Многие его пункты спорны, неоднозначны и поэтому порождают жаркие дискуссии о том, кого учить, чему учить, как учить и кто будет учить. От ответов на эти вопросы напрямую зависит то, каким будет высшее образование, с применением каких учебных технологий и методик и насколько успешно будут достигаться поставленные цели, каково будущее отечественной науки.

Дисциплины геометро-графического цикла не являются исключением. Несмотря на то, что геометрические и графические методы находят широкое применение в различных областях человеческой деятельности, временны́е ресурсы, отводимые на изучение курсов соответствующих дисциплин, в настоящее время ограничены. Это обстоятельство, безусловно, является отправным моментом для пересмотра содержания дисциплин с целью поиска наиболее значимых как в теоретическом, так и в практическом плане учебных материалов, которые в наибольшей степени отвечали бы духу времени и соответствовали потребностям современного производства. Такая тенденция, зачастую основанная на соображениях прагматической целесообразности, с одной стороны, несет в себе черты прогрессивного начала, рассматривается как этап эволюционного развития системы знаний. С другой стороны, не следует забывать обращаться к мысленной ассоциации хода развития любого феномена со спиралью и понимать, что на очередном ее витке новым становится хорошо забытое старое, но уже наполненное качественно иным смысловым содержанием. Не принимая это соображение во внимание, легко оказаться в ситуации проигравшего: когда некогда богатый, но ныне растерянный опыт неожиданно оказывается

крайне востребованным и дивиденд от этой востребованности получает кто-то другой. Тот, кто подобным опытом владеет.

На конференции уже неоднократно высказывались диаметрально противоположные мнения о целесообразности преподавания тех или иных разделов дисциплины «Начертательная геометрия» и даже ставился вопрос о полном ее исключении из образовательных программ. Действительно, современные информационные технологии проектирования, системы автоматизации конструкторского труда позволяют легко решать те задачи, для которых в еще относительно недалеком прошлом применялись методы начертательной геометрии, требовавшие скрупулезного ручного исполнения. Возникает естественный вопрос: зачем изучать дисциплину и тратить на это дело и без того дефицитное время, если методы этой науки более не применяются на практике? Не стоит ли лучше уделить внимание изучению геометрических операций, посредством которых осуществляется проектирование в среде современных информационных систем? Будет ли чертеж по-прежнему играть роль основного проектного документа или же его функции с успехом заменит виртуальная 3D-модель, способная исключить стадию бумажного проектирования из жизненного цикла изделия? Какова роль геометрии, будут ли востребованы ее методы в будущем, и если да, то каковы ее перспективы и возможные сферы приложения?

Обратившись к современному, хотя и не вполне достоверному, несмотря на доступность и популярность, источнику информации – к «Википедии», о начертательной геометрии прочитаем следующее: «Начертательная геометрия – инженерная дисциплина, представляющая двумерный геометрический аппарат и набор алгоритмов для исследования свойств геометрических объектов. Практически начертательная геометрия ограничивается исследованием объектов трехмерного евклидова пространства. Исходные данные должны быть представлены в виде двух независимых проекций. В большинстве задач и алгоритмов используются две ортогональные проекции на взаимно перпендикулярные плоскости. В настоящее время дисциплина не имеет практической ценности в силу развития вычислительной техники и аппарата линейной алгебры, но незаменима как составляющая общего инженерного образования на машиностроительных и строительных специальностях» [1].

Трудно удержаться от соблазна критически прокомментировать почти каждое предложение, ибо многие из них содержат принципиально неверные утверждения. Чего стоит, например, высказывание о неза-

висимости проекций в методе двух изображений! Но воздержимся от комментариев.

Тем не менее нельзя не обратить внимания на мысль о том, что незаменимая составляющая образования не имеет практической ценности. В чем же тогда ее незаменимость, если практической пользы никакой нет? Неужели лишь в том, что с ее помощью можно хорошо тренировать пространственное воображение? Но, быть может, будущее сулит нам несколько иную ситуацию? Не стоит ли эту ценность постараться поискать и, в конце концов, обрести?

Ситуация, которую мы здесь наблюдаем, – это ошибочное причисление науки, системы моделирования к конкретному прикладному делу, что в корне неверно. Автор данной статьи уже неоднократно излагал свое мнение по перечисленным выше вопросам [2, 3]. Не вдаваясь в подробный пересказ того, что уже было однажды высказано, хотелось бы воспроизвести здесь лишь некоторые соображения, которые могли бы послужить фундаментом последующих рассуждений.

Начертательная геометрия, как, собственно, и любая другая геометрия, – наука, если так можно выразиться, с инженерным оттенком. Оттенок этот формируется как результат ассоциации науки с одноименной дисциплиной, которая традиционно изучается студентами в высших учебных заведениях. Безусловно, наука и дисциплина – не одно и то же. В основе геометрии лежит конструктивный метод, используемый как инструмент моделирования. Моделирование – информационный процесс, заключающийся в рациональной и адекватной (в той или иной степени и по ряду причин) замене одной сущности другой сущностью [4]. Универсальный характер моделирования обеспечивает геометрической науке возможность приложения ее методов к произвольным объектам и процессам окружающей действительности, как физическим, так и абстрактным. И ограничивать сферу ее применения лишь инженерным делом неправомерно в принципе.

В современную эпоху информационных технологий очень часто озвучивается мысль о том, что геометрические методы неточны. Это незамысловатое утверждение на самом деле имеет под собой весьма глубокие философские основания. Не принимая их во внимание, можно прийти к совершенно неправильным выводам, которые способны послужить причиной краха идей, что, видимо, и наблюдается, если вновь обратиться к цитате, позаимствованной из «Википедии».

Процесс моделирования невозможно осуществить без того, чтобы не понести определенные информационные потери. Трудно упрекнуть

геометрию как стройную систему знаний, основанную на аксиоматическом принципе и правилах логического вывода, в неточности. Как любая абстрактная система, она абсолютно точна, и с этим утверждением вряд ли кто-то станет спорить. Совершенно другая ситуация складывается, если абстрактная система подвергается моделированию средствами физическими, когда создается модель иной природы – предметная [4]. Происходят два явления, сопровождающие процесс моделирования: переход от бесконечных множеств к конечным и появление шума. Ограниченность ресурсов и шумы являются причиной неизбежного несовершенства физического инструментария, которое по недоразумению предписывают геометрии как неустранимый изъян ее метода вообще. Именно отсюда проистекает мнение о неточности геометрических построений и, как следствие, ограниченности сфер ее применения, проигрыша методам аналитического свойства.

Однако если непредвзято рассмотреть процессы аналитического моделирования, то и здесь мы обнаружим те же самые явления. Не придется говорить об особенной точности, если выполнять математические операции на счетах или арифмометре. Разрядная сетка регистров в процессорах вычислительных машин может быть сделана очень большой, но все же не бесконечной. А следовательно, по аналогичным причинам абсолютной точности добиться невозможно и в этом случае.

Существует исключительно распространенная точка зрения, суть которой заключается в том, что вычислительная техника, основанная на дискретном принципе действия, ассоциируется с понятием цифры. Иными словами, вычислительная техника предназначается для обработки информации, представленной в числовой форме. Однако в силу принципа обратимости феномена моделирования [4] правомерно и обратное утверждение: числовой способ представления информации может быть использован для представления физических состояний электронных компонентов. Цифра или иной символьный знак – это удобный в силу ряда причин элемент кода, сопоставляемого с физическими состояниями сигналов, распространяющихся в электрических цепях. И именно это обстоятельство следует считать первичным фактором, определяющим разработку архитектуры электронных вычислительных устройств, а не наоборот!

Не существует никаких ограничивающих оснований для выбора иных, нежели символьных, знаковых систем. Равно как и аналитика, геометрия обладает присущей ей знаковой системой. Достоинства этой системы хорошо известны, это визуальность, образность, интеграль-

ность. Все эти качества способствуют компактному выразительному представлению информации, ассоциируемой с категорией формы. Конструктивный геометрический метод служит основой алгоритмического подхода к решению задач посредством организованного исполнения операций со знаками этой системы.

Выполнение операции подобного рода можно реализовать схемотехнически. Тогда единицы информации (байты и их совокупности) могут рассматриваться не как числа, а как элементы геометрического кода, пригодного для выражения формы. Выходя на новый уровень абстракции, следует заключить, что специализированные электронные устройства с дискретным принципом действия могут быть использованы как предметные модели, пригодные для решения геометрически обусловленных задач. Следовательно, устройства такого вида можно рассматривать как геометрические, поскольку принцип их действия может быть выражен посредством геометрических понятий. Тогда их совершенно правомерно можно считать инструментальными средствами реализации геометрических алгоритмов в разнообразных практических приложениях, а все претензии к несостоятельности геометрических методов ввиду неустранимо высокой погрешности инструментов снимаются с повестки дня.

Высказанные соображения уместно подкрепить аналогиями. Так, например, до разработки графических интерфейсов общеизвестных операционных систем работа с вычислительной техникой для рядовых пользователей представляла известные трудности. И лишь тогда, когда парадигма взаимодействия человека с машиной приобрела ныне известные очертания, использование вычислительное техники стало доступным широкому кругу потребителей. Графические интерфейсы позволили обеспечить такие способы интерпретации информации, при которых работа пользователя осуществляется с использованием понятий, применяемых в предметной области решаемых им задач. Так, например, обработка фотографических изображений в среде соответственных редакторов осуществляется с применением терминологии прикладной фотографии, а не нулей и единиц. Трассировка печатных плат в системах подготовки производства электронных изделий мыслится как проведение дорожек между выводами микросхем. Подобных примеров можно привести достаточно много, намного сложнее найти образцы обратного свойства.

Резонно предположить, что для решения геометрических задач следует использовать геометрические методы и что информационные

средства должны обеспечивать необходимый для этого стиль работы. Однако именно практика решения геометрических задач изобилует примерами преобразования геометрических алгоритмов в аналитическую форму. Причины этого, заключающиеся в моральном несоответствии традиционных геометрических инструментов современным реалиям, уже обсуждались на конференции [2].

Будущее геометрической науки в высокой степени зависит от того, насколько развитыми станут инструменты, предназначенные для реализации ее методов. Они же будут определять и область приложения геометрии к практике. Собственно, от этого обстоятельства будет зависеть и уровень развития науки как таковой.

Один из возможных путей решения проблемы – создание программных инструментов, которые эмулируют конструктивный геометрический метод. В частности, исходя из рассмотрения геометрических алгоритмов в качестве абстрактных вычислительных устройств – геометрических машин [4] – в определенной степени удается достичь поставленной цели: реализовать алгоритм в виде действующей программы [5]. Такая программа, формирование которой возможно осуществить без необходимости перевода этапов решения прикладной задачи в аналитическую форму, позволяет повысить эффективность выполнения проектных работ, в особенности при решении тех задач, условия которых изначально сформулированы в геометрической постановке.

Второе многообещающее, но практически не исследованное к настоящему времени направление, в котором геометрические алгоритмы могут найти широчайшее применение, – разработка новых аппаратных средств вычислительной техники. Архитектура большинства современных процессоров и микроконтроллеров, применяемых в вычислительных системах общего назначения, строится на основе принципов последовательного выполнения операций с данными. Это означает, что вне зависимости от особенностей структуры алгоритма окончательное решение задачи может быть получено только в результате реализации последовательной линейной схемы производства вычислений. Однако анализ структуры алгоритмов, возникающих при решении геометрических задач с использованием конструктивного метода, демонстрирует высокую предрасположенность этих алгоритмов к единовременному выполнению операций в различных его ветвях. Следует отметить также, что синтетический характер геометрических алгоритмов проявляется в особенности как раз тем своим качеством, что в них над множествами

независимых данных многократно совершаются однотипные операции, и потому такие операции также можно исполнять единовременно.

Действие геометрических машин можно рассматривать не только с алгоритмической точки зрения, но и как работу устройств, в которых развиваются вычислительные процессы. Следование такому подходу сулит значительное увеличение вычислительной производительности устройств, действующих в соответствии с предложенным принципом, не только за счет распараллеливания вычислений, но и за счет возможности реализации конвейерной и распределенной обработки данных.

Хотелось бы еще раз обратить внимание на то, что перечисленные особенности геометрических алгоритмов невозможно обратить в преимущества на основе применения микропроцессоров и микроконтроллеров, построенных на принципах последовательной обработки данных. Проводя аналогии, можно заметить, что по тем же причинам в схемотехнический состав процессоров входят блоки акселераторов, выполняющие арифметические действия на аппаратном уровне и позволяющие за счет распараллеливания вычислительных процессов на порядки улучшить временные показатели вычислений. Подобные по принципам организации акселераторы выполняют вычислительную работу в видеокартах графических систем, обеспечивая получение высококачественного изображения в реальном времени. Высокой производительности невозможно было бы достичь, если бы функции графических ускорителей исполнялись обычным центральным процессором вычислительной системы.

Конечно, рассчитывать на скорое появление в процессорах специализированных модулей, обеспечивающих ускоренное выполнение геометрических операций, не приходится. Это объясняется и высокой стоимостью проектирования устройств подобного рода, и отсутствием в настоящее время убедительных мотивов в необходимости таких разработок. В связи с этим одной из наиболее важных задач, стоящих перед исследователями в геометрической науке, является переосмысление ее предмета и метода с точки зрения теории информации. Следует осознать, что геометрия ценна не рецептами по проведению линий при помощи циркуля и линейки, она представляет собой стройную систему знаний, наполненную информационным содержанием. Эта система может быть успешно применена как средство моделирования к решению разнообразных прикладных задач, отвечая всем требованиям современных информационных технологий. Безусловно, для этого геометрия

должна перейти на новый уровень абстрактных обобщений, на основании чего предъявить миру свои обновленные информационные инструменты, показать их эффективность в различных сферах практического применения. Конечно, очень многое на этом пути еще предстоит исследовать и разработать.

Ранее уже говорилось о том, что конструктивный геометрический метод можно эмулировать программно, и в этом направлении уже существуют определенные достижения. Тематика же обсуждаемых в докладе проблем, связанных с аппаратной реализацией геометрических методов, пока имеет прогностический характер. Тем не менее хотелось бы высказать некоторые соображения, которые могли бы послужить основой перспективного плана практической реализации высказываемых идей.

Концепция создания специализированных электронных управляющих устройств для наделения материальных предметов сложной функциональностью отнюдь не нова. Перечень публикаций, посвященных данному вопросу, поистине огромен, поэтому хотелось бы обратить внимание лишь на некоторые научные направления и технические разработки, имеющие, по мнению автора, самое непосредственное отношение к содержанию обсуждаемых в докладе проблем.

Большой интерес в настоящее время представляют исследования, связанные с разработкой так называемых встраиваемых систем (embedded systems) [6], которые, будучи непосредственно встроены в конструкции различного потребительского назначения, выполняют необходимые функции управления этими конструкциями. Основой таких систем могут служить различные электронные устройства: от одноплатных ЭВМ до отдельных микропроцессоров, контроллеров и иных микросхем с высокой степенью интеграции логических элементов. Но, пожалуй, особенного внимания в контексте обсуждаемых вопросов заслуживают разработки по использованию ПЛИС (FPGA) [7, 8] – программируемых логических интегральных схем. Внутренняя логическая структура таких микросхем может быть настроена пользователем программно. За счет такого программирования электронное устройство становится способным выполнять определенные программой функции, по сути дела, превращаясь в специализированный процессор – заказной преобразователь информации. Относительно недавнее появление на рынке репрограммируемых во время работы ПЛИС открывает еще более широкие возможности, связанные с динамическим формированием программ, управляемых данными, позволяет решать на аппаратном уровне задачи методами логическо-

го программирования. Таким образом, устройства на базе ПЛИС могут послужить той материальной средой, с помощью которой можно проводить исследования по практическому воплощению концепции геометрических машин, геометрического моделирования вообще и, в конечном счете, непосредственно создавать встраиваемые системы, функциональность которых предопределяется алгоритмами геометрической природы во всем их разнообразии.

Убежденность в реальности осуществления предложенного подхода вселяют многочисленные разработки, имеющиеся в смежных областях знаний. Так, например, в работе [9] подробно излагаются принципы программирования ПЛИС, обеспечивающие реализацию арифметических функций. Не вызывает сомнения то, что конструкции геометрических машин также могут быть воплощены в архитектурах программируемых логических интегральных схем, а их работа может быть представлена не как линейная последовательность действий, а как процесс со всеми проистекающими из этого возможностями.

Возникает естественный вопрос: на какой аппаратной платформе и посредством каких программных средств возможно было бы проводить исследования и разработки в обозначенном направлении?

Проектирование сложных интегральных электронных устройств осуществляется посредством применения языков описания аппаратуры. Такое представление, учитывающее структуру и физические характеристики электрических цепей, позволяет выполнить формальный перевод их языкового описания в образ аппаратных коммуникаций логических элементов внутри микросхем конкретного типа. К настоящему времени разработано множество различных языков подобного назначения. Наиболее употребительными являются два из них: VHDL и Verilog [7]. Оба языка, синтаксис которых в некоторой степени напоминает традиционные языки программирования Pascal и C, позволяют выполнить описание электрических схем в текстовом виде. Графические интерфейсы интегрированных систем разработки электронной аппаратуры, в состав которых входят трансляторы с языков VHDL и Verilog, предоставляют определенные возможности графического описания схемных соединений с последующим автоматическим переводом в одну из текстовых форм таких языков, однако эти средства – всего лишь схемные редакторы. Любая прикладная задача, которую требуется перевести в логическое представление, с неизбежностью проходит через этап аналитического выражения на языках описания аппаратуры. Примечательно, что

в литературе, посвященной вопросам проектирования встраиваемых систем, ПЛИС и вообще электронных систем, не удается обнаружить каких-либо тенденций, направленных на то, чтобы сделать процесс их проектирования проблемно-ориентированным, доступным специалистам, не обладающим системотехническими знаниями [10–12].

Возможно, однако, представить, с какими трудностями должен столкнуться программист ПЛИС, перед которым была бы поставлена задача, сформулированная в терминах конструктивной геометрии. Разработка корректного геометрического представления сама по себе является нетривиальной задачей, не говоря уже об аналитической интерпретации алгоритма, побуждающей обращаться к понятиям бесконечности, проективности, вырожденности, комплекснозначности, многомерности; отсылающей к аксиоматическим базисам различных геометрий. Однако все препоны, возникающие на втором этапе этого пути, можно было бы обойти, если формирование описания на языках VHDL или Verilog для решения прикладной задачи получать посредством автоматической трансляции фактологического описания конструктивных моделей, предоставляемой разработанной для этой цели средой системы проектирования геометрических машин [5], т.е. сделать этот процесс хотя и междисциплинарным, но проблемно-ориентированным. В этом случае внимание разработчика может быть сосредоточено в основном на геометрической сущности решаемой задачи, а не на технических аспектах формального перевода ее графического представления на символьный язык описания аппаратуры. Предлагаемый подход мог бы стать отправным моментом для создания новых электронных инструментов геометрии, позволяющих использовать ее методы в качестве средств обработки, интерпретации и обобщения данных, визуального управления, обеспечить более активное проникновение геометрической теории в теории прикладных экспериментальных наук.

Конечно, для реализации этого необходимо решение множества проблем. Требуется проведение междисциплинарных исследований, связанных с анализом и оптимизацией структур алгоритмов, сопоставлением абстрактных геометрических понятий с электрическими сигналами, распространяющимися в естественной физической среде. Необходимо развитие самой геометрической теории, поиск выхода ее методов на конкретные приложения.

Современная электронная промышленность серийно выпускает как дискретные элементы высокой степени интеграции, так и отладочные

комплексы, выполненные на их основе. Относительно невысокая стоимость такого оборудования позволяет в перспективе оснастить им лаборатории геометрического моделирования для проведения экспериментальных исследований, учебных занятий, выполнения практических разработок. Одним из ведущих производителей ПЛИС является компания Xilinx (http://www.xilinx.com/). Компания Digilent (http://www.digilentinc.com/) специализируется на производстве отладочных плат различного назначения, в частности в перечне ее продукции представлен широкий ассортимент устройств, построенных на основе линейки ПЛИС компании Xilinx. Наличие на этих платах разнообразных интерфейсов, ЦАП и АЦП позволяет использовать такие устройства в качестве полноценных информационно-управляющих систем.

Хотелось бы заметить, что аналогичные принципы можно распространить не только на ПЛИС, но и на другие системы. Так, например, заслуживает внимания продукция фирмы MikroElektronika (http://www.mikroe.com), которая предлагает богатый ассортимент вычислительных и периферийных устройств, предназначенных для проведения экспериментов с микроконтроллерными комплексами.

Исследования, проводимые автором в русле обозначенной тематики, осуществляются с применением оборудования этих фирм, но не исключается, конечно, возможность использования аппаратуры других производителей. В качестве системы проблемно-ориентированного проектирования и отладки функциональной структуры электронных устройств используется система геометрического моделирования «Симплекс», разработанная автором, направление дальнейшего развития и совершенствования которой также определяется этой тематикой.

Подводя итоги, хочется обратить внимание читателей и на некоторые другие аспекты перспективного применения методов конструктивной геометрии, подробное изложение сути которых в рамках одного доклада невозможно. Предложенный подход может найти применение в таких бурно развивающихся современных областях, как быстрое прототипирование, робототехника, управление системами с числовым программным управлением, функциональное формообразование, нанотехнологии. И это далеко не полный перечень.

Заинтересованный читатель может обратиться к некоторым литературным источникам [13–19] и убедиться даже на весьма ограниченном материале, что в современном мире есть очень много того, к чему геометрия имеет самое непосредственное отношение; геометрическая

информация важна для решения многих практических задач. Тогда становится понятной мысль о том, что чертеж (или в общем значении – графический способ представления информации) является важнейшим посредником между вычислительной системой и человеком и что этому изображению присуща не только пассивная, но и активная роль в окружающих нас информационных процессах. При этих условиях геометрические алгоритмы приобретают особую значимость, поскольку они обладают наивысшей вычислительной эффективностью в силу своего конструктивного минимализма, а дисциплины, изучающие такие алгоритмы, получают достойное подтверждение своей роли и значения в современном мире.

Содержание геометро-графических дисциплин, которое предписывается образовательными стандартами обучения студентов в высших учебных заведениях, охватывает лишь очень узкий пласт реально имеющихся у геометрии возможностей. Нельзя сказать, что тематика обсуждавшихся в докладе вопросов крайне футуристична и нереальна, но она, конечно, далеко выходит за рамки современного образовательного процесса. Тем не менее автор считает долгом изложить свой взгляд на перспективы развития и применения геометрической науки, дать повод для размышлений и, возможно, переосмысления ее места и роли в современном информационном обществе, вселить уверенность ее приверженцев в то, что знание геометрии, в каком бы виде она ни была представлена, важно и необходимо и ее никогда не придется списывать на свалку истории.

Список литературы

1. Начертательная геометрия // Википедия. – URL: ru.wikipedia.org/wiki/Начертательная_геометрия (дата обращения: 10.02.2014).

2. Волошинов Д.В. Начертательная геометрия. Есть ли у нее будущее в вузе? // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф. (г. Пермь, февраль – март 2011 г.). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – С. 103.

3. Волошинов Д.В., Соломонов К.Н. Конструктивное геометрическое моделировавние как перспектива преподавания графических дисциплин // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 182–185.

4. Вальков К.И. Введение в теорию моделирования. – Л.: ЛИСИ, 1974. – 152 с.

5. Волошинов Д.В. Конструктивное геометрическое моделирование. Теория, практика, автоматизация. – Saarbruecken: Lambert Academic Publishing, 2010. – 364 с.

6. Васильев А. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 304 с.

7. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.

8. Sass R., Schmidt A.G. Embedded Systems Design with Platform FPGAs. Principles and Practices. – Burlington: Elsevier, 2010. – 389 p.

9. Deschamps J-P, Sutter G.D., Cantó E. Guide to FPGA Implementation of Arithmetic Functions. – Dordrecht: Springer, 2012. – 469 p.

10. Mermet J., Electronic Chips & Systems Design Languages. – New York: Springer, 2001. – 306 p.

11. Embedded Software Design and Programming of Multiprocessor System-on-Chip. Simulink and SystemC Case Studies / K. Popovici, F. Rousseau, A.A. Jerraya, M. Wolf. – New York: Springer, 2010. – 231 p.

12. Ramachandran S. Digital VLSI Systems Design. A Design Manual for Implementation of Projects on FPGAs and ASICs Using Verilog. – Dordrecht, Springer, 2007. – 709 p.

13. Sarfraz M. Geometric Modeling: Techniques, Applications, Systems and Tools. – Dordrecht: Springer, 2004. – 454 p.

14. Lenarčič J., Husty M. Latest Advances in Robot Kinematics. – Dordrecht: Springer, 2012. – 457 p.

15. Hahn A.J. Mathematical Excursions to the World's Great Buildings. – Princeton, Oxford: Princeton University Press, 2012. – 318 p.

16. Шевелев И.Ш. Принцип пропорции: о формообразовании в природе, мерной трости древнего зодчего, архитектурном образе, двойном квадрате и взаимопроникающих подобиях. – М.: Стройиздат, 1986. – 200 с.

17. Radzevich S.P. Theory of Gearing. Kinematics, Geometry and Synthesis. – London: CRC Press, 2013. – 648 p.

18. Apostol T.M., Mnatsakanian M.A. New Horizons in Geometry. – Pasadena: Mathematical Association of America, 2012. – 513 p.

19. Pearce J.M. Open-Source Lab. How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs. – Amsterdam: Elsevier, 2014. – 271 p.

СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КАК КОМПОНЕНТ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В БОЛГАРИИ

Лепаров Михаил Николаевич,
Попов Маркс Христофорович
Технический университет Софии, Болгария

Анализируются четыре вопроса: а) состояние геометро-графической подготовки в технических университетах Болгарии в целом; б) в Техническом университете Софии в частности; в) перспективы развития этой подготовки и г) ряд связанных с этими вопросами проблем.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, тенденции, инженерное образование.

STATE AND TRENDS OF GEOMETRICAL-GRAPHIC TRAINING AS COMPONENT OF ENGINEERING EDUCATION IN BULGARIA

Leparov Mihail Nikolov,
Marks H. Popov
Technical University of Sofia, Bulgaria

Four issues are analyzed in the report: a) the state of geometrical and graphic training at technical universities in Bulgaria in general; b) at the Technical University of Sofia in particular; c) prospects for the development of this training and d) accompanying problems.

Keywords: geometrical and graphic training, trends, engineering education.

Состояние геометро-графической подготовки в Болгарии. Анализ проводится как на основе учебных планов и аннотаций учебных программ всех гражданских технических университетов Болгарии, доступной информации военных технических вузов страны и на базе личных наблюдений и впечатлений авторов. Анализ связан с рассмотрением следующих основных элементов: наименование кафедр, наименование дисциплин, фонд учебных часов, используемые CAD-системы и тенденции развития.

Условно принято, что дисциплина, занимающаяся созданием и использованием технической документации изделия, определяется как «Геометро-графическая подготовка» (ГГП).

Вторая половина XX в. характеризуется исключительно сильным ростом научной и производственной информации, что сопровождается

«терминологическим взрывом» – резким увеличением количества новых терминов. Большая часть последних является полилексемными, т.е. различными видами словосочетаний. Это приводит к расширенному использованию аббревиатур, в научных публикациях увеличивается количество условных обозначений и сокращений. Приведем их для этой статьи:

– ГГП – геометро-графическая подготовка,
– КЗ – курсовая задача,
– НПП – научно-педагогический персонал,
– ОИП – основы инженерного проектирования,
– ПГИГ – прикладная геометрия и инженерная графика,
– ПП – печатная плата,
– ПУ – печатный узел,
– СЕ – сборочная единица,
– Т – тенденция,
– ТО – технический объект,
– ФПД – физический принцип действия.

Наименования кафедр. Только в двух болгарских университетах существуют самостоятельные кафедры, чьи наименования соответствуют содержанию ГГП («Начертательная геометрия и инженерно-строительная графика» и «Основы и технические средства конструирования», преемники «Машиностроительного черчения»). В остальных университетах преподаватели, занимающиеся ГГП, относятся к другим кафедрам. Причина этого – малое количество учебных часов.

Наименования дисциплин. В технических университетах страны в настоящий момент используются следующие конкретизации ГГП: «Прикладная геометрия и инженерная графика» (ПГИГ), «Инженерная графика», «Техническое документирование», «Техническое черчение», «Дескриптивная геометрия», «Компьютерная графика», «Техническое документирование с помощью AutoCAD», «Инженерная и строительная графика» и «Инженерная и компьютерная графика».

Объем дисциплины (количество учебных часов). Объем весьма разнообразен и колеблется от 4 часов лекций + 4 часов практики (обычно в двух семестрах) до 1 часа лекций + 1 часа практики в неделю (один семестр).

Используемые CAD-системы. В большинстве университетов в дисциплине ГГП используются CAD-системы, но в практике их мало, и они заканчиваются на уровне File, т.е. без твердой копии. Используемые CAD-системы – AutoCAD, MS Visio, SolidWorks и Inventor. Все уверены в необ-

ходимости использования компьютерных систем, но в некоторых университетах существуют проблемы с компьютерной базой для ГГП.

Существует общее мнение, что речь не идет о выборе между «с CAD» или «без CAD», а «с какой CAD». Выбор CAD-системы несложен, так как современные широко распространенные CAD-системы различных классов (низкий, средний, высокий) обладают практически равными возможностями.

Выполнение курсовых заданий – традиционно ручное, причем во многих местах допускается их исполнение с помощью CAD-систем. Исключение составляет только ТУ – София.

Тенденции, отмечаемые в последние 10–20 лет. Можно констатировать, что в рамках страны:

– в большинстве специальностей сохранилось наименование дисциплин, с одновременным уменьшением их объема;

– в некоторых специальностях наблюдается объединение ГГП с другими дисциплинами, чаще всего с «Деталями машин», изменение наименований и переход в ведение других кафедр. Примерами таких наименований в нашей стране являются «Техническое черчение и детали машин», «Основы конструирования» и др.;

– исчезновение ГГП в нескольких университетах в некоторых специальностях, в первую очередь в компьютерных, коммуникационных и электротехнических;

– дисциплина «Начертательная геометрия» сохранилась только в четырех специальностях двух вузов, из которых три специальности инженерно-строительного профиля и одна специальность – «Инженерный дизайн». В принципе, элементы из «Дескриптивной геометрии» перешли в ГГП;

– в некоторых университетах претензии к обучению по использованию CAD-систем в ГГП имеют и другие, как общеобразовательные, так и специализированные, кафедры.

Сказанное выше дает возможность сформулировать следующие тенденции:

Т1: объем дисциплин ГГП, как и их содержание, непрерывно уменьшается, вплоть до полного исчезновения в отдельных специальностях; сильное уменьшение в некоторых случаях приводит к потере смысла в изучении этих дисциплин, в результате налицо значительное уменьшение их самостоятельного участия в инженерном образовании.

Причины этой тенденции указаны в [1].

На уровне цивилизованного мира в целом:

Т2: компьютеры превращаются в обязательный элемент любой человеческой деятельности, дополняя ее, делая разнообразнее, уже часто заменяя человека.

Т3: современное проектирование и документирование является проектированием и документированием в CAD-среде. Компьютер превращается из средства в среду, становясь имманентным свойством проектирования и документирования.

Тенденция обоснована в [1].

Т4: происходит постепенное исчерпывание интеллектуального содержания процесса графического документирования [1].

Отдельно на уровне Болгарии:

Т5: снижение интеллектуального уровня и уровня подготовки абитуриентов, а также их мотивации обучаться.

Вероятные причины: увеличение количества новосозданых государственных и частных университетов и филиалов; эмигрантский отток родителей с детьми и студентов за границу; демографический кризис, в результате которого практически исчез конкурсный отбор, так как количество абитурентов становится меньше общего числа мест в университетах страны; не функционирующая нормально промышленость не обеспечивает профессиональную реализацию значительной части выпускаемых инженеров.

Т6: снижение интеллектуального уровня молодых ассистентов и их мотивации углубленного развития в качестве научных и преподавательских кадров.

Вероятные причины: сравнительно низкая зарплата, которая не привлекает кандитатов, а тех, которые поступили, вынуждает заниматься поисками дополнительной работы.

Т7: снижение мотивации возрастных преподавателей следить за развитием CAD-систем.

Вероятные причины: большая скорость обновления компьютеров и CAD-систем.

Т8: повышение компьютерной культуры поступающих студентов.

Вероятные причины: доступность компьютерной техники с раннего возраста дома и в школе.

Некоторые возможные перспективы развития. Проблемы состояния и перспективы дисциплины ГГП на национальном уровне

не обсуждались. Эти вопросы решаются на уровне университета и зависят от многих факторов, в том числе субъективных.

Возможны следующие сценарии развития дисциплин ГГП: инерционный, эволюционный, революционный. Существуют и другие пути развития, часть из которых бегло затронута ниже.

Сценарий инерционного развития ГГП состоит в стремлении сохранения статус-кво, наблюдении и принятии происходящего. Для ряда университетов Болгарии это, вероятно, наиболее приемлемо. К этому же сценарию относятся и случаи существенного изменения наименования дисциплины без значительного изменения ее содержания.

Сценарий эволюционного развития ГГП основан на замене традиционных средств ручного документирования компьютером, превратившимся в новое средство документирования. Дисциплины «Компьютерная графика» (в прикладном смысле), «CAD-системы» и т.п. заменяют существующие дисциплины ГГП.

В некоторых университетах Болгарии идут по этому пути. При таком развитии, однако, не принимается во внимание тенденция Т4. Использование возможностей CAD-систем при 3D-моделировании технических объектов в процессе проектирования и 3D-документировании существенно изменяет дисциплину ГГП до ее научного и практического обессмысливания [1]; авторы доклада убеждены, что без надлежащего развития дисциплины ГГП исчезнут, как это произошло с рядом дисциплин, которые нынешние преподаватели изучали, будучи студентами.

Сценарий революционного развития ГГП связан с рассмотрением документирования как неразрывной части процесса проектирования. Такой подход обеспечит выполнение обязательного требования: каждая дисциплина в техническом вузе должна рассматриваться с инженерной точки зрения.

Развитие ГГП в рамках, например, такой дисциплины, как «Основы инженерного проектирования», связано с уточнением видов и элементов процесса проектирования и, далее, тех компонентов, которые следует рассматривать как основы проектирования. По мнению авторов доклада, проектирование можно представить как совокупность следующих частей, предполагающих разную реализацию при различных методах проектирования:

– **концептуальное проектирование**, в результате которого достигается словесное или схематичное описание технического объекта (ТО),

например, физический принцип действия, схематичное изображение и др.; элементом концептуального проектирования является эвристичное проектирование, которое является проектированием процесса получения эвристичных решений;

– **геометрическое проектирование**, которое включает проектирование форм, проектирование взаимного расположения и проектирование соединенений составных частей ТО;

– **исследовательское проектирование,** целью которого является проведение необходимых расчетов и исследование объекта, включая анализ его безопасности и экологичности;

– **тестовое проектирование**, в рамках которого доказывается, что разработанный ТО работоспособен.

К этим основным элементам процесса проектирования возможно добавить и процессы, связаные с другими этапами жизненного цикла проектируемого изделия, которые со своей стороны могут оказать влияние на процесс проектирования, а именно:

– **технологический** – проектирование технологического процесса производства объекта;

– **эксплуатационный** – проектирование процесса эксплуатации объекта;

– **ремонтный** – проектирование процесса ремонта изделия (если такой предполагается);

– **утилизационный** – проектирование процесса утилизации.

Выбор комбинации элементов общего процесса проектирования зависит от многих факторов. Основными из них, по нашему мнению, являются:

– уровень профессионализма преподавателей;

– уровень обучаемости студентов;

– наличные (доступные) исследования элементов проектирования;

– наличие заинтересованных специализированных кафедр, занимающихся подобными проблемами;

– наличие материальной базы.

Развитие дисциплины ГГП зависит как от внутренних, так и от внешних (внекафедренных) факторов, таких как:

– осознание преподавателями необходимости изменений;

– мотивация преподавателей;

– влияние окружающей академической и административной среды и ее отношение к предлагаемым изменениям;

– возможности влияния на принятие решений на факультетском и университетском уровне;

– другое.

Авторы прекрасно понимают, что зачастую условия в конкретном вузе многообразны и противоречивы, что победа в этой «войне» труднее, чем выигрыш в лотерее. Одновременно авторы убеждены, что если не вести борьбу, то «война» наверняка будет проиграна [1].

Революционный сценарий развития ГГП осуществлен в Техническом университете Софии, где преподается дисциплина «Основы инженерного проектирования».

Методология проектирования является междисциплинарной наукой (областью исследования), потому что рассматривает произвольный ТО. Преподаваемые у нас технические научные дисциплины обычно связаны с определенным классом ТО при конкретных условиях его приложения. Только в нескольких университетах (для отдельных специальностей) в Болгарии проводится обучение по основам проектирования произвольного ТО. Такими дисциплинами являются «Методология проектирования», «Компьютерное проектирование», «Компьютерное 3D-проектирование» и «Методологические основы конструирования». Естественно, что в план обучения на этих специальностях новую дисциплину возможно включить лишь при наличии ее соответствующей стыковки с другими.

Можно ли студента 1-го курса обучать основам проектирования? Авторы твердо убеждены, что это возможно, потому что:

– в «основы проектирования» можно вкладывать как различное содержание, так и глубину изучения;

– современные студенты обладают значительной технической культурой, накопленной в результате их ежедневных многочисленных контактов с техническими объектами;

– опыт Технического университета Софии с 2005 г. подтверждает этот вывод.

Ранее мы неоднократно пытались изменить наименование кафедры и содержание ГГП, потому что чувствовали необходимость развития (на кафедре была защищена только одна диссертация по тематике ГГП). Такие попытки часто бывали успешными (в продолжении 1–2 лет), но при корректировке учебных планов все снова возвращалось в исходное положение. Основной причиной этого была «враждебная» окружающая академическая среда. Лишь только 9 лет тому назад нам удалось убедить нескольких деканов, и положение в определенной степени стабилизировалось.

Возможны и другие пути развития наших кафедр, например:

– использование в учебном процессе в качестве элементов развития соответствующих результатов дисертаций, защищенных преподавателями;

– *комбинация ГГП с другими инженерными направлениями, например:* «ГГП и CAD», «ГГП с помощью CAD», «CAD и ГПП», «Автоматизация ГГП», «ГГП и взаимозаменяемость», «ГГП и стандартизация», «Геометричное проектирование и документирование», «Проектирование эксплуатации и документирование», «Проектирование ремонта и документирование», «Проектирование утилизации и документирование», «ГГП и творчество», «ГГП и дизайн», «Жизненный цикл изделия и документирование», «Качество инженерной деятельности», «Документалистика», «Основы инженерной деятельности», «Техническое законодательство», «Стандартизация в инженерной деятельности»;

– использование непрерывно расширяющихся возможностей интернета и устройств коммуникаций, например, «ГГП в интернет-среде» (использование свойств сети для нужд ГГП);

– комбинации других (не только перечесленных) конкретных возможностей развития.

Выбор возможных названий дисциплин с допустимым разнообразием содержания должен быть направлен на достижение одной цели – расширение и повышение интеллектуального уровня ГГП. Другие варианты наименований дисциплиин могут быть получены путем операций над базовыми словами: изменение порядка, исключение, добавление слов, обобщение (конкретизация) используемых понятий, комбинация и т.п.

Состояние ГГП в Техническом университете Софии. Технический университет Софии является самым крупным техническим университетом в Болгарии. Поэтому обыкновенно возникающие в нем тенденции находят отражение в национальном масштабе. Кафедра, проводящая обучение по ГГП, – «Основы и технические средства конструирования». Традиционные дисциплины – ПГИГ1 и ПГИГ2 – были заменены на «Основы конструирования и CAD» (машиностроительные специальности) и ОИП (электротехнические специальности). Далее расматривается дисциплина ОИП.

Целью этой учебной дисциплины является освоение студентами основных знаний, связанных с процессом проектирования и документирования технических объектов слаботочной силовой и коммуникационной электротехники, а также компьютерной техники.

В конце обучения студент должен:

– знать структуру процесса проектирования и уметь разрабатывать концепцию проектируемого изделия;

– уметь самостоятельно находить новые технические решения, используя различные эвристические методы;

– уметь разрабатывать и использовать техническую документацию объектов и процессов слаботочной техники и проводить ее инженерный анализ;

– знать и использовать нормативные требования международных и европейских стандартов, связанные с конструкторской документацией объектов слаботочной техники;

– уметь использовать методы поиска вариантов усовершенствования конструкторских решений;

– знать и использовать основные подходы к разработке компьютерных моделей проектируемого изделия и их реализацию в CAD-системе.

Курсовые задания (КЗ):

Первый семестр:

1. КЗ № 1 «Электрические схемы».
2. КЗ № 2 «Эвристические методы I».
3. КЗ № 3 «Проектирование механических соединений».
4. КЗ № 4 «Проектирование электросоединений для объемного монтажа».

Второй семестр:

1. КЗ № 5 «Инженерный анализ изделия».
2. КЗ № 6 «Эвристические методы II».
3. КЗ № 7 «Проектирование электротехнического изделия».
4. КЗ № 8 «Проектирование электронного изделия».

При разработке новой дисциплины после уточнения курсовых заданий анализируется возможность использования существующей материальной базы с целью ее приспособления к новым требованиям. Таким заданием, например, является задание в ПГИГ «Деталирование». Используя готовые чертежи общего вида, разрабатывается задание «Инженерный анализ», которое включает ряд проектно-конструкторских процедур, в том числе и деталирование. К ним относятся:

1. Структурный анализ – деталирование и построение 3D-моделей расчитываемых деталей.

2. Конструктивный анализ – условные обозначения (графические символы и буквенные обозначения) в принципиальной схеме, физический принцип действия сборочной единицы (СЕ), порядок сборки, ин-

струменты и приспособления для сборки СЕ, список минимум пяти возможных причин нефункционирования изделия.

3. Функционально-стоимостный анализ – определение главной функции, функционально-стоимостная оценка, предложение других вариантов конструктивного решения.

4. Размерный анализ – дешифрирование посадок и граничных отклонений, выбор посадки.

5. Другие виды анализов – определение видов необходимых теоретических расчетов и деталей, к которым они относятся, описание комплекта обязательной конструкторской документации изделия; описание технологии производства двух деталей; определение основного инженерного эффекта.

Для обеспечения учебного процесса по ОИП кроме использования традиционных курсовых заданий, контрольных работ, руководства для упражнений [2] и учебника [3] было предпринято следующее:

– разработаны тесты для подготовки и контроля, к которым студенты получают доступ в компьютерной сети университета; тесты формируются по случайному принципу; студентам обеспечена возможность упражняться на реальных тестах неограниченное время, а преподаватель, если желает, может следить за статистикой подготовки;

– составлены и представлены на странице кафедры наиболее часто задаваемые ассистентом вопросы при сдаче каждого курсового задания;

– составлены и опубликованы наиболее часто допускаемые ошибки по каждому курсовому заданию дисциплины;

– разработана система балов оценки знаний студентов;

– разработаны дополнительные задания для студентов, желающих повысить оценку;

– организационно обеспечена возможность скачать студенческую версию соответстветствующей CAD-системы для личного компьютера студента;

– разработаны необходимые виды форматов.

Дисциплина преподается в I и II семестрах по 1 часу лекций и 2 часа практики в неделю. Упражнения проводятся как семинарские, задаются задания, и проводится подготовка для их автоматизированного выполнения. На следующей неделе занятия проводятся в компьютерной аудитории, где каждый студент на отдельном компьютере упражняется в соответствующей CAD-системе, где выполняет индивидуальные варианты заданий. Все курсовые задания выполняются с использованием CAD и в домашних условиях (в ТУ имеются компьютры свободного допуска). Задания сдают-

ся преподавателю в распечатанном виде. Оценка успеваемости студентов за весь курс обучения суммарная, т.е. определяется как сумма балов за оба семестра за сданные курсовые задания, контрольные работы, в том числе тесты (в ТУ разработана система электронного проведения тестов по каждой дисциплине учебного плана). Студенты работают парами и получают одно общее задание, но каждый сдает и защищает его самостоятельно. При такой организации они учатся работать в коллективе и в конечном счете получают больше знаний. В первые годы средняя успеваемость студентов составляла 5 баллов (при 6-балльной системе оценок), а в последние годы для различных факультетов – 3,5–4,5 балла.

Ниже представлены задания для двух последних КЗ [1].

КЗ № 7. Проектирование электротехнического изделия.

1. Указать минимум по пять объектов, которые могут служить источниками данного вида энергии.

2. По заданному наименованию электроизделия осуществить концептуальное проектирование всего изделия, включающее:

1) определение главной функции заданного изделия и составление списка возможных способов, с помощью которых возможно ее реализовать; для поиска возможных способов использовать выбранный эвристический метод;

2) схематичное изображение (эскиз) одного из решений, составление физического принципа действия и определение его основных функций;

3) определение видов необходимых теоретических расчетов;

4) составление условного обозначения (графический символ и буквенное обозначение) изделия в принципиальной электрической схеме.

3. Осуществить концептуальное проектирование заданного функционального блока или всего изделия, включая:

1) определение его основных функций;

2) разработку морфологической таблицы решений;

3) выбор одного из возможных решений и разработка 3D-модели (SolidWorks) блока или всего изделия;

4) выбор материала для каждой детали.

4. Разработать необходимую конструкторскую документацию, включая:

1) описание комплекта обязательной конструкторской документации блока или всего изделия;

2) сборный чертеж (SolidWorks, AutoCAD) и список составных частей блока (Word);

3) необходимые проекции рабочих чертежей всех нестандартных деталей (SolidWorks);

4) выбор посадок (при необходимости).

5. Описание возможного взаимного расположения функциональных блоков (составных частей) всего изделия.

КЗ № 8. Проектирование электронного изделия.

По заданной принципиальной электрической схеме и дополнительным требованиям:

1. Спроектировать печатный узел и разработать документы:

1) принципиальную электрическую схему;

2) печатную плату (ПП) – графический оригинал;

3) сборочный чертеж;

4) список составных частей.

2. Спроектировать «коробку», выполняющую функции:

– обеспечения расположения дополнительных элементов (батареек, бутона) для функционирования печатного узла (ПУ);

– закрепление ПУ в «коробке» и крепление «коробки» к окружающей среде;

– защиты ПУ от окружающей среды.

Учитывая конкретные требования каждого варианта, указанного в задании, выполнить:

1) 3D-модели деталей «основа» и «крышка коробки» (SolidWorks);

2) 3D-модель «коробки»;

3) рабочие чертежи деталей «основа» и «крышка» (SolidWorks, AutoCAD).

3. Провести инженерный анализ изделия, включая:

1) определение главной функции ПУ, а также главной и основных функций входящего в состав ПУ элемента, указанного ниже;

2) описание связей (электрических, световых, механических) ТО (ПУ, смонтированного в «коробке») с окружающей средой;

3) описание технологии производства ПП и ПУ;

4) описание двух других возможных способов закрепления ПУ в «коробке»;

5) описание комплекта обязательной конструкторской документации «коробки» с собранной в ней ПУ.

В качестве иллюстраций представим часть студенческих решений: рис. 1 – 3D-модель электромагнитного реле (КЗ № 7) без крышки, рис. 2 – с крышкой. Это задание выполнялось тремя парами студентов, причем каждая пара проектировала свою часть конструкции; рис. 3 – другой вариант

электромагнитного реле; рис. 4, *а* – 2D-модель печатной платы (КЗ № 8), крышки (рис. 4, *б*) и основы (рис. 4, *в*), образующие «коробку», в которой располагается печатная плата.

Характерным для курсовых заданий, выполняемых студентами, является:

– наличие многих элементов инженерной деятельности;

– усиленное внимание к творческой составляющей учебной деятельности, связанной с поиском множества новых решений в отношении внешнего вида, дополнительных функций или другой физической реализации функции (наличие новизны не доказывается, а оценивается преподавателем экспертно); поиск новых решений проводится с помощью эвристических методов;

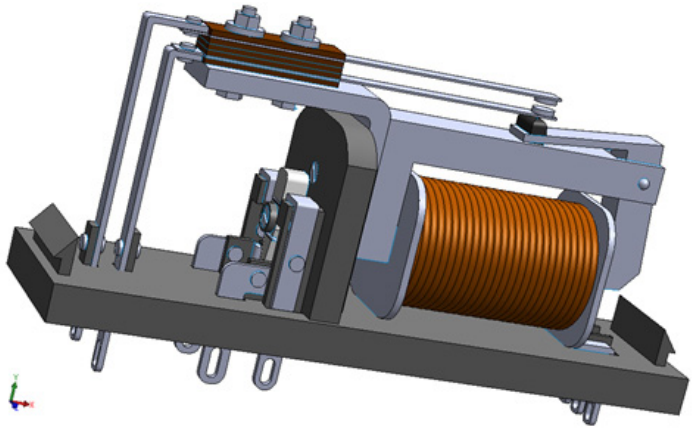


Рис. 1. 3D-модель (SolidWorks) электромагнитного реле без крышки

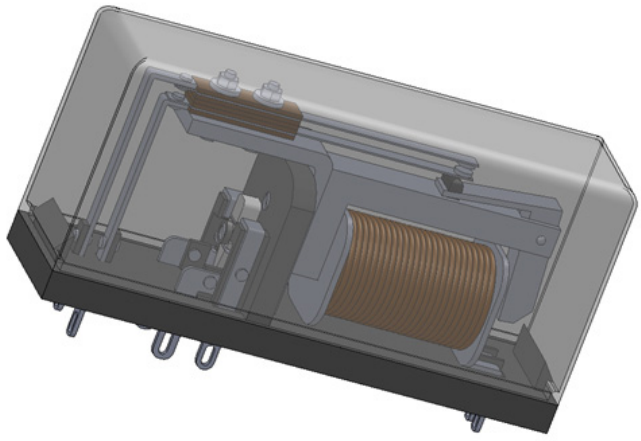


Рис. 2. Электромагнитное реле с крышкой

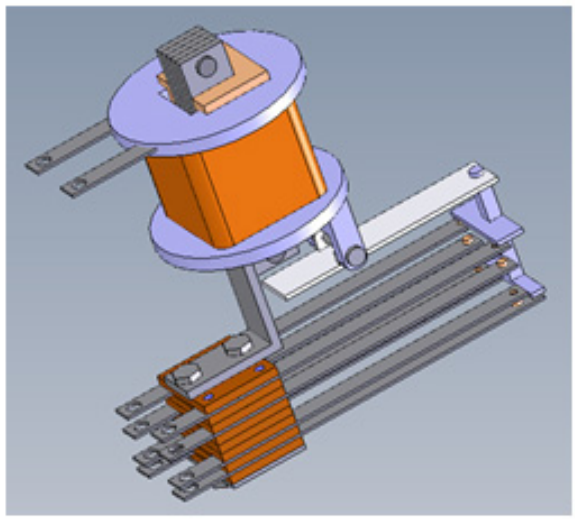
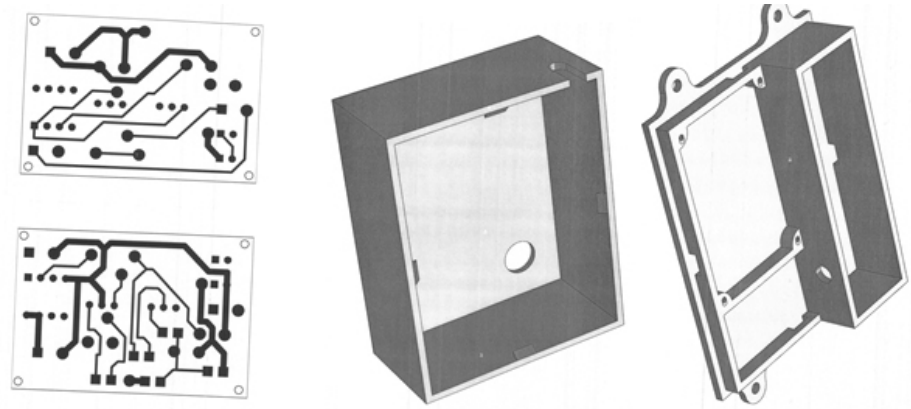


Рис. 3. Вариант электромагнитного реле



а *б* *в*

Рис. 4. 2D-модель (CADStar) печатной платы и 3D-модель (SolidWorks) крышки и основы (КЗ «Проектирование электронного изделия»)

– деятельность, связанная с выполнением задания, является творческой (новые решения), и ее результаты представляются в текстовом редакторе (Word), а формализованная часть реализуется с помощью CAD-системы;

– студенты работают группами: как правило, парами, а при более сложных задачах – по несколько пар;

– в каждом задании присутствует документирование, но упор делается не на него, а на процесс проектирования;

– часть преподавателей общаются со студентами через интернет, включая и стадию проверки курсовых заданий;

– в заданиях процесс проектирования не повторяется буквально, потому что в последние годы учитывались различные обстоятельства: подготовленность (интеллектуальный уровень и мотивация) студентов перед началом обучения; необходимость обеспечения сравнительно равномерной нагрузки в обоих семестрах; повторение во втором семестре материала на более высоком уровне; обучение работе в CAD-системе; в первые годы приходилось изменять задания (исключать целые задачи или их элементы, добавлять новые элементы).

Проблемы, связанные с ОИП. Как любая деятельность, обучение ОИП связано с рядом проблем. Перечислим основные.

Материальная база:

1. Необходимы финансовые ресурсы для полного обновления компьютерной базы каждые 4–6 лет.

2. Сравнительно часто – каждые 2–3 года, приходится менять версии используемых CAD-систем (обыкновенно новая версия появляется на рынке ежегодно и, как правило, обладает дополнительными возможностями). Это необходимо делать из-за распространенной практики разработчков: софт более высокой версии не поддерживает свои низкие версии с целью заставить потребителей покупать последние версии.

3. Обслуживание техники требует наличия специализированного персонала.

Преподаватели:

1. Кроме необходимости первоначального серьезного обучения и самообучения частая смена версий CAD-систем заставляет преподавателей регулярно прилагать усилия для изучения изменений, проводить оценку использования новых функциональных возможностей CAD в учебном процессе. Фактически ежегодно приходится изменять некоторые указания, связанные с новыми версиями.

2. Некоторые CAD-системы приходится адаптировать для решения отдельных задач, например для CadStar необходимо создание библиотеки используемых элементов и устройств.

3. Научно-исследовательская работа, связанная с тематикой дисциплины, недостаточна, что препятствует как естественному развитию дисциплины, так и, в какой-то степени, повышению квалификации преподавателей.

4. Первоначальный энтузиазм при введении дисциплины снизился, появились элементы рутины, вследствие чего дополнительно уделяемое время студентам для усвоения дисциплины уменшилось.

5. Проверка курсовых заданий, представляемых через интернет, воспринимается студентами восторженно, но если задание не текстовое (например, поиск новых идей) или это не 3D-модель, а работа графическая (2D-модель), то для преподавателя требуется весьма много времени для маркировки и пояснения допущенных ошибок.

6. В филиалах технического университета Софии программы ОИП идентичны, но там они не выполняются в полном объеме из-за неподготовленности преподавателей.

7. Нежелание возрастной части преподавателей осваивать современные тенденции развития компьютерной техники.

Студенты:

1. Исполнение заданий в электронном виде значительно облегчает распространение решенных курсовых задач в интернет-пространстве, которые сдаются как собственные.

2. При совместной работе нескольких пар в рамках одного КЗ у значительной части студентов возникают проблемы со взаимодействием.

3. Зачастую при совместной работе в паре студенты распределяют ее между собой, т.е. специализируются по видам деятельности, в результате чего студент осваивает не все элементы данного задания. Следует отметить, что каждый из них сдает задание в целом и должен отвечать на все заданные ему вопросы, контрольные работы также требуют подготовки по всему материалу.

Список литературы

1. Лепаров М.Н., Попов М.Х. Инженерная графика – to be or not to be [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь, 2012 г.). – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012.

2. Ганева Н., Лепаров М., Станчев Г. Основи на инженерното проектиране, ръководство за упражнения. – София: Софттрейд, 2013. – 185 с.

3. Лепаров М., Вичева М., Георгиев М. Основи на инженерното проектиране. – София: Софттрейд, 2011. – 364 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ОАО «АВИАДВИГАТЕЛЬ»

Абрамчук Виктор Ефимович

ОАО «Авиадвигатель», г. Пермь

Дано описание методов и средств проектирования, применяемых в ОАО «Авиадвигатель», сформулировано отношение автора к проблемам подготовки студентов технических вузов.

Ключевые слова: начертательная геометрия, 3D-модель, чертеж, ЕСКД, Teamcenter, NX.

APPLICATION OF THE MODERN PROJECTION METHODS IN “AVIADVIGATEL” OJSC

Abramchuk Viktor Efimovich

Aviadvigatel Stock Company, Perm

In the report the description of methods and the design tools applied in OJSC “Aviadvigatel” is considered. The author relation to the problems of students training in technical universities is formulated.

Keywords: descriptive geometry, 3D model, Unified system for design documentation, drawing, Teamcenter, NX.

О насущном. Прежде всего постараюсь ответить на вопросы, поставленные оргкомитетом конференции.

Нужна или нет начертательная геометрия?

Ответ положительный. Во время обучения в МАИ в свое время мне очень нравилось решать самые сложные задачи по «начерталке». С моей точки зрения, этот предмет позволяет существенно развить пространственное воображение, которое абсолютно необходимо для конструкторской работы. Безусловно, при полном отсутствии пространственного воображения молодой человек никогда не станет конструктором. Таким образом, курс начертательной геометрии является помимо всего прочего определенным тестом на профессиональную пригодность на ранних этапах образования в техническом вузе (вторым таким тестом является сопромат).

Нужна ли плоская графика по подготовке чертежей?

Ответ также положительный. Конечно, современные средства и стандарты проектирования позволяют проводить простановку размеров и технических требований непосредственно в трехмерной геомет-

рической модели детали или сборочной единицы (ДСЕ). В ОАО «Авиадвигатель» уже несколько лет ведется целенаправленная работа в этом направлении. Наша цель – в перспективе уйти от выпуска чертежей, так как параллельное существование двух документов – 3D-модели и чертежа – порождает болезненную проблему их соответствия друг другу. Однако надо сразу же отметить несколько принципиальных моментов: а) нанесение технических требований непосредственно в пространстве 3D-модели – это практически та же самая работа, что и при выпуске «плоских»; б) внедрение бесчертежных технологий требует перестройки инфраструктуры технологической подготовки производства соисполнителей (что далеко не всегда возможно); в) в настоящее время 99 % конструкторской документации, находящейся в обращении, выпущено с использованием чертежного представления. В конце концов, можно ли в принципе представить такую ситуацию, когда конструктор или технолог в цехе не умеет читать чертежи?

Соблюдаются ли на предприятии стандарты ЕСКД по оформлению чертежей?

Ответ однозначный: да, соблюдаются. В условиях постепенного перехода проектных организаций на бесчертежные технологии необходимо в учебный процесс вводить изучение и практическое освоение методов простановки размеров и технических требований непосредственно в 3D-модели.

ОАО «Авиадвигатель». Несколько слов о том, что представляет собой ОАО «Авиадвигатель». ОАО «Авиадвигатель» основан в 1939 г. как ОКБ № 19 при заводе им. Сталина и в этом году будет отмечать 75-летний юбилей. ОАО «Авиадвигатель» – разработчик двигателей для гражданской и военной авиации, а также промышленных газотурбинных установок и электростанций на базе авиационных технологий.

ОАО «Авиадвигатель» и г. Пермь – один из мировых центров авиационного двигателестроения (о чем большинство пермяков даже не подозревают). Вот некоторые факты. Самыми массовыми самолетами во время Великой Отечественной войны были истребители «Ла-5» и «Ла-7» с пермскими двигателями. Они внесли решающий вклад в завоевание превосходства в воздухе над немецкими асами. В последние десятилетия существования СССР около 70 % пассажирских перевозок осуществлялось на самолетах с двигателями, спроектированными в Перми. На самолетах, оснащенных пермскими двигателями, летает президент России Владимир Путин.

В настоящее время ОАО «Авиадвигатель» входит в Объединенную двигателестроительную корпорацию (ОАО «ОДК»), в рамках которой осуществляется амбициозный проект – разработка семейства авиационных двухконтурных двигателей пятого поколения для ближне-среднемагистральных самолетов типа МС-21. Цель проекта – завоевание до 2025 г. не менее 10 % сегмента мирового рынка турбореактивных двухконтурных двигателей тягой 9–18 т и 10 % рынка промышленных ГТУ мощностью 6–30 МВт.

На текущий момент идет изготовление и испытание опытных образцов двигателя ПД-14, подана заявка на получение сертификата типа двигателя ПД-14 в 2015 г. (рис. 1).

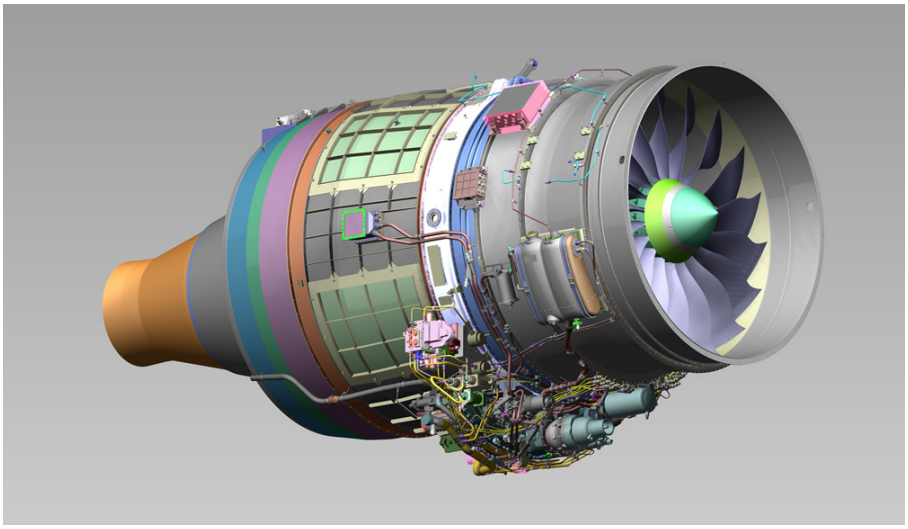


Рис. 1. 3D-модель двигателя ПД-14

О методах и средствах проектирования. Применение средств вычислительной техники при проектировании авиационных двигателей в ОАО «Авиадвигатель» имеет давнюю историю и началось с приобретения в 1962 г. первой ЭВМ «Минск-1». Однако до появления современных CAD/CAM/CAE/PLM-систем автоматизация проектирования затрагивала только отдельные, мало связанные между собой задачи расчетного характера. Автоматизации подвергались трудоемкие, но хорошо формализуемые задачи. Внедрение трехмерных методов проектирования в ОАО «Авиадвигатель» началось в далеком 1984 г. с приобретения комплекса ЭВМ VAX 11/780 и CAD/CAM-системы БПИО АСК (российский клон системы ANVIL). Применение этих систем было ог-

раничено количеством рабочих мест и недостаточной производительностью комплекса для полноценного трехмерного проектирования.

В 90-х гг. прошлого века в ОАО «Авиадвигатель» была сформирована стратегия внедрения CALS-технологий, предусматривающих информационную поддержку продукции в течение всего жизненного цикла [1]. В 1994 г. на предприятии была внедрена CAD/CAM-система NX (Unigraphics) и CAE-система для прочностных и тепловых расчетов ANSYS, в 1996 г. – CAE-система для газодинамических расчетов TASCflow. Первой крупной работой в Unigraphics, выполненной в 1994 г., стало проектирование литейной оснастки и изготовление комплекта неохлаждаемых лопаток свободной турбины газоперекачивающей установки мощностью 16 МВт. В рамках этой работы для расчета прочностных и вибрационных характеристик также впервые была применена система ANSYS. В 1995 г. в NX было освоено электронное макетирование и подготовка производства трубопроводных коммуникаций авиационных двигателей и наземных установок. За прошедшие годы на предприятии сформировались кадры, способные решать задачи любой сложности.

Важнейшим событием на пути внедрения CALS-технологий стало приобретение в 2004 г. и внедрение в промышленную эксплуатацию в 2006 г. PDM-системы Teamcenter [2, 3]. Внедрение системы Teamcenter позволило коренным образом изменить организацию процесса проектирования на предприятии. С этого момента все новые разработки в ОАО «Авиадвигатель» ведутся в электронном виде. Электронный конструкторский документооборот стал реальностью. Первым полностью «цифровым» проектом газотурбинного двигателя в России стал проект двигателя ПС-90А2.

Подлинником конструкторской документации в соответствии со стандартами предприятия является объект в системе Teamcenter. Согласование и утверждение конструкторской документации, а также ее изменение производится в электронном виде по процессам системы. Объект документирования состоит из так называемых «наборов данных». В основном это 3D-модель ДСЕ и электронный чертеж. В перспективе мы планируем отказаться от выпуска чертежей. 3D-модель является «главным» набором данных в системе проектирования (концепция мастер-модели). На основе 3D-модели ДСЕ создается чертеж, проектируется оснастка, формируются управляющие программы для станков с ЧПУ, создаются расчетные модели и выполняются прочностные и газодинамические расчеты. Наличие ассоциативных связей в системе позволяет

в случае изменения 3D-модели быстро провести изменения во всех перечисленных связанных электронных документах.

Главная задача ОАО «Авиадвигатель» в настоящее время – разработка семейства авиационных двухконтурных двигателей пятого поколения для ближне-среднемагистральных самолетов типа МС-21. С целью сокращения сроков реализации проекта организована широкая кооперация профильных предприятий двигателестроения под руководством ОАО «УК “ОДК”» и ОАО «Авиадвигатель» (головной разработчик). В кооперации по проекту задействованы: ОАО «ПМЗ» – головной серийный изготовитель, ФГУП «НПЦГ “Салют”», ОАО «НПО “Сатурн”», ОАО «Мотор», ОАО «УМПО», ОАО «ОНПП “Технология”», ОАО «ВАСО» и другие предприятия. Для обмена конструкторской документацией в рамках проекта создана система обмена данными между участниками кооперации на базе PDM-системы Teamcenter.

Архитектура системы обмена проектными данными построена по иерархической схеме «звезда» с одним центральным сайтом проекта и 9 сайтами предприятий (рис. 2). Для осуществления обмена инженерными данными между сайтами используется технология Teamcenter MultiSite Collaboration. Система обмена данными с заказчиком реализована в рамках системы взаимодействия с поставщиками ОАО «Корпорация “Иркут”» также по технологии Teamcenter MultiSite Collaboration.

В настоящее время весь объем взаимодействия между участниками кооперации «ПД-14» осуществляется в территориально-распределенной системе ведения проекта. На центральном сайте проекта сформировано полное электронное определение изделия, включающее его электронную геометрическую модель, электронную структуру изделия, комплект конструкторской документации с полной историей изменений, инженерные расчеты, создана возможность для размещения технологических процессов. Проект составляет уже более 50 тыс. объектов, к которым организован доступ предприятий в соответствии с положениями о взаимоотношениях.

О подготовке кадров. Следует отметить, что ОАО «Авиадвигатель» и Пермский национальный исследовательский политехнический университет более полувека успешно сотрудничают в области подготовки специалистов. Генеральный конструктор, доктор технических наук Иноземцев Александр Александрович является по совместительству заведующим кафедрой авиационных двигателей и энергетических установок ПНИПУ.

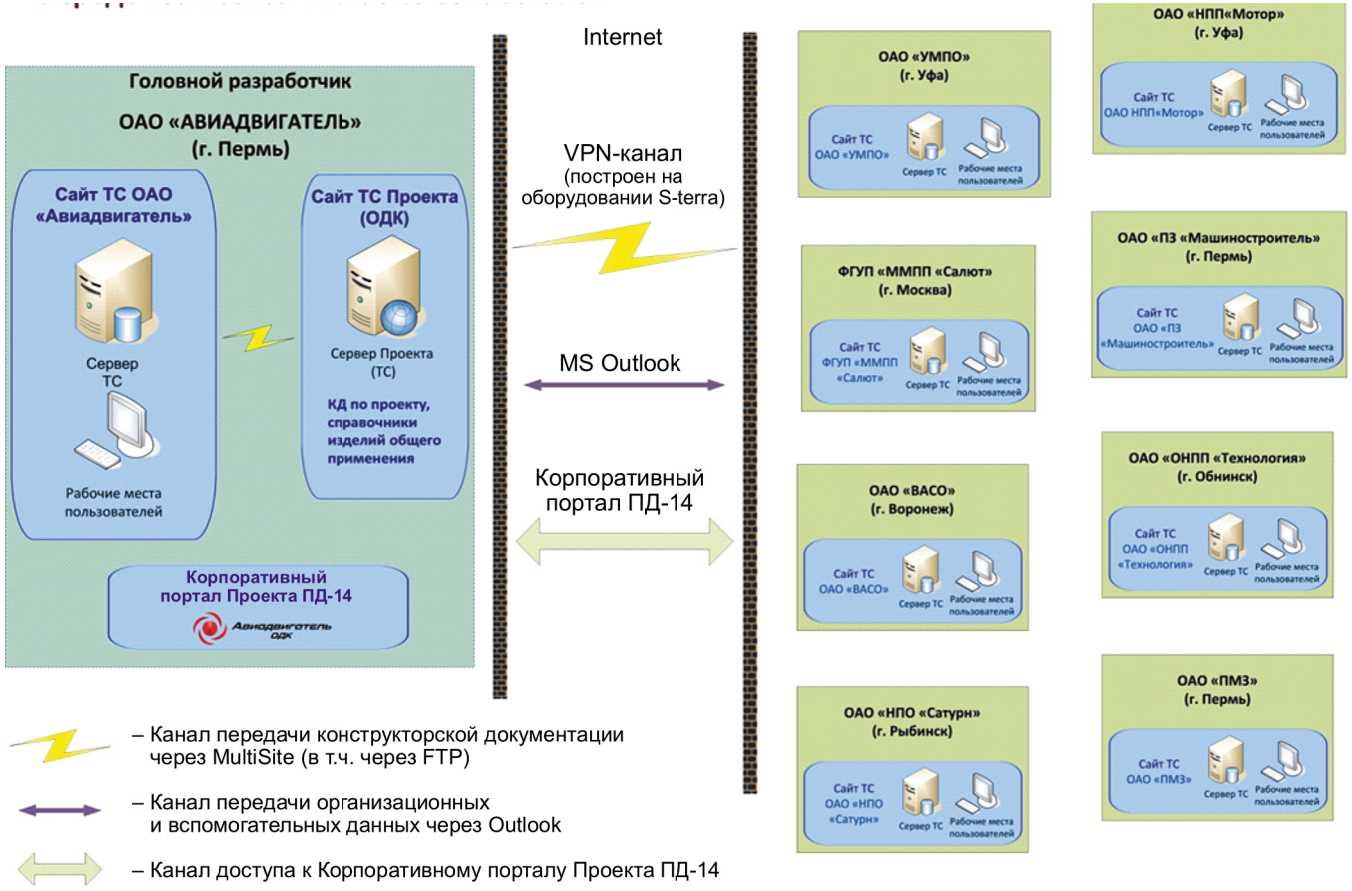


Рис. 2. Организация системы ведения совместного проекта ПД-14
в среде Teamcenter MultiSite Collaboration

Студенты 3-го и 5-го курсов обучения могут поступить на работу в ОАО «Авиадвигатель» в качестве стажеров. Прошедшие такую подготовку молодые специалисты включаются в работу без длительного адаптационного периода. Практика показывает, что бывшие стажеры в течение короткого времени становятся высококвалифицированными специалистами.

Очень большое значение имеет тот факт, что на кафедре авиадвигателей ПНИПУ ведется обучение работе в системе NX начиная с младших курсов.

В ПНИПУ совместно с ОАО «Авиадвигатель» созданы новейшие исследовательские лаборатории и центры, в которых будущие конструкторы не просто постигают самые современные технологии проектирования и производства двигателей, но и со студенческой скамьи участвуют в реальных проектах КБ.

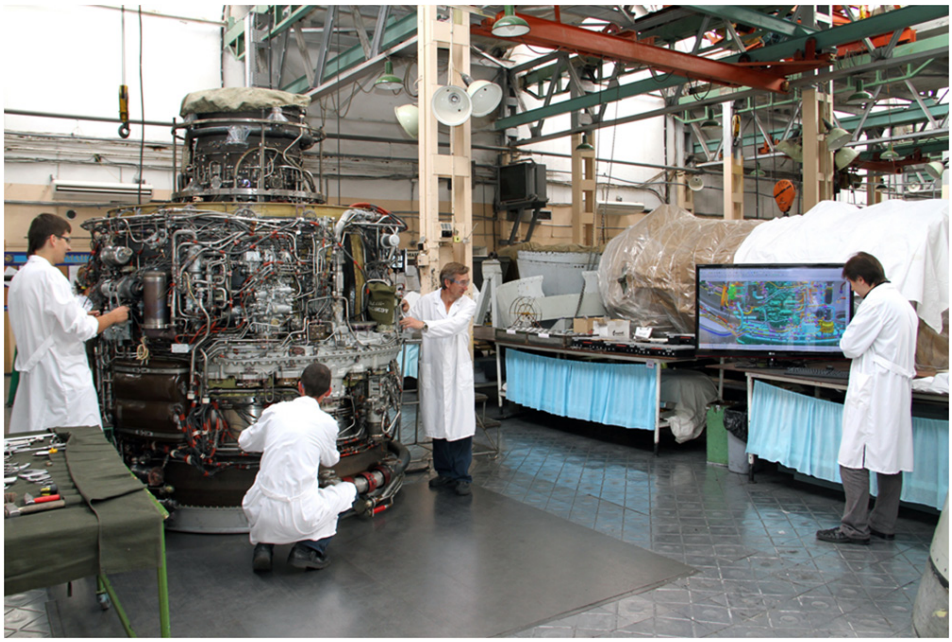


Рис. 3. Сборка двигателя ПС-90А2 по электронному макету

ОАО «Авиадвигатель» и ПНИПУ на протяжении нескольких лет ведут целевой набор абитуриентов на четыре специальности: «Авиационные двигатели и энергетические установки», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Информационная безопасность автоматизированных систем», «Информатика и вычисли-

тельная техника». Обучение в рамках целевого набора бесплатное и ведется в очной форме. Предприятие выплачивает «целевикам»-отличникам дополнительную стипендию и гарантирует трудоустройство в «Авиадвигателе» в соответствии с полученной специальностью. Руководство ОАО «Авиадвигатель» искренне заинтересовано в подготовке высокообразованной, талантливой молодежи.

Список литературы

1. Основы технологии создания газотурбинных двигателей для магистральных самолетов / под ред. А.Г. Братухина, Ю.Е. Решетникова, А.А. Иноземцева. – М.: Авиатехинформ, 1999.

2. Абрамчук В.Е., Бормалев С.В., Никитин А.А. Опыт внедрения системы Teamcenter Engineering в ОАО «Авиадвигатель» // САПР и графика. – 2006. – № 11.

3. Иноземцев А.А., Абрамчук В.Е., Бормалев С.В. PLM-технологии в проектировании, производстве и совершенствовании газотурбинных двигателей // Авиационная промышленность. – 2009. – № 1. – С. 11–15.

ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СТАНДАРТОВ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Столбова Ирина Дмитриевна,
Шахова Алевтина Бруновна
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассматриваются вопросы внедрения в учебный процесс изменений в стандартах ЕСКД. Межгосударственные стандарты устанавливают единые требования для компьютерных конструкторских разработок. Отмечается важность понятий электронной модели изделия, электронной модели детали.

Ключевые слова: графическая подготовка, Единая система конструкторской документации, электронная структура изделия, электронная модель изделия, электронная модель детали.

GRAPHIC PREPARATION AND CURRENT STATE OF STANDARDS OF THE UNIFIED SYSTEM FOR DESIGN DOCUMENTATION

Stolbova Irina Dmitrievna,
Shakhova Alevtina Brunovna
Perm National Research Polytechnic University

Introduction questions in educational process of changes in the Unified System for Design Documentation standards are considered. Interstate standards establish uniform requirements for computer design development. Importance of concepts about electronic model of a product, electronic model of a detail is noted.

Keywords: graphic preparation, Unified System for Design Documentation (USDD), electronic structure of a product, electronic model of a product, electronic model of a detail.

В связи с новой многоуровневой системой образования в высшей школе и изменением структуры образования происходит оптимизация учебного процесса почти всех дисциплин. Особенно это коснулось дисциплин естественно-научного цикла, в том числе графической подготовки, о которой пишут и говорят многие геометры и инженеры на страницах всемирной сети и профильных печатных изданий. Говоря о качестве графической подготовки, мы с сожалением констатируем отсутствие сквозной графической подготовки, которая ранее начиналась в школе. Уже много лет в программе общеобразовательных школ нет

предмета «Черчение», и не в лучшую сторону изменился курс школьной геометрии.

В результате этого мы, преподаватели дисциплин «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», получаем студентов-первокурсников, не умеющих дать четкое определение не только геометрической поверхности, но и простой геометрической фигуры. Если же студент умеет воспроизвести в проекционной связи три проекции элементарного цилиндра или прямого кругового конуса, то это уже радует преподавателя.

В силу вышесказанного предлагается много вариантов модернизации традиционных курсов начертательной геометрии и инженерной графики. Среди инноваций последних лет наиболее популярны и наглядны, безусловно, мультимедийные лекции, которые в настоящее время достаточно широко используются во всех продвинутых технических вузах страны.

В соответствии с новыми ФГОС ВПО усиливается компьютерный компонент дисциплин. И это закономерно, мы с вами живем в XXI в., где поколение гаджетов меняется быстрее, чем изменяются ФГОСы ВПО. Правда, и они в последнее время претерпевают изменения, не успели мы с вами до конца разобраться с третьим поколением и понять, что же представляет собой КМВ (компетентностная модель выпускника), как уже говорят о четвертом.

Существует много взглядов на взаимосвязь геометрии и компьютерного моделирования, но нельзя отрицать, что 3D-графика является мощным инструментом, как раз позволяющим усилить визуализацию геометрических образов. Задачу наглядного представления в классическом варианте на протяжении двух столетий решала начертательная геометрия, но не секрет, что не всегда успешно. К сожалению, прочтение двухмерного чертежа порой не подвластно студентам, и в первую очередь это касается задач начертательной геометрии, которые представляют для многих наибольшую трудность.

Безусловно, методы решения задач начертательной геометрии являются важной интеллектуальной составляющей в процессе подготовки бакалавров и инженеров аэрокосмической, геологоразведочной, химической и других отраслей экономики. И именно эта составляющая позволяет будущим специалистам решать вопросы моделирования и конструирования на высоком профессиональном уровне.

Не секрет, что в настоящее время проектные институты испытывают нехватку квалифицированных, профессионально подготовленных конструкторов-разработчиков. Сегодня оценка качества разработанных программ подготовки студентов происходит с участием работодателей, ведь необходимо учитывать потребности и ожидаемые возможности молодых специалистов при их вхождении в процессы современного производства и проектирования. Представители ВПК и других отраслей экономики зачастую говорят о недостаточном уровне владения молодыми специалистами информационными технологиями и пакетами прикладных программ, используемых в современном производстве.

В настоящее время требуется специальная компьютерная подготовка студентов не только в рамках отдельных дисциплин, таких как «Информатика» или «Системы автоматизированного проектирования», но и в любом предметном обучения, в том числе и базовой графической подготовке студентов, осуществляемой в ходе изучения студентами университета дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Задача кафедр графической подготовки в условиях ограниченного числа часов дисциплины – дать максимально профессионально ориентированный курс, включающий все составляющие: лекции, практические занятия, лабораторные практикумы, предназначенные для формирования инструментальных компетенций, используемых в ходе самостоятельной работы над учебными проектами. Качество графической подготовки достигается путем полной методической обеспеченности всех видов занятий: индивидуальных заданий, тестовых, текущих и рубежных контрольных, экзаменационных и зачетных билетов, лабораторных практикумов и, конечно, курсов лекций. Все методическое обеспечение должно соответствовать современным требованиям ФГОС ВПО и Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Про нововведения в системе ЕСКД необходимо сказать подробнее, они, в первую очередь, связаны с массовым использованием вычислительной техники. В учебном процессе по графической подготовке в теме «Виды и комплектность конструкторских документов» необходимо освещать данную информацию на современном профессиональном уровне.

Традиционные методы получения чертежа и конструкторской документации используются и сегодня. Но повсеместная интеграция и взаимосвязь производств на международном уровне потребовали внести изменения в процесс создания всех конструкторских документов, что повлекло за собой корректировку ГОСТов ЕСКД, а также издания

и утверждение новых, позволяющих привести весь комплект конструкторских документов на уровень взаимообмена в соответствии с международными требованиями ИСО. Добавим сюда и разнообразие графических пакетов, используемых в САПР, что потребовало разработки единых требований к созданию компьютерных разработок. Неотъемлемым атрибутом нашей жизни становится электронный документооборот.

С целью обеспечения равноправного представления технической информации в бумажном и электронном виде специалистами ФГУП ВНИИНМАШ и АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» регулярно проводятся работы по корректировке и дополнению комплекта основополагающих стандартов ЕСКД [1]. Но, в отличие от ситуации советского времени, эта информация почти не доходит до вузовских кафедр. Хотя в интернете сейчас имеется все, нужно только знать, что искать.

В результате проводимой модернизации ЕСКД к сентябрю 2006 г. были разработаны 4 новых стандарта, 2 действующих стандарта полностью переработаны и в 22 стандарта внесены изменения. Эти стандарты, введенные в действие с 01.09.2006 г., регламентируют порядок электронного документооборота, т.е. порядок разработки, проверки, согласования, утверждения, изменения и обращения конструкторской документации на изделия машиностроения и приборостроения в электронной форме. Приведем перечень этих нововведений.

Новые стандарты ЕСКД:

– ГОСТ 2.051–2006. ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.

– ГОСТ 2.052–2006. ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения.

– ГОСТ 2.053–2006. ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения.

– ГОСТ 2.610–2006. ЕСКД. Правила выполнения эксплуатационных документов.

Полностью переработаны следующие ГОСТы:

– ГОСТ 2.104–2006. ЕСКД. Основные надписи.

– ГОСТ 2.601–2006. ЕСКД. Эксплуатационные документы.

– ГОСТ 2.125–2008. ЕСКД. Правила выполнения эскизных конструкторских документов. Общие положения.

– ГОСТ 2.305–2008. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.

– ГОСТ 2.316–2008. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.

Внесены изменения в стандарты:

– ГОСТ 2.001–93. ЕСКД. Общие положения.

– ГОСТ 2.102–68. ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.

– ГОСТ 2.103–68. ЕСКД. Стадии разработки.

– ГОСТ 2.105–95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

– ГОСТ 2.106–96. ЕСКД. Текстовые документы.

– ГОСТ 2.109–73. ЕСКД. Основные требования к чертежам.

– ГОСТ 2.111–68. ЕСКД. Нормоконтроль.

– ГОСТ 2.118–73. ЕСКД. Техническое предложение.

– ГОСТ 2.119–73. ЕСКД. Эскизный проект.

– ГОСТ 2.120–73. ЕСКД. Технический проект.

– ГОСТ 2.301–68. ЕСКД. Форматы.

Также согласно информационному указателю «Национальные стандарты» № 2 за 2009 г. специалистами ВНИИНМАШ и научно-исследовательским центром CALS-технологий «Прикладная логистика» проводится разработка следующих стандартов:

– ГОСТ 2.511–2009. ЕСКД. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения.

– ГОСТ 2.512–2009. ЕСКД. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных документов. Общие положения.

– ГОСТ 2.611–2009. ЕСКД. Электронный каталог изделий. Общие положения.

– ГОСТ 2.612–2009. ЕСКД. Электронный формуляр. Общие положения.

Корректируются стандарты ГОСТ 2.307–68, ГОСТ 2.308–79, ГОСТ 2.317–69, ГОСТ 2.702–75, ГОСТ 2.703–68 и ГОСТ 2.704–76.

Согласно информационному указателю «Национальные стандарты» № 9 за 2011 г. приняты следующие стандарты, дата введения которых 01.01.2012 г.:

– ГОСТ 2.308–2011. ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.

– ГОСТ 2.307–2011. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.

– ГОСТ 2.317–2011. ЕСКД. Аксонометрические проекции.

– ГОСТ 2.511–2011. ЕСКД. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения.

– ГОСТ 2.512–2011. ЕСКД. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных документов. Общие положения.

Конечно, рассматривать все изменения и нововведения стандартов ЕСКД в рамках интернет-форума невозможно, да и в этом нет необходимости, каждый выберет для себя нужный раздел, информация имеется на страницах интернета и в печати.

Выделим те важные понятия, устанавливаемые новыми стандартами, о которых необходимо давать информацию в рамках графической подготовки студентов.

ГОСТ 2.052–2006 ЕСКД – электронная модель изделия (ЭМИ) [2]: Электронная модель детали или сборочной единицы по ГОСТ 2.102:

– электронная геометрическая модель (геометрическая модель): электронная модель изделия, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров;

– геометрический элемент: идентифицированный (именованный) геометрический объект, используемый в наборе данных (геометрическим объектом может быть точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическая фигура, геометрическое тело);

– геометрия модели: совокупность геометрических элементов, которые являются элементами геометрической модели изделия;

– вспомогательная геометрия: совокупность геометрических элементов, которые используются в процессе создания геометрической модели изделия, но не являются элементами этой модели (геометрическими элементами могут быть осевая линия, опорные точки сплайна, направляющие и образующие линии поверхности и др.);

– атрибут модели: размер, допуск, текст или символ, требуемый для определения геометрии изделия или его характеристики;

– модельное пространство: пространство в координатной системе модели, в котором выполняется геометрическая модель изделия;

– плоскость обозначений и указаний: плоскость в модельном пространстве, на которую выводится визуально воспринимаемая информация, содержащая значения атрибутов модели, технические требования, обозначения и указания;

– данные расположения: данные, определяющие размещение и ориентацию изделия и его составных частей в модельном пространстве в указанной системе координат;

– твердотельная модель: трехмерная электронная геометрическая модель, представляющая форму изделия как результат композиции заданного множества геометрических элементов с применением операций булевой алгебры к этим геометрическим элементам;

– поверхностная модель: трехмерная электронная геометрическая модель, представленная множеством ограниченных поверхностей, определяющих в пространстве форму изделия;

– каркасная модель: трехмерная электронная геометрическая модель, представленная пространственной композицией точек, отрезков и кривых, определяющих в пространстве форму изделия;

– составная часть изделия: изделие любого вида по ГОСТ 2.101, входящее в состав изделия и рассматриваемое как единое целое;

– файл модели: файл, содержащий информацию о геометрических элементах, атрибутах, обозначениях и указаниях, которые рассматриваются как единое целое;

– электронный макет: электронная модель изделия, описывающая его внешнюю форму и размеры, позволяющая полностью или частично оценить его взаимодействие с элементами производственного и/или эксплуатационного окружения, служащая для принятия решений при разработке изделия и процессов его изготовления и использования.

В компьютерной среде ЭМИ представляется в виде набора данных, которые вместе определяют геометрию изделия и иные свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия.

ЭМИ, как правило, используется:

– для интерпретации всего составляющего модель набора данных (или его части) в автоматизированных системах;

– для визуального отображения конструкции изделия в процессе выполнения проектных работ, производственных и иных операций;

– для изготовления чертежной конструкторской документации в электронной и/или бумажной форме.

ГОСТ 2.053–2006 ЕСКД – электронная структура изделия (ЭСИ) [3]:

– структура изделия: совокупность составных частей изделия и связей между ними, определяющих входимость составных частей;

– входимость: понятие, характеризующее использование составных частей изделия в составе конечного изделия или/и его составных частей;

– применяемость: характеристика связи, показывающая, при каких условиях данная составная часть использована в конечном изделии или другой составной части;

– электронная структура изделия: конструкторский документ, содержащий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта и ие-

рархические отношения (связи) между его составными частями и другие данные в зависимости от его назначения;

– информационный объект: совокупность данных, обладающая атрибутами (свойствами) и методами, позволяющими определенным образом обрабатывать данные;

– модель данных: способ представления данных информационной модели в вычислительной среде;

– информационная модель (изделия): совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства реального изделия, интересующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя;

– контекст: организационная совокупность элементов данных и связей между ними, созданная в рамках информационной модели для группирования и представления (в том числе визуального отображения) необходимого состава информации с определенной целью.

ЭСИ – конструкторский документ, выполняемый только в электронной форме и предназначенный для использования в компьютерной среде. ЭСИ является обобщающим документом, консолидирующим технические данные об изделии и предназначена для организации информационного взаимодействия между автоматизированными системами.

ЭСИ используют:

– для представления информации о составе изделия и об иерархии составных частей (СЧ);

– представления интегрированной разнотипной информации о свойствах (характеристиках) изделия и его СЧ;

– представления вариантов состава и структуры изделия;

– организации и структурирования проектной и рабочей конструкторской документации на изделие;

– представления информации о правилах применяемости и заменяемости (в том числе взаимозаменяемости) СЧ;

– классификации и формирования обозначений изделия и его составных частей;

– управления разработкой изделия;

– документирования изменений в конструкцию изделия и его СЧ, их свойства (характеристики) и соответствующую документацию;

– получения текстовых документов на изделие и его СЧ (детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты) в электронной и/или бумажной форме.

Еще очень много можно говорить о содержательной и реквизитной части электронных документов, о понятиях удостоверяющего листа и электронной цифровой подписи, но в рамках курса «Инженерная графика» и минимального числа часов охватить весь спектр определений новых стандартов ЕСКД, описывающих электронный документооборот конструкторской документации, просто невозможно.

Отметим, что упомянутые ГОСТы ЕСКД недостаточно проиллюстрированы, в них не даны подтверждения всех определений электронных документов. Приведем рисунок, который дает представление об электронной структуре изделия в виде графа (рис. 1). Нам кажется, что более доступной формой представления электронной структуры может служить разнесенная сборочная единица (рис. 2), о чем говорят и специалисты, и разработчики, работающие по новым стандартам ЕСКД. В новых стандартах вообще очень много разночтений, что дает повод для самостоятельной интерпретации некоторых положений стандартов ЕСКД [4, 5].

Сделаем следующие выводы. В современном курсе дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика» необходимо предусмотреть часы на освещение изменений и нововведений стандартов

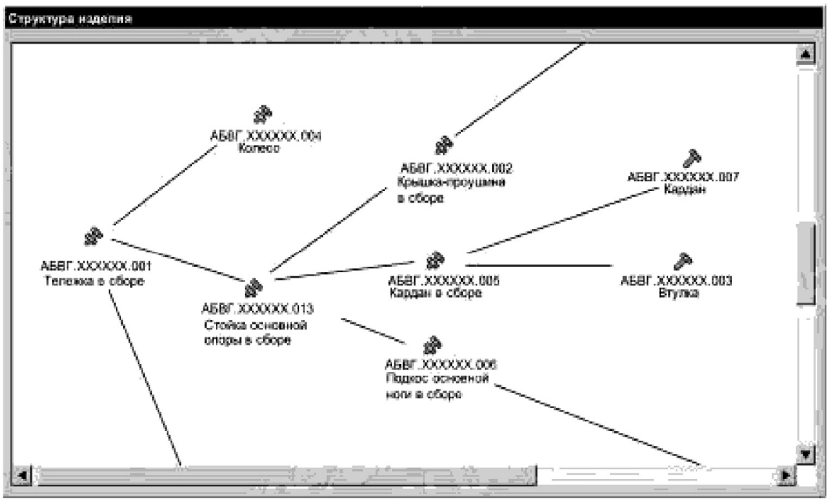


Рис. 1. Визуализация структуры изделия в виде графа

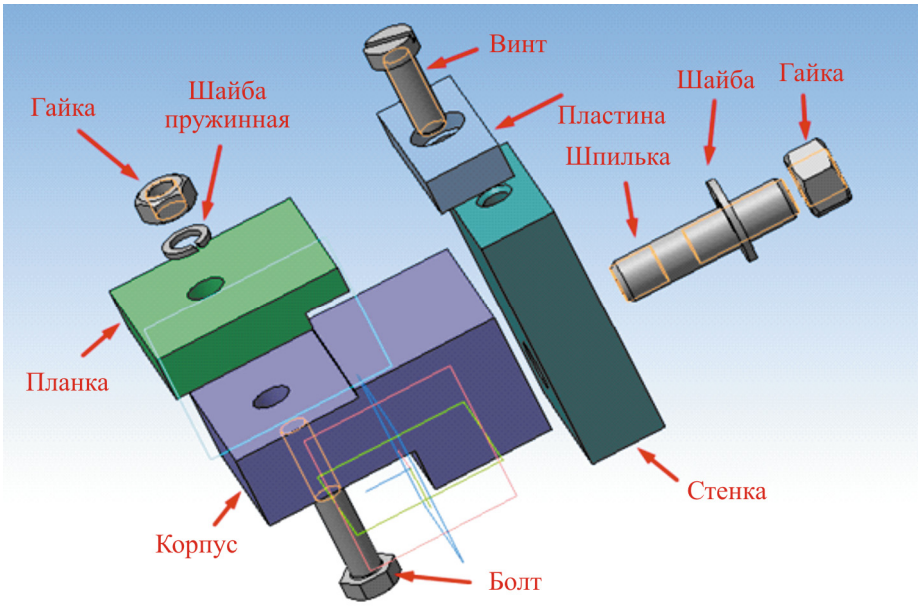


Рис. 2. Разнесенная сборочная единица

ЕСКД, связанных с понятиями: электронная структура изделия, электронная модель изделия, электронная модель детали. Данные изменения должны быть отражены и в оценочных материалах дисциплины.

Список литературы

1. Материалы семинара «Современное состояние стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Практические рекомендации по электронному документообороту» / ЦНТИ «Прогресс». – М., 2014.

2. ГОСТ 2.052–2006. ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения.

3. ГОСТ 2.053–2006. ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения.

4. Асекритова С.В., Константинов А.В. Специфика разработки конструкторской документации в условиях автоматизации производства // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 3–4.

5. Головнин А.А. Корректирование содержания курса «Инженерная графика» с учетом электронной формы конструкторских документов // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – С. 102–107.

ПРОБЛЕМЫ КОНСОЛИДАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДР ГЕОМЕТРИИ И ГРАФИКИ

Ротков Сергей Игоревич

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Нижний Новгород

Рассматриваются проблемы подготовки научно-педагогических кадров для кафедр геометрии и графики.

Ключевые слова: геометро-графические кафедры, кадровая проблема, подготовка диссертаций, публикации.

CONSOLIDATION FOR WORKING PROBLEMS OF GEOMETRY AND GRAPHICS CHIARS

Rotkov Sergey Igorevich

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

Problems for creation of new generation Ph.D., Dr.Sc. in geometry and graphics science is discussed.

Keywords: geometry and graphics chairs, personnel problem, preparation of the dissertation, publications.

Вопросы геометро-графической подготовки студентов технических вузов вне зависимости от уровня обучения (специалитет, бакалавриат или магистратура) всегда были предметом обсуждения в преподавательской среде, см., например, [1]. Начавшаяся было на указанном совещании заведующих кафедрами дискуссия по поводу статьи проф. А.П. Тунакова, увы, уже покойного, «Начертили и забыли» была аккуратно свернута председателем головного научно-методического совета проф. В.И. Якуниным. А зря! Много времени упущено, да и другие условия сформированы в геометро-графической науке и методах ее преподавания. Резко усугубилась проблема научно-педагогических кадров на кафедрах геометро-графического профиля. А кадры, как известно, решают все. Стареют профессора и, к сожалению, уходят из жизни (проф. В.С. Полозов, проф. А.П. Тунаков, проф. Б.Ф. Тарасов, проф. Р.М. Сидорук и др.). Смены поколений и их преемственности на кафедрах не наблюдается.

Подготовка новой генерации профессорско-преподавательского состава для кафедр геометрии и графики в технических вузах является одной из определяющих в деятельности кафедр. Эта подготовка должна базироваться на тенденциях в развитии науки и промышленности, особенно в РФ. Сфера деятельности кафедр геометрии и графики определена двумя документами Президента РФ, в соответствии с которыми мы, преподаватели кафедр геометрии и графики, работаем на приоритетных направлениях науки и техники и развиваем технологии двойного действия. Эти документы имеются в любом вузе. Можете посмотреть и сделать свои выводы. Также рекомендую [2], где очень четко показано, что и как мы должны делать для того, чтобы хоть как-то выбраться из системного кризиса науки и промышленности.

Думаю, что никто не будет спорить, что кафедры (обучающие и выпускающие) в любом вузе являются основной рабочей структурой. Название кафедры определяет ее сферу деятельности и спектр преподаваемых дисциплин, с одной стороны, а с другой – ее научную направленность. Отделить науку и преподавание друг от друга нельзя, да и невозможно. Для предотвращения процесса реорганизации кафедр геометро-графической подготовки (ГГП) необходимо показать всем и вся значимость деятельности этих кафедр для вуза и выпускающих кафедр. Это означает, что спектр публикаций сотрудников кафедр должен быть ориентирован на развитие геометро-графической науки прежде всего. Это означает повышение активности кафедр по подготовке кадров ГГП, поскольку у выпускающих кафедр по своей специальности это и так организовано. Это означает, что каждый заведующий кафедрой ГГП должен для себя разработать стратегию развития кафедры лет на 20 вперед и создавать базис для последующих поколений преподавателей ГГП. Это означает сохранение научно-педагогических школ и диссертационных советов по нашей с вами специальности. Все это лежит в основе деятельности членов ВАК и научно-методического совета, в том числе и моей.

Вопрос о названии преподаваемых дисциплин все время находится в поле зрения ВАК. Это нашло отражение в названии научной дисциплины 05.01.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика. Этому названию уже 15 лет. В паспорте специальности, если его внимательно изучить, отражены все аспекты геометро-графической науки, о которых постоянно идут дебаты в нашем сообществе. Все уже давно названо. В паспорте специальности 05.01.01 нет понятия инженерной графики в том понимании (ручной, карандашной), как это принято практически

везде и на всех уровнях руководства Министерства образования и науки. Оставаясь на позициях понятия «инженерная графика», мы даем аргументы для административных решений ректоратов (я об этом уже писал). Рекомендую ознакомиться с монографией «Реализация уровневой подготовки в аэрокосмическом образовании» под ред. А.Н. Геращенко, М.Ю. Куприкова, А.Ю. Сидорова. М.: МАИ-Принт, 2011. На с. 230 проректор Казанского национального исследовательского технического университета откровенно пишет, что все, что относится к 3D, как бы это ни называлось, должно быть на выпускающих кафедрах, определяться ими (людьми, далекими от геометрии и графики) и т.п., а 2D – остаться на кафедрах ГГП. Что это как не основание для реорганизации кафедры?

Между названием научной специальности и названием преподаваемых дисциплин есть прямая связь, которая, помимо всего прочего, влияет на процесс представления защитившихся преподавателей к ученым званиям доцентов и профессоров. Министерство образования и науки отказывает в присвоении ученых званий при нарушении этой связи. Я, как завкафедрой, через это прошел. Было сделано замечание ректорату, ученому совету университета и мне по поводу несоответствия названия кафедры на тот момент (начертательной геометрии, машинной графики и теоретических основ САПР) названиям научных специальностей 05.01.01 и 05.13.12. В результате я принял решение в пользу замены названия кафедры в соответствии с номенклатурой научных специальностей и реализовал его. Для выпускающих кафедр это условие выполняется автоматически.

По специальности 05.01.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика в Российской Федерации на 01.01.2014 г. действуют три диссертационных совета с правом рассмотрения кандидатских и докторских диссертаций: в МАИ (ТУ) – Д 212.125.13 (председатель – проф. М.Ю. Куприков), ННГАСУ – Д 212.162.09 (председатель – проф. С.И. Ротков) и СибАДА – ДМ 212.250.03 (председатель – проф. В.Я. Волков). Объективная реальность такова, что только эти три вуза в состоянии сформировать диссертационный совет по вышеуказанной специальности, удовлетворяющий требованиям действующего Положения ВАК РФ о диссертационных советах. Тем не менее эти три совета покрывают все количество защищаемых диссертаций по специальности 05.01.01. За 2013 г. было защищено: в ННГАСУ – 1 докторская и 6 кандидатских диссертаций, в МАИ (ТУ) – 4 кандидатских. География представленных к защите диссертаций – Москва, Нижний Новгород, Омск, Ростов-на-Дону. Из защи-

щенных диссертаций только докторская диссертация А.В. Замятина (г. Ростов-на-Дону) и кандидатская диссертация А.М. Нитейского (г. Омск) могут быть отнесены к разрабатывающим теоретические основы начертательной геометрии. Остальные диссертации относятся к различным аспектам компьютерной геометрии и графики. С одной стороны, это указывает на направление развития геометро-графических дисциплин, а с другой – лишний раз подчеркивает низкую активность кафедр геометро-графических дисциплин по подготовке кадров и резерва профессорско-преподавательского состава. И это все при наличии в вузах большого количества открытых аспирантур по специальности 05.01.01.

Такое положение дел может привести к тяжелым последствиям для кафедр нашего профиля. Учитывая результаты мониторинга вузов и их деление Министерством образования и науки на эффективные и неэффективные, во многих вузах начали процесс реорганизации кафедр, их слияние с другими, не по профилю нашей деятельности. Примеров такого слияния можно привести много. Во главе объединенных кафедр ставятся специалисты, далекие от проблем геометрии и графики, в лучшем случае представляющие себе производственные структуры и задачи. Одним из аргументов при принятии решения о реорганизации кафедр для ректоратов является отсутствие необходимого числа преподавателей со степенями кандидата и доктора наук по профилю кафедры, их возраст и т.д.

Мониторинг вузов дал толчок к проведению мониторинга деятельности диссертационных советов, их членов, оппонентов и ведущих организаций. Этот процесс дал числовой материал для анализа и организационных выводов. Все данные собираются в единой базе данных ВАК РФ, в которой автоматически показываются активные и неактивные как советы, так и члены советов. В свою очередь, эти данные отражают нашу с вами профессиональную репутацию на деле, а не на словах. База также показывает нашу публикационную деятельность, ее уровень. Это также влияет на принятие ректоратами решений о реорганизации кафедр. Разговоры о том, что по нашей с вами научной дисциплине негде публиковаться, являются безосновательными. Могу назвать некоторые из ведущих изданий, где публикуются результаты исследований, в том числе по специальности 05.01.01. Это «Известия вузов. Машиностроение / Строительство и архитектура», «Вестник Ижевского государственного технического университета», «Информационные технологии в науке и производстве» (ИжГТУ), «Омский научный вестник»,

«Приволжский научный журнал» (ННГАСУ), «Вестник компьютерных и информационных технологий», «Известия МГТУ им. Баумана. Сер. Машиностроение)», «Вестник МАИ (ТУ)» и целый ряд других. Что касается журнала «Геометрия и графика», который был анонсирован коллегами из Москвы, то ему еще надо встать на ноги и заработать соответствующую репутацию, прежде чем претендовать на статус ваковского издания. Требования к изданиям такого уровня очень жесткие.

Другим, не менее тяжелым последствием низкой активности кафедр по подготовке специалистов высшей квалификации может оказаться исключение специальности 05.01.01 из Номенклатуры научных специальностей и реорганизация, а то и закрытие диссертационных советов, как это произошло в 1979–1982 гг. при реорганизации ВАК.

Здесь мы должны понимать, что кафедры геометро-графических дисциплин ведут базовую подготовку студентов в технических вузах, без которой невозможно подготовить конкурентоспособного инженера. Этот момент подчеркивается тем, что специальность 05.01.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика в Номенклатуре научных специальностей открывает группу 05 – Технические науки. Все остальные специальности этой группы идут за ней и базируются на ее результатах и достижениях.

Конечно, можно было бы пойти на классификацию начертательной геометрии как раздела математики (см. например, Пеклич В.А., «Высшая начертательная геометрия»), но в этом случае наши дисциплины попадают в группу 01 – Физико-математические науки, а точнее, специальность 01.04.02 – Геометрия и топология, и тогда в принципе ни один из преподавателей наших кафедр не выйдет на защиту. Наша с вами наука является инженерной, за ней следует решение проблем техники и технологии. Отсюда и действующее название научной специальности – «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

Тенденция развития науки, техники и технологии во всем мире, и Российская Федерация здесь не исключение, такова, что все производственные процессы, какие бы они ни были (расчеты, эксплуатация изделия и т.п.), базируются на понятии электронной модели изделия, большую часть (до 90 %) информации для которой составляют геометро-графические данные и процесс их подготовки. Следовательно, кафедры нашего профиля должны учить студента не конкретному предмету (начертательной геометрии, инженерной графике) или программной системе в компьютерной графике («Компас», AutoCAD и пр.), а технологии

работы с геометро-графической информацией, на каком бы носителе она ни находилась (бумажном или электронном), и преподаваемые нами дисциплины являются лишь основой для понимания физики информационного процесса в совокупности с другими дисциплинами. Системы и инструментарий меняются с большой скоростью, а понимание процесса и технология работы остаются.

Можно сколь угодно много и долго спорить, как будет называться преподаваемая нами дисциплина: инженерное геометрическое моделирование (проф. В.А. Рукавишников), 3D-моделирование (проф. А.Л. Хейфец), исчислительная геометрия (проф. В.Я. Волков), как, какими средствами и по какой методике ее преподавать, сколько времени нужно на тот или иной раздел, какие задания давать и т.д. В этом споре не будет победителя, поскольку каждый из нас останется при своем мнении. Все это так, коллеги. Не первый раз обсуждаются одни и те же достаточно избитые задачи и методы, а воз остается на месте. Как преподавать начертательную геометрию, какие задачи давать студентам, что студент нынче безграмотный после школы, что ЕГЭ плох и т.п. Все так.

Давайте сформулируем проблему по-иному. Какова должна быть структура геометро-графической подготовки студентов в технических вузах, которые трансформировались в университеты (пусть и технические, а кое-какие – в национальные исследовательские), с тем чтобы обеспечить прорывные решения российского инженерно-технического корпуса в условиях: уменьшения часов на предметы, в том числе и наши с вами, неудачных ФГОС-3, которые формулировали явно не специалисты (по крайней мере, в наших дисциплинах), нехватки финансов и т.д.

Начнем с того, что университет как учебная структура предполагает максимальную самостоятельную работу студента над учебным материалом. Тут как в армии: есть предмет, есть преподаватель, есть поставленная задача и контрольный срок для ее реализации. Следовательно, преподаватель должен перераспределить свои усилия, чтобы сберечь свои нервы, время и здоровье. Студентов у нас очень много. Норматив в 15–20–25 человек на одного преподавателя – это убийственно. Таким образом, надо менять подходы к преподаванию и переходить на технологические рельсы (см. труды по педагогическим технологиям). На предприятиях за нарушение технологии производства жестоко карают, а вуз от предприятия структурно и по сути не отличается, то же крупносерийное многовариантное (бакалавриат) с мелкосерийным (магистратура) и единичным (аспирантура и докторантура) производство.

Мы имеем согласно ФГОС-3 три базовые дисциплины: начертательная геометрия, инженерная графика и компьютерная графика. В лучшем случае выделяется несколько кредитов, с которыми что хочешь, то и делай. Учебные программы, которыми должен был заниматься Головной научно-методический совет, совершенно не отражают тенденций развития науки и техники. В разных ФГОС наши дисциплины называются по-разному, что приводит к разночтениям и конфликтам между кафедрами, как следствие, к структурным изменениям. Если на начертательную геометрию (НГ) и инженерную графику (ИГ) учебные часы выделяются, то во многих вузах на компьютерную графику (КГ) отводятся крохи в связи с тем, что она упомянута в ФГОС в последней строчке соответствующих разделов.

Как выходить из этой ситуации? Мы попытались вычертить структурные связи дисциплин и геометро-графической науки (рисунок). На самом деле, это лишь маленький фрагмент этой схемы.

Считаем, что во главу угла должна быть положена теория параметризации, о которой еще 50–60 лет назад говорили акад. Н.Ф. Четверухин, проф. Н.Н. Рыжов, проф. В.С. Полозов (см. труды В.С. Полозова). В настоящее время это труды Г.Ф. Горшкова по систематизации геометро-графических дисциплин. Теория параметризации одинаково хорошо работает на плоскости (Четверухин, Рыжов), в 3D-пространстве (Полозов, Ротков), в N-мерном пространстве (В.Н. Бабич, В.Я. Волков). Она (теория) позволяет с единых научных и методических позиций объяснить многие алгоритмы и процессы, характерные для науки и производства (см. рисунок).

В рамках этой концептуальной схемы должно произойти перераспределение учебных часов от ИГ в пользу НГ и КГ, так как это определяется потребностями науки и производства. Многие аспекты ИГ можно переложить на самостоятельную работу студента. Для этого есть справочники, базы данных и прочие материалы в интернете. Ручная карандашная графика должна остаться (ее никто не отвергает), но в минимально требуемых объемах. Появляется резерв времени на НГ и КГ.

КГ должна стать во всех вузах базовой идеологической (в смысле науки и производства) дисциплиной со своим объемом лекционных и практических часов. Основные моменты идеологии КГ отражены в схеме.

Я неоднократно писал, что КГ является основой при формировании электронной модели изделия (ЭМИ), ее геометро-графической со-

ставляющей. Это означает, что кафедры ГГП должны обучать студента методам и средствам формирования ЭМИ, технологии работы с геометро-графической информацией в виде чертежно-конструкторской и технологической документации, с графическим обеспечением результатов различных расчетов.

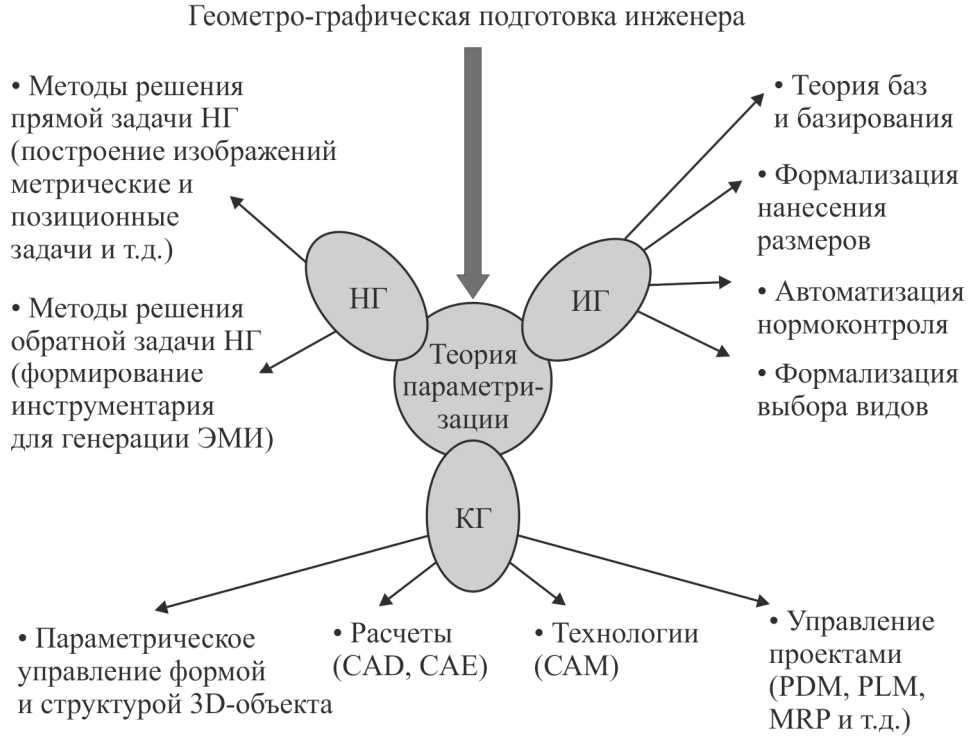


Рис. Схема параметризации

НГ как наука и учебная дисциплина должна стать и постепенно становится теоретическим базисом КГ, а не ИГ. Все остальное – частные случаи нашей деятельности.

Предлагаемая схема – это сфера деятельности кафедр ГГП. В противном случае выпускающие кафедры имеют против нас сильные козыри в этом административно-организационном преферансе.

Анализ публикаций, диссертационного фонда, авторефератов, материалов конференций, в том числе и данной, показывает, что мы должны с вами переосмыслить, в том числе и с философских позиций, очень многие моменты нашей научной и преподавательской деятельности, чтобы двигаться дальше в своем развитии. Такое переосмысление и обобщение, я считаю, должен был сделать головной научно-мето-

дический совет (проф. В.И. Якунин) с тем, чтобы у кафедр были ориентиры для организации научно-педагогической деятельности. О проблемах нашей работы мы с вами неоднократно говорили на ежегодных семинарах-совещаниях заведующих кафедрами, однако последнее из них состоялось в Астрахани в 2010 г.

Список литературы

1. Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе // Сборник трудов Всероссийского совещания заведующих кафедрами графических дисциплин вузов РФ, 20–22 июня 2007, г. Челябинск. – Т. 1.

2. Велихов Е.П., Бетелин В.Б., Кушниренко А.Г. Промышленность, инновации, образование и наука в России. – М.: Наука, 2009. – 140 с.

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

О ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ MCAD

Абросимов Сергей Николаевич

Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
г. Санкт-Петербург

Рассмотрена логическая связь между разделами «Инженерная геометрия» и «Компьютерная графика MCAD». Отмечается важность изучения базовой геометрии, являющейся основой геометрического моделирования и совершенствования программного обеспечения.

Ключевые слова: инженерная геометрия, геометрическая модель, компьютерная графика MCAD, параметризация, геометрическое ядро.

ABOUT GEOMETRIC SUPPORT FOR MCAD COMPUTER-GRAPHICS

Abrosimov Sergey Nikolaevich

Baltiysky State Technical University “Voenmech”,
St. Petersburg

Logical connection between “Engineering geometry” and “Computer graphics MCAD” sections is discussed. Importance of basic geometry studying is pointed out, while this is the basis of geometric simulation and software enhancement.

Keywords: engineering geometry, geometric model, computer graphics MCAD, parameterization, geometric kernel.

Основой практически любой современной технической разработки является геометрическая модель изделия, полнота и реалистичность которой определяется геометрией составляющих ее элементов, каждый из которых имеет свои закономерности и формы отображения.

Базовые знания геометрии определяют эффективность разработки, тем более с использованием компьютерных технологий. Знания геометрии формируются на разных уровнях, начиная с детского сада и различных кружков, связанных с моделированием. В средней школе – при изучении планиметрии и стереометрии, в высшей технической школе –

в курсе проективной (начертательной) геометрии с последующим совершенствованием при обучении другим дисциплинам. Насколько все это выполняется, известно практически всем.

Хотелось бы напомнить, что представляет собой базовый уровень геометрии, востребованный компьютерными технологиями. Это геометрические элементы и геометрия траекторий формообразующих операций. В качестве первых могут быть использованы простые геометрические элементы, сложные, составные и результирующие или производные (рис. 1).

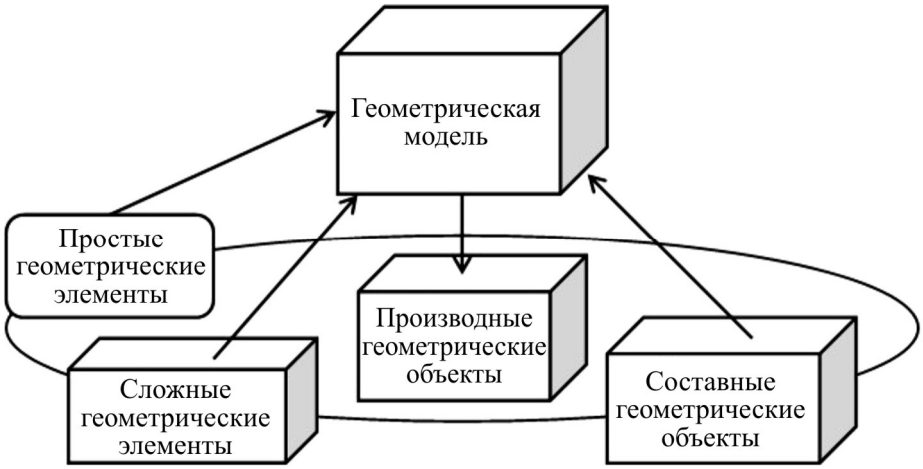


Рис. 1. Геометрическая модель

Простые геометрические элементы: точка или множество точек, принадлежащих плоскости; прямая; плоскость; закономерные кривые (дуга окружности, окружность, эллипс, парабола, гипербола и т.д.).

Сложные геометрические элементы: облако точек, не лежащих в одной плоскости; ломаная, состоящая из двух или более связанных между собой отрезков прямых; спирали (цилиндрические, конические, специальной формы); кривая Безье; сплайны (B-сплайн, NURBS, T-сплайн и т.д.); импортированные пространственные кривые (*.sat, *.igs, *.stp). Составные элементы – совокупность простых и сложных геометрических элементов, указанных выше.

Кроме этого, при формировании геометрической модели возможно появление производных геометрических элементов: линия пересечения поверхностей; сплайн, повторяющий геометрическую форму объекта; скругление угла, образованного кривыми; соединения кривых; эквидистантная кривая; сложный контур.

Особое место в формирующихся геометрических моделях занимают кривые на их поверхностях. К ним относятся: изопараметрические кривые или их группа, увеличивающие детализацию поверхности; линия очерка грани; сплайн на поверхности; проекционная кривая (основное ее свойство – постоянная связь с исходным объектом, например, ребром, проекцией которого она является; возможно превращение проекционной кривой в геометрический элемент и его редактирование (в рамках прямого моделирования)).

При формировании геометрических моделей также значимым является алгоритм (сценарий), в который входит и геометрия траекторий. Базовыми операциями формирования являются: параллельный перенос (выдавливание), базовая траектория – нормаль к плоскости эскиза; вращение, траектория – окружность; кинематическая операция, траектория – кривая; лофтинг, траектория – кривая, связанная с характерными точками эскизов (сечений).

Особое значение при геометрическом моделировании занимает сохранение формы геометрических элементов, их размерных характеристик и взаимного положения. Практически во всех пакетах это регулируется введением понятия параметризации, а также понятий степеней свободы и расчетных значений.

Понятие «параметризация» является достаточно широким и распространяется на табличную, иерархическую, вариационную (размерную) и геометрическую параметризацию. Последняя из них является важной в геометрическом отношении и определяет сохранение формы и положение геометрических элементов геометрической модели в целом.

Возникает естественный вопрос: в каком курсе указанные выше геометрические элементы, их особенности, свойства могут быть освещены? Особенно сегодня, на фоне многочисленных высказываний по поводу ликвидации традиционного курса проективной (начертательной) геометрии из системы технического образования и замены его, в лучшем случае, компьютерной графикой (в которой, как говорят, «есть все»). Действительно, в инструментах компьютерной графики современных систем (AutoCAD, «Компас-3D», TflexCAD, BricsCAD и др.) есть многочисленные предложения и варианты задания базовой геометрии. Даже есть отдельные решения в виде геометрических форм на панелях инструментов или в библиотеках. Но нет главного – элементов творчества и креативности. Компьютерная графика, какой бы она ни была, только инструмент, во многих случаях очень хороший, но не более того.

Убрать проективную (начертательную) геометрию из общеобразовательного инженерного цикла, не предложив другого, более совершенного курса, который помогал бы дополнительно пользоваться инструментами компьютерной графики, – это путь в никуда.

Самый лучший судья в многочисленных спорах – это время. И оно заставит преподавать курс геометрии, например «Инженерную геометрию», в котором были бы увязаны все геометрические составляющие, востребованные современной практикой и, естественно, его компонентом – компьютерной графикой. Как видится автору настоящей публикации, «Инженерная геометрия» должна содержать основополагающие составляющие проективной геометрии [1–3] с осторожным дополнением элементами компьютерной геометрии [4, 5], с учетом современных тенденций геометрического моделирования MCAD [6, 7].

Логические связи основных разделов «Инженерной геометрии» и «Компьютерной графики MCAD» показаны на рис. 2. Инженерная геометрия условно может быть подразделена на базовый уровень, который является преемником проективной геометрии, за которым следуют уровень расширения и развития геометрии («тонкие» геометрические технологии) и уровень разработчиков программного обеспечения MCAD (геометрического ядра).

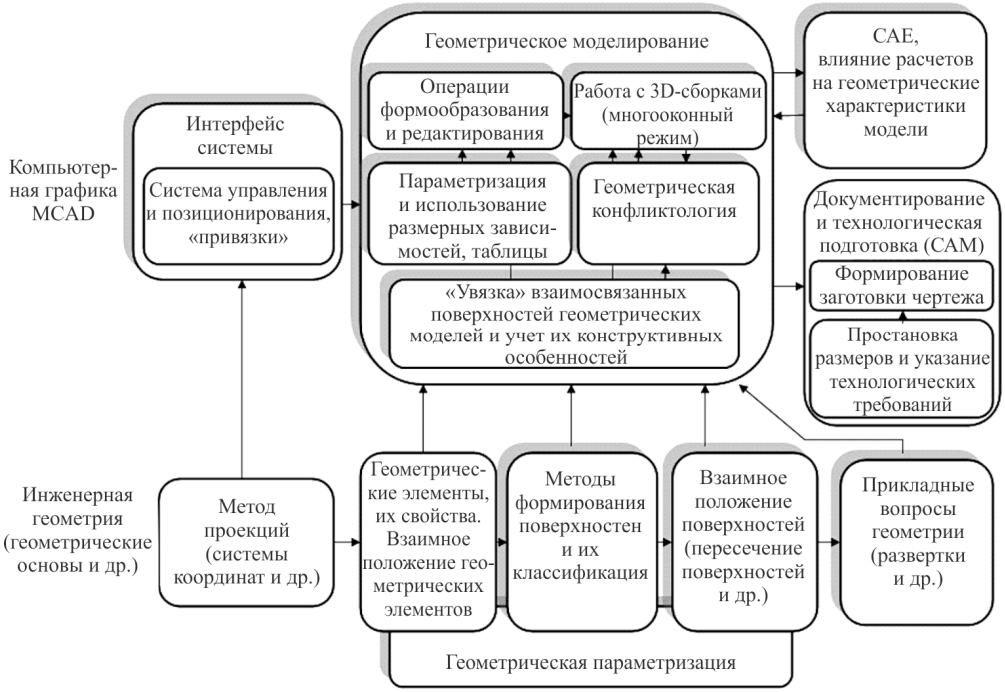


Рис. 2. Логические связи разделов дисциплин

В базовую часть «Инженерной геометрии», обеспечивающую основную геометрическую подготовку конструкторов и технологов, должна входить элементная база геометрии, методы формообразования поверхностей и их классификация, взаимное положение поверхностей и геометрическая параметризация.

Уровень расширения и развития должен включать более серьезный материал и прежде всего – касающийся особых кривых и поверхностей (кривые и поверхности Безье, B-сплайны, NURBS-кривые и поверхности, поверхности Кунса и Гордона, склейка поверхностей) и работы с ними, методов формирования геометрической модели, булевых операций и их алгоритмов, геометрических ограничений и ряда других вопросов.

Уровень разработчиков программного обеспечения имеет свою специфику в связи с широким использованием математических методов дифференциальной геометрии и топологии. В целом представляется, что «Инженерная геометрия» позволит поднять общий уровень геометрической грамотности, повысить эффективность инженерных разработок и поможет в создании качественного программного обеспечения.

Список литературы

1. Монж Г. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 292 с.

2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – М.: Наука, 1977. – 368 с.

3. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 2006. – 136 с.

4. Компьютерная геометрия: учеб. пособие для студентов вузов / Н.Н. Голованов, Д.П. Ильютко, Г.В. Носовский, А.Т. Фоменко. – М.: Академия, 2006. – 512 с.

5. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование: учебник для учреждений высш. проф. образования. – М.: Академия, 2011. – 272 с.

6. Хэмилтон П. Параметрическое прямое моделирование. Isicad 7 [Электронный ресурс]. – URL: 2012. http://isicad.ru/ru/articles.pnp?article_num = 15445.

7. Ушаков Д. Как создавать редактируемые модели в параметрических CAD. Isicad 1 (114) 2014 [Электронный ресурс]. – URL: http://isicad.ru/ru/articles.pnp?article_num = 16704.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

Александрова Евгения Петровна,
Носов Константин Григорьевич,
Столбова Ирина Дмитриевна
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Обсуждаются вопросы использования потенциала современных компьютерных технологий в рамках геометро-графической подготовки студентов в техническом вузе. Приводятся примеры решения задач геометрического моделирования, опирающихся на базовые положения начертательной геометрии и использующих инструментальные возможности компьютерной графики.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, геометрическое моделирование, компьютерная графика, инструменты 3D-моделирования.

INNOVATIVE APPROACHES IN TEACHING GEOMETRIC MODELING

Aleksanrova Evgeniya Petrovna,
Nosov Konstantin Grigor`evitch,
Stolbova Irina Dmitrievna
Perm National Research Polytechnic University

Questions of potential use of modern computer technologies within the geometrical-graphic training of students at technical university are discussed. Examples of the solution of problems of the geometrical modeling guided by basic provisions of descriptive geometry and using tool opportunities of computer graphics are given.

Keywords: the geometrical-graphic preparation, geometrical modeling, computer graphics, 3D instruments of modeling.

Переход на новые федеральные государственные образовательные стандарты и массовое введение бакалавриата в техническом университете потребовали пересмотра традиционной методики геометро-графической подготовки (ГГП) студентов [1, 2]. Это вызвано прежде всего сокращением времени, отводимого на изучение интегрированной (единой) дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика. Компьютерная графика», которую более точно следовало бы назвать «Геометрическое моделирование». Насущным вопросом ГГП также является необходимость увеличения доли учебного времени на освоение компьютерной графики в рамках базовой графической подготовки.

В связи с этим в учебных планах всех технических направлений введен лабораторный практикум, который, в свою очередь, требует и методического обеспечения. Учебный процесс по ГГП в настоящее время включает в себя лекционный курс, а также практические и лабораторные занятия, последние в учебном плане организованы в том числе и за счет сокращения лекционных часов. В этой связи освоение студентами теоретического базового курса «Начертательная геометрия» в прежнем объеме, предполагающем традиционное количество лекционных часов, не представляется возможным, а в соответствии с мнением [3, 4] является даже нецелесообразным. К тому же, следуя идеологии компетентностного подхода, современное обучение должно стать практико-ориентированным. Однако следует иметь в виду, что отсутствие достаточной геометро-графической базы, неразвитое пространственное мышление не обеспечат возможность эффективной творческой деятельности будущего выпускника при проектировании технических объектов в своей профессиональной области.

Таким образом, сложившаяся в настоящее время обстановка предполагает разработку инновационного курса ГГП для студентов технических направлений и специальностей, компенсирующего уменьшение часов, отведенных на теоретическую подготовку, за счет освоения практических приемов использования возможностей компьютерной графики при решении практико-ориентированных задач геометрического моделирования. При таком подходе освоение теоретических положений ГГП переходит от начертаний (вручную карандашом или с помощью графического редактора) на проекционных плоскостях (начертательная геометрия) к работе с определенным набором инструментов в виртуальном 3D-пространстве на экране компьютера.

В данной работе рассмотрены возможности использования компьютерных технологий, и в частности 3D-моделирования, в ходе ГГП в рамках запланированных учебной программой часов лабораторного практикума, а также индивидуальной самостоятельной работы студентов. Авторами разрабатывается набор учебных задач по конструированию геометрических объектов, способствующих синтезу базовых геометрических основ начертательной геометрии и современного инструментария виртуального 3D-моделирования, стимулирующего мыслительную деятельность обучаемого и обеспечивающего требуемое качество подготовки выпускника технического вуза.

Наиболее распространенным продуктом и достаточно совершенным инструментом для обучения можно считать широко известную систему трехмерного моделирования «Компас-3D». Данный программный комплекс освобождает пользователя от рутинных графических построений и обладает некоторым «интеллектом»: может, например, при заданных параметрах построить разрез или сечение в созданной модели. Однако для решения специфических вопросов, требующих базовых знаний начертательной геометрии, его «интеллекта» недостаточно. Так, «Компас» «не знает», какую форму 3D-модели вы хотите получить (конус, тор, сферу и др.); как рассечь конус, чтобы получить определенную кривую второго порядка, и т.п. Часто в процессе геометрического 3D-моделирования требуется использовать из начертательной геометрии принципы «проекционного схематизма» [5], когда для решения задачи используется «вид в плане», или пользователь на проекционной плоскости может увидеть неискаженными какие-то параметры модели.

Традиционно в число задач элементарной начертательной геометрии входят задачи на выявление натуральных параметров геометрических образов (метрические задачи), а также на построение конструкций, создаваемых в результате взаимодействия двух и более геометрических объектов (позиционные задачи). При создании инновационного курса ГГП актуальным является создание современных методик, позволяющих решать аналогичные задачи в 3D-пространстве с использованием инструментария, представленного в «Компасе». Авторами разрабатывается практикум по геометрическому моделированию, содержащий задачи – современные аналоги метрических и позиционных задач – различного уровня сложности, развивающие пространственное воображение обучаемых, демонстрирующие необходимость освоения основ начертательной геометрии и одновременно позволяющие совершенствовать навыки использования инструментария 3D-моделирования, заложенного в «Компасе». Предлагаемый практикум может использоваться на лабораторных занятиях в компьютерном классе, а также при выполнении индивидуальных заданий в процессе самостоятельной работы студентов.

В качестве примеров рассмотрим решения нескольких достаточно простых задач геометрического моделирования, поэтапно демонстрирующих современные средства геометрического моделирования, предоставляемые пользователю программой «Компас». Предполагается, что

обучаемый имеет начальные представления о теоретических основах геометрии и навыки работы на персональном компьютере.

Задача 1. Создать модель трехгранной пирамиды (рис. 1, А), удовлетворяющей следующим условиям:

– основанием пирамиды является правильный (равносторонний) треугольник с радиусом описанной окружности *R*;

– одна из боковых граней (равнобедренный треугольник) перпендикулярна основанию;

– натуральная величина *c* большего бокового ребра.

Для полученной модели необходимо определить натуральную величину двугранного угла при ребре *c* между наклоненными боковыми гранями пирамиды.

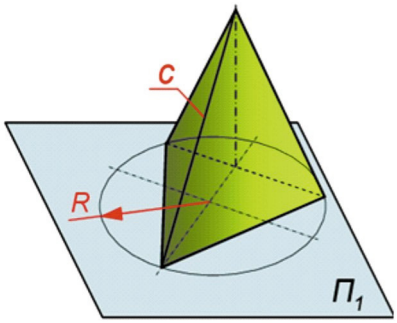
Рассмотрим основные этапы решения задачи.

1. В базовой плоскости выполняем построение основания пирамиды как равностороннего треугольника, вписанного в окружность заданного радиуса (рис. 1, Б). Для определенности примем значение радиуса описанной окружности равным 25.

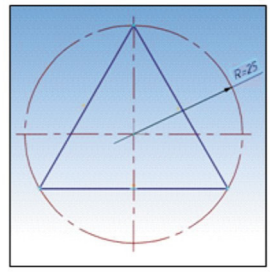
2. Выполним построения во вспомогательной плоскости *P*, перпендикулярной основанию пирамиды и проходящей через ось симметрии основания (рис. 1, В). В этой плоскости проведем высоту *произвольного размера* для боковой перпендикулярной грани пирамиды. Теперь можно построить прямоугольный треугольник (произвольный), гипотенузой *c* которого является большее ребро пирамиды. Задав для параметра *c* конкретное численное значение, можно определить положение вершины конуса *S* для конкретизированного случая (на рис. 1, Г изображен вид в плане прямоугольного треугольника с вершиной *S* при $c = 70$). Для точного размещения нижнего катета треугольника (см. рис. 1, В и Г) использовались параметрические привязки к одной из вершин и к противоположной от этой вершины стороне треугольника основания (см. рис. 1, Б).

3. Для построения недостающих боковых равных ребер пирамиды построим пространственные отрезки, соединив, используя параметрические привязки, точку *S* – вершину пирамиды с двумя свободными вершинами основания (рис. 1, Д). Визуализированный законченный вариант модели трехгранной пирамиды приведен на рис. 1, Е.

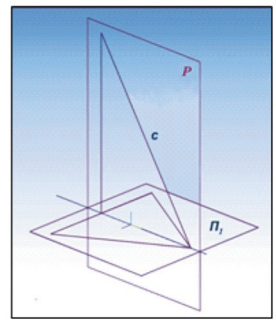
4. Перейдем к нахождению двугранного угла между боковыми гранями пирамиды при ребре *c* в случае, когда его численное значение



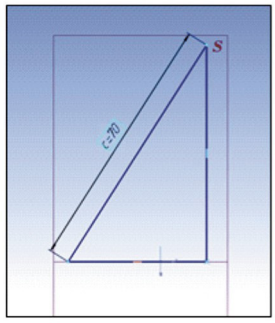
А. Параметрическая модель трехгранной пирамиды



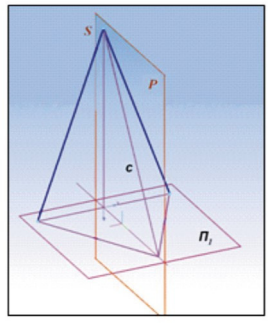
Б. Построение основания пирамиды



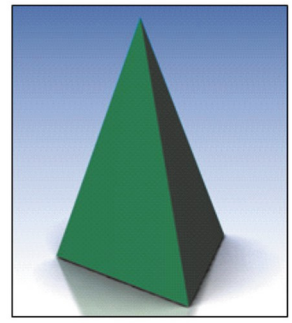
В. Построения во вспомогательной плоскости *P*



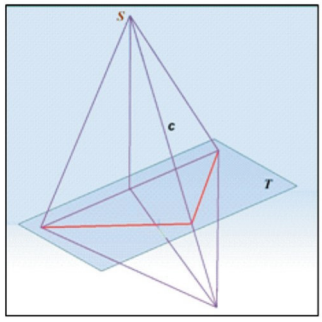
Г. Определение вершины пирамиды *S*



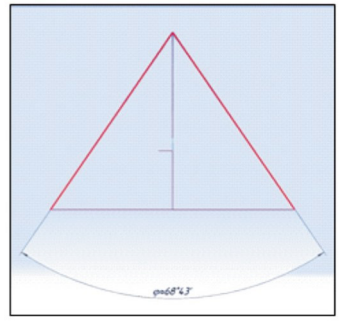
Д. Построение недостающих ребер пирамиды



Е. Модель трехгранной пирамиды



Ж. Построение плоскости, перпендикулярной ребру *c*



З. Демонстрация величины двугранного угла

Рис. 1. Этапы решения задачи 1

равно 70. Для решения достаточно провести плоскость *T*, перпендикулярную ребру *c* пирамиды (рис. 1, Ж). Путем пересечения плоскости *T* с боковыми гранями пирамиды отобразим двугранный угол на этой плоскости. На рис. 1, З искомый угол с заданными параметрами пирамиды (*R* = 25 и *c* = 70) изображен на виде в плане в форме линейного угла с определенным в ходе решения численным значением и изображением его натуральной величины на экране компьютера. В этом положении боковые грани пирамиды проецируются в отрезки, а ребро *c* – в точку (вершину угла).

Задача 2. Создать модель, состоящую из пересекающихся сферы и конуса с выполнением следующих условий:

– параметры конуса: радиус основания *R*, высота конуса *h*;

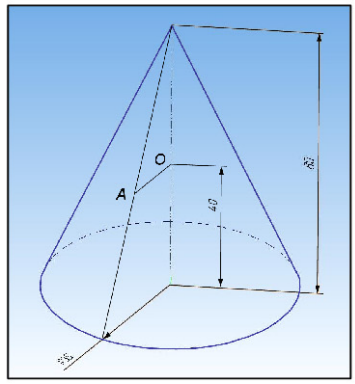
– сфера касается одной из образующих конуса, пересекая другие, в точке *A*, удаленной от основания конуса на расстояние *b*.

До начала построений студент должен представлять, что в данном случае пересечение конуса и сферы будет происходить по пространственной кривой, разделенной точкой *A* на две петли, а центры задаваемых вариантов расположения сфер должны быть каким-то образом связаны с этой точкой. Для выполнения задания можно обосновать выбор параметров радиуса сферы и удаления ее центра от основания конуса для получения наиболее наглядной модели с полным пересечением поверхностей.

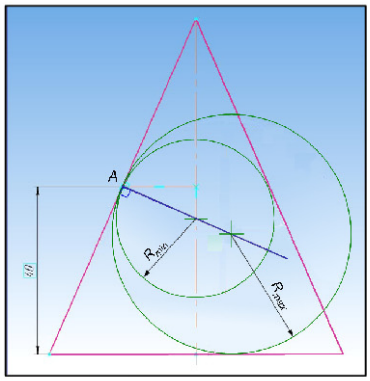
Рассмотрим основные этапы решения данной задачи.

1. В базовой вертикальной плоскости создадим эскиз, позволяющий выполнить параметризацию конуса: откладываем радиус основания *R* и высоту конуса *h*, строим отрезки – ось вращения и образующую конуса. Задав процедуру вращения построенного контура вокруг оси конуса, получаем параметрическую модель конуса вращения (рис. 2, А). На одной из образующих конуса путем несложных построений располагаем точку будущего касания сферы *A*.

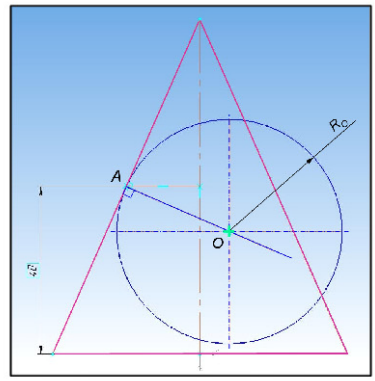
2. Для нахождения искомого места расположения центра сферы (с выбранными параметрами) переведем конус на вид в плане (рис. 2, Б) и проведем перпендикуляр к образующей из точки касания А, на котором должен находится центр сферы. Необходимо провести анализ возможного диапазона для радиуса сферы $R_{\min} < R_O < R_{\max}$. Минимальный радиус будет у сферы, касающейся поверхности конуса. Максимальный радиус – у сферы, касающейся основания конуса.



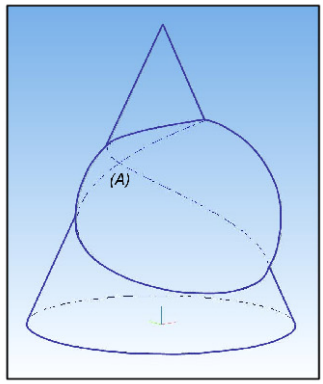
А. Параметрическая модель конуса



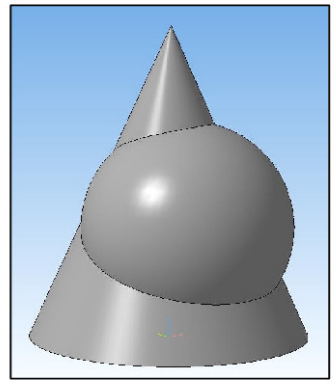
Б. Определение диапазона возможных радиусов сферы



В. Построение модели сферы



Г. Построение линии пересечения сферы и конуса



Д. Визуализация модели

Рис. 2. Этапы решения задачи 2

3. В промежутке найденного интервала располагаем центр O рабочей сферы. Для построения сферы проводится дуга полуокружности с радиусом R_O, задав вращение которой вокруг оси, получаем модель сферы (рис. 2, В).

4. На рис. 2, Г (модель) и Д (визуализация) построены заданные поверхности с требуемой линией пересечения, которая проанализирована и оформлена с учетом ее видимости.

Задача 3. Построить модель усеченного конуса, плоскость верхнего основания которого определяется линией пересечения полного конуса и виртуального цилиндра вращения при выполнении следующих условий:

– параметры конуса: радиус основания R, высота конуса h;

– ось виртуального цилиндра параллельна нижнему основанию конуса и удалена от него на расстояние b.

Перед решением поставленной задачи необходимо проанализировать возможные варианты кривых пересечения конуса и цилиндра, соответствующих заданным условиям, и выбрать единственно возможный, когда их линия пересечения распадается на две плоские кривые – эллипсы, т.е. в данном случае следует воспользоваться теоремой Монжа о пересекающихся поверхностях вращения, описанных около общей сферы.

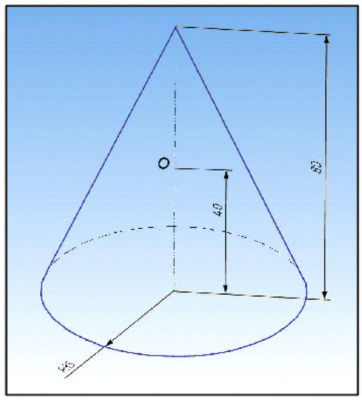
Рассмотрим основные этапы решения данной задачи.

1. В базовой вертикальной плоскости создадим эскиз, позволяющий выполнить параметризацию конуса: откладываем радиус основания R и высоту конуса h; строим отрезки – ось вращения и образующую конуса. Задав процедуру вращения построенного контура вокруг оси конуса, получим параметрическую модель конуса вращения (рис. 3, А).

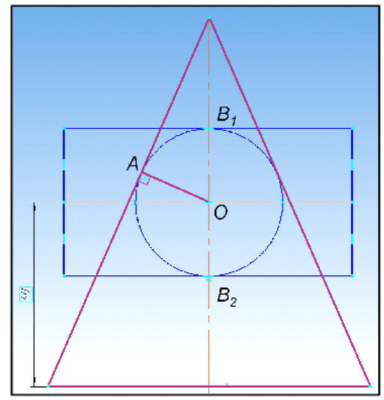
2. Создание виртуального цилиндра и общей для цилиндра и конуса сферы выполняется на виде в плане, где порядок построения хорошо просматривается (рис. 3, Б). Используя стандартные операции 3D-моделирования, подтверждаем построения в плане объемной моделью (рис. 2, В).

3. На модели выполняем операцию пересечения поверхностей, получив в соответствии с теоремой Монжа два плоских равных эллипса (рис. 3, Г). Вновь перейдя на вид в плане, определяемся с порядком возможных операций по удалению «лишних» частей модели (рис. 3, В).

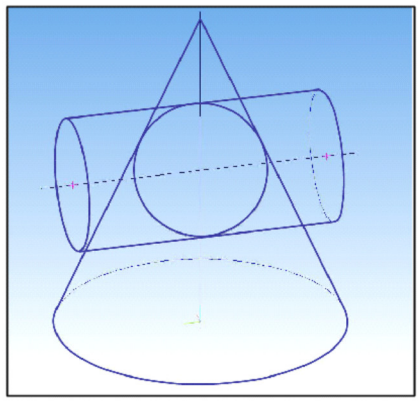
4. На рис. 3, Д и Е показана модель конуса после удаления виртуального цилиндра и отсеченной по одному из двух эллипсов части конуса – на виде в плане и в изометрической проекции.



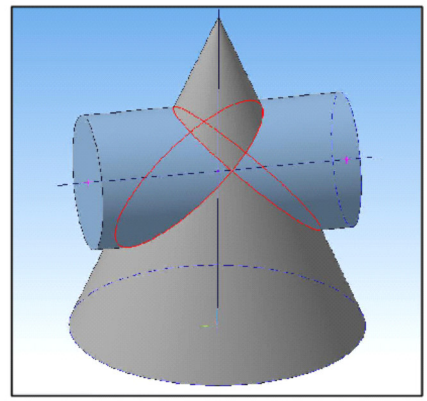
А. Параметрическая модель конуса



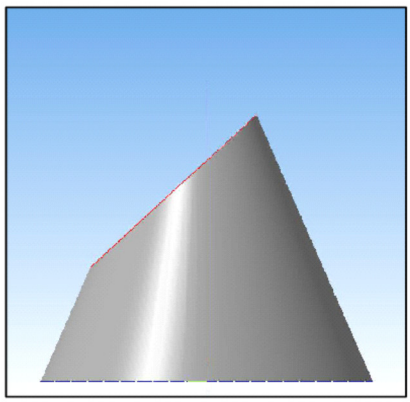
Б. Применение теоремы Монжа



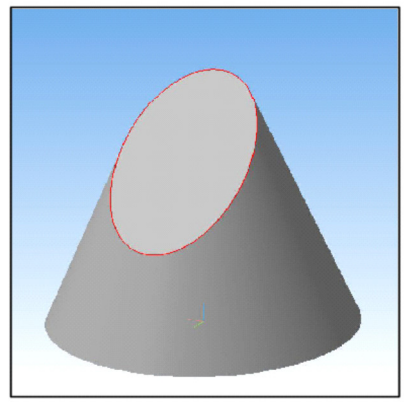
В. Модели конуса и цилиндра



Г. Визуализация моделей



Д. Вид плоского сечения конуса в плане



Е. Изометрическая проекция модели

Рис. 3. Этапы решения задачи 3

Приведенные задачи показывают новые возможности, которые открываются при внедрении компьютерных технологий в процесс обучения геометро-графического моделирования объектов с заданными параметрами. Заметим, что для развития пространственного воображения студентов средствами компьютерного 3D-моделирования более уместно строить модели, включающие тела, ограниченные плоскостями и поверхностями. Такие задачи имеют большую наглядность, могут содержать разнообразные исследовательские моменты и иметь вариативность решения.

Очень важно в сегодняшних условиях то, что значительно снижается трудоемкость операций для достижения запланированного результата, следовательно, время учебных занятий используется более эффективно. Так, на решение первой приведенной задачи с помощью «Компаса» студент, имеющий навыки выполнения 3D-моделирования и достаточный объем теоретических знаний, затрачивает 15 минут. Для решения этой же задачи методом проекций вручную с помощью традиционных способов преобразования чертежа требуется до двух часов, а точность выполненного чертежа зависит не только от навыка к выполнению графических построений, имеющихся у конкретного студента, но и погрешностей построений, зависящих от используемых чертежных инструментов. Компьютерные технологии не только многократно ускоряют процесс решения задачи, но и дают новое качество полученного результата, выдавая конечное численное значение с точностью, значительно превышающей точность традиционных измерительных чертежных инструментов (линейка, циркуль, транспортир и др.).

Поскольку на решение задач с использованием компьютерных технологий затрачивается меньше времени, можно увеличить количество решаемых базовых задач или изменить их сложность. Появляется возможность дифференцированного подхода при обучении студентов, когда можно подбирать задания с учетом индивидуальных способностей студента и его заинтересованности в развитии компетенций в области геометрического моделирования. Для этого необходимо разработать задачи различного уровня сложности, как по трудоемкости требуемых операций, так и по знанию основ геометрического моделирования. В любом случае при этом совершенствуется инструментальная подготовка будущих технических специалистов, по-новому формируется их пространственное воображение, развивается творческое мышление и повышается компетентностный потенциал для будущих разработок в области проектно-конструкторской деятельности.

Список литературы

1. Вопросы содержания и реализации графической подготовки в вузе при переходе на образовательные стандарты нового поколения [Электронный ресурс] / Е.П. Александрова, М.Н. Крайнова, И.Д. Столбова, Е.В. Корнилкова // Проблемы качества графической подготовки в условиях ФГОС ВПО: материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2011/members/59/ (дата обращения: 1.02.2014).

2. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Крайнова М.Н. Модульная технология управления предметной подготовкой студентов // Университетское управление: практика и анализ. – 2012. – № 5 (81). – С. 88–95.

3. Хейфец А.Л. Реорганизация курса начертательной геометрии как актуальная задача развития кафедр графики // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1. – № 2 (2). – С. 21–23.

4. Бурлов В.В., Нестеренко Л.А., Юдина Е.Ю. Организация учебного процесса по начертательной геометрии в Пензенской технологической академии // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, № 2 (2). – С. 14–17.

5. Волошинов Д.В., Соломонов К.Н. Конструктивное геометрическое моделирование как перспектива преподавания графических дисциплин // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, № 2 (2). – С. 10–13.

УНИФИКАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Александрова Евгения Петровна,
Крайнова Марина Николаевна,
Столбова Ирина Дмитриевна

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассматривается вопрос унификации компетентностно-ориентированного предметного обучения. Авторы демонстрируют технологические процедуры и практические результаты при разработке рабочей программы уровневой графической подготовки студентов технического университета.

Ключевые слова: компетентностный подход, унификация предметной подготовки, рабочая программа дисциплины, графическая подготовка.

UNIFICATION OF WORK PROGRAMMES GRAPHIC TRAINING OF STUDENTS

Aleksanrova Evgeniya Petrovna,
Krainova Marina Nikolaevna,
Stolbova Irina Dmitrievna

Perm National Research Polytechnic University

Unification of competence oriented subject of study is considered. The authors demonstrate technological procedures and practical results in the development of a work programme level graphical training of students of the technical University.

Keywords: competence-based approach, the unification of subject training, the work subject program, graphic training.

Традиционно основным документом учебно-методического комплекса, регламентирующим предметную подготовку, является рабочая программа дисциплины (РПД), которая в условиях ФГОС ВПО должна иметь компетентностный формат [1]. При разработке РПД на общеобразовательных кафедрах, осуществляющих обучение студентов по различным направлениям подготовки, вследствие их большого количества может возникнуть неоднозначность и множественность вариантов решения поставленной задачи.

Базовая графическая подготовка в Пермском национальном исследовательском политехническом университете участвует в реализации более 80 основных образовательных программ очной формы обу-

чения и 60 – заочной. Следовательно, встает вопрос о необходимости унификации компетентностно-ориентированного обучения графическим дисциплинам и, как следствие, разработки уровневых программ освоения предметной области. Решение этого вопроса позволит оптимизировать процесс модернизации требуемых программ предметного обучения и при этом обеспечить формирование предметных компетенций на таком уровне, который гарантировал бы достижение компетентностной модели выпускника (КМВ) по каждой из образовательных программ, в реализации которых участвует кафедра общеобразовательных дисциплин [2].

С целью унификации графической подготовки авторами проведен анализ факторов, влияющих на структуру и содержание разрабатываемых РПД для каждого из направлений подготовки, реализуемых в университете. Это, прежде всего, требования к графической подготовке, определяемые ФГОС ВПО по всем техническим направлениям обучения, сведения о планируемой выпускающими кафедрами нагрузке на графические дисциплины в вузовских основных образовательных программах, а также данные по делегированию части КМВ в компетентностную модель предметного обучения. Проведенная работа выявила возможность формулировки унифицированных компетенций графической подготовки [3], а также необходимость использования модульного построения содержания предметного обучения [4]. Все это должно гарантировать достижение КМВ по каждой из образовательных программ, в реализации которых участвует кафедра общеобразовательных дисциплин. В соответствии с установленной актуальностью каждой из компетенций КМВ и в зависимости от заданной трудоемкости в образовательную программу закладывается требуемый уровень освоения предметных компетенций: пороговый, средний, высокий или креативный [5].

В настоящей работе демонстрируются практические результаты технологической организации компетентностно-ориентированного обучения дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» на этапе разработки РПД.

В отличие от ранее разрабатываемых программ, РПД нового поколения должна отражать идеологию компетентностного подхода и быть направлена на получение итогового результата освоения студентами заданного в ФГОС ВПО перечня общекультурных и профессиональных компетенций [5]. Заметим, что перечень компетенций отличается для различных направлений подготовки. Вследствие этого при разработке

уровневой РПД необходимо выделить направления подготовки, соответствующие ФГОС ВПО с близкими требованиями по уровню и качеству предметной подготовки выпускников; перейти от частных формулировок отдельных компетенций, делегированных к формированию при предметной подготовке, к унифицированным компетенциям предметного обучения; представить программу формирования и контроля предметных компетенций на требуемом уровне освоения. На основе этого выстраивается технология обучения.

Был проведен анализ перечня формулировок компетенций, соответствующих ФГОС ВПО по направлениям подготовки, в формировании которых участвуют графические дисциплины в рамках вузовских основных образовательных программ (ООП) и отнесенных к одному уровню освоения предметных компетенций. Предложено результат обучения графическим дисциплинам на заданном уровне оценивать посредством двух унифицированных предметных компетенций, содержательно агрегирующих формулировки компетенций, заданных в ФГОС по направлениям подготовки:

– УК-1: способность и готовность использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;

– УК-2: владение элементами начертательной геометрии и инженерной графики, основами геометрического моделирования; готовность разрабатывать технологическую и проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и других нормативных документов.

Соответствие унифицированных компетенций и заявленных в ФГОС ВПО по различным направлениям подготовки одного уровня демонстрирует табл. 1 (фрагмент таблицы, приводимой в унифицированной уровневой РПД).

По сравнению с предыдущими стандартами в ФГОС ВПО заданы требования не к обязательному минимуму содержания образования, а к результатам освоения ООП, выраженным на языке компетенций [6]. Однако работа с компетенциями как новой «основой» проектирования ООП и РПД требует однозначного понимания того, каков состав результатов обучения (знать, уметь, владеть) должен быть достигнут и почему. Требования к результатам образования в части освоения каждой компетенции разрабатываются в процессе паспортизации компетентностной модели выпускника [2].

Таблица 1

Соответствие унифицированных компетенций и приведенных в ФГОС ВПО по различным направлениям подготовки

№ п/п	Направление подготовки (специальность)		УК-1	УК-2
	Код	Название		
1	161100.62	Системы управления движением и навигация	Использование компьютерных технологий на ранних стадиях проектирования при разработке новых образцов элементов, приборов, систем и комплексов (ПК-7)	Составление комплектов технической документации в соответствии с государственными стандартами и техническими условиями – эскизов, деталировок, технических описаний на элементы, приборы, системы и комплексы, относящиеся к объектам профессиональной деятельности (ПК-8)
2	210700.62	Инфокоммуникационные технологии и системы связи	Владение навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; осуществление компьютерного моделирования устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ (ПК-2)	Способность к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами (ПК-15)
3	220400.62	Управление в технических системах	Способность владеть элементами начертательной геометрии и инженерной графики, применять современные программные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей, готовить конструкторско-технологическую документацию (ПК-7)	Способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-12)

Построение структуры компетентностной модели продолжается и при разработке рабочей программы дисциплины. Этот этап паспортиза-

ции отражается в виде дисциплинарных карт компетенций, в которых представлены: планируемые результаты формирования дисциплинарных составляющих – компонентов компетенций в виде знаний, умений, владений; их коды; планируемые виды учебной работы, направленные на формирование данных компонентов, а также средства и технологии их оценки.

В табл. 2 приведен примеры разработанной дисциплинарной карты для унифицированной компетенции УК-1 по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» в рамках уровневой подготовки для определенной группы направлений ВПО.

Таблица 2

Пример разработки дисциплинарной карты универсальной компетенции УК-1

Код	Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства и технологии оценки
	Знание:		
УК-1.1з	– основных приемов и способов получения изображений с помощью компьютерных технологий;	Лекции. Самостоятельная работа по изучению теоретического материала. Лабораторные работы	Вопросы текущего контроля. Отчет по лабораторным работам
УК-1.2з	– приемов редактирования чертежей в среде графического редактора;		
УК-1.3з	– основ трехмерного моделирования		
	Умение:		
УК-1.1у	– находить требуемую техническую информацию с помощью компьютерных сетей;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа по выполнению индивидуальных графических работ	Отчет по лабораторным работам. Индивидуальные графические задания
УК-1.2у	– представлять, хранить, обрабатывать и передавать графическую информацию с помощью компьютера;		
УК-1.3у	– выполнять геометрические построения и графические изображения средствами компьютерной графики		
	Владение:		
УК-1.1в	– приемами поиска требуемой технической информаций;	Самостоятельная работа по выполнению индивидуальных графических работ и проектной разработки	Индивидуальные графические задания. Отчет по проектной разработке. Вопросы к зачету
УК-1.2в	– приемами использования компьютерных технологий при конструировании;		
УК-1.3в	– опытом трехмерного моделирования геометрических объектов		

При анализе форм учебной деятельности, которые необходимо отразить в РПД нового поколения, следует учитывать, что процесс освоения дисциплины предполагает комбинированное применение различных форм обучения и оценки, включая теоретическое (лекции) и практическое (практические занятия и лабораторные работы) обучение, самостоятельную работу, научную и исследовательскую деятельность, а также различные формы текущего контроля достигаемых результатов.

Первые четыре вида деятельности формируют процесс обучения и направлены на получение обучаемыми предметных компетенций, а различные формы контроля направлены на подтверждение обретенных компетенций и их составляющих. Теоретическое обучение предназначено для формирования знаниевых компонентов предметных компетенций, практическое обучение формирует умения и владения.

Самостоятельная работа и научно-исследовательская работа способствуют интеграции отдельных образовательных результатов. При этом следует отметить, что обучение в компетентно-ориентированном формате требует усиления использования таких форм обучения, как индивидуальная самостоятельная и научно-исследовательская деятельность [6]. В разработанной программе этот факт отражен в виде увеличения доли трудоемкости, отводимой на эти виды работ, до 50 % от общей трудоемкости дисциплины.

Важнейший вопрос предметной подготовки – адекватная оценка результатов обучения, определяющая уровень освоенных составляющих предметных компетенций, а также их совокупность в виде интегрированного результата [7]. Вследствие этого дальнейшим шагом в технологизации предметного обучения является разработка системы оценивания, позволяющей осуществить оценку достигнутых результатов освоения предметных компетенций.

Предложенные контролирующие мероприятия, отраженные в РПД, должны привести к планируемым результатам освоения заявленных компетенций, вследствие чего они оцениваются в ходе текущего, рубежного и итогового контроля. Предполагаемые виды текущего, рубежного и итогового контроля освоенных элементов и частей компетенций для порогового уровня подготовки приведены в табл. 3.

Таким образом, в представленной работе проведен анализ проблем модернизации РПД в свете компетентностного подхода, которая является базовой площадкой для построения новых технологических процедур, соответствующих этому подходу. Отмечена положительная роль

Таблица 3

Контроль планируемых результатов обучения

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТТ	РТ	КР	ГР, ПР	Трен. (ЛР)
Знает: УК-1.1з, УК-1.2з, УК-1.3з	ТТ1				Трен. (ЛР1)
УК-2.1з, УК-2.2з	ТТ2				
УК-2.3з	ТТ3				
Умеет: УК-1.1у, УК-1.2у					Трен. (ЛР2)
УК-1.3у					Трен. (ЛР3, ЛР4)
УК-2-1у		РТ1	КР1	ГР1, 2, 3	
УК-2.2у, УК-2.3у		РТ2	КР2	ГР4, 5, ПР	
Владеет: УК-2.1в				ГР1, 2, 3	
УК-1.1в, УК-1.2в, УК-1.3в, УК-2.2в, УК-2.3в				ГР4, 5, ПР	

Примечание: ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме); РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний); КР – рубежная контрольная работа по модулю; ГР, ПР – индивидуальные графические проектные работы; Трен. (ЛР) – выполнение тренажей (лабораторных работ) с подготовкой отчета.

при разработке РПД таких инновационных элементов предметной подготовки, как унификации (в рамках направлений, специальностей ВПО) и уровней предметной подготовки, а также подчеркнута важность разработки модульной структуры содержания и контролирующих мероприятий, обеспечивающих качество обучения при компетентностном подходе.

Список литературы

1. Коршунов С.В., Зырянов В.В. Введение ФГОС ВПО: первый год работы в оценках и мнениях специалистов по учебно-методической работе // Высшее образование в России. – 2013. – № 2. – С. 16–27.

2. Компетентностная модель выпускника: опыт проектирования / А.Н. Данилов, Н.В. Лобов, В.Ю. Столбов, И.Д. Столбова // Высшее образование сегодня. – 2013. – № 6. – С. 20–28.

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. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Крайнова М.Н. Модульная технология управления предметной подготовкой студентов // Университетское управление: практика и анализ. – 2012. – № 5 (81). – С. 88–95.

5. Столбова И.Д. Организация предметного обучения: компетентностный подход // Высшее образование в России. – 2012. – № 7. – С. 10–20.

6. Соснин Н.В. О структуре содержания обучения в компетентностной модели // Высшее образование в России. – 2013. – № 1. – С. 20–23.

7. Столбова И.Д. Управление качеством предметного обучения на основе компетентностного подхода // Университетское управление: практика и анализ. – 2011. – № 3. – С. 55–61.

СОТРУДНИЧЕСТВО РГАТУ ИМЕНИ П.А. СОЛОВЬЁВА И ПРЕДПРИЯТИЙ Г. РЫБИНСКА В СФЕРЕ ОБУЧЕНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Асекритова Светлана Вениаминовна

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева

Рассмотрено решение проблемы подготовки специалистов машиностроительных предприятий в области освоения 3D-моделирования силами преподавателей кафедры графики РГАТУ им. П.А. Соловьёва.

Ключевые слова: 3D-моделирование, UG NX, повышение квалификации.

COOPERATION RSATU NAMED AFTER P.A. SOLOVIOV AND ENTERPRISES OF RYBINSK IN LEARNING 3D-MODELING SPECIALISTS OF THE MACHINE BUILDING INDUSTRY

Asekritova Svetlana Veniaminovna

Rybinsk State Aviation Technical University n.a. P.A. Soloviev

The article is devoted to the decision of problems of preparation of specialists of machine building enterprises in the development of 3D-modeling by the Department faculty Graphics RSATU name by P.A. Solovieva.

Keywords: 3D modeling, UG NX, qualification improvement.

В эпоху информационных технологий уже ни у кого не вызывает сомнения, что успешная конкуренция на мировом рынке продукции машиностроительной отрасли невозможна без сокращения сроков разработки и затрат на нее, а значит, и без масштабного внедрения CAD- и PLM-систем. В современных условиях создание сложных и высокотехнологичных изделий авиационно-космической и оборонной отрасли немыслимо без применения систем автоматизированного проектирования высшего уровня, поэтому к выбору программного обеспечения (ПО) предприятия подходят очень серьезно. Например, специалисты «ОКБ Сухого», прежде чем отдать предпочтение CAD/CAM/CAE-системе NX от компании Siemens PLM Software, изучили и протестировали много различных систем, в том числе CADDS 5, CATIA, Pro/ENGINEER и NX.

К такому же решению – использовать продукты компании Siemens PLM Software, пришли в НПО «Сатурн», когда были изучены все предложения для автоматизированного проектирования и управления жизненным циклом изделия.

В пользу выбора ПО NX говорило несколько фактов. Во-первых, важна была возможность интеграции ПО Siemens PLM Software с продуктами других разработчиков. Во-вторых, для решения задач в области проектирования требовалась система NX с широким функционалом, в частности в области программирования станков с ЧПУ [1]. А таких высокотехнологичных станков в авиакосмической промышленности, которая является одной из крупнейших и наиболее требовательных сфер, немало. В частности, в НПО «Сатурн» для производства высокоточных деталей используются станки немецко-японской компании DMG/MORI SEIKI, которая является лидером в мире в сфере металлообрабатывающего оборудования. Благодаря ПО CELOS, совместимому с приложениями CAD/CAM, поставки которого начинаются в 2014 г. для всех высокотехнологичных станков DMG/MORI SEIKI существенно ускорится процесс реализации от идеи к готовому продукту [2]. Это послужит основой для создания системы производства без использования бумажных чертежей (рис. 1).

Рис. 1. Модель станка на основе технологии
ULTRASONIC/LASERTEC фирмы DMG MORI

Острая потребность в высококвалифицированных инженерных кадрах, владеющих современными технологиями автоматизированного проектирования, предъявляет повышенные требования к их подготовке. Обычно предприятия направляют своих специалистов в головной офис компании, где они получают сертификаты, подтверждающие их квалификацию. Затем они проводят обучение на местах в учебном центре для своих сотрудников. К сожалению, зачастую такие люди, являясь высочайшими профессионалами в части владения ПО, слабо знакомы с методикой преподавания, что влияет на эффективность обучения.

Факультет профессиональной переподготовки (ФППК) Рыбинского государственного технического университета им. П.А. Соловьева с успехом сотрудничает с предприятиями г. Рыбинска в сфере предоставления образовательных услуг. В частности, преподаватели кафедры графики ведут занятия по компьютерной графике для слушателей разной специализации, в том числе «Компьютерный дизайн рекламных изданий».

Вот уже два года в компьютерных классах кафедры повышают свою профессиональную подготовку инженеры-конструкторы и технологи ОАО «Сатурн – Газовые турбины» по специализации «Современные технологии 3D-проектирования машиностроительных конструкций на базе системы UG NX». Большинство из них являются выпускниками нашего университета, половина уже обучались по схожей программе в учебном центре своего предприятия. Но только методика структурированной подачи материала, основанная на комплексном моделировании, которой владеют преподаватели кафедры графики, позволяет слушателям после окончания курса на своих рабочих местах попеременно использовать наиболее продуктивные подходы к моделированию изделия.

За 72 академических часа слушатели учатся создавать не только электронные геометрические модели деталей и сборочных единиц (рис. 2), конструкторскую документацию в виде чертежей, но и управлять ассоциативными зависимостями между деталями, решать проблемные вопросы работы со сборками, проблемы обеспечения загрузки больших моделей.

Существуют группы слушателей, которых интересуют специализированные модули системы UG NX, дающие оптимальные по функциональности инструменты для решения конкретных производственных задач. Представители руководства ОАО «Сатурн – Газовые турбины» в лице главного конструктора и главного инженера обратились на ФППК

РГАТУ им. П.А. Соловьёва с просьбой организовать обучение на базе компьютерного класса кафедры графики для группы инженеров-конструкторов отдела электротехники ОАО «Сатурн – Газовые турбины».

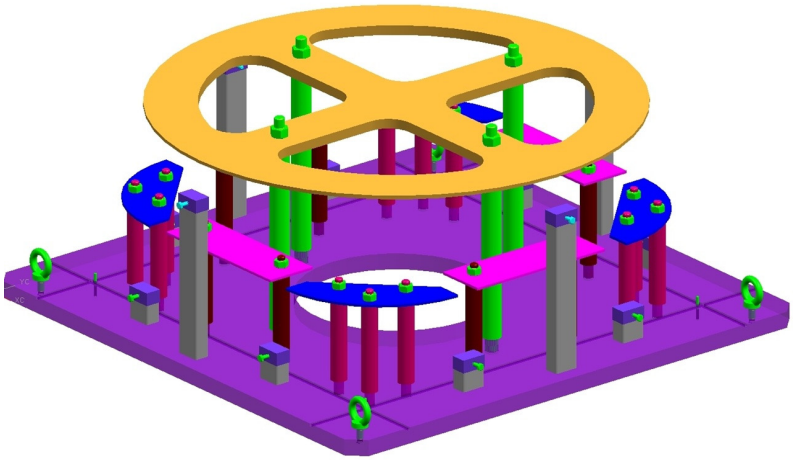


Рис. 2. Геометрическая модель сборочной единицы
«Приспособление для сборки и сварки»

Специалисты отдела занимаются прокладкой трасс по кабельным коммуникациям, т.е. построением твердотельных моделей кабельных разводок от одних элементов к другим. При этом модель постановки кабельных коммуникаций они формируют как обычную сборку из моделей деталей, созданных заранее (ответвители, поворотные углы, лотки, рис. 3). В то же время NX включает в себя полностью интегрированное приложение для 3D-проектирования маршрутов электропроводки и жгутов проводов «Модуль проектирования кабельных трасс», которое позволяет разрабатывать маршруты прокладки проводов и проектировать жгуты проводов в сложных сборках. Инструменты электрической маршрутизации обладают интеллектуальными функциями, позволяющими автоматизировать проектирование, модификацию и анализ жгутов проводов, формировать отчет по заполняемости кабельных коммуникаций трассами. Проектирование систем электрической маршрутизации начинается на этапе концептуального проектирования, где определяются реперные точки агрегатов и основные трассы коммуникаций, их соединяющих. На основе данной схемы в дальнейшем будет происходить детальное проектирование систем коммуникаций в контексте сборки изделия.

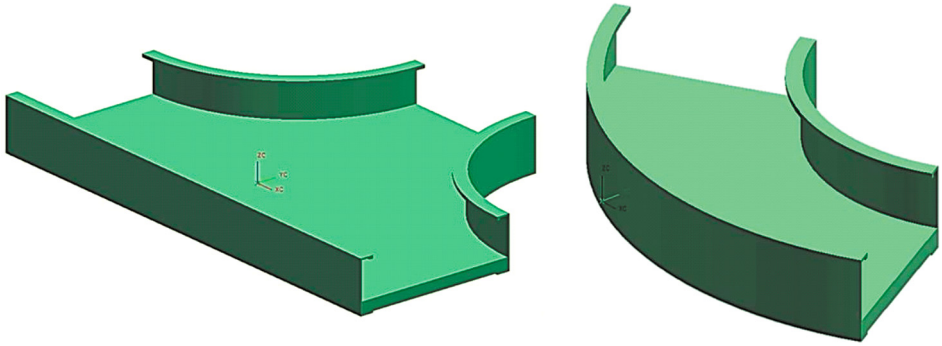


Рис. 3. Стандартные электрические детали

Важно отметить наличие ассоциативной связи между концептуальной схемой (КС) и электронным макетом изделия (ЭМИ). Изменения на уровне КС переносятся на уровень ЭМИ.

Общая процедура создания кабельной трассы:

1. Выбираются и размещаются стандартные устройства в сборке.
2. Задается траектория, соединяющая эти устройства.
3. Для каждой траектории назначается форма сечения.
4. Добавляются в сборку детали крепления и соединения.
5. Проверяются правила проектирования.
6. Корректируется кабельная трасса и размещение стандартных деталей.
7. Выполняется анализ зазоров в сборке.
8. Задается информация, необходимая для изготовления.
9. Выполняется чертеж.
10. Создается спецификация.

Стандартные электрические детали могут быть предоставлены поставщиками, специализирующимися на поставке деталей определенного класса промышленных стандартов. В России многие машиностроительные предприятия используют ОСТы, по которым и происходит формирование библиотек в NX на основе функционала «семейства деталей». Система не ограничивает пользователя рамками библиотек и предоставляет возможность разместить любую созданную ранее модель, квалифицированную как электрическая деталь, в пределах кабельной трассы.

Набор команд позволяет находить электрические детали в библиотеке, используя заданные критерии поиска; размещать деталь, применяя методы позиционирования; удалять детали из сборки; задавать ориентацию детали и ее позицию (рис. 4).

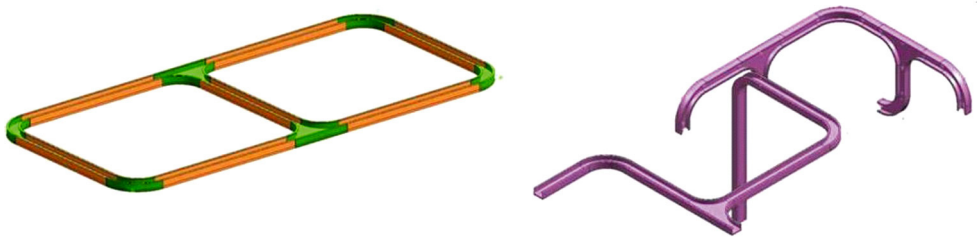


Рис. 4. Геометрическая модель кабельной трассы, созданная с помощью приложения «Электрическая маршрутизация»

Таким образом, проблема повышения качества подготовки специалистов машиностроительных предприятий в вопросе освоения 3D-систем может с успехом решаться за счет привлечения педагогических кадров из инженерных вузов.

Список литературы

1. PLM Эксперт. Инновации в промышленности. – № 1. – 2013.

2. CELOS – от идеи к готовому продукту [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.dmgmori.com.

ПРОБЛЕМЫ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Астахова Татьяна Анатольевна
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Вольхин Константин Анатольевич
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Анализируются проблемы, возникающие у студентов при изучении начертательной геометрии. Рассматриваются педагогические условия, направленные на их разрешение.

Ключевые слова: графическое образование, начертательная геометрия, самостоятельная работа студента.

PROBLEMS OF GRAPHIC TRAINING OF STUDENTS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY

Astakhova Tatyana Anatolyevna
Siberian Transport University, Novosibirsk

Volkhin Konstantin Anatolevich
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering

The article consists of analysis of problems (difficulties) that students experience while studying descriptive geometry, and pedagogical approaches providing solution to those problems.

Keywords: graphic education, descriptive geometry, independent work of the student.

Успешность учебной деятельности зависит от многих объективных и субъективных факторов. Формирование условий, максимально удовлетворяющих индивидуальные потребности каждого студента, несомненно, оказывает положительное влияние на качество образования. В рамках существующей групповой системы организации учебной деятельности в университете и смещения приоритетов от аудиторных занятий к самостоятельной работе студента реализация индивидуализированного обучения практически невозможна.

Для определения факторов, влияющих на успешность результатов учебной деятельности, мы проанализировали итоги обучения начертательной геометрии (НГ) студентов Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (НГАСУ) и Сибирского государствен-

ного университета путей сообщения (СГУПС), изучающих дисциплину под нашим руководством. Опрос первокурсников показал, что 87 % испытывали серьезные трудности в изучении начертательной геометрии.

Чтобы выяснить, с чем могут быть связаны проблемы изучения начертательной геометрии, мы попросили студентов ответить на этот вопрос, предложив определить более значимый для них вариант ответа из предложенных: недостаток теоретических знаний и процесс оформления графического задания, или сформулировать свое видение проблемы (табл. 1). Более половины респондентов посчитали, что предложенные варианты не определяют причину проблем изучения начертательной геометрии. При этом только три студента сформулировали свои причины проблем как «трудности в установке программы»; «не изучал начертательную геометрию в школе»; «неправильная организация занятий, быстрый темп, нет взаимосвязи учителя с учениками».

Таблица 1

Причины проблем, возникающие при изучении НГ, % респондентов

Основные причины	Все	НГАСУ	СГУПС
Недостаток теоретических знаний	28	20	34
Отсутствие навыков черчения (трудности освоения программы «Компас»)	19	28	13
Нет ответа	54	57	52

Обучение начертательной геометрии в разных университетах проходит в разных условиях, что позволяет выявить как общие, так и частные проблемы, возникающие в процессе изучения дисциплины студентами. В соответствии с учебными рабочими программами дисциплины «Начертательная геометрия» на ее изучение отводится различное время: в НГАСУ – 108 часов, в СГУПС – 72 часа. В табл. 2 приведены соотношения времени на различные виды учебной деятельности. Самостоятельная работа студента составляет более 50 % времени, отведенного на изучение дисциплины в обоих университетах.

Чтобы оценить мнение студентов по поводу того, с чем связано возникновение сложностей при изучении НГ, мы предложили расположить в порядке убывания значимости пять причин или сформулировать свое мнение по этому вопросу. Результаты анкетирования показали, что в качестве первоочередных причин (табл. 3) 54 % студентов видят объ-

ективные факторы, связанные с состоянием школьной графической подготовки и развитием пространственного воображения.

Таблица 2

Выдержки из учебных программ НГ

Направление	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Итоговая аттестация
НГАСУ – 270800 «Строительство (Механизация и автоматизация строительства)»	16	28	64	Экзамен
СГУПС – 190600 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»	0	34	38	Зачет

Таблица 3

Первоочередные причины проблем в изучения НГ, % респондентов

Причины трудностей	Всего	НГАСУ	СГУПС
Низкий уровень школьной подготовки	30	18	13
Плохое пространственное воображение	21	22	20
Непонятна цель изучения предмета	19	27	13
Неинтересно обучение	14	18	13
Нерегулярно занимаюсь	13	15	11

Показательным, с нашей точки зрения, является то, что низкий уровень школьной подготовки в качестве причины возникновения трудностей студентами СГУПС называется в первую очередь, что является следствием отсутствия лекционных занятий и связанной с этим необходимостью самостоятельного изучения теоретических основ дисциплины.

Следующими по значимости (33 %) являются более субъективные причины: непонятна цель изучения дисциплины и неинтересно обучение, связанные с правильностью выбора студентами направления обучения. Только 28 % студентов, принявших участие в опросе, поступили в университет, потому что имеют интерес к приобретаемой профессии (табл. 4). Неуверенность в правильности выбора направления обучения испытывают около 11 % студентов, и 20 % не планируют работать по специальности после окончания обучения.

В связи с тем, что большинство опрошенных студентов не имеют представления о содержании своей будущей профессиональной деятельности, определить значение той или иной дисциплины им довольно

сложно. Мы предложили первокурсникам оценить степень важности одной из трех целей изучения начертательной геометрии: интеллектуальное развитие, профессиональная значимость или сдача экзамена. В результате кто-то отметил все цели как первоочередные, а 32 % ни одну из них не посчитали значимой (табл. 5). Как может появиться хороший результат, если нет цели?

Таблица 4

Причины выбора направления обучения, % респондентов

Причина	Всего	НГАСУ	СГУПС
Интерес к профессии	28	31	25
Желание иметь высшее образование	43	44	38
Уверенность в прохождении конкурсного отбора	18	18	16
Совет родителей, друзей и т.п.	11	7	21

Таблица 5

Цель изучения НГ, % респондентов

Первоочередная цель	Всего	НГАСУ	СГУПС
Интеллектуальное развитие	38	34	42
Профессиональная значимость	41	26	51
Сдать экзамен (зачет)	38	23	48
Нет	32	49	19

Меньше всего студентов (13 %) причины проблем в изучении начертательной геометрии связывают со своей неспособностью организовать регулярную самостоятельную работу. С нашей точки зрения, регулярность и эффективность самостоятельной внеаудиторной работы является определяющим фактором успешности учебной деятельности в условиях, когда она составляет значительную долю времени, отводимого учебными планами на изучение дисциплины. Временные затраты студентов на самостоятельную работу по изучению начертательной геометрии, рассчитанные по результатам еженедельного опроса, приведены в табл. 6. Общим для университетов является то, что среднее фактическое время, потраченное на изучение дисциплины, ниже планового показателя.

Остроту проблеме добавляет невысокий качественный показатель самостоятельной работы. Поражает тот факт, что для значительной доли первокурсников серьезные сложности вызывает деятельность даже на репродуктивном уровне. Невнимательность, спешка, небрежность в выпол-

нении геометрических построений приводят к негативному результату – и, как следствие, пропадает интерес к изучению дисциплины. В этих условиях возникают две негативные крайности в поведении студентов. Первая проявляется в том, что студент пытается всеми способами организовать учебную деятельность под непосредственным руководством преподавателя, испытывая неуверенность в каждом действии. Вторая – поиск путей, позволяющих ввести преподавателя в заблуждение во время контрольных мероприятий. В обоих случаях качество образования страдает.

Таблица 6

Время самостоятельной работы, часы

Время	НГАСУ	СГУПС
Плановое	64	38
Среднее фактическое	42,8	30
Максимальное фактическое	80	63
Минимальное фактическое	20	21

Современные мультимедийные учебно-методические материалы по начертательной геометрии имеют такую степень подробности представления учебной информации и наглядность, что результат учебной деятельности в меньшей степени зависит от уровня начальной графической подготовки и развития пространственного мышления, и в большей степени от времени, потраченного на изучение темы. Чем ниже исходный уровень знаний умений и навыков имеет учащийся, тем больше времени он должен посвятить изучению предмета.

Применение в качестве чертежного инструмента компьютерных графических программ повышает качество оформления чертежа за счет увеличения точности геометрических построений и уменьшения влияния исходных навыков студента по выполнению геометрических построений. При этом следует отметить, что на успешность графической деятельности начинает влиять уровень начальной компьютерной грамотности первокурсника. Время, потраченное на приобретение навыков работы с графическим редактором, индивидуально для каждого студента. Правильная оценка своих возможностей и сопоставление предпринимаемых усилий, целей и результатов деятельности оказывает значительное влияние на успешность в практической графической деятельности.

Формирование способности самооценки происходит в процессе сопоставления ее с оценкой преподавателя или коллектива, что возможно осуществить во время практических занятий и консультаций. Коли-

чество часов аудиторных занятий на изучение начертательной геометрии доведено до критического минимума. Во время практического занятия совместить контрольные мероприятия по проверке индивидуальных графических заданий и групповое решение задач или обсуждение алгоритмов и теоретических основ дисциплины практически невозможно. Перемещение контрольных мероприятий на консультации, посещение которых не является обязательной учебной нагрузкой студента, приводит к увеличению отставания от календарного плана изучения дисциплины. Пропуски аудиторных занятий в современных условиях высшего университетского образования не рассматриваются как прогулы с соответствующими организационными последствиями. Наоборот, в соответствии с прогнозами, представленными в государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 гг., из-за демографической ситуации к 2020 г. все студенты будут учиться по индивидуальным учебным планам, включающим значительную долю самостоятельной работы с использованием информационных технологий. Таким образом, намечается тенденция перехода от группового метода обучения к индивидуальному.

Способность студента правильно оценить результаты учебной деятельности и определения необходимых усилий для обеспечения ее успешности своевременно развивается у первокурсников только в процессе регулярного общения с преподавателем. По нашему мнению, предоставление свободы в условиях группового метода обучения, индивидуальные графики обучения должны внедряться только на старших курсах.

Подводя итоги экспериментального обучения в сопоставлении с приведенными результатами опроса студентов, можно сделать вывод, что положительная мотивация к изучению дисциплины является определяющим фактором успешности учебной деятельности и на ее формирование должны быть направлены все методические средства и педагогические условия.

О ПОЛЬЗЕ ЗНАНИЯ ПРИНЦИПОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ГЕОМЕТРИИ В ОБЛАСТИ СОБЛЮДЕНИЯ ПДД

Басов Александр Васильевич

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассматривается вопрос о пользе знания правил графического отображения пространственного восприятия. Исследуется пример из повседневной жизни, реальный случай в области соблюдения ПДД.

Ключевые слова: Правила дорожного движения, Правила применения дорожных знаков, разметка, поперечное сечение, линия пересечения плоскостей, точка пересечения, центральная проекция.

ABOUT PUBLIC BENEFIT KNOWLEDGE OF THE FIRST GEOMETRY PRINCIPLES IN TRAFFIC RULES

Basov Alexander Vasiljevich

Perm National Research Polytechnic University

Consider the question of public benefit knowledge the first principles of graphic reflection spatial perceive. Research an instance, from the real incident in sphere rules of traffic.

Keywords: The Rules of road traffic, The Manual on Uniform Traffic Control Devices, transverse section, line of intersection planes, intersection point, and central projection.

Цель данной статьи – попытаться осветить одну из причин возникновения конфликтных ситуаций в области соблюдения Правил дорожного движения (ПДД). Рассматриваемый пример – один из многих, вызывающих недоумение у так называемых нарушителей. Проблема связана с соблюдением правил графического отображения пространственного видения.

Поводом для анализа послужила конкретная ситуация. По постановлению 59 ЯЮ 148585 на основании «данных специального технического средства» (фотоматериал) за нарушение ПДД предъявлен административный штраф. Суть нарушения – переезд частным автотранспортным средством дорожной разметки «стоп-линия» на запрещающий сигнал светофора. Нарушение зафиксировано фотосъемкой с помощью камеры наружного наблюдения (рис. 1).

На фотоснимке виден регулируемый светофором участок шоссе с пешеходным переходом. Справа от шоссе по направлению движения виден установленный знак «стоп-линия». Автотранспортное средство

Рис. 1. Фиксация нарушения камерой наблюдения

нарушителя находится в области квадратной рамки. Дорожная разметка «стоп-линия» на полосе движения не видна или отсутствует. Вместо нее красуется наложенная поверх всего изображения черно-белая виртуальная линия, которая призвана символизировать положение настоящей, но отсутствующей «стоп-линии».

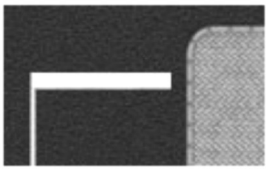
Видимая произвольность наложения виртуальной линии на кадр рождает сомнение в ее правильности, а значит, вызывает сомнение правильность предъявленной претензии к якобы имеющемуся нарушению. Таким образом, налицо спорная ситуация. Попробуем разобраться.

Для начала обратимся к существующим документам, регулирующим дорожное движение. Нас интересуют те положения, которые оговаривают назначение и правила применения дорожной разметки и знака «стоп-линия».

В Правилах дорожного движения в разделе 6 «Информационные знаки», прил. 1 «Дорожные знаки» говорится, что знак 6.16 «Стоп-линия» означает место остановки транспортных средств при запрещающем сигнале светофора (регулировщика).

В разделе 1 «Горизонтальная разметка», прил. 2 «Дорожная разметка и ее характеристики» говорится, что разметка 1.12 – «Стоп-линия» указывает место, где водитель должен остановиться при наличии знака 2.5 или при запрещающем сигнале светофора (регулировщика) (рис. 2).

а



б

Рис. 2. Стоп-линия:
а – знак; *б* – разметка

Таким образом, в правилах оговорены конкретные ориентиры, с помощью которых водитель транспортного средства легко определяет место остановки. Таких возможных ориентиров в рассматриваемой ситуации два: дорожная разметка и знак. Ранее было отмечено, что на фотоснимке дорожная разметка 1.12 «Стоп-линия» на полосе движения не видна или отсутствует, но присутствует знак 6.16 «Стоп-линия». Этот знак и будет являться объективным и единственно правильным ориентиром для водителя, но никак не виртуальная линия, которую водитель не наблюдает. Согласимся, что выбранная точка обзора камеры наружного наблюдения не дает четкого представления о точном месте остановки транспортного средства. Объектом, помогающим службе безопасности движения сделать это, является виртуальная линия. В итоге возникает конфликтная ситуация: водитель ориентируется на реально существующий знак, а ГИБДД – на виртуальную линию. Чтобы разрешить конфликт, достаточно соблюсти требование: положение упомянутых объектов должно быть взаимоувязано. Это возможно только при существовании некоего универсального правила. В этом случае важным обстоятельством становится то, что и разметка и знак могут быть задействованы как самостоятельно, так и вместе. Но об этом говориться уже в документе с названием ГОСТ Р 52289–2004 «Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» (далее – Правила).

Согласно п. 6.2.14 Правил разметку 1.12 наносят на расстоянии 10–20 м от светофора Т. 1 или Т. 2 при расположении светофора над проезжей частью и на расстоянии 3–5 м – при расположении сбоку от проезжей части для обеспечения видимости их сигналов и т.д. Принципиальными для нашего случая являются следующие положения Правил:

1. Согласно п. 6.2.16 разметку 1.12 наносят под прямым углом к оси полосы движения (рис. 3).

2. Согласно п. 5.7.18 знак 6.16 «Стоп-линия» применяют для указания места остановки транспортных средств на регулируемых перекрестках и на нерегулируемых железнодорожных переездах. Также знак допускается применять для дублирования разметки 1.12 («Стоп-линия»),

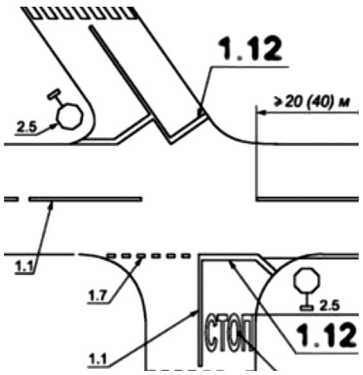


Рис. 3. Разметку 1.12 наносят под прямым углом

в этом случае его устанавливают в одном поперечном сечении с разметкой. Вот и оно – универсальное правило.

Иными словами, и знак 6.16 и разметка 1.12 должны находиться в одной плоскости, которая перпендикулярна (поперечна) горизонтальной плоскости земли (шоссе). При этом и разметка и знак будут иметь общие точки с линией пересечения этих плоскостей, а проще говоря – размещаться на линии пересечения. Все, что не отвечает данному условию, является ошибочным. Вот это и нужно показать, доказав правильность или неправильность наложения виртуальной линии на фотоснимке, т.е. согласно условию, оговоренному Правилами.

План исследования будет следующим. Для начала изобразим строго схематично сказанное в Правилах. Далее создадим пространственную картину события с условным положением условных объектов, сравнимую с положением объектов рассматриваемой дорожной ситуации. Правила построения пространственной картины помогут однозначно определить правомерность сомнений.

Прибегнем к построению изображения, соответствующего указанным правилам. Смоделируем сцену, в которой все вышесказанное должен зрительно воспринимать некий условный Наблюдатель (рис. 4, *а*). Итак, по условию имеем две взаимно перпендикулярные плоскости: главная горизонтальная α (плоскость шоссе) и поперечная ей β (плоскость знака и разметки) с линией пересечения *с*. Для Наблюдателя сравнительное (ближе – дальше, спереди – сзади, правильное – неправильное) положение объектов на плоскости α будет определяться с помощью развернутой к нему плоскости β. В качестве объектов наблюдения выберем точки *A*, *B*, которые лежат на главной плоскости α вне линии пересечения плоскостей: ближайшая к Наблюдателю точка *A* лежит перед, а дальняя точка *B* – за линией пересечения *с*. Обе точки находятся в поле зрения Наблюдателя.

Теперь построим пространственную картину, т.е. представим, как визуально воспринимает данную сцену Наблюдатель. Эту задачу легко решить с помощью правил построения простой линейной перспективы

(рис. 4, *б*). То, что видит Наблюдатель, соответствует изображению на плоскости проекции γ или картинной плоскости. Точка A_1 как проекция ближайшей к Наблюдателю точки A оказывается ниже линии пересечения c_1 как проекции линии пересечения c. Точка B_1 как проекция дальней точки B оказывается выше проекции линии пересечения.

Таким образом, сформулируем наблюдаемую закономерность: проекция объекта выше или ниже проекции линии пересечения двух взаимно перпендикулярных плоскостей – горизонтальной и вертикальной (поперечной) для Наблюдателя будет означать, что реальный объект, лежащий на горизонтальной плоскости, находится вне поперечной плоскости.

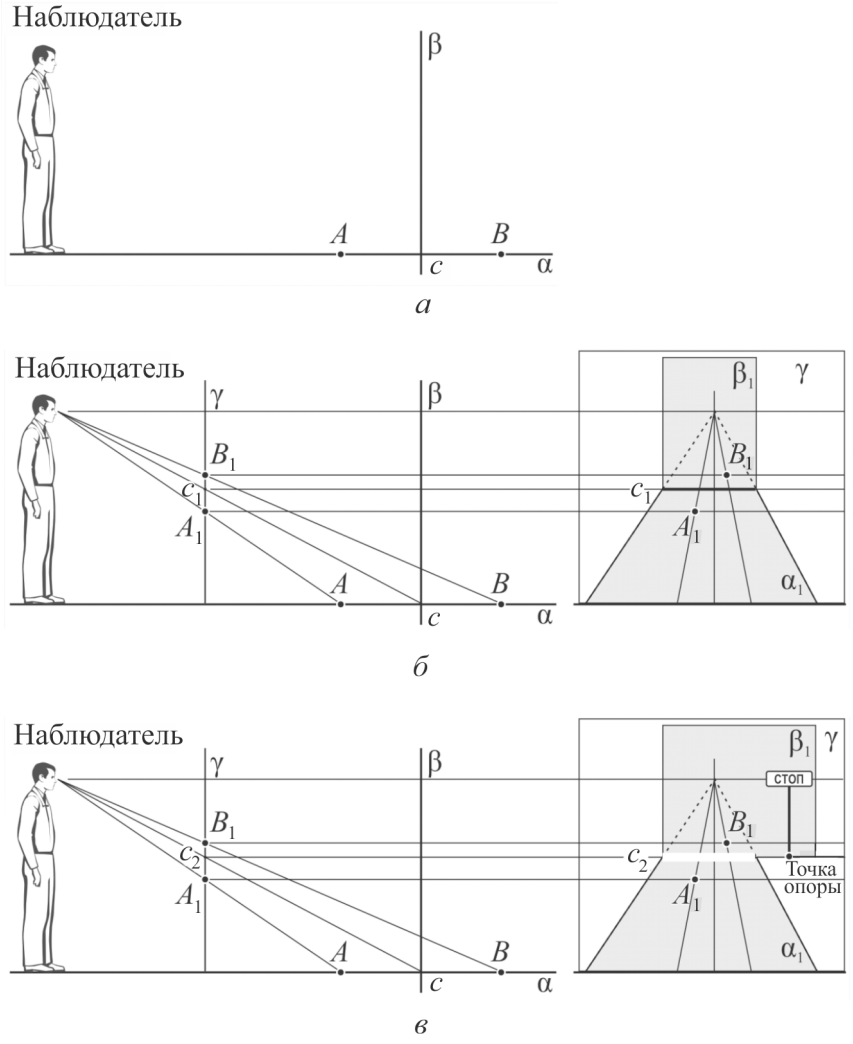


Рис. 4. Модель сцены

В нашем конкретном случае объектом рассмотрения является прямая линия разметки, положение которой перпендикулярно оси полосы движения. Делаем следующий вывод: любая прямая линия, лежащая на плоскости шоссе и перпендикулярная его оси, будет лежать вне плоскости поперечного сечения (плоскости, в которой находится знак и разметка), если на проекции (фотоснимок – та же проекция) ее положение будет выше или ниже проекции линии пересечения.

Настал черед определиться с поперечной плоскостью и линией пересечения на фотоснимке, положение которых объективно задает только знак. Мы знаем, что разметка и знак имеют общие точки с условной линией пересечения двух плоскостей – главной горизонтальной и поперечной ей, поскольку лежат в этих плоскостях или пересекают их. Если прямая линия разметки c_2 полностью совмещается с условной линией пересечения, то знак (точнее, штанга – вертикальная опора знака), который лежит исключительно в поперечном сечении, будет иметь с линией пересечения только одну общую точку. Этой точкой будет являться область входа штанги (далее – точка опоры) в горизонтальную плоскость земли (рис. 4, *в*). Следовательно, и строить линию пересечения необходимо через эту точку. А условное прохождения проекции прямой линии разметки через точку опоры знака будет определять ее правильность. Если прямая разметки «Стоп-линия» должна быть ориентирована от точки опоры знака, значит, таким же образом должна быть ориентирована и виртуальная линия, символизирующая отсутствующую в действительности разметку.

На рис. 5 представлен уже знакомый фотоснимок, с правкой, когда условие Правил выполнено: и знак «Стоп-линия», и проекция линии пересечения (пунктир, он же – место предполагаемой разметки «Стоп-линия») находятся в одном поперечном сечении. Показано, что положение виртуальной линии явно ниже проекции линии пересечения. Соответственно, не увенчалась успехом и попытка привязать виртуальную линию к точке опоры знака.

Следует вывод: вариант разметки, которую призвана символизировать наблюдаемая нами на фотоснимке виртуальная линия, не будет лежать со знаком в одном поперечном сечении, а это не отвечает требованиям Правил. Значит, проекция исполнена неверно и не может служить критерием правильности в предъявленной претензии.

На рис. 6 показана 3D-реконструкция события. Добавим, что данный случай – пример незнания элементарных правил отображения пространственного восприятия. Это служит причиной введения несведущих

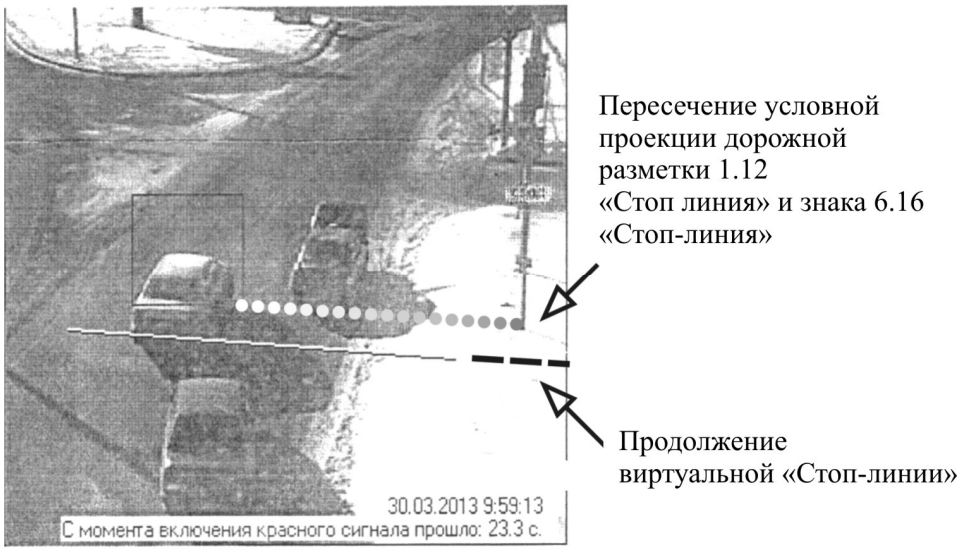


Рис. 5. Виртуальная стоп-линия, построенная по правилам применения дорожных знаков и разметки

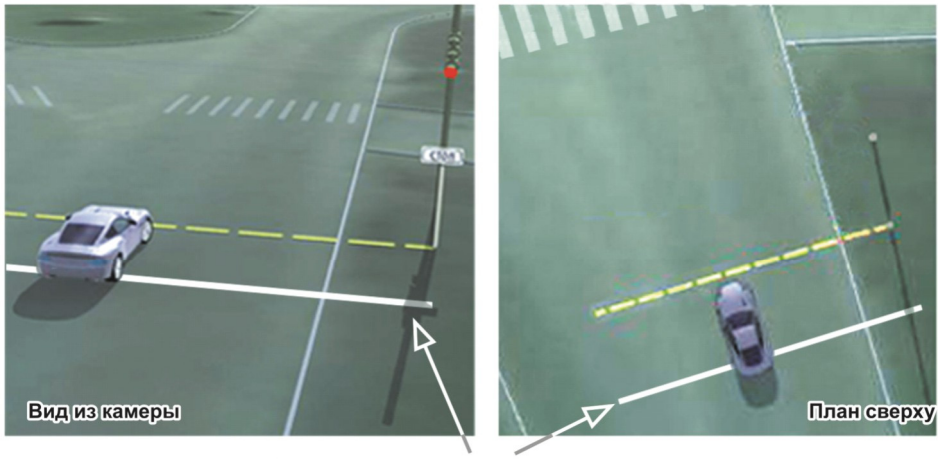


Рис. 6. 3D-реконструкция

граждан в заблуждение со всеми вытекающими последствиями. В связи с этим напрашивается вопрос: что мы видим? Пример нечестности ГИБДД, пользующейся невежеством определенной части участников дорожного движения?

Остается надеяться, что освещение данного вопроса позволит в дальнейшем исключить данную проблему из практики установления правонарушений.

О СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Болбат Ольга Борисовна,
Петухова Анна Викторовна
Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск

Описывается опыт применения систем автоматизированного проектирования в непрерывной графической подготовке студентов технических специальностей.
Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, графическая подготовка.

ABOUT SYSTEM OF CONTINUOUS GRAPHIC PREPARATION

Bolbat Olga Borisovna,
Petukhova Anna Viktorovna
Siberian Transport University, Novosibirsk

This article describes the experience of using CAD systems in engineering continuous graphics preparation of technical university students.
Keywords: CAD (systems of the automated designing), a graphics preparation.

Технология и методика обучения студентов вуза очень изменилась за последнее десятилетие. В особенности это касается дисциплин графического цикла. Благодаря техническому прогрессу педагоги, инженеры и студенты получили новые возможности для выполнения чертежей. Образовательное пространство наполнилось новыми высокотехнологичными инструментами, графическими программными, мультимедийными комплексами.

В инженерной практике прочно закрепились CAD- (системы конструкторского проектирования), CAM- (технологическая подготовка производства) и CAE- (система расчетов и инженерного анализа) системы. Программные комплексы полностью обеспечивают весь цикл проектирования – от разработки технического задания, этапов проектирования, технологической подготовки производства и моделирования концептуальной модели до создания аналитической модели и воплощения ее в виде изделия, сооружения или механизма. Будущий специалист должен владеть технологией моделирования объектов инженерной деятельности, иметь опыт их проектирования и подготовки проектной документации.

Мы считаем необходимым внедрение в обучение самых разнообразных средств компьютерного моделирования и черчения. Работаем

мы в техническом вузе, в основном со студентами, обучающимися по направлениям «Строительство», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Наземные транспортно-технологические средства», «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» и «Эксплуатация железных дорог».

Студенты, проходящие подготовку по направлению «Строительство», изучают четыре дисциплины, объединенные общими дидактическими целями. Это «Начертательная геометрия» – «Инженерная графика» – «Графические средства ПЭВМ» – «Программное обеспечение».

Студенты, обучающиеся по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по специальностям «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования» и «Автомобили и автомобильный сервис», из графических дисциплин изучают «Начертательную геометрию», «Инженерную графику» и «Машинную графику».

Студенты, проходящие подготовку по направлению «Наземные транспортно-технологические средства» по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование», проходят подготовку по нашей кафедре только по дисциплинам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика».

Согласно учебным планам специальностей «Начертательная геометрия» может изучаться как отдельная дисциплина или как один из разделов инженерной графики. Содержание «Начертательной геометрии» построено в соответствии с программой классического курса, но чертежи выполняются преимущественно на компьютере. Базовый программный комплекс – «Компас-График». Мы выбрали этот программный продукт по нескольким причинам: простота освоения, соответствие российским ГОСТам, доступность программного обеспечения, наличие у производителя студенческой версии, стремление разработчика к сотрудничеству с вузами страны. Несколько лет назад на кафедре был открыт авторизованный учебный центр. На сегодняшний момент практически все преподаватели прошли обучение и получили соответствующие сертификаты. Был накоплен определенный опыт использования системы плоского черчения «Компас-График» при обучении студентов начертательной геометрии, разработаны специальные учебно-методические пособия, создана библиотека учебных заданий. Большинство преподавателей отмечают положительную динамику качества подготовки студентов. Использование информационных сетей позволяет

выдавать условия задач в электронном виде, проводить онлайн-консультирование, использовать возможности современных мультимедиасистем.

Раздел «Инженерная графика» изучается студентами в основном во втором учебном семестре. В учебных планах специальностей на его изучение отводится от 72 до 144 часов. Основная цель – изучение отраслевых стандартов оформления чертежей и состава графической проектной документации. Базовыми программными продуктами для специалистов строительного направления и для ряда машиностроительных специальностей выбраны «Компас-3D» и SolidWorks. Данные САПР позволяют создавать 3D-модели и сборки деталей и узлов, автоматически генерировать из модели виды, разрезы и сечения. Имеют встроенные библиотеки стандартных изделий и конструктивных элементов, позволяют использовать разные профили пользователя на различных этапах обучения.

На втором курсе студенты строительного направления изучают дисциплину «Графические средства ПЭВМ». На ее изучение отведено от 72 до 108 часов. Из них 36/54 – аудиторные занятия. В рамках дисциплины «Графические средства ПЭВМ» мы знакомим студентов с разнообразными CAD-системами, их функционалом, назначением и особенностями. Прежде всего это AutoCAD, который является лидером в области строительства. Обучение носит преимущественно практико-ориентированный характер. Педагог демонстрирует некоторые приемы работы в графическом программном продукте, а затем студент закрепляет полученные знания на практике, выполняя небольшие графические задания. Все задания размещены на рабочих компьютерах студентов или в сети. Обучающийся самостоятельно загружает файл задания, выполняет его и затем предъявляет преподавателю для проверки. Задание содержит условие, пример выполнения, методические рекомендации, подсказки и, в некоторых случаях, видеопрезентацию или пошаговую инструкцию. Благодаря использованию сетевых ресурсов работают студенты в основном самостоятельно. Преподаватель выполняет функции консультанта, проверяет задания и помогает справиться с затруднениями. Мы стараемся включать в задания фрагменты предстоящих курсовых и дипломных проектов либо использовать элементы реальных инженерных проектов. Задания разнообразны по содержанию и форме. Это позволяет поддерживать интерес у студентов, а следовательно, обеспечивает достаточную мотивацию для успешного освоения дисциплины.

В четвертом семестре в учебные планы направления «Строительство» включена дисциплина «Программное обеспечение». Инициаторами введения нового курса в цикл графических дисциплин были выпускающие кафедры. Именно они настояли, чтобы студенты уже на втором курсе получили возможность познакомиться с наиболее современными технологиями инженерного проектирования, в основе которых лежат параметрические объектно-ориентированные цифровые модели и технологии BIM (Building Information Model). В качестве базового программного комплекса мы используем Autodesk Revit (Autodesk Revit Structure, Revit MEP и Revit Architecture). Создавая параметрическую информационную модель строительного объекта, студенты учатся работать с библиотеками конструкторских элементов, загружать проектные данные, получать чертежи, организовывать совместную работу над проектом, получают представление о жизненном цикле объекта. Преподаватели отмечают наличие интереса и высокой мотивации у студентов при изучении дисциплины, обучающиеся демонстрируют творческий подход при выполнении заданий.

На третьем курсе для студентов специальностей «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования» и «Автомобили и автомобильный сервис» введена дисциплина «Машинная графика», включающая в себя лекционные и практические занятия. Всего на дисциплину отводится 108 часов, из них аудиторных занятий – 68 (17 часов – лекции, 51 час – практика), самостоятельной работы – 40. В качестве базовых для изучения дисциплины «Машинная графика» избраны программные комплексы «Компас» и SolidWorks, являющиеся основным инструментом, используемым инженерами машиностроительной отрасли и позволяющие решать широкий круг задач проектировочного и конструкторского характера. Работая в среде SolidWorks, студенты, пользуясь библиотекой стандартных элементов Toolbox, моделируют детали, входящие в зубчатые, ременные и цепные передачи, подбирают подшипники и проектируют валы, создают имитацию движения подвижных частей механизмов. В САПР «Компас» студенты пользуются модулем «Расчет и построение», в котором также возможно спроектировать валы и механические передачи и детали, входящие в них. В процессе освоения данной дисциплины студенты получают необходимые умения в области компьютерного проектирования, осваивают методы и способы графического решения инженерных задач, овладевают навыками работы в нескольких современных программных продуктах

(«Компас» и SolidWorks), знакомятся с аппаратом инженерного компьютерного трехмерного моделирования и осваивают навыки создания и редактирования электронных графических документов.

Таким образом, на кафедре «Графика» СГУПС создан комплекс непрерывной графической подготовки студентов. На каждом этапе обучения мы закрепляем знания, полученные студентами при изучении предыдущих разделов. Это позволяет увеличить эффективность обучения и приносит положительные результаты. Сквозная система целей помогает сохранить знания, полученные студентами на первом курсе, и создать хорошую базу для формирования основных профессиональных компетенций инженера.

Мир не стоит на месте, появляются новые технологии и программы. Задача педагога – не отстать от прогресса, развиваться самому, способствовать развитию учебных программ и формировать актуальные компетенции у студентов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Варушкин Владимир Петрович
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В программной среде «Компас-3D» выполнена курсовая работа по проектированию 3D-модели и сборочного чертежа.
Ключевые слова: эскизный проект, «Компас-3D», 3D-эскиз моделей деталей, 3D-сборочный эскиз модели изделия, сборочный чертеж.

CAD USE FOR COURSE DESIGN

Varushkin Vladimir Petrovich
Perm National Research Polytechnic University

In the program «Kompas-3D» environment the term paper is performed on design of a 3D-model and an assembly drawing.
Keywords: outline sketch, «Kompas-3D», 3D-sketch of models of details, 3D assembly sketch of model of a product, assembly drawing.

Переход на новые федеральные государственные образовательные стандарты и массовое введение бакалавриата в техническом университете потребовали пересмотра традиционной методики геометро-графической подготовки студентов [1]. В учебной программе 2-го курса бакалавриата предусмотренв курсовая работа по инженерной графике. По индивидуальному заданию студенты выполняют конструкцию типового станочного приспособления и сборочного чертежа. На аудиторные практические занятия отведено 16 академических часов. В ходе сдачи проекта выполняется электронное документирование 3D-эскизов моделей деталей, 3D-сборочного эскиза модели приспособления и сборочного чертежа в программном продукте группы компаний АСКОН «Компас-3D», с использованием библиотеки стандартных изделий и интерактивной справочной информации.

Студент получает индивидуальное задание с описанием устройства конструкции, эскизы оригинальных деталей, описание соединения деталей, а также справочную информацию в электронном виде.

На рис. 1 приведен пример индивидуального задания [2]: перекидной кондуктор для сверления в детали двух отверстий с разных сторон. Деталь устанавливается между опорной планкой *2* и прижимом *4*. План-

ка *2* фиксируется в корпусе *1* двумя штифтами и крепится к нему винтом. Прижим свободно качается на штифте в пазу откидной планки *3*. Сама откидная планка поворачивается на оси, запрессованной в корпусе. Зажим детали осуществляет пара: болт откидной *5*, установленный подвижно в пазу корпуса на штифте, и гайка *6*. Сверление осуществляется с помощью двух постоянных кондукторных втулок. Дополняет описанную конструкцию набор оригинальных деталей с указанием сопрягаемых поверхностей при сборке и список стандартных деталей (рис. 2) [3].

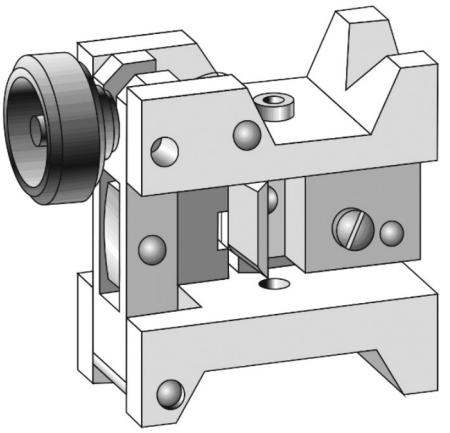
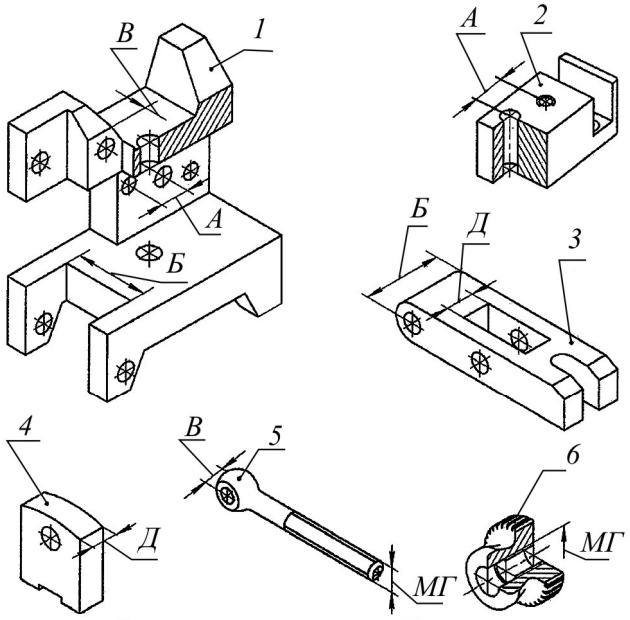


Рис. 1. Аксонометрический вид кондуктора



Детали:
1. Корпус – 1
2. Планка опорная – 1
3. Планка откидная – 1
4. Прижим – 1
5. Болт откдной – 1
6. Гайка – 1

Стандартные изделия:
1. Втулка кондукторная – 2
2. Винт – 1
3. Штифт – 2
4. Штифт – 1
5. Штифт – 2

Рис. 2. Оригинальные детали кондуктора с сопрягаемыми поверхностями

Получив задание, студент приступает к поиску эскизного проекта изделия:

– анализирует конструктивные данные деталей, их назначение и использование в приспособлении;

– подбирает типовую конструкцию в рекомендуемой справочной литературе, определяет взаимное расположение деталей, их соединение;

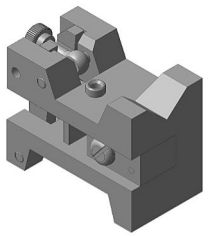
– выполняет эскиз кондуктора в сборке, рассчитывает размеры крепежных стандартных деталей;

– создает по эскизу сборки кондуктора 3D-эскизы модели деталей в «Компасе-3D» [4];

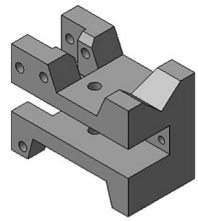
– использует специализированные и стандартные крепежные детали из библиотеки «Компаса-3D» создает сборочную 3D-модель кондуктора (рис. 3);

– создает ассоциативный сборочный чертеж (рис. 4).

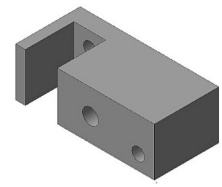
Итогом выполнения курсовой работы является спецификация и ассоциативный сборочный чертеж разработанной конструкции приспособления, имеющий параметрическую связь со всей проектной документацией. Объем комплекта документов всей курсовой работы не превышает 1,5 Мб. Более того, по эскизам оригинальных 3D-моделей могут быть созданы ассоциативные рабочие чертежи деталей. Любые изменения в конструкции изделия или замена стандартного крепежного изделия в «Компас-3D» автоматически изменяют сборочные единицы и спецификацию.



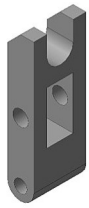
ПК.00.00.00.СБ – Кондуктор



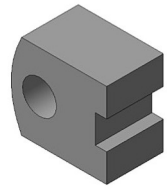
ПК.00.00.01 – Корпус



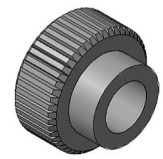
ПК.00.00.02 – Планка опорная



ПК.00.00.03 – Планка откидная



ПК.00.00.04 – Прижим



ПК.00.00.04 – Гайка

Рис. 3. 3D-модель кондуктора и комплект оригинальных моделей деталей

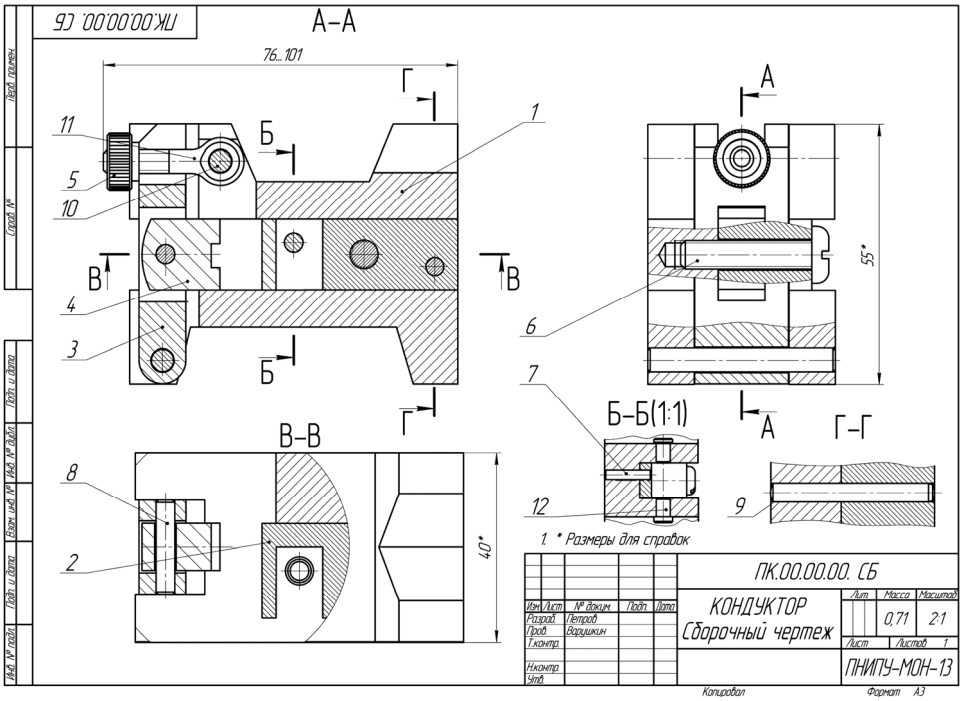


Рис. 4. Ассоциативный сборочный чертеж кондуктора

Этапы курсового проекта [5]:

1. Изучение основных общих правил процесса конструирования. Постановка и выбор целесообразного конструктивного решения приспособления (просмотр предшествующих конструкций базирования деталей, конструкций устройств станочных приспособлений для различных станков обработки и механизмов зажимов).

2. Анализ индивидуального технического задания, определение параметров изделия, область и условия использования. Выбор конструкции из ранее существующих приспособлений данного типа. Использование принципа взаимозаменяемости деталей, типовых конструкций, стандартных специализированных и крепежных деталей. Состав сборочного чертежа содержит: сборочную единицу, рабочие чертежи оригинальных деталей (по особому заданию), группы размеров, номера позиций, технические требования, технические характеристики.

3. Эскиз проекта приспособления с выработкой конструктивного решения изделия. Эскизная сборка конструкции и подготовка изображений для сборочного чертежа. Использование специализированных и стандартных крепежных изделий. Создание спецификации изделия.

4. Эскиз 3D-моделей деталей в программной среде «Компаса-3D» с эскизного проекта, помещение файлом в папку проекта с обозначением и наименованием, взятыми из спецификации изделия. 3D-эскиз модели детали в «Компас-3D» определяет единообразную последовательность команд:

– создать документ в стандартной панели «Деталь»;

– в «Ориентации» модели установить стандартную изометрию *XYZ* (координатные плоскости в рабочей области развернутся);

– определить «Свойства» (выбрать цвет, обозначение, наименование, материал изготовления);

– сохранить файл «Деталь» в папку проекта;

– выбрать фронтальную плоскость *XY* в «Дереве модели»;

– выполнить 2D-эскиз модели для последующего формообразования в «Редактировании детали» (выдавливание, вращение, кинематическое преобразование или преобразование по сечениям).

После выполнения всех эскизов моделей деталей создается документ «Сборка».

5. Порядок команд «Сборка»:

– создать документ на стандартной панели «Сборка»;

– определить «Свойства» (ввести обозначение и наименование);

– сохранить файл «Сборка» в папку проекта;

– в разделе меню «Ориентация» установить изометрию *XYZ*;

– добавить в сборку компонент эскиза модели детали (первым компонентом эскиза выбирается тот, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты);

– указать точку начала координат первого компонента эскиза модели в начало координат системных плоскостей (непопадание в начало координат системных плоскостей увеличивается время 3D-сборки модели изделия), на признак попадания указывает символ ⊕ в контекстном меню «Дерево модели» у первого компонента эскиза модели;

– перемещение и вращение компонентов относительно друг друга доступно на панели редактирования сборки («Перемещение» и «Вращение», положение первого компонента изменять нежелательно для упрощения сборки с другими компонентами);

– следующий компонент модели сборки сопрягается для точного положения в сборке с первым компонентом. Сопряжения допускаются между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов в сборочной модели;

– после установления соосности компонентов моделей необходимо точно расположить компоненты командой «Совпадение объектов». После этого указать последовательно грани компонентов (указание совпадения граней идет в порядке очередности: добавить грань к имеющейся грани);

– после точного расположения компонентов нажать «Прервать команду» → «Перестроить» → «Сохранить».

– при необходимости в «Дереве модели» сопряжения и совпадения можно редактировать, исключать из расчета или удалять.

6. Порядок последовательных команд по выбору стандартных крепежных изделий из «Библиотеки стандартных изделий» (например: болт→шайба→гайка):

– установить начальную ориентацию сборочной модели в стандартной изометрии *XYZ*;

– войти в команды «Библиотеки» → «Стандартные изделия» → «Вставить элемент»;

– из «Библиотеки стандартных изделий» открыть вкладку «Стандартные изделия», открыть значок «+» для добавления крепежных изделий. Добавление и ориентация всех стандартных крепежных изделий в сборку модели производить по такому же способу, что и для документа «Сборка». При создании сборки со стандартным крепежным изделием все данные передаются в раздел «Стандартные изделия» спецификации сборочного чертежа.

7. Порядок последовательности команд документа «сборочный чертеж “Кондуктор”»:

– создать документ на стандартной панели «Чертеж»;

– войти в команды «Вставка» → «Вид с модели» → «Стандартная»;

– из папки открыть документ «Сборка» изделия;

– войти в команду «Схема» видов и отметить/добавить количество видов на сборочном чертеже (включение и отключение вида производится нажатием левой кнопки мыши на месте стандартно расположенного вида ГОСТ 2.305–68);

– на панели свойств вкладки «Линии» включить «Показать» в группе «Линии переходов»;

– расположить мышью положение видов на чертеже (виды показаны штриховой линией) и заполнить стандартную надпись данными из 3D-сборки модели изделия;

– сохранить сборочный чертеж в папку проекта.

8. Выбор текущего вида и создание разреза «Кондуктора»:

– на панели «Управление видами» выбрать вид под номером 2 (вид сверху, который стал текущим);

– построить горизонтальную вспомогательную прямую с помощью привязки «Ближайшая точка» в центральной точке вида;

– на панели «Глобальные привязки» отключить «Выравнивание» и включить «Середина» и «Угловая» (нажатие левой кнопкой);

– в панели «Обозначения» выбрать команду «Линия разреза/сечения» и построить слева и справа по точкам разрез, указав направление взгляда, отступив от горизонтальной вспомогательной прямой в низ чертежа;

– «Компас-3D» автоматически построит разрез на новом виде (фронтальный разрез) и сделает его текущим;

– расположите его над главным видом;

– на панели «Управление видами» (или на контуре вида дважды выделить левой кнопкой мыши) указать вид под номером 1 (главный вид), нажать мышью на контуре (штриховая линия), после чего в появившемся дополнительном окне выбрать команду «Разрушить вид», далее правой кнопкой мыши на этом контуре выбрать команду «Удалить вид»;

– на месте удаленного главного вида переместить фронтальный разрез за контур;

– выделить контур фронтального разреза, в появившемся дополнительном окне выбрать команду «Разрушить вид» и откорректировать фронтальный разрез по правилам оформления чертежа ГОСТ 2.305–68;

9. Создание местного разреза:

– на панели «Управление видами» выбрать вид;

– построить окружность на месте местного разреза;

– на инструментальной панели «Виды» выбрать «Местный разрез» и указать окружность на месте местного вида;

– на другом виде (в проекционной связи) указать положение секущей плоскости местного разреза, на месте местного разреза построится местный разрез;

– откорректировать местный разрез по правилам ГОСТ 2.303–68.

10. Создание местного вида:

– на панели «Управление видами» выбрать вид;

– на инструментальной панели «Обозначения» выбрать «Выносной элемент»;

– указать центральную точку выносного элемента, затем контур и точку полки, создать объект;

– на панели свойств выбрать «Масштаб вида» и указать масштаб местного вида, поместить местный вид на поле чертежа, создать объект.

11. Оформление изображений сборочного чертежа по правилам ГОСТ 2.303–68:

– нажать на инструментальной панели «Обозначения» кнопку «Осевая линия по двум точкам»;

– на инструментальной панели «Размеры» выбрать «Авторазмер» и проставить необходимые размеры детали;

– указать номера позиций;

– на инструментальной панели «Размещение» выбрать «Вставить» «Технические требования», задав размеры страницы технических требований и ее положение на чертеже;

– заполнить основную надпись в команде «Вставка», после нажать кнопку «Создать объект»;

– нажать кнопку «Перестроить» на стандартной панели;

– нажать кнопку «Сохранить».

12. Создание спецификации:

– в открытом сборочном чертеже в меню «Спецификация» открыть команду «Создать объекты спецификации», в диалоге нажать «ОК», будет создан комплект спецификаций;

– по умолчанию создана спецификация ГОСТ 2.106–96 изделия со всеми входящими сборками и стандартными крепежными деталями;

– оформить основную надпись спецификации;

– для просмотра и редактирования спецификации на стандартной панели нажать «Открыть» и выбрать спецификацию в папке проекта.

Предложенная методика выполнения курсовой работы в программной среде «Компас-3D» позволяет в отведенные часы практических занятий выполнить курсовую работу, обеспечивает освоение компьютерной технологии геометрических построений, использует электронную параметризацию проектной документации, предоставляет оперативный доступ к онлайн-информации группы компаний «АСКОН», дает возможность перехода на дистанционную форму обучения.

Список литературы

1. Александрова Е.П., Носов К.Г., Столбова И.Д. Инновационные подходы при обучении геометрическому моделированию. – (Статья в сборнике).

2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – М.: Машиностоение, 2001.

3. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1983.

4. Азбука «Компас-3D» V14/Азбука «Компас – График V14». Машиностроительная конфигурация [Электронный ресурс] // Всесторонняя помощь пользователям систем «Компас», «Лоцман», «Вертикаль», корпоративных справочников и прикладных библиотек. – URL: support@ astrastudio.ru.

5. Королев Ю.И., Устюжанина С.Ю. Инженерная графика: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2013. – 464 с.

О ВОЗМОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЯ КАФЕДР ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Волков Владимир Яковлевич
Сибирская автомобильно-дорожная академия, г. Омск

Панчук Константин Леонидович,
Кайгородцева Наталья Викторовна
Омский государственный технический университет

Рассмотрены существующие проблемы и возможность развития кафедр геометро-графических дисциплин в ракурсе активизации специальной подготовки профессорско-преподавательского состава путем открытия направления бакалавриата и магистратуры направления «Инженерная геометрия и компьютерная графика» и возобновления деятельности факультетов повышения квалификации. Определены стратегические и тактические задачи для реализации развития кафедр геометро-графической подготовки.

Ключевые слова: развитие кафедр геометро-графической подготовки, инженерная геометрия и компьютерная графика, многоуровневое образование.

ABOUT THE POSSIBLE DIRECTION OF DEVELOPMENT DEPARTMENTS OF GEOMETRIC-GRAPHIC PREPARATION

Volkov Vladimir Yakovlevich
Siberian State Automobile and Highway Academy, Omsk

Kaygorodtseva Natalya Viktorovna,
Panchuk Konstantin Leonidovich
Omsk State Technical University

In the paper presented existing problems and possibility of development of departments of the geometric – graphic disciplines in a activization of special training of lecturers by means of opening of the direction of a bachelor degree and a magistracy of the «Engineering Geometry and Computer Graphics» direction and renewal of activity of faculties of professional development. Authors defined strategic and tactical tasks for realization of development of geometric-graphic departments.

Keywords: development of departments of the geometric-graphic disciplines, engineering Geometry and computer graphics, multilevel education.

Принципиально направление развития выпускающих кафедр вузов в России в настоящий момент времени определено законом «Об образовании в Российской Федерации» и соответствующими документами Минобрнауки. В соответствии с указанным законом высшее образование становится трехуровневым и третий уровень соответствует подготовке кадров высшей квалификации (аспирантура и другие формы).

Традиционно профессиональный уровень профессорско-преподавательского состава (ППС) кафедр геометро-графической подготовки (ГГП) поддерживался благодаря деятельности аспирантуры и докторантуры по научной специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика». В течение длительного времени ППС большинства кафедр ГГП не пополняется научными кадрами по этой специальности, что объясняется, прежде всего, заметным ослаблением деятельности аспирантуры и докторантуры. Исчезновение когда-то мощных столичных факультетов повышения квалификации и наполнение кафедр ГГП случайными людьми привело к заметному снижению профессионального уровня преподавательского состава, к тотальному наполнению рынка учебных изданий учебниками и пособиями по начертательной геометрии и инженерной графике, авторы которых демонстрируют отсутствие элементарной геометрической культуры и геометрических знаний.

Возможный выход из кризисной ситуации, сложившейся на кафедрах ГГП, может быть, по нашему мнению, следующим. Исходя из трехуровневой системы получения высшего образования, кафедрам ГГП предлагается перейти на уровень выпускающих кафедр и перестроиться на подготовку кадров высшей квалификации (рисунок).

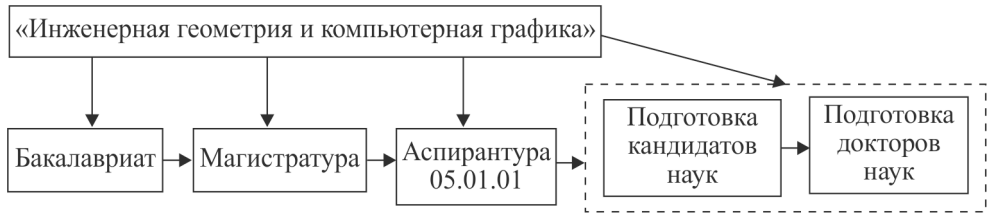


Рис. Переход кафедры ГГП на уровень выпускающих

Какие проблемы и задачи возникают в связи с принятием такого направления развития перед кафедрами ГГП? На наш взгляд, это взаимосвязанные задачи двух уровней: стратегического и соответствующего ему тактического.

Проблемы стратегического уровня:

1. Открытие профиля подготовки бакалавриата «Инженерная геометрия и компьютерная графика». Эта проблема уровня Минобрнауки, и ее решение должен взять на себя Научно-методический совет (НМС) по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике при Минобрнауки России с опорой на ведущие кафедры ГГП. Бездей-

ствие НМС в нынешней ситуации может пагубно сказаться на судьбе кафедр ГГП.

Задачи соответствующего тактического уровня вытекают из проблемы открытия профиля подготовки бакалавров и должны обеспечивать его функционирование – это продуманное и обоснованное наполнение профиля комплексом учебных дисциплин соответствующего содержания и разработка соответствующего комплекта учебно-методических документов.

2. Открытие магистратуры по программе «Инженерная геометрия и компьютерная графика», которая на более высоком уровне должна продолжить образовательный процесс после бакалавриата указанного профиля, и решение всего комплекса тактических задач учебного, методического и производственного плана для обеспечения работоспособности этой программы.

3. Решение комплекса тактических задач учебного, методического и производственного плана по обеспечению деятельности аспирантуры 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

Очевидно, что обозначенные проблемы 1, 2 и 3 должны решаться в одной связке и на уровне Минобрнауки. Считаем необходимым еще раз подчеркнуть, что главенствующую роль в решении этих проблем должен взять на себя НМС.

К задачам тактического уровня, в дополнение к вышеуказанным, следует, на наш взгляд, также отнести:

1. Изменение содержания существующего паспорта научной специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика». Он определенно устарел и не отвечает современным требованиям подготовки научных кадров – кандидатов и докторов наук. Эту задачу должны обсудить и вынести ее согласованное решение для утверждения в Минобрнауки ведущие ученые по указанной научной специальности.

2. Организация консолидированной работы диссертационных советов по научной специальности «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

3. Организация факультетов повышения квалификации при базовых кафедрах ГГП. Их основные (традиционно) задачи:

– профессиональная подготовка ППС кафедр с целью обеспечения необходимого уровня подготовки бакалавров, магистров и аспирантов по профилю «Инженерная геометрия и компьютерная графика»;

– формирование кадрового научного потенциала (подготовка кандидатских и докторских диссертаций по специальности «Инженерная геометрия и компьютерная графика»).

4. Интеграция со специальными кафедрами в связи с прикладным характером научных исследований с целью дополнения учебных задач по геометро-графическим дисциплинам специальными задачами и совместная разработка в этой связи с преподавателями специальных кафедр учебно-методических материалов, совместная деятельность по грантам и хоздоговорным работам.

5. Создание российской ассоциации «Геометрия и графика», организующей и направляющей научную и научно-методическую работу кафедр ГГП. Подобные ассоциации существуют в некоторых странах мира.

Из всего сказанного выше достаточно очевидно следует возможность, скорее даже обусловленная необходимость, преобразования ныне существующих кафедр ГГП (с сохранением их общеинженерного и общеобразовательного статуса) в выпускающие кафедры и решение комплекса проблем и соответствующих им задач, связанных с этим преобразованием. Очевидно также, что это преобразование в настоящее и в ближайшее обозримое время должно начаться не на всех кафедрах ГГП, а лишь на тех, которые максимально по своему уровню профессиональной подготовленности ППС и техническому обеспечению готовы к этому.

Считаем необходимым отметить свое видение по включению в учебные планы подготовки бакалавров, магистров и аспирантов профиля «Инженерная геометрия и компьютерная графика» дисциплин геометро-математического цикла для обеспечения инженерно-геометрической подготовки. В первую очередь, это геометрии: начертательная, аффинная, проективная, многомерная, исчислительная с теорией параметризации, дифференциальная, вычислительная, интегральная, фрактальная и нечетких множеств.

Компьютерная графическая подготовка профиля «Инженерная геометрия и компьютерная графика» также должна быть обеспечена продуманным наполнением необходимыми дисциплинами исходя из существующего опыта подготовки бакалавров по профилю «Компьютерная графика».

Считаем также необходимым отметить, что нами изложено свое видение направления развития кафедр ГГП. С ним согласны и его поддерживают многие коллеги кафедр ГГП вузов России. Полагаем, что сейчас важно не обсуждение пользы или вреда применяемого известного САПРовского инструментария или профпригодности преподавателей на предмет знания проективной геометрии или групп преобразований,

хотя и это важно, – гораздо более важным является правильная оценка сложившейся ситуации в целом на кафедрах ГГП. А ситуация требует принятия кардинальных и адекватных решений, направленных на развитие кафедр на основе накопленного опыта, профессиональных и научных знаний.

P.S. Современным начертальщикам есть возможность обкатать свои теоретические результаты на периодически проводимых известных международных конференциях по геометрии и графике, например, в 2014 г.: в июне – в Польше, в августе – в Австрии, в октябре-ноябре – в США.

МНИМОСТИ В ГЕОМЕТРИИ

Гирш Антон Георгиевич
Университет Касселя, Германия

Мнимости в геометрии играют большую роль и мало освещены в литературе. Их присутствие в геометрии гораздо шире, чем это воспринимается. Работа объясняет статус мнимых образов в геометрии и доказывает, что геометрия становится замкнутой системой только с учетом мнимых образов.

Ключевые слова: мнимые точки, мнимые прямые, виды мнимых прямых, мнимый угол, перпендикуляр к мнимой прямой, синтетические и аналитические фигуры, взаимосвязь действительного и мнимого.

THE IMAGINARY IN GEOMETRY

Hirsch Anton Georgievich
University of Kassel, Germany

The complex method of approach in the geometry is very important and will not respect very much in the literature. The complex point of view is more comprehensive than the most user will anticipate. This book explains the status of the complex figures in the geometry and verifies that the geometry can become a closed system only if you respect this complex figures.

Keywords: complex points, complex lines, type the complex line, complex angle, plumb of complex line, synthetic and analytical figures, relationship among the real and the imaginary.

Свой доклад хочу начать с вопроса: должен ли преподаватель кафедры графики инженерного вуза знать геометрию? Если да, то такое требование к преподавателю не контролируется. Я встречал преподавателя, который ничтоже сумняшеся плоскость задавал четырьмя точками. Далее, в каком объеме преподаватель должен знать геометрию? В объеме элементарной геометрии школьной программы или должен знать еще азы высшей геометрии? Эти вопросы напрямую следуют из названия конференции.

Нужно сказать, что геометрия – наука сложная. Геометрия оказывается незамкнутой системой знаний. Она решает не все геометрические задачи, даже если они корректно поставлены. В зависимости от условия задачи решение может дать фигуру, которой нет в геометрии. Простой пример: задача на построение точки пересечения прямой с окружностью дает сбой, если прямая и окружность графически не накладываются. Задача сформулирована корректно, а решения нет. Почему? Потому что

его нет как такового или потому что оно мнимое? Должен ли преподаватель кафедры графики иметь понятие о корректном условии задачи и возможном мнимом решении?

Примеры мнимого в геометрии. Евклидова геометрия оперирует действительными фигурами, которые имеют изображение, форму и положение на плоскости или в пространстве. Но в геометрии действуют не все теоремы, к примеру, теорема Гаусса, по которой две кривые порядка m и n имеют ровно mn точек пересечения. Евклидова геометрия, на которой базируется начертательная геометрия, этих точек часто недосчитывает или не находит вовсе. Недостающие точки – это мнимые точки. Геометрия переполнена мнимостями, они составляют целую геометрию в геометрии. Приведем еще несколько примеров, которые невозможно не заметить [1, 2]:

- Обычная столь всем знакомая гипербола имеет одну мнимую ось. Этим признаком она отличается от окружности, $x^2 + (iy)^2 = a^2 -> x^2 - y^2 = a^2$, т.е. слово «мнимое» известно из школы.
- Окружность также причастна к мнимому – каждая окружность плоскости проходит через две мнимые циклические точки.
- Фокус плоской кривой – это точка на плоскости, в которой две ее мнимые касательные пересекаются под прямым углом.
- Радикальная ось двух окружностей проходит через точки пересечения окружностей. Ее еще называют хордальной прямой. Две непересекающиеся окружности также имеют радикальную ось, которая также проходит через точки пересечения окружностей, но глаз этих точек не видит. Это противоречие или недомолвка?
- Пусть даны цилиндр вращения и сфера. Известно, что линия пересечения поверхностей с участием сферы проецируется на плоскость симметрии в параболу. Заметим, что теорема не оговаривает удаление сферы от второй поверхности. Проекция линии пересечения остается параболой при любом взаимном положении поверхностей, даже если они не имеют реального пересечения (рис. 1). Построение

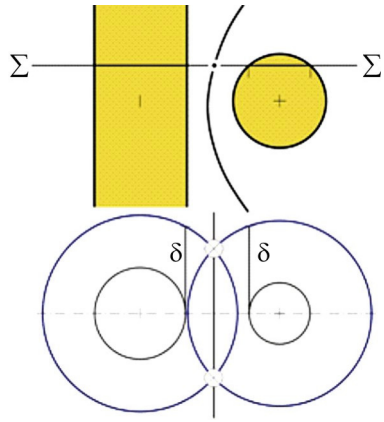


Рис. 1. Пересечение цилиндра со сферой. Показано построение пары мнимых сопряженных точек линии пересечения с помощью секущей плоскости Σ

может быть выполнено как по способу сфер, так и по способу секущих плоскостей. В последнем случае необходимо будет строить радикальную ось непересекающихся окружностей, несущую мнимые точки их пересечения.

Аналитические и синтетические фигуры. Аналитическая геометрия, в отличие от евклидовой геометрии, является замкнутой системой. Корректно поставленная задача имеет своим решением число. Аналитическая геометрия оперирует комплексными числами и решением задачи будет действительное, мнимое или комплексное число, т.е. в аналитической геометрии не появляется числа неизвестного. В геометрии же в решении задачи могут появиться мнимые точки. Они появляются начиная с кривых и поверхностей второго порядка, с появлением $\sqrt{-1}$ в решении их уравнений. Соответственно этому в геометрии различают действительные и мнимые фигуры.

Мнимые фигуры не содержат ни одной действительной точки. Действительные же фигуры делятся на фигуры, имеющие ауру мнимого расширения, и фигуры, не имеющие ни одной мнимой точки (nature morte). Действительные фигуры, имеющие аналитическую поддержку в виде аналитической формулы, имеют выход на комплексные числа. Для геометрии это означает выход на мнимые точки. Мнимые точки составляют для действительной фигуры некоторое мнимое расширение. Комплексная геометрическая фигура представлена на плоскости «от края и до края», действительная составляющая – ядро, занимает определенную часть на оси, оставшуюся часть оси занимает ее мнимое расширение. Иначе, действительная фигура и ее мнимое расширение заполняют всю ось.

Действительная фигура, не содержащая мнимых точек, есть графическая или синтетическая фигура. Она не имеет аналитической поддержки, не имеет ауры мнимого дополнения, не может быть охвачена теоретическими положениями и не позволяет обобщений. Эллипс, к примеру, аналитическая фигура, овал – синтетическая. Эллипс в пересечении с прямой всегда имеет две точки – действительные, совпавшие или мнимые, овал – две, одну или ни одной.

Сопряженные геометрии. *Если евклидова геометрия не содержит мнимых фигур по определению, то эти фигуры принадлежат некоторой другой, неевклидовой геометрии.* Это предложение ставит задачу найти ту геометрию, фигуры которой появляются в евклидовой геометрии под общим названием «мнимые».

На плоскости различают девять метрических геометрий, среди которых находится и евклидова геометрия, и геометрия, которой принадлежат евклидовы мнимые образы. Следовательно, мнимые фигуры евклидовой геометрии принадлежат одной из восьми оставшихся. Метрические геометрии различаются своими абсолютами. Абсолют – это некоторая несобственная фигура, от формы которой зависит метрика геометрии. Подробнее об этом можно почитать, например, в [3]. Каждая геометрия имеет меру длины d и меру угла d, каждая из которых может быть эллиптической (Е), параболической (П) или гиперболической (Г), и определяется абсолютом:

Метрика	$d_{\text{Е}}$	$d_{\text{П}}$	$d_{\text{Г}}$
$d_{\text{Е}}$	1	2	3
$d_{\text{П}}$	4	5	6
$d_{\text{Г}}$	7	8	9

Здесь: 1 – геометрия Римана, 2 – геометрия Евклида, 3 – геометрия Лобачевского, 4 – антиевклидова геометрия, 5 – геометрия Галилея, или флаговая геометрия, 6 – антиевклидова геометрия, 7 – антигиперболическая геометрия, 8 – геометрия Минковского, или псевдоевклидова геометрия, 9 – дважды гиперболическая геометрия.

Если проанализировать абсолюты, то в их строении можно отметить симметрию мнимых и действительных элементов. По этому признаку девять геометрий группируются в пять комплексно сопряженных пар:

$$1\ (d_{\text{Е}}, d_{\text{Е}}) \sim 9\ (d_{\Gamma}, d_{\Gamma}),$$
$$2\ (d_{\text{П}}, d_{\text{Е}}) \sim 8\ (d_{\text{П}}, d_{\Gamma}),$$
$$3\ (d_{\Gamma}, d_{\text{Е}}) \sim 7\ (d_{\text{Е}}, d_{\Gamma}),$$
$$4\ (d_{\text{Е}}, d_{\text{П}}) \sim 6\ (d_{\Gamma}, d_{\text{П}}),$$
$$5\ (d_{\text{П}}, d_{\text{П}}) \sim 5\ (d_{\text{П}}, d_{\text{П}}),$$

Итак, евклидова геометрия, предмет нашего внимания, комплексно сопряжена с псевдоевклидовой геометрией Минковского. Каждая из метрических геометрий имеет свою начертательную геометрию и содержит мнимые фигуры. Из правила выпадает параболическая геометрия Галилея, которая сопряжена сама с собой, ее мнимые фигуры снова

являются ее фигурами. С позиций комплексно сопряженной геометрии объясняется факт, почему окружность диаметром $2r$, как синтетическая фигура, при сжатии складывается в отрезок длиной πr, а окружность, как аналитическая фигура, при сжатии складывается в прямую линию. Комплексная картина аналитической окружности – это пара окружность – гипербола. В предельном переходе евклидова окружность складывается в закрытый отрезок, а псевдоевклидово дополнение в форме гиперболы складывается в открытый действительный отрезок. Эти два отрезка образуют одну непрерывную действительную прямую через всю плоскость «от края и до края». Мнимое гиперболическое дополнение окружности складывается в действительный отрезок, поскольку каждый луч в направлении сжатия несет пару мнимых сопряженных точек, которые в предельном переходе сливаются, как известно, в одну действительную точку, что и определяет открытый отрезок как действительный.

Особенности мнимых фигур. Чтобы предвидеть результат геометрической операции, необходимо представлять себе форму геометрических фигур, участвующих в операции, будь они действительными или мнимыми. Негласное присутствие мнимых образов в евклидовой геометрии неизбежно, если мы хотим, чтобы корректно поставленная геометрическая задача имела решение. Понятно, что ведущая геометрия в комплексной паре будет евклидова геометрия и мнимые образы будут восприниматься «евклидовым» глазом. Форма неевклидовых образов будет для «евклидова» глаза непривычной. Приведем ряд их свойств:

- Мнимые точки, как и мнимые прямые, существуют только сопряженными парами – они являются образами второго порядка. Мнимые сопряженные прямые можно воспринимать как эллипс, стянувшийся в точку, а мнимые сопряженные плоскости – как нуль-цилиндр.
- Мнимый отрезок в системе координат *Ori* кроме длины изображения имеет еще и истинную длину, которая может быть и действительной. Отрезок изотропной прямой имеет изображение, но не имеет длины вообще.
- Мнимый прямой угол не выглядит прямым, его изображение варьируется по величине в зависимости от наклона к оси *Oi*.
- Различают три вида мнимых прямых по углу наклона к оси *Oi*: *s*-прямые (от слова isotrop) имеют угол наклона в 45°, *h*-прямые (от слова hoch) имеют угол наклона меньше 45°, *t*-прямые (от слова tief) имеют угол наклона более 45° [4].
- Мнимая окружность не круглая.

Примеры:

1. Длина мнимого отрезка прямой задана в системе координат *Ori*, которую для удобства построения помещают в концевую точку отрезка. Вторая точка отрезка и ось разделяются *s*-прямой. Из точки опускают перпендикуляр на ось с основанием в точке *P*. Из центра *P* второй конец отрезка дугой окружности засекают на второй оси. Отрезок второй оси и есть истинная длина данного отрезка. Если это отрезок на оси *r*, то определялась длина *t*-отрезка, и истинная длина отрезка имеет действительное значение (рис. 2, *а*).

2. Угловые коэффициенты m_1 и m_2 двух действительных взаимно перпендикулярных прямых имеют значения $m_1 = k$ и $m_2 = -1/k$. Угловой коэффициент мнимой прямой имеет мнимое значение $m_1 = k_i$. Отсюда угловой коэффициент m_2 перпендикулярной к ней прямой $m_2 = -1/k_i$, или $m_2 = i/k$ (рис. 2, *б*).

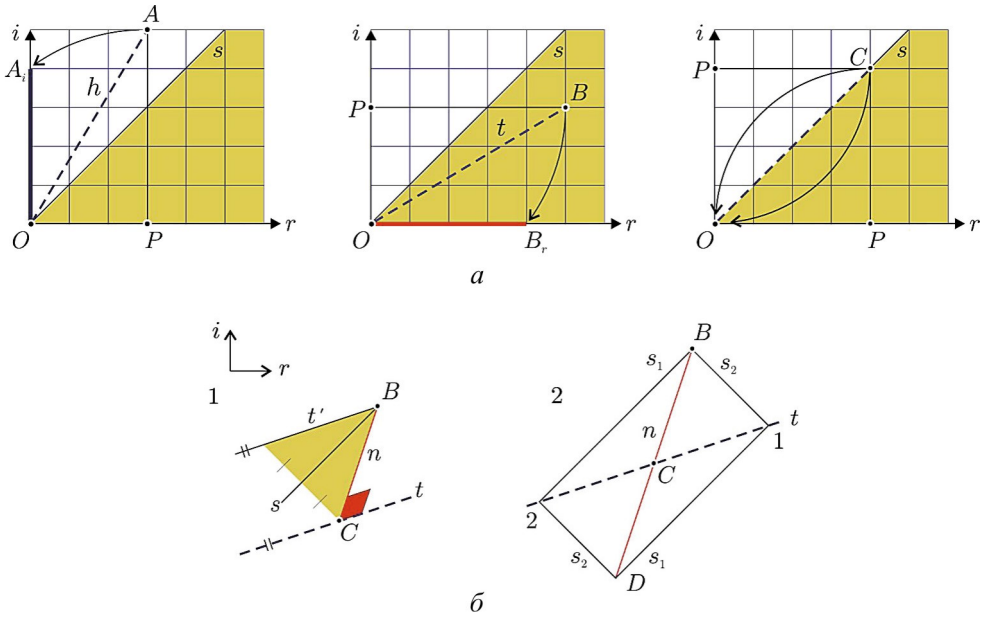


Рис. 2. Определение истинной длины отрезка *h*-прямой, *t*-прямой и *s*-прямой (*а*). В точке *C* *t*-прямой восставляется перпендикуляр *n*, из точки *B* плоскости опускается перпендикуляр *n* на *t*-прямую (*б*)

3. Точки пересечения прямой линии с кривой второго порядка являются конструктивным постулатом до тех пор, пока линии имеют графическое наложение. Если наложения нет, то говорят о мнимом пересечении. Мнимое пересечение связывается с эллиптической инволюцией на прямой [5], определяемой поляритетом ее точек относи-

тельно кривой второго порядка. На рис. 3 приведены конструкции, дающие на прямой *a* центр инволюции – точку 3, и изображения главных точек инволюции M_1 и M_2, которые и отождествляются с точками пересечения линий [1, 2]. Точки 3, M_1 и M_2, задают на прямой *a* эллиптическую инволюцию.

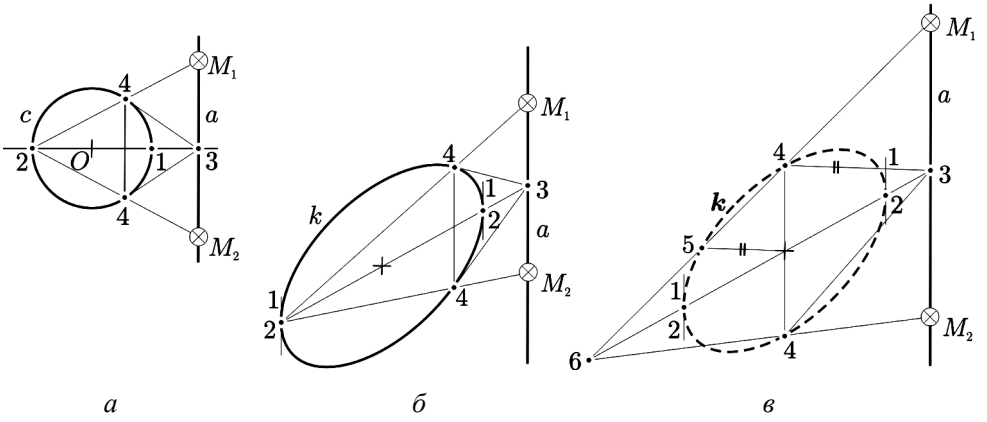


Рис. 3. Построение мнимых точек M_1 и M_2 пересечения прямой *a* с кривой второго порядка: *а* – с окружностью; *б* – с эллипсом; *с* – с мнимым эллипсом. Шаги построения обозначены цифрами

4. В учебных пособиях по геометрическим построениям (Четверухин Н.Ф., Аргунов Б.И. и Балк М.Б.) рассматриваются конструкции построения взаимно перпендикулярных окружностей. Интересные решения, заслуживающие внимания. Но тут же рассматриваются конструкции построения диаметрально пересекающихся окружностей, которые, казалось бы, не представляют интереса. Но именно эти конструкции решают задачу ортогонального положения действительной и мнимой окружностей. Не знаю, знали ли классики о скрытых мнимостях этих конструкций, но определенно они их чувствовали.

Полярные шапочки сферы. Окружность *c* вращается вокруг оси *a*, расположенной параллельно плоскости окружности напротив ее центра. Вращение будем рассматривать: а) графическое (механическое) и б) аналитическое:

а) Если окружность рассматривается как синтетическая фигура, то от ее вращения вокруг указанной оси заметается сферический пояс (рис. 4, *а*). Такой же результат дает машинная графика;

б) если же вращение проводить в формулах, то в результате вычислений получится уравнение полной сферы. Тут встает хороший вопрос:

откуда взялись полярные шапочки? На этот факт в свое время обратил внимание профессор И.И. Котов (МАИ). Действительно, диаметр сферы получается больше диаметра образующей окружности. Более того, действительную сферу можно получить и от вращения мнимой окружности.

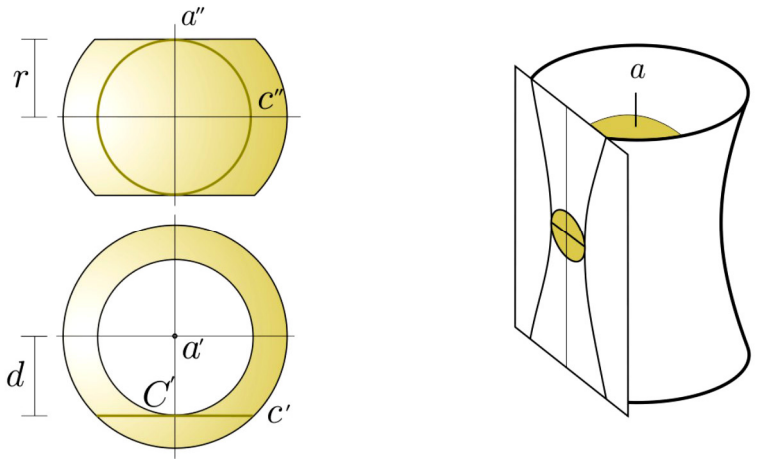


Рис. 4. К вопросу полярных шапочек: *а* – графическое вращение окружности *с* вокруг оси *а* дает сферический пояс; *б* – аналитическое вращение окружности *с* вокруг оси *а* дает полную сферу

Полярные шапочки, отсутствующие в сферическом поясе, появились при помощи гиперболы, как мнимого дополнения образующей окружности. Гипербола заметает мнимый однополостный гиперболоид, а однополостный гиперболоид, в свою очередь, своим действительным дополнением имеет действительную сферу (рис. 4, *б*). Такая вот взаимосвязь действительного с мнимым.

В геометрии есть красивая теорема Вилларсо, говорящая, что сечение открытого тора плоскостью распадется на две окружности, если плоскость будет иметь с тором двойное касание. Доказательство теоремы длинное и опосредованное и нуждалось в другом подходе. Другой подход нашелся, он заключался в подсчете двойных точек, включая и мнимые. Доказательство получилось коротким и ясным [6].

Тема мнимого в геометрии не должна замалчиваться хотя бы по той причине, что это часть той же геометрии. Я не предлагаю эту тему включать в учебную программу, но преподаватели всегда должны быть чуть «выше» учебного материала. Знание природы мнимого в геометрии дает более глубокое понимание геометрических конструкций и имеет

гуманитарное значение. Знание природы мнимого имеет и вполне практическое значение при объяснении построений с участием изотроп и циклических точек, при определении стратегии решения задач или при доказательстве теорем. Теорема, доказанная в одной геометрии, остается справедливой и в сопряженной геометрии, и это освобождает от оговорок частных мнимых случаев. Если теорему удобнее доказать в области мнимого, то этим следует воспользоваться.

Список литературы

1. Гирш А.Г. Наглядная мнимая геометрия. – М.: Маска, 2008. – 216 с.

2. Гирш А.Г. Комплексная геометрия – евклидова и псевдоевклидова. – М.: Маска, 2013. – 216 с.

3. Щербаков Р.Н., Пичурин Л.Ф. От проективной геометрии – к неевклидовой (вокруг абсолюта). – М.: Просвещение, 1979. – 160 с.

4. Ливен А.В. Пространство-время и геометрия Минковского: учеб. пособие. – Кемерово, 2002. – 90 с.

5. Глаголев Н.А. Проективная геометрия: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1963. – 344 с.

6. Гирш А.Г. Обобщение «сечений Вилларсо» на поверхности вращения с образующей коникой [Электронный ресурс] // Электронный журнал по прикладной геометрии. – URL: http://www.mai.ru/~apg/Volume 5_n11.htm.

ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Гирш Антон Георгиевич
Университет Касселя, Германия

Предлагается новый способ построения радикальной оси двух окружностей и построение хордальных прямых двух коник, опирающийся на инструмент машинной графики «центральное пропорциональное увеличение графического объекта». Способ позволяет выделить из пучка квадрик его линейчатые вырождения.

Ключевые слова: окружность, коника, квадрика, радикальная ось, хордальная прямая, дилатация, пучок, вырождения в пучке.

REDEFINITION OF THE SURFACES

Girsh Anton Georgievich
University of Kassel, Germany

Proposed is the new method of construction of a radical axis of two circles and building of chords of two conics, based on computer graphics tools “Central scale up a graphic objekt”. The method allows to identify the linear degenerations of a pencil of quadrics.

Keywords: circle, conic, quadric, chord, dilatation, linear degeneracy in tufts.

Компьютерная графика стала актуальным инструментом для получения и графических изображений и построений, приспособленных к машинной графике и работы с ними, предпочтительнее традиционных линейных конфигураций. Построение линии пересечения двух квадрик составляет выжный раздел конструктивной геометрии. Линия пересечения квадрик есть кривая четвертого порядка, $Ф^2Э^2 = k^4$, которая строится по точкам. Точки линии пересечения получаются с помощью третьей поверхности-посредника, которая подбирается так, чтобы линии сечений данных поверхностей были графически простыми – прямыми или окружностями. Условие не всегда выполнимо, например для трехосных квадрик. Это и другие условия требуют решения задачи нахождения линейчатых поверхностей в пучке квадрик, заданном двумя поверхностями.

Все поверхности пучка, включая и вырожденные поверхности, проходят через одну и ту же кривую k^4. Известное предложение 1 определяет число вырождений в пучке квадрик: *«В пространстве существуют четыре точки, из которых кривая k^4 проецируется конусом (цилиндром) второго порядка»*.

Вырождения в пучке коник. Если квадрики имеют общую плоскость симметрии и их очерки пересекаются в четырех точках, то через них проходят четыре хордальные прямые. При этом одна пара точек пересечения или обе пары могут оказаться мнимыми сопряженными. В этих случаях хордальных прямых будет только две. Для хордальных прямых действует следующее конструктивное предложение 2: *«Если каждую из двух пересекающихся коник центрально увеличить так, чтобы они снова пересеклись на общей хордальной прямой, то их касательные приращения d в направлении общей хорды будут равны»*.

Действительно, пусть дан аффинный случай в виде двух окружностей:

$$f_{c1}: x^2 + y^2 = r_1^2, \quad f_{c2}: (x - a)^2 + y^2 = r_2^2.$$

Уравнение радикальной оси определяется как разность уравнений окружностей:

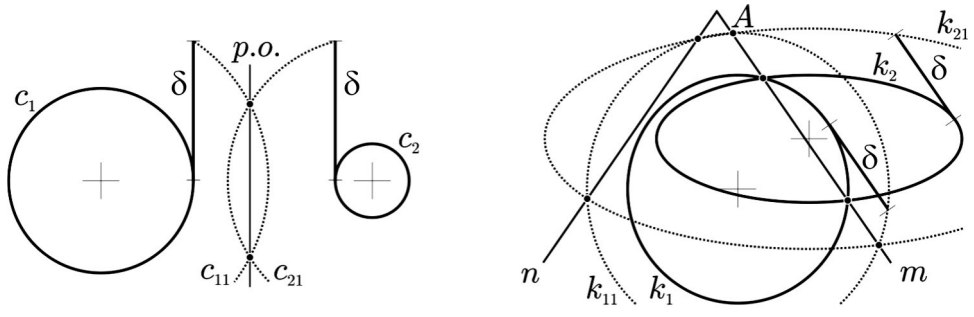
$$f_{c1} - f_{c2} = f_{p.o}.$$

Если окружностям придать касательное приращение d, то новый радиус определится как гипотенуза треугольника с катетами d, радиусами r_1 и r_2 соответственно.

$$f_{c11}: x^2 + y^2 = r_1^2 + d^2, \quad f_{c21}: (x - a)^2 + y^2 = r_2^2 + d^2.$$

$$f_{c11} - f_{c21} = f_{p.o}.$$

При алгебраическом вычислении уравнения радикальной оси приращения d сокращаются. Но появляется новый геометрически способ построения радикальной оси двух окружностей (рис. 1, *а*) и новый способ построения хордальных прямых двух коник (рис. 1, *б*).



а *б*

Рис. 1. Способ дилатации: *а* – построение радикальной оси (р.о.) двух окружностей; *б* – построение хордальных прямых *m* и *n* двух эллипсов

Из предложения вытекают два подхода к построению хордальных прямых двух коник. Если известна одна хордальная прямая, то параллельно ей к коникам проводят касательные приращения d. Отрезок d должен иметь длину, обеспечивающую пересечение центрально увеличенных коник. Через точки пересечения вспомогательных коник пройдет вторая хордальная прямая (см. рис. 1, *б*). В другом подходе на известной хордальной прямой выбирают некоторую точку A и через нее проводят центрально увеличенные коники, которые пересекутся на второй хордальной прямой. Точку A выбирают так, чтобы вспомогательные кривые получили пересечение.

Во втором подходе достаточно иметь одну известную точку A хордальной прямой. Для двух произвольно расположенных на плоскости непересекающихся коник такой точкой может служить точка A пересечения поляр p_1, p_2, точки P относительно коник k_1, k_2. Точка P есть точка пресечения общих касательных данных коник (рис. 2). Для двух коник с общим фокусом F точкой A может служить точка пересечения директрис данных коник. Действительно, директриса коники есть поляра фокуса относительно коники.

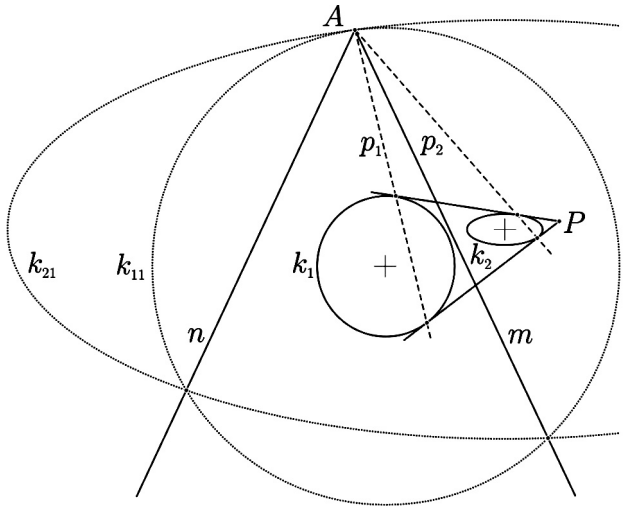


Рис. 2. Способ дилатации. Построение хордальных прямых m и n двух непересекающихся коник

Вырождения в пучке квадрик. Пусть даны эллипсоид Ф и однополостный гиперболоид Э (рис. 3, *а*). Поверхности имеют общие плоскости симметрии. Фронтальные очерки имеют четыре точки пересечения, через которые проводят две пары параллельных прямых. Эти пря-

мые принимают за очерки цилиндров: (12, 34) – горизонтальный цилиндр Z_1, (13, 24) – вертикальный цилиндр Z_2. Параметры направляющих эллипсов построенных цилиндров определяются по точкам пересечения горизонтальных очерков исходных поверхностей. Направляющий эллипс e_2 горизонтального цилиндра Z_1 определен главными осями 13 и 57. Направляющий эллипс e_2 вертикального цилиндра Z_2 определен точками 1, 2, 5, 6, 7, 8. Большая ось 910 эллипса e_2 может быть построена по способу [1], при наличии программы, по способу дилатации (рис. 2, *б*, профильная проекция) или по способу флажков (фрагмент *B*).

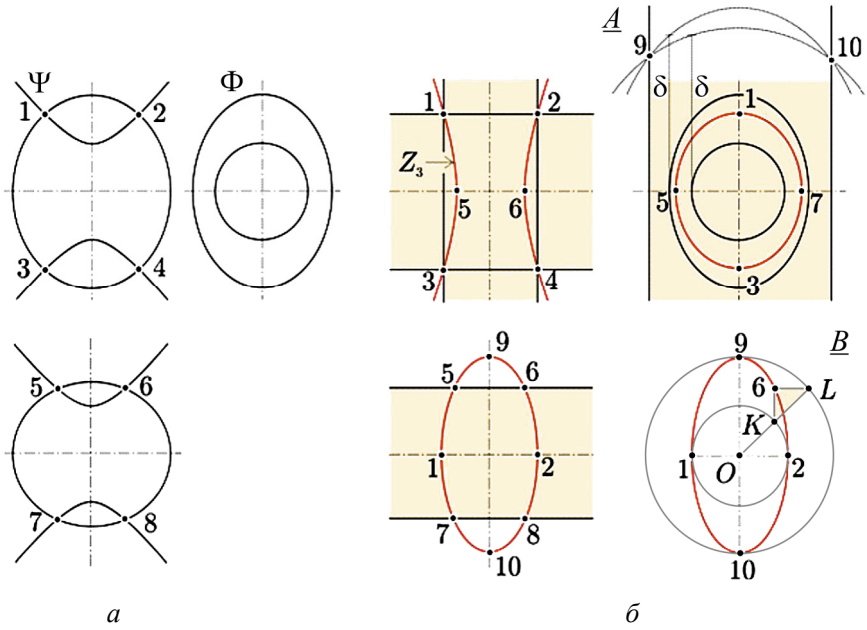


Рис. 3. Переопределение: *а* – кривых поверхностей Ф и Э; *б* – линейчатые поверхности Z_1 и Z_2 пучка, определенного поверхностями Ф и Э

Проекция А. Большая ось 910 определяется как расстояние между прямыми 9 и 10, несущими мнимые точки пересечения окружности и эллипса как профильные проекции исходных поверхностей. По способу дилатации через конец касательного к окружности отрезка *d* проводят центрально увеличенную окружность и через конец касательного к эллипсу отрезка *d* проводят центрально увеличенный эллипс. Вспомогательные окружность и эллипс пересекаются в точках 9 и 10.

Фрагмент В. На отрезке *12* строят окружность *О*. Из точки *5*, *6*, *7* или *8*, в примере (рис. 3, *б*) – из точки *6*, перпендикулярно диаметру *12*

проводят луч до пересечения с окружностью *O* в точке *K*. Из точки *6* параллельно диаметру *12* проводят луч до пересечения с лучом *OK* в точке *L*. Окружность радиуса *OL* пересекает нормальный к *12* диаметр в точках *9* и *10*. Фигура *OKL6* напоминает флажок.

Аналогично приведенному примеру хордальные прямые *m* и *n* на рис. 1, *б* можно принять за очерковые образующие конуса и в зависимости от смежной проекции (которая отсутствует) определить его основание.

На приведенных примерах показано, что при необходимости одну или обе пересекающиеся квадрики можно переопределять и находить более удобную для решаемой задачи поверхность, например линейчатую. Приведен способ дилатации, в котором для построения хордальных прямых двух коник коники увеличивают на некоторую касательную величину *d*. В способе применяется инструмент графической программы для центрального увеличения фигуры, и потому он более удобен в применении по сравнению с линейными конфигурациями, предлагаемыми проективной геометрией. От этого значение проективной геометрии нисколько не уменьшается. Способ дилатации применим и в случаях, когда одна или обе коники мнимые [2, 3].

Список литературы

1. Короткий В.А. Программа для ЭВМ «Построение кривой второго порядка, проходящей через данные точки и касающейся данных прямых». Свидетельство № 2011611961 от 04.03.2011.

2. Гирш А.Г. Наглядная мнимая геометрия. – М.: Маска, 2008. – 216 с.

3. Гирш А.Г. Комплексная геометрия – евклидова и псевдоевклидова. – М.: Маска, 2013. – 216 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА С УЧЕТОМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Головнин Алексей Алексеевич
Тверской государственный технический университет

Приведены варианты формулировок базовых определений инженерной графики – вид, основной вид и главный вид с учетом алгоритмов работы компьютерной графики.
Ключевые слова: вид, основные виды, главный вид.

VIEW DETERMINATION BASED ON VIRTUAL REALITY

Golovnin Alexey Alexeevich
Tver State Technical University

Are the options for formulation of the basic definitions of engineering graphics – view, the principal view, and the main view of the algorithms of computer graphics.
Keywords: view, principal views, main view.

По ГОСТ 2.305–2008 ЕСКД виды – это ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета, расположенного между ним и плоскостью проецирования. Это определение в несколько измененной форме продублировано в п. 4.2 ГОСТа. В частности, вместо иностранного слова «ортогональная» в нарушение единства терминологии, обычно соблюдаемого в подобных документах, применено эквивалентное ему русское слово «прямоугольное». Сравнивая определение с его предыдущей редакцией, можно заметить, что, претерпев изменения редакционного характера, оно перешло из ГОСТ 2.305–68.

Если вдумчиво отнестись к определению вида, то сталкиваемся с недостаточной ясностью и четкостью его формулировки. Сразу обращает на себя внимание то, что определение вида дано через однокоренное слово «видимой». Мало того, что перед определением вида не дано расшифровки понятия «видимая» в контексте определения вида, не расшифровывается еще и введенный в определение некий «наблюдатель». Впрочем, в нарушение государственного стандарта в учебниках место наблюдателя традиционно занимает центр проецирования.

Поясним неоднозначность понятия видимой поверхности на простейшем примере со сферой (рисунок). Видимая поверхность сферы за-

висит от ее размеров и расстояния, с которого наблюдатель на нее смотрит. Это изображение очерка поверхности при ортогональном проецировании не будет зависеть от размеров и расстояний, диаметр проекции сферы всегда равен диаметру сферы. Часть поверхности сферы, отмеченная на рисунке заливкой, не видима для наблюдателя, но по правилам черчения отображается на ее проекции. Линии *1* и *2* совпадут при удалении наблюдателя в бесконечность, но из бесконечности видеть мы не умеем, да и не оправданы, наверное, такие сложности в данном случае.

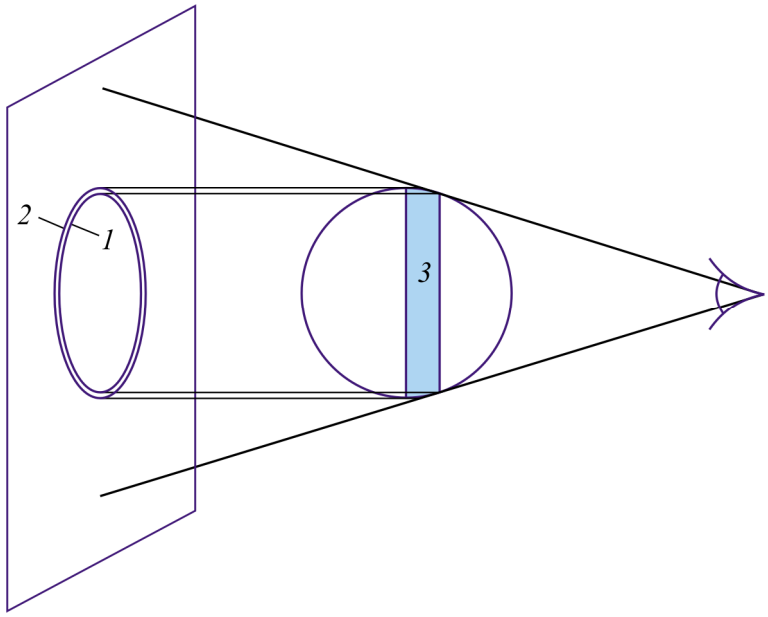


Рис. Получение проекции видимой поверхности сферы и проекции сферы при ортогональном проецировании: *1* – ортогональная проекция обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета; *2* – очерк поверхности; *3* – часть поверхности сферы, не видимая наблюдателю, но по правилам черчения отображаемая на ее проекции

Кроме того, уточнение, что для получения вида применяется метод ортогонального параллельного проецирования, сразу отсекает от понятия «вид» целую область косоугольных аксонометрических проекций, среди которых есть и стандартизованные, а также область перспективных изображений. И это несмотря на то, что перспективные изображения широко используются, обладают повышенной наглядностью, а с применением компьютерной графики трудоемкость их получения сравнялась с трудоемкостью получения изображений при прямоуголь-

ном параллельном проецировании. Косоугольные аксонометрические проекции также продолжают оставаться в арсенале средств конструктора, несмотря на то, что компьютерная графика практически вытеснила ручную и надобность в них становится сомнительной. По-видимому, именно поэтому к аксонометрическим проекциям по ГОСТ 2.317–2011 «ЕСКД. Аксонометрические проекции» применен термин «проекция» вместо термина «вид», хотя по сути и назначению они очень похожи на виды.

Более того, прямое указание на метод ортогонального параллельного проецирования делает не соответствующим государственному стандарту любой чертеж, полученный методами компьютерной графики на основе геометрической модели, поскольку алгоритмы получения изображения методами компьютерной графики не используют графических методов начертательной геометрии, которые не подходят даже для иллюстрации работы компьютерных программ. Чтобы не быть голословными, лишь перечислим названия некоторых из методов получения изображения, используемых в компьютерных графических программах: сортировка граней по глубине, метод плавающего горизонта, метод *Z*-буфера, алгоритм Робертса, алгоритм художника и др. [1]. Впрочем, несмотря на декларации, метод ортогонального параллельного проецирования фактически не используется и при ручном черчении [2].

В ГОСТ 2.305–2006 также дано определение главного вида как основного вида предмета на фронтальной плоскости проекции, который дает наиболее полное представление о форме и размерах предмета, относительно которого располагают остальные основные виды. В п. 4.4 имеется пояснение, что для этого предмет располагают относительно фронтальной плоскости так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Но как именно «так, чтобы»? Здесь тоже имеем нечеткость определения.

Само уточнение о «наиболее полном представлении» совершенно не соответствует тому, что принято называть главным видом. Ведь «наиболее полное представление о форме и размерах предмета» дает не главный вид (вид спереди) в его традиционном представлении, а аксонометрическая проекция, как обладающая повышенной наглядностью и специально для этого предназначенная. Вдобавок то, что мы называем прямоугольной аксонометрической проекцией, вполне подходит под определение вида – основного и главного. Для этого надо всего лишь повернуть предмет относительно основных плоскостей проекций соответствующим образом, запрета на это не существует. На возможность

единого подхода к системе ортогональных проекций и аксонометрическим проекциям в частности говорилось и на данной конференции [3].

Не менее запутанным выглядит определение основного вида предмета (основного вида) (п. 3.14) как вида предмета, который получен путем совмещения предмета и его изображения на одной из граней пустотелого куба, внутри которого мысленно помещен предмет, с плоскостью чертежа. Возможно, имелось в виду «предмета или его изображения», но и в этом случае не ясно, как следует совместить трехмерный предмет с плоскостью двумерного чертежа? В редакции 1968 г. было, по крайней мере, яснее, в п. 2.1 просто были перечислены названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций.

Что же в итоге? Надо признать, что процесс обучения инженерной графике опирается не на стройную систему базовых определений, а на опыт преподавателя, что, в общем, никогда не было препятствием для подготовки многих поколений, в том числе и великих конструкторов. Мы все, не вникая в перечисленные невязки, прекрасно понимаем, о чем идет речь и подразумеваем именно то, что нужно.

Однако с появлением и узакониванием в 2006 г. ГОСТ 2.051–2006 «ЕСКД. Электронные документы. Общие положения» наряду с бумажной электронной формы конструкторских документов, в том числе и электронных чертежей, которые могут быть получены по электронным геометрическим моделям, естественно ожидать, что основополагающие определения инженерной графики должны быть справедливы также и для них. Определение вида должно годиться и к случаю с виртуальным пространством – при получении чертежа по результатам геометрического моделирования. Но в отношения чертежа в электронной форме оно годится еще в меньшей мере, чем в отношении чертежа, выполненного карандашом по бумаге. В этом случае наблюдатель находится перед экраном и смотрит на него, а не на предмет, как сказано в определении. Причем изображение на экране не зависит от положения наблюдателя, которое, как правило, не зависит от информации на экране монитора, а зависит лишь от удобства расположения. Это дает нам подсказку, что наблюдатель из определения вида может или должен быть исключен.

Выход из этого положения автор видит в учете при формулировании базовых определений инженерной графики алгоритмов работы компьютерной графики. В алгоритмах компьютерной графики, так же как и в других работающих компьютерных программах, ошибок в логике не бывает. В противном случае программы просто не работают. Обра-

тившись к любой программе САПР (AutoCAD, «Компас» и др.), видим, что их логика базируется на системе координат (мировая МСК и пользовательские ПСК) с началом координат, координатными осями и плоскостями.

Самое очевидное и естественное предложение – связать с кубом, шесть граней которого принимают за основные плоскости проекций, систему координат сцены (СКС), а с предметом – объектную систему координат (ОСК), которая связана с конкретным объектом и совершает с ним все движения в СКС или МСК [1]. Об этом мы читаем и в уже упоминавшемся докладе прошлой конференции [3].

ОСК можно связать с предметом таким образом, чтобы ось *x* была направлена вдоль длинной стороны, а *y* – вдоль второй по протяженности стороны. Для привязки к предмету ОСК или для контроля правильности уже сделанной привязки можно, в частности, использовать классификатор обозначений*. Изображения в классификаторе выполнены по правилам черчения и охватывают очень широкий спектр возможных деталей машиностроения. Ведь если оформлять чертеж по всем требованиям системы ЕСКД, мы все равно обязаны открыть эту книгу, а определив вид детали, сразу определим (сверим) ее положение на чертеже.

В результате получаем предлагаемые для обсуждения формулировки:

1. Вид – это ортогональная проекция ребер и контуров поверхности предмета на плоскость проецирования с удалением проекций ребер и контуров тех поверхностей или тех их частей, которые расположены внутри проекций других поверхностей, расположенных дальше от соответствующей плоскости проекций (следуя уже дважды упомянутой работе [3], лучше бы ближе).

2. Относительно основных плоскостей проекций предмет располагают с расположением максимального числа нормалей к образующим его поверхность плоским граням и осей поверхностей вращения перпендикулярно или параллельно основным плоскостям проекций.

3. За главный вид (вид спереди) принимают основной вид, имеющий наибольшую площадь поверхностей, занимающих непроецирующее положение.

Попутно заметим, что в этом случае в выигрышном свете оказывается тема прямых и плоскостей частного положения из курса начерта-

* Иллюстрированный определитель деталей общемашиностроительного применения. Руководящий материал. Классы 40 и 50 общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции. М.: Изд-во стандартов, 1977. – 238 с.

тельной геометрии. Она будет не просто перечислением разных частных случаев изображения простейших поверхностей, а станет еще и теоретическим обоснованием компоновки видов на чертеже.

В завершение скажем, что попытки автора найти англоязычную версию определения вида с целью сравнения и получения какой-либо подсказки, «а как там у них», не увенчались успехом. Возможно, кому-то из коллег такая формулировка известна и он сообщит о ней. Вообще, идея написания данной статьи возникла после того, как появилось осознание того, что нельзя преподавать то, что сам не считаешь правильным, а как нужно, найти не получилось.

Список литературы

1. Снижко Е.А. Компьютерная геометрия и графика: конспект лекций; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2005. – 132 с.

2. Рукавишников В.А. Геометро-графическая подготовка инженера: время реформ // Высшее образование в России. – 2008. – № 5. – С. 132–136.

3. Горнов А.О. Модернизированный курс теории построения чертежа (теоретическая часть) // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – С. 111–117.

ТРИ ПОДХОДА, ТРИ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ ПРОЕЦИРОВАНИЯ

Головнин Алексей Алексеевич

Тверской государственный технический университет

Рассматривается возможность одного подхода при обосновании получения разных изображений методом проецирования.

Ключевые слова: метод проецирования, вид, аксонометрическая проекция, перспективная проекция.

THREE TEACHING METHODS AS THE BASIS FOR THE IMAGING METHOD OF PROJECTION

Golovnin Alexey Alexeevich

Tver State Technical University

The possibility of the same approach as the basis for different imaging method of projection.

Keywords: method of projection, view, axonometric projection, projection.

Доклад является продолжением доклада, представленного на данной конференции [1], и частично перекликается с его содержанием. Рассматривается возможность одного подхода при обосновании получения разных изображений методом проецирования.

Характеристика в качестве основного метода начертательной геометрии (НГ) прочно закрепилась за методом проецирования. При этом в процессе теоретического обоснования получения изображений методом проецирования в курсе начертательной геометрии применяется три разных подхода.

1. Проецирование на плоскость, расположенную сзади проецируемого объекта, в том числе на шесть сторон куба – в самом начале 18-часового курса НГ.

2. Проецирование на плоскость вместе с пространственной тройкой осей на дополнительную плоскость – при обосновании аксонометрической проекции, примерно в середине этого же курса.

3. Проецирование на прозрачную плоскость, расположенную перед проецируемым предметом, – при обосновании получения перспек-

тивного изображения в дополнительных главах начертательной геометрии применительно к архитектурному направлению.

Троекратное обращение в курсе НГ при обосновании получения изображений методом проецирования с заметным расхождением в подходах, да еще и разнесенное во времени, не способствует логичности изложения и успешности уяснения обучаемым этого, можно сказать, основополагающего вопроса начертательной геометрии. Кроме того, с учетом снижения количества часов, отводимых на преподавание начертательной геометрии, троекратное обращение к одному и тому же, по сути, вопросу не способствует оптимизации изложения содержания предмета.

О возможности единой трактовки изображений можно прочитать, например, в работе [2]. Попробуем найти дополнительные обоснования этому, обратившись к определению аксонометрической проекции.

На недостатках определений как «вида», так и «аксонометрической проекции», данных в ГОСТ 2.305 и 2.317, мы уже останавливались на этой конференции, как в упомянутом докладе, так и при обсуждении доклада [3]. Обратимся к одному из учебников.

«Построение аксонометрических проекций заключается в том, что геометрическую фигуру вместе с осями прямоугольных координат, к которым эта фигура отнесена в пространстве, параллельным (прямоугольным или косоугольным) способом проецируют на выбранную плоскость проекций. Таким образом, аксонометрическая проекция – это проекция на одну плоскость. При этом направление проецирования выбирают так, чтобы оно не совпадало ни с одной из координатных осей.

Аксонометрическая проекция $A^1{}_1$ горизонтальной проекции точки A (первичной) называется вторичной проекцией точки A. Совокупность всех этих проекций и составляет аксонометрию точки A.

На аксонометрическом чертеже вторичная и аксонометрическая проекции предмета обеспечивают метрическую определенность и обратимость однокартинного изображения» [4].

Ключевым моментом, отличающим аксонометрическую проекцию от вида (ортогональной проекции, судя из приведенной широко распространенной формулировки, является то, что «направление проецирования выбирают так, чтобы оно не совпадало ни с одной из координатных осей».

Приводим пример выполнения этих условий (рисунок, *а*). В качестве геометрической фигуры берем параллелепипед *1*, оси координат *2* направлены так, что ни одна из них не перпендикулярна плоскости проекций *3*. Направление проецирования выбираем ортогональным плоско-

сти проекций, при этом оно не совпадает ни с одной из координатных осей. Параллелепипед располагаем таким образом, чтобы его грани были расположены параллельно и перпендикулярно плоскости проецирования *3*, для определенности горизонтальной плоскости, что не запрещено правилами получения аксонометрической проекции. Результат проецирования приведен на рисунке, *б*. Строили аксонометрическую проекцию, а получили привычный вид спереди. Проекция координатных осей может не приводиться, как она обычно не приводится на аксонометрической проекции (и никогда – на видах).

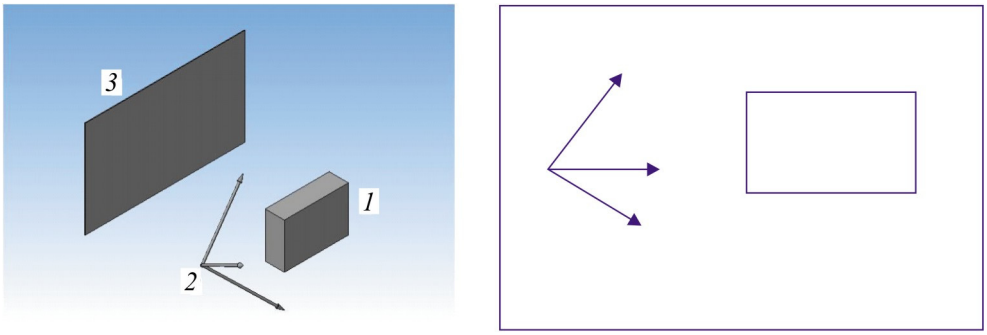


Рис. Пример получения аксонометрической проекции:
а – схема расположения предмета (параллелепипед) 1, осей координат 2 и плоскости проекций 3; *б* – полученная аксонометрическая проекция

Аксонометрическая проекция должна содержать вторичную проекцию. Но ее обычно не бывает и при привычном (правильном) выполнении аксонометрической проекции, на что обращалось внимание и на данной конференции. Как правило, аксонометрическая проекция строится для предметов, форма которых образована плоскостями частного положения, изображение которых и представляет вторичную проекцию. Справедливости ради заметим, что в приведенном примере без вторичной проекции получили необратимый чертеж, но речь в данном случае не об этом.

Получаем, что ключевым моментом, объединяющим вид и аксонометрическую проекцию, является соответствующая привязка предмета, объектной системы координат (ОСК) и системы координат сцены (СКС). Для получения и вида, и аксонометрической проекции ОСК относительно предмета устанавливают как можно ближе к предмету, лучше в его геометрическом центре, хотя бы по двум осям, таким образом, чтобы ее оси были параллельны и перпендикулярны наибольшему

количеству граней и осей тел вращения. В дальнейшем для получения основных видов ОСК вместе с зафиксированным относительно нее предметом размещают в СКС с точностью до параллельного переноса. Для получения аксонометрической проекции ОСК с предметом, привязанным к ней, помещают в СКС так, чтобы не было осей ОСК и СКС, попарно параллельных друг другу.

Здесь же следует приводить сравнительную информацию о преимущественных областях применения двух вариантов изображений предмета и особенностях построения аксонометрических проекций, связанных с уменьшением размеров по осям (сохраняются лишь те размеры, которые параллельны картинной плоскости СКС).

Тому, что многовидовой, аксонометрический и перспективный чертежи могут быть рассмотрены рядом, находим подтверждение и в англоязычных источниках информации. В конспекте лекций по инженерной графике (From the American People) [5], изданном для использования в условиях Эфиопии в 2005 г., о многовидовом чертеже, аксонометрии и перспективе говорится одновременно во введении и подробнее в гл. 5, что выглядит очень естественно.

Попутно здесь же можно вспомнить, что в компьютерной геометрии также центральное и параллельное проецирование рассматриваются рядом и формулы для их реализации очень похожи: матрица канонического параллельного проектирования, осуществляемого на плоскость O_{XY} вдоль оси O_Z:

$$P_l = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

а матрица канонического уравнения перспективного преобразования [6]:

$$P_c = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Эти матрицы слишком похожи, чтобы не обращать на это внимание и преподавать получение вида, аксонометрии и перспективы с разными подходами в разных местах курса НГ.

Однако если три разновидности изображений, получаемых методом проецирования, разместить рядом, то особенно становится заметным, что положение плоскости проецирования оказывается то спереди, то сзади предмета без особого обоснования. Трудно удержаться от того, чтобы не обсудить это. Тем более, что в желании «попутно перейти к схеме, в которой объект находится за плоскостью проекций (по-американски) для единообразия со схемой построения прямой перспективы» [7] мы не первые.

В большинстве стран мира чертежи оформляются по европейским правилам или очень близким к ним. Опытный человек, получив в руки чертеж, выполненный в США, по его оформлению определит происхождение документа и разберется в нем [8]. Однако проецирование на прозрачную плоскость, расположенную перед предметом, представляется нам более обоснованным.

Можно легко представить себе процесс построения проекции на прозрачный экран перед предметом, который положен в основу перспективного проецирования. Он вполне осуществим и естественен. В случае же расположения плоскости построений за предметом, наблюдатель не видит проекции, так как предмет ее загораживает, и процесс проецирования выглядит несколько надуманным. Его просто невозможно осуществить реально.

Виды на чертежах при плановом методе производства располагают по американскому типу, но подписывают, чтобы не запутаться. Действительно, если с чертежом, который, наверное, имеет большую протяженность, дойти до края длинной стороны конструкции, то окажемся, например, у правой короткой его стороны, но на чертеже у края длинной стороны будет изображение левой короткой стороны. Логичнее разместить вид слева – слева, а вид справа – справа. На развертках стен комнаты или фасадов зданий виды окажутся расположенными так, что левая стена слева, правая справа, и не нужно ломать голову, чтобы понять, что где находится.

По нашему опыту слабые, точнее, нерадивые студенты, особенно заочники, которые не готовились к зачету или экзамену, вынужденные строить вид слева, очень часто фактически на месте вида слева строят вид справа (по американской системе). С учетом того, что, как правило, они с правилами черчения не знакомились ни в школе, ни на установочных занятиях (прогуляли или прослушали и забыли), а строят вид интуитивно, это может свидетельствовать о том, что так естественнее. Мы про-

сто привыкли к нашей европейской схеме расположения, а ведь американский способ размещения проекций появился в Соединенных Штатах постепенно, в первую очередь для облегчения составления чертежей и по экономическим причинам [9].

О двух параллельно существующих системах расположения видов на чертеже задумываемся не только мы, европейцы. «В процессе сотрудничества между США и их союзниками в Европе и мире во время I и II мировых войн выявили необходимость международной стандартизации для устранения проблем в процессе обмена производственными чертежами, связанных с двумя различными методами проецирования. Эта проблема приводит к общему спору, какой из проекционных методов должен быть выбран в качестве стандарта. Не в состоянии договориться о том, какой метод использовать, в США и Европе по-прежнему продолжают использовать различные методы, даже сегодня, хотя и есть некоторые компромиссы между предприятиями на обоих континентах, где это необходимо.

Сегодня новые технологии, такие как системы автоматизированного-проектирования (САПР), автоматизированного производства (CAM), и 3D-моделирования, несколько уменьшили необходимость международного стандарта по методу проекции для получения ортогонального вида. Интеграция компьютеров в процесс производства позволяет 3D-модели импортировать непосредственно в производственную линию оборудования, уменьшая взаимодействие человека с рисунками и сокращая случаи неправильного толкования.

Продолжение улучшения в параметрическом проектировании и моделировании для всех практических целей исключает необходимость выбора одного метода проекции, тем самым завершая графические противоречия, которые раздирали инженерное сообщество так долго. И наконец, ортогональная проекция является и будет оставаться важным фактором для черчения предварительных концепций дизайна и руководством для машинистов» [9].

Необходимо уточнение содержания учебного курса НГ в технических вузах с учетом существования уже давно (с 2006 г. узаконенно) электронной формы конструкторских документов. На наш взгляд, рассматривать метод проецирования необходимо один раз, подряд и в сравнении всех трех его разновидностей. По большому счету, это если не единственный, то основной раздел НГ, знания которого необходимы для работы с электронными чертежами, полученными при помощи со-

временных САПР. При этом с учетом процессов глобализации необходимо подробнее знакомить студентов и с американской системой получения и расположения видов. Кстати, в американских учебниках европейской системе расположения видов отводится заметно больше места, чем в наших – американской. Можно даже давать задания на построение чертежей по двум системам. Кроме того, что это послужит развитию пространственного мышления, это покажет еще и возможность вариантов вместо приучения к догмам там, где это не нужно.

Список литературы

1. Головнин А.А. Определение вида с учетом виртуальной реальности. – (Статья в сборнике).

2. Горнов А.О. Модернизированный курс теории построения чертежа (теоретическая часть) // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – С. 111–117.

3. Столбова И.Д., Шахова А.Б. Графическая подготовка и современное состояние стандартов единой системы конструкторской документации. – (Статья в сборнике).

4. http://cncexpert.ru/drawing/axonometric-projection.php.

5. http://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture_notes/env_health_science_students/EngineeringDrawing.pdf.

6. Снижко Е.А. Компьютерная геометрия и графика: конспект лекций / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2005. – 132 с.

7. Горнов А.О. К дискуссии о судьбе дисциплины «Начертательная геометрия» [Электронный ресурс]. – URL: http://kikg.ifmo.ru/frames/discuss/gornov.pdf.

8. Елкин В.В., Тозик В.Т. Инженерная графика [Электронный ресурс]. – М.: Академия, 2009. – 304 с. – URL: http://www.rosswarka.ru/index.php?pid = 250.

9. David W. Melton, School of Technology Eastern Illinois University, Gary Stewardson Engineering and Technology Education Utah State University. The American Drafter: Why use 1st Angle Projection in a 3rd Angle World? [Электронный ресурс]. – URL: http://technologyinterface.nmsu. edu/ Fall08/10_Melto/index.pdf.

ИЛЛЮСТРАЦИЯ МЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ БАЗИСА *X*, *Y*, *Z* И ИХ КОДИРОВАНИЕ

Горнов Александр Олегович

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

В методическом аспекте рассмотрена чисто геометрическая иллюстрация метрических свойств параллельных ортогональных проекций ортогонального базиса *X*, *Y*, *Z* и углов между ними; предложена обобщающая матрица показателей искажения и кодировка этих проекций.

Ключевые слова: ортогональный базис, проекции, показатели искажения, кодировка.

ILLUSTRATION METRIC CHARACTERISTICS OF ORTHOGONAL PROJECTIONS OF BASIS *X*, *Y*, *Z* AND THEIR CODING

Gornov Alexander Olegovich

National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Considered metric properties of geometric proof of parallel orthogonal projection of an orthogonal basis of the angles between the projections; the encoding of these projections based on depicting a vector of indicators distortion and generalized matrix

Keywords: an orthogonal basis, projection, indicators distortion, encoding.

Как известно, основные метрические соотношения, определяющие закономерности ортогональной проекции произвольно расположенного перед плоскостью проекций ортогонального базиса (*X*, *Y*, *Z*) ОСК (UCS), есть соотношения показателей линейного искажения мер $J_{X, Y, Z}$ проекций по этим осям и углы между этими проекциями. В учебной литературе, да и в классическом труде [1], доказательство равенства

$$\sum J^{2}_{X, Y, Z} = 2 \qquad (1)$$

и определение соответствующих углов между проекциями предполагает применение тригонометрических вычислительных процедур, хотя и простых. Как любой символический метод, они менее наглядны, чем графические, хуже усваиваются и труднее воспроизводятся. Кроме того, в некотором смысле нарушается «чистота жанра» начертательной геометрии.

В [2] уже излагались простые графические приемы доказательства этих соотношений. Однако это можно сделать еще компактнее, на одном комплексном чертеже, обобщив результаты, что важно в методическом отношении.

Представляется, что к рис. 1 для иллюстрации получения названных выше соотношений потребуются небольшие комментарии, связанные, в основном, с принятыми на нем обозначениями. Концы единичных отрезков по осям X, Y, Z, если начало координатной системы совмещено с центром сферы единичного радиуса, лежат на поверхности этой сферы. Пусть вначале о положении базиса известно, что проекция по направлению нормали (N) к плоскости проекций (изображений – И) его единичного отрезка по z имеет показатель искажения J_z ($Z_1 < 1$), и по отношению к очерку соответствующей сферы с $r = 1$ он соответствует изображенному на рис. 1. Другие плоскости, пересекающие сферу и затем совмещенные с И: $Z \cap N$, $X \cap Y$, $Z \cap Y$, $Z \cap X$. Все отрезки прямых, являющиеся ортогональными проекциями на эти плоскости, обозначены латинскими буквами со штрихами и индексом плоскости; отрезки, принадлежащие им, не имеют штрихов, также как отрезки и оси, определяющие эти плоскости.

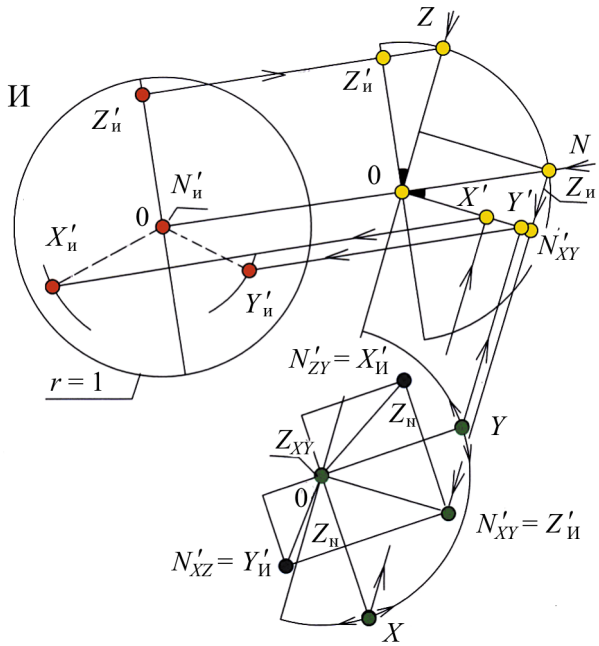


Рис. 1. К геометрической иллюстрации характеристик показателей линейного искажения ортогональных проекций ортогонального базиса

Принимая $0N = 1$ за диагональ прямоугольного параллелепипеда, из теоремы Пифагора получим, что сумма квадратов ее проекций на плоскости трех граней будет равна двум (равно как и сумма квадратов проекций на три ребра равна единице). А здесь каждая проекция единичного отрезка по X, Y, Z на И по величине равна J_x, J_y, J_z и имеет равную себе единичную проекцию нормали $0N$ (для Z на рис. 1 на плоскость $X \cap Y$: z^1 и = N^1_{xy}). Следовательно, и $\sum J^2_{xy}Z = 2$.

Если задаваться, как до сих пор, положением и, соответственно, проекцией только одного отрезка $0Z$, у базиса X, Y, Z при заданном J_z остается свобода вращения, и соответственно, существует множество положений пары X, Y при $J^2_x + J^2_y \geq 1$ и $J_x \leq 1$; $J_y \leq 1$ с сохранением соотношения $\sum J^2_{xyz} = 2$. Вращение вокруг нормали $0N$ значений J_x, J_y, J_z не меняет. Зафиксируем оси базиса X, Y и получим проекции единичной нормали $0N$ на плоскости $Z \cap Y$ и $Z \cap X$, а следовательно, отрезки, пропорциональные J_x и J_y, позволяющие построить относительное угловое положение проекций осей X, Y, Z на И, как показано на рис. 1. Проекции единичных отрезков по X и Y на плоскость И лежат на дугах окружностей соответствующих радиусов. Фиксация положения ортогональной тройки (X, Y, Z), имеющей данные проекции на И в пространстве, предполагает указание показателей искажения как минимум еще на одну плоскость. (Перемещение начала координат с сохранением нормали не меняет совокупность показателей линейного искажения.) Для простоты будем иметь в виду фиксацию базиса в привычной системе плоскостей проекций H, F, P, и пусть И совпадает или параллельна, например, H. Теперь образ, обобщающий и фиксирующий свойство показателей искажения, с учетом того, что сумма квадратов проекций единичного отрезка на три взаимно перпендикулярные плоскости, также равна двум, удобно представить в виде матрицы:

$$
\begin{array}{ccc}
X & Y & Z \\
F\ (FJ_x)^2 & + (FJ_y)^2 & + (FJ_z)^2 = 2 \\
+ & + & + \\
H\ (HJ_x)^2 & + (HJ_y)^2 & + (HJ_z)^2 = 2 \\
+ & + & + \\
P\ (PJ_x)^2 & + (PJ_y)^2 & + (PJ_z)^2 = 2 \\
\text{II} & \text{II} & \text{II} \\
2 & 2 & 2
\end{array}
$$

Индексы при символах показателей искажения, как нетрудно заметить, обозначают «привычные» плоскости *H*, *F*, *P*, для проекций на которые одновременно справедливы те же соотношения. Это очевидно, так как аналогичные построения можно было выполнить на плоскости, ортогональной плоскости И, указав соответствующие нормали и полусферы. Информация в матрице избыточна, поэтому на ее основе можно задавать положение базиса и восстанавливать значения *J* при любом минимальном их наборе, действуя как при игре в крестики-нолики. При этом, задавая значения *J*, не забываем, что $0 \le J_{xyz} \le 1$ и для любой пары показателей искажения $J^2_x + J^2_y \ge 1$.

Приведем здесь попутно и выразительную иллюстрацию соотношения (1), предложенную в свое время М.В. Бурде [3]. Поскольку выражение (1) по форме есть уравнение сферы, то вектор, изображающий совокупность J_{xyz}, компоненты которого являются переменными координатами, лежит на поверхности сферы с радиусом $R = \sqrt{2}$. Октант этой сферы показан на рис. 2, а корректная по условию (1) область выделена условиями $0 \le J_{xyz} \le 1$. На рис. 3 приведено изображение двух его ортогональных проекций. На рис. 2 видна одна из множества возможных траекторий изменения совокупности *J* для перевода ОСК из положения $J_X = 1$; $J_Z = 1$ в изометрическое, путем вращения вокруг оси *Z*, а потом *Y* (вращением ОСК!).

Еще кроме сферы можно говорить и об «изображающем» параллелепипеде, диагональ которого принята равной $R\sqrt{2}$, а величины ребер при этом будут иметь корректную совокупность показателей искажения.

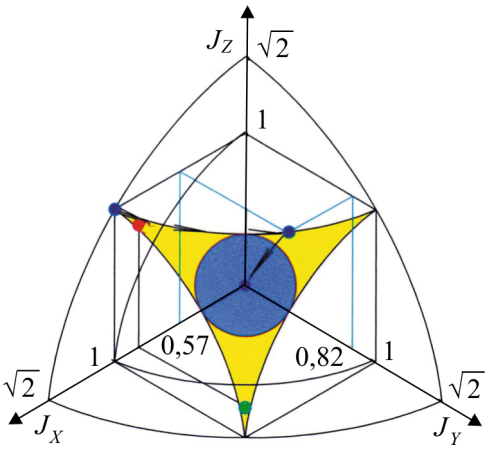


Рис. 2. Иллюстрация М.В. Бурде связи показателей искажения

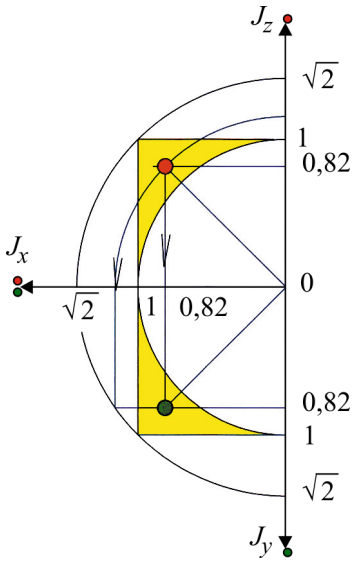


Рис. 3. Ортогональные проекции (+, +, +)
октанта сферы М.В. Бурде

Совокупность значений показателей искажения базиса является удобной формой характеристики ортогональной проекции (вида) модели на эту плоскость. Запись в форме J (J_x; J_y; J_z) (или даже, например, J (J_x; J_y), учитывая (1)) описывает характеристики проекции базиса на одну плоскость, а с учетом доопределения необходимых элементов в матрице – на все три. Показатель искажения по определению величина скалярная, но нет препятствий к ее векторизации путем учета области (+ или –) положения орта вдоль соответствующих осей. Тогда код проекции (вида) примет универсальную форму J ($\pm J_x$; $\pm J_y$; $\pm J_z$). При этом такая форма, как представляется, удобней «географической ориентации» «видового куба» и непрерывна для всей области допустимых значений. Например, одна из восьми определенно направленных изометрий запишется так: $J_И$ (+0,82; –0,82; +0,82) и т.п. Отдельно заметим, что из допустимой области значений, кодируя проекции (виды), рационально не исключать нулевые значения J, обособляя, тем самым, «аксонометрические» проекции и «систему ортогональных». Последние будут иметь коды типа J (+1; 0; +1), записью подчеркивается отсутствие проекции по одной координате и необходимость второй проекции. Не различать эти проекции по сути, но в другом контексте, предлагал и проф. Г.И. Ягодкин [5].

Кроме того, для инженерных задач трактовать получение видов модели на основе проекций рациональнее, когда плоскость проекций

(чертежа) одна, а модель последовательно поворачивается вокруг осей ОСК (UCS). При этом классификация проекций (видов) будет не относительно традиционной тройки плоскостей проекций, а на основе положения модели относительно единственной плоскости проекций (чертежа) и самой модели. Получение того же комплексного чертежа при этом не вызывает затруднений. Закрепленная же в ГОСТах система проекций (видов) удобна для архитектурных задач, объекты которых имеют естественную ориентацию относительно поверхности земли.

Форма и площадь участка сферической поверхности, допустимой для положения конца изображающего вектора *J* (см. рис. 2, 3), наглядно иллюстрирует, что область специфической информативности изображений, *когда все показатели искажения существенно отличаются от нуля*, не так широка. И «более высокая информативность» таких изображений, вообще говоря, предполагает уточнение, в каком именно смысле. При любом данном положении модели, она обозреваема наблюдателем в пределах очерка, и «обратной стороны луны» не видно. (Здесь, конечно, не имеются в виду возможности динамического изменения видов электронной 3D-модели, наличие зеркал и т.п.) Полагаю, что поиск подобных компактных форм полезен в методическом отношении и в конечном итоге должен позволять компактнее излагать базовые положения любой дисциплины, и начертательной геометрии в частности.

Список литературы

1. Глазунов Е.А., Четверухин Н.Ф. Аксонометрия. – М.: Гос. издательство техн.-теоретической литературы, 1953. – 292 с.

2. Горнов А.О. Обобщенные характеристики коэффициентов искажения при ортогональном проецировании ОСК на плоскости АСК // Информационные средства и технологии: тр. науч.-метод. конф. / МЭИ. – М., 1999.

3. Бурде М.В. Области существования параллельной аксонометрии как основания для построения номограмм // Труды московского семинара по начертательной геометрии и инженерной графике. – М., 1958.

4. Ягодкин Г.И. Формы изображений на технических чертежах: учеб. пособие по курсу «Инженерная графика» / МЭИ. – М., 1979. – 39 с.

ПРИМЕР МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ КУРСА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ*

Горнов Александр Олегович,
Логинова Евгения Михайловна
Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

Описан опыт организации и проведения в начале 90-х гг. кафедрой инженерной графики междисциплинарной курсовой работы совместно с выпускающими кафедрами электротехнического профиля.

Ключевые слова: инженерная графика, основы проектирования, курсовой проект.

AN EXAMPLE OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION COURSE ENGINEERING GRAPHICS

Gornov Alexander Olegovich,
Loginova Evgenija Mihailovna
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Describes the experience of organization and holding in the beginning of 90-ies of the Department of engineering graphics interdisciplinary coursework together with the specialized departments of electrical engineering.

Keywords: engineering, design bases, a course project.

Последние организационно-методические веяния перестроечных процессов в рамках инженерной подготовки и высшего технического образования возникли, конечно, не в последнее десятилетие, а гораздо раньше. Если не погружаться в нюансы официальных формулировок, то вектор, предписанный последними ФГОС ВПО, направлен в сторону усиления прагматической направленности образовательных фрагментов (модулей), усиления «междисциплинарного взаимодействия» и проектных компонентов образовательного процесса.

Как таковой принцип, или метод, проектов в инженерной подготовке был сформулирован еще в начале прошлого века, в 1903 г., американским педагогом Дж. Дьюи. А более полувека назад, например, в отечественном высшем техническом образовании был период широкого эксперимента по сочетанию работы студентов на предприятиях с традиционными формами учебного процесса. Он был направлен на

* Памяти доцента Т.С. Султановой.

знакомство с реальным производственным процессом и элементами проектно-конструкторской и организационной деятельности.

Ни то, ни другое пока так и не утвердилось, не стало повсеместным и ведущим в инженерной подготовке, несмотря на неоднократное повышение внимания к необходимости усиления проектного подхода. Не претендуя на глубину анализа причин столь медленных изменений, одной из основных видим, так или иначе, проявление человеческой инерции. Последствия негибкости образовательной системы проявляются опосредованно и не сразу, да и требуют специального анализа. А консервативность, на самом деле, не всегда связана с необходимостью и желанием сохранять утвердившиеся традиции. Чаще это глубинное нежелание перемен, изменения привычного уклада, так как это требует серьезной организационной работы руководителей и преподавателей.

В последние годы не одна работа посвящена проблемам организации геометро-графической подготовки (ГГП) на основе синтеза ее содержания и методов с другими дисциплинами инженерного цикла (пример одной из них – [1]). Однако даже безупречные теоретические построения и даже апробации не всегда получают широкое практическое применение. Имеющийся положительный опыт, пусть локальный, оказывается полезным, когда, в конце концов, созревают соответствующие условия и приходит время неизбежных перемен. Междисциплинарная интеграция даже при высокой, но узкопредметной эрудиции преподавателей затруднена уже давно исчерпавшими себя представлениями о необходимости сохранения «чистоты» той или иной области знаний.

На повестке дня давно стоит междисциплинарный подход и соответствующее мышление. Сейчас, когда актуальны названные проблемы, хотим познакомить коллег с опытом проведения и организации на кафедре графики МЭИ в начале 90-х гг. прошлого столетия междисциплинарной курсовой работы.

Ее базовой составляющей была созданная по инициативе и под руководством доцента Т.С. Султановой рядом ее учеников (в том числе Е.М. Логиновой) курсовая работа в рамках курса «Основы разработки конструкторской документации». Она выполнялась на основе специально подобранных комплектов изделий электротехники, допускавших многократную разборку и сборку. Это были реле, пускатели и другие коммутаторы, соединители, установочные изделия бытовой электротехники, узлы электромеханических устройств. Для методиче-

ской поддержки работы автором было подготовлено оригинальное учебное пособие [2], учитывающее специфику изделий электротехники (специфические конструкции и технологии, обилие деталей из пластмасс и тонколистовых материалов, с мелкими элементами, нестандартными соединениями). Содержание этой курсовой работы предполагало знакомство с устройством, принципом работы изделий и подготовку чертежей ряда деталей, спецификации и сборочного чертежа. Для этого формулировалась соответствующая проектно-производственная легенда.

По понятным причинам, в том числе временным, одной кафедре трудно было обеспечить желательную глубину проникновения в специфику функционирования этих конструкций, параметрическое описание. Одновременно на выпускающих кафедрах электромеханического профиля, с которыми кафедра инженерной графики тесно взаимодействовала, был подготовлен и велся в том же семестре лекционный курс «Основы проектирования», поддерживаемый курсовой работой по систематизированному описанию технических объектов (руководитель разработки и лектор – А.О. Горнов). Одним из элементов такого описания наряду с физическими эффектами структурами, параметрами, как известно, является конструктивно-технологическое описание на основе соответствующей документации и, в частности, чертежей (в то время – только чертежей). Именно этот элемент требовал соответствующей дополнительной методической, консультационной и временной поддержки в рамках этой курсовой работы.

Объединение описанных курсовых работ в одну позволяло устранить слабые стороны каждой из них. Более того, это частично снимало проблему междисциплинарных барьеров, связанных, чаще всего, с отсутствием единства объекта (процесса) изучения, некомплексностью и неполнотой анализа или синтеза в рамках отдельных дисциплин из-за приложения их методов и моделей к разным объектам [3]. В результате слияния указанных курсовых работ в одну, получившую название «Описание технического объекта и составление элементов комплекта конструкторской документации», ее разделы стали такими:

1. Анализ потребительских функций параметров и объекта. Знакомство с надсистемой ТО, назначением и соответствующими параметрами назначения, сравнительными показателями качества.

2. Параметрическое описание. Первичное выделение внешних, внутренних, простых и сложных параметров, в том числе геометрических.

3. Геометрическое и конструктивно-технологическое описание. Выполнение комплекта конструкторской рабочей документации. На основе анализа конструкции составлялся и выполнялся чертеж ряда деталей, спецификация и сборочный чертеж; дополнение описания перечня и уровня параметров.

3.1. Выполнение чертежей нескольких деталей (с учетом их технологических особенностей, с указанием предельных отклонений и шероховатостей, среди которых было много деталей с закладными элементами, пластмассовых и из тонколистовых материалов, мелких и весьма сложных по форме).

3.2. Выполнение спецификации и сборочного чертежа изделия (при этом широко использовалась категория возможных сборочных единиц в составе изделия).

4. Структурное описание технического объекта. На основе декомпозиции изделия составлялась конструктивная, энергопотоковая и информационная структура связей (механических, энергетических, информационных) между элементами, элементами и средой.

5. Описание физических эффектов, связанных с функционированием объекта. Их выделение и деление на главные, основные, вспомогательные, вредные; уточнение уровня параметров.

6. Анализ связей параметров и показателей качества, выявление технических противоречий. На всех этапах анализа параметров обращалось внимание на связь геометрических и других физических параметров объекта, давалось указание направления влияния тех или иных параметров на показатели качества.

7. Формулировка вариантов по улучшению совокупности показателей качества, составление заявки на условное изобретение. Происходила отработка навыков формулировки технических противоречий, описательных и отличительных признаков технических объектов и процессов, составления формулы изобретения.

8. Оформление пояснительной записки. Несмотря на ручную технологию оформления пояснительной записки, некоторые элементы этого документа выполнялись в соответствии с ЕСКД.

Благодаря такой работе удавалось частично решить проблему разрыва между общностью моделей фундаментальных дисциплин и бедными представлениями обучаемых о реальных конструкциях электротехнических устройств, их структуре, относительными параметрами и обобщенной системой описательных признаков техниче-

ских объектов. К тому же важно, что на ранних стадиях обучения анализировалось, хотя и упрощенно, наличие технических противоречий в любой конструкции.

Интерес студентов к работе был большой, так как они получали ощущение причастности «к настоящему делу». Организационно обеспечить руководство и консультации проблем не составляло, так как все кафедры были на одном факультете. Первокурсники начинали взаимодействовать с преподавателями своих выпускающих кафедр, и нередко этот контакт определял их дальнейшее сотрудничество на уровне спецдисциплин, исследовательских работ и дипломного проектирования.

К сожалению, эта курсовая работа не сохранилась в учебных планах в сложное время середины 90-х гг., когда поддержать интерес к преподавательской работе вообще было трудно, не говоря уже о каких-либо новациях.

И главное, не стало безвременно ушедшей Татьяны Сулеймановны Султановой, главного инициатора работы, светлой памяти которой посвящена эта статья.

Список литературы

1. Шангина Е.И. Методологические основы формирования структуры и содержания геометро-графического образования в техническом вузе в условиях интеграции с общеинженерными и специальными дисциплинами: дис. … д-ра пед. наук. – М., 2010.

2. Султанова Т.С. Разработка комплекта рабочей документации на реальное электротехническое изделие: учеб. пособие по курсу «Инженерная графика». – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – 130 с.

3. Горнов А.О. Дизайн и инженерия. Проблемы взаимопроникновения // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, сентябрь – ноябрь, 2012 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – С. 219–225.

ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ

Горнов Александр Олегович

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

Шацилло Людмила Анатольевна

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Рассматривается целостная концепция инженерной подготовки, имеющая сквозное фрактальное структурирование всех ее содержательных элементов, включая геометро-графическую подготовку.

Ключевые слова: инженерная подготовка, геометро-графическая подготовка, фрактальная структура.

GEOMETRY AND GRAPHIC COMPONENTS OF THE NATURAL FRACTAL STRUCTURE ENGINEERING TRAINING

Gornov Alexander Olegovich

National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Shatsillo Lyudmila Anatoljevna

Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev

Considered an integral concept of engineering training, available through fractal structuring all its content elements, including geometrical graphics training.

Keywords: engineering training, geometrical graphic training, fractal structure.

Будущее геометро-графической подготовки (ГГП) как составляющей инженерной подготовки (ИП) в рамках возможных сценариев [1–3] видится в направлении ее более широкой интеграции, как минимум, с элементами проектной подготовки, или еще шире – дизайнерской, поскольку уровень развития современных инженерных информационных технологий позволяет реализовать эти идеи и в учебной деятельности. Более того, на фоне современных процессов модернизации ИП [1, 4] можно говорить, что задачи совершенствования ГГП и ИП так связаны между собой, что их трансформации не могут быть успешно реализова-

ны изолированно друг от друга. В контексте перспективного решения этих проблем авторы приглашают коллег к обсуждению концепции естественного структурирования инженерной подготовки (Natural occurring Leaning, NL), основные положения которой были услышаны редколлегией специализированного журнала [5]. Этот междисциплинарный деятельностный подход к упомянутым выше проблемам ГГП и ИП на фрактальной основе естественным образом структурирует и ее геометро-графическую составляющую.

За последние годы, из очевидных результатов в этом направлении, видны лишь изменения в дидактическом словаре, в котором закрепились синонимы привычных понятий: компетентностный подход, модули, прикладной и академический бакалавр, ЗУВы, зачетные единицы и т.п. Кроме того, создана платформа для подготовки выпускников «полувысшей школы» – бакалавров. Реализация модульности применительно к структурированию ГГП изолированно, только в рамках дисциплины, чаще всего приводит к очевидным перестановкам в содержании обучающего материала (например, [6]). Заметим, что и при старом, «некомпетентностном» подходе учебные программы также отличались количеством отдельных тем, их объемом и порядком изучения для отдельных направлений подготовки и также никогда не делались под копирку. Группировка самих компетенций, да еще в рамках разных дисциплин, является отдельной темой. Междисциплинарное согласование компетенций и тем (модулей) так и остается желаемым фантомом с попытками не всегда корректных реализаций путем формальной привязки модулей к компетенциям. Перспективы перехода к NL стали реальней на основе высокого уровня информатизации различных сторон образовательной деятельности и, конечно, технологий инженерной графики, особо отметим, интегрированных с расчетными и технологическими моделями (CAE, CAM) инженерной деятельности, с утверждением на высокотехнологичных предприятиях методологии параллельного инжиниринга (CE) [7].

Напомним, что концепция NL в своей основе имеет структурное ядро (рис. 1), генерирующее сквозную фрактальную структуру, подобную для отдельных образовательных фрагментов разного масштаба [8]: любой учебной задачи в рамках отдельной дисциплины, самой дисциплины, ее фрагментов, совокупности дисциплин инженерной подготовки, т.е. структуры ИП в целом.

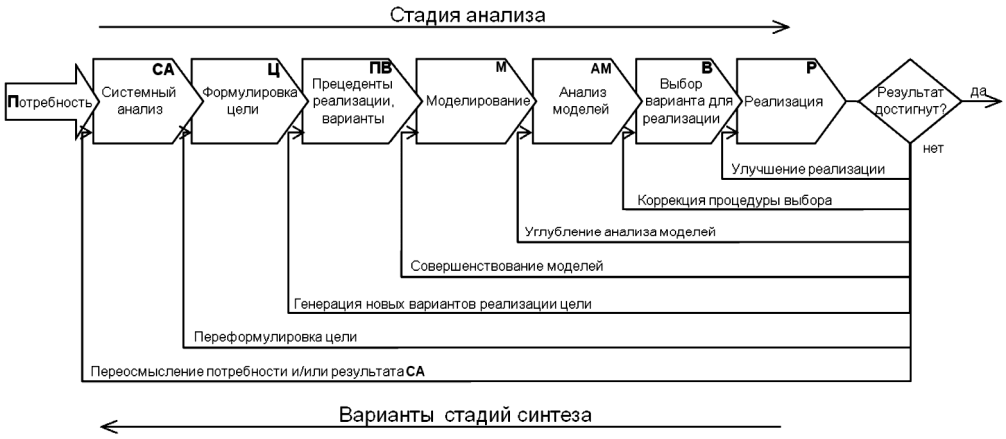


Рис. 1. Структурное ядро NL – обобщенная структура деятельности

Эта базовая структура инвариантна к описанию любой деятельности и является, по сути, описанием логики естественной преобразующе-познавательной функции деятельности человека. В рамках учебной деятельности это означает, что в любом указанном выше учебном фрагменте можно выделить следующие последовательные фазы, обеспечивающие деятельностный характер учебного процесса. Первая – фаза системного анализа (СА), связанного с определенным обьектом (группой объектов), процессов или ситуацией в данной области техники. Вторая – формулировки цели (Ц), когда по результатам системного анализа в определенном формате формулируется, за счет чего предполагается разрешить противоречия и проблемы. Третья – обзор прототипов (прецедентов) или формулировка новых вариантов (ПВ) реализации данной цели. Четвертая – моделирование (М) элементов этих прецедентов и вариантов, и пятая – анализ их моделей (АМ). Шестая – фаза выбора (В), предполагает выбор по каким-либо критериям качества лучшего варианта для реализации (Р) его в последней, седьмой фазе «прямого» деятельностного цикла. Для поддержки каждой фазы в составе традиционных учебных планов (точнее, в массиве учебных дисциплин инженерной подготовки) можно найти и поставить ей в соответствие некую дисциплину, изучаемую цельно, имеющую номинальную, опосредованную связь с другими дисциплинами учебного плана.

Прямая временная последовательность этих фаз есть аналитическая стадия образовательного процесса (учебной деятельности). Этот этап в процессе обучения необходим как некая базовая точка отсчета

для последующих синтетических циклов и оценки новизны (эффективности и сложности) получаемой на этих этапах информации (результатов), в том числе и в учебном цикле. Это есть структурная интерпретация одной из критикуемых характеристик старых образовательных подходов – их рецептурно-знаниевая направленность и, как следствие, соответствующая традиционная дидактика. Повторение таких аналитических циклов в рамках учебного процесса есть передача информации и обучение процедурным, алгоритмическим навыкам.

Если в процессе деятельности на базе ее прототипов удовлетворительного решения нет, а потребность сохранилась, то, как продолжение, деятельность идет уже в продуктивном режиме: могут генерироваться новые целевые варианты (и далее, по тем же фазам), и/или уточняться модели, и/или критерии и процедуры выбора и т.д. Применительно к учебному процессу «удовлетворительный» результат – усвоение информации и навыков реализации соответствующих фаз на базовом, репродуктивном уровне. Сохранение потребности приобретения умений и навыков творческой деятельности или «старение» базового варианта переквалифицирует предыдущий результат в «недостаточный», требующий коррекции содержания фаз (при сохранении их сути) в цикле на основе прототипов.

Наличие обратных связей, если результат требует коррекции, определяет синтетические стадии деятельности со скорректированным содержанием одной или нескольких фаз. Если новый скорректированный результат реализации положительный, то он сохраняется для последующего прецедента в данных условиях, определяя преобразующий и обучающий эффект деятельности одновременно. Наличие этих корректирующих обратных связей как элементов деятельности и определяет ее синтетический (креативный) характер, поэтому такая структура содержит обучающее начало творческой продуктивной деятельности и только тогда становится основной в рамках инженерной подготовки (учебной деятельности) как одного из частных проявлений деятельности вообще. При этом возрастает роль проектной дидактики. Это и есть структурная реализация желательных изменений образовательной парадигмы: от «знать как» к «знать и уметь как». Уметь – значит уметь действовать. А учиться действовать можно только действуя. Одна из форм «обратных связей» – индивидуальные и бригадные курсовые проектные задания и проекты.

Реализация в учебном процессе таких креативных циклов предполагает обогащение дидактики специфическими для проектной деятельности элементами, связанными, в частности, с методами генерации идей. Главное – умение должно быть продуктивным, творческим, а не процедурным. Именно преобладание циклов анализ – синтез может обеспечить переход к обучению творческой деятельности.

Структурное ядро NL инвариантно к виду и сфере деятельности, его основные элементы совпадают со структурой проектирования, так как любая деятельность в своей основе сначала проектируется, а затем реализуется. В рамках концепции NL формулировки задач ГГП должны быть акцентированы не на отработку алгоритмически-технологической части, а на реализацию цели, сформулированной в прикладных или геометрических понятиях (ниже мы приведем пример). Технология моделирования задачи должна определяться целью, и на этой основе она будет разнообразной. А вариантов формулировки цели в рамках определенного формата и путей ее достижения, определяющих большое разнообразие постановки учебных задач, может быть множество.

Другим фактором, определяющим последовательность изменения содержания и характера моделируемой в процессе обучения деятельности этой фрактально структурированной подготовки, является логика возникновения и развития профессиональных видов деятельности в технике. Для каждого из них характерны определенные описательные признаки объекта (процесса). Эти признаки расширяются и усложняются, интегрируясь по мере перехода к возникшим позднее видам деятельности. При формировании структуры ИП каждый вид деятельности может быть представлен инвариантной структурой деятельности (см. рис. 1), образовав новую «двумерную» структуру (рис. 2, изображен без дифференциации и указания обратных связей).

Справа для каждого вида деятельности (см. рис. 2) указаны описательные признаки ТО (процессов), сначала минимально необходимые, для «низшего» вида деятельности, а затем их минимальные «приращения» на последующих уровнях, восходящих к управленческому. В таком виде структура NL хорошо иллюстрирует инвариантность логической последовательности образовательных фаз (см. рис. 1) относительно текущего уровня (вида) подготовки, на рис. 2 не отражается длительность каждой фазы. Что касается ГГП, связанной с обучением одной из разновидностей моделей и методов моделирования ТО и процессов, то NL предполагает ее согласование с соответствующими разделами дис-

циплин, также связанных с моделированием и анализом моделей (М, АМ). Кроме того, предполагается распределить ГГП, как и фрагменты других дисциплин, относящихся к моделям разной природы и уровня, по специфике и сложности, в соответствии с прикладными аспектами моделируемых видов деятельности. Сразу заметим, что и для элементов абстрактных моделей, обеспечивающих фундаментальность ИП, в структуре есть свое «прикладное» место. В частности, академические и сложные прикладные аспекты геометрий, структурой NL предусмотрены на уровне И (см. рис. 2) – моделирование в учебном процессе различных аспектов прикладных научных исследований.

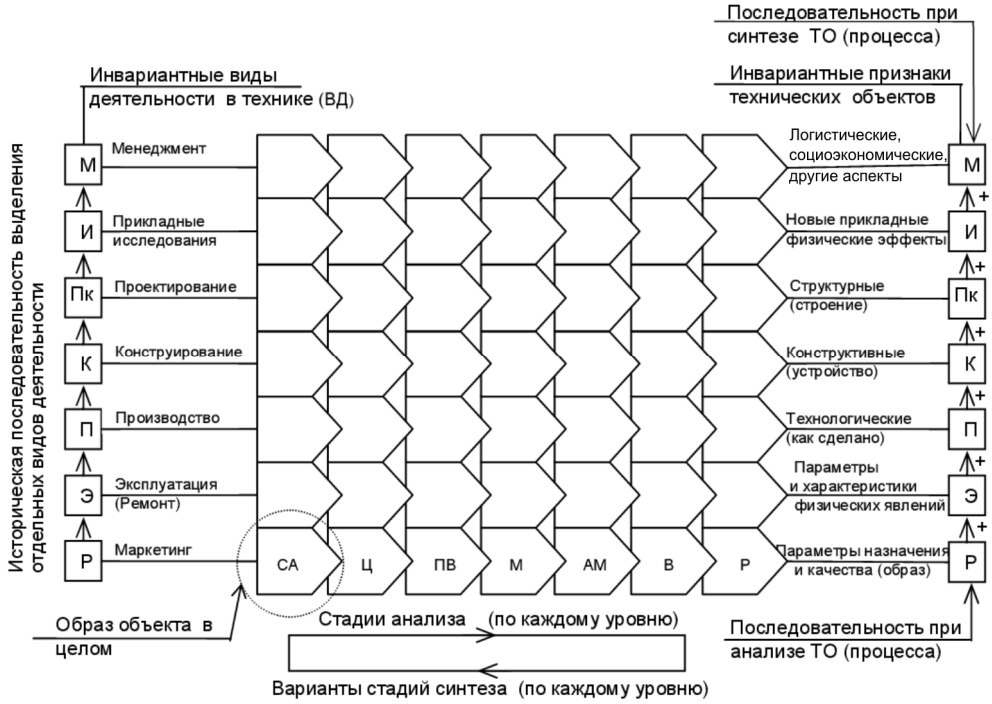


Рис. 2. Структура «естественного» учебного плана ИП

В отличие от традиционной привязки только к конструкторским аспектам, да и то опережая саму конструкторскую подготовку, в рамках NL предполагается вообще более широкий спектр ГГП, вплетенный в саму инженерную подготовку и синхронизированный с ее соответствующими уровнями. Здесь затрагиваются элементы презентационной, коммуникативной и проектной графики, ее креативных возможностей и преимуществ в рамках прикладных научных исследований, задач ор-

ганизации и управления (разумеется, речь не идет о дисциплинарной нагрузке одной кафедры; организационные аспекты здесь не обсуждаются). Действительно, специфические *графические средства и геометрические модели в проектной и инженерной практике играют и будут играть более широкую роль, чем та, которая отведена им сейчас в инженерной подготовке*. Можно даже говорить о ренессансе графического языка и методов в связи с расширением его технологий. При указанных выше условиях сохранится междисциплинарная гармония, имеем в виду, что аналогичные структурные построения (модуляризация их по упомянутым выше фазам и уровням) должны быть выполнены и для других дисциплин ИП. Для иллюстрации фрактального подобия такого построения ИП приведем пример на уровне постановки задачи в рамках традиционной ГГП. (Здесь нет претензий на оригинальность – это только структурно-содержательная иллюстрация, даже не изобразительная, в этом нет необходимости.)

Пусть требуется восстановить работоспособность дефектного участка магистрального трубопровода (или цилиндрической оболочки). В результате анализа ситуации (СА) оценен возможный ущерб от аварии, временные ресурсы, наличие ремонтных материалов, технологий и специалистов, принято решение провести ее ремонт (Ц) путем наложения заплатки, приварив ее в дефектной зоне. При этом критериями качества могут быть приняты, например, затраты материалов, длина сварных швов и т.д.

Модель (М) и ее формирование – это представление геометрических аспектов задачи в виде проекций поверхности трубопровода в области дефекта, оболочки, развертки дефектного участка. Анализ модели (АМ) связан с построением вариантов фигур, покрывающих дефектную зону и вариантов их реализации из ресурса материалов. Выбор (В) варианта реализации в простом случае может быть реализован на основе скалярного критерия, например по минимуму отходов в данном варианте. Реализация (Р) в рамках учебной задачи – в виде чертежа конкретной конфигурации ремонтной заплатки.

Такая постановка учебных задач, с не единственным вариантом решения, конечно, возможна, но не везде обязательна на основе любых фрагментов ГГП: чертежей или электронных моделей сборочных единиц с вариацией отдельных узлов, при простановке размеров, компоновке модели или чертежа, траекторной реализации трубопроводов

и электропроводки, модернизации геометрии детали и т.д. Соответственно, на других уровнях ГГП фрактальность предполагает аналогичные постановки. При этом, как и в приведенном примере, отдельные недоступные студентам на данном уровне фазы могут быть отражены в описании (условии). Это фаза СА и частично Ц, в содержание которых студентов нужно «погружать».

На первый взгляд, атрибуты задачи «распухли» и привычное условие в виде заготовок проекций и очевидного «найти», «построить» потерялись. Их действительно нет в условии. Условие – это модель, которую необходимо сфомулировать в адекватной постановке. *Верно и то, что подготовка таких задач требует большой творческой работы преподавателей.* Главной мотивацией в любой дисциплине или ее фрагменте должен быть интерес студентов. А предпосылок к нему в таком фрактальном структурировании учебного процесса намного больше. Заметим, что инвариантность по отношению к виду деятельности базовой структуры (см. рис. 1) обеспечит структурное подобие повседневной и учебной деятельности студента, образно говоря, поддерживая одна другую. NL подразумевает, что по структуре учебный процесс должен соответствовать общей структуре деятельности, будучи ее подсистемой, и, как следствие, подобен естественной логике деятельности обучаемых вне учебного процесса.

Такая структура в основе предполагает формирование элементов профессиональной культуры и уровня владения логикой деятельности, на что в принципе ориентируют новые ФГОС ВПО. Заметим, что затраты времени на обучение отдельно процедурным навыкам уменьшаются и будут уменьшаться в будущем – они должны формироваться в процессе обучения элементам целевой творческой деятельности, о чем свидетельствует и зарубежный опыт.

Список литературы

1. Лепаров М.Н., Попов М.Х. Состояние и тенденции геометрографической подготовки как компонент инженерного образования в Болгарии. – (Статья в сборнике).

2. Редькин В.Ф. Инженерная графика с основами проектирования // Технические науки – от теории к практике: материалы X Междунар. заоч. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2012. – С. 7–13.

3. Соснин Н.В. Геометрическая и графическая подготовка в структуре содержания компетентностной модели высшего технического образования // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – С. 47–60.

4. Настройка образовательных структур в Европе. Вклад университетов в Болонский процесс [Электронный ресурс]. – URL: http://www.hse.ru/data/2010/12/17/1208295030/Introduction_Tuning %20Educational %20Structures.pdf.

5. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Основные положения концепции естественной структуры инженерной подготовки (Natural occurring Leaning – NL) // Образование и саморазвитие. – 2013. – № 4 (38). – С. 30–36.

6. Свичкарева Г.Н., Андрюшина Т.В., Ковалев В.А. Оптимизация структуры и содержания графических дисциплин с позиции модульно-компетентностного подхода // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 1. – С. 77–79.

7. Усанова Е.В. Вопросы проектирования геометро-графической подготовки в контексте технологий параллельного инжиниринга // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф. (г. Пермь, февраль – март 2011 г.). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – С. 113–120.

8. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Состояние и перспективы базовой геометро-графической подготовки инженеров // Международная научно-практическая конференция. – Брест: Изд-во Брест. гос. техн. ун-та, 2013. – С. 32–37.

БАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА НА ОСНОВЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ (СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ). ЧАСТЬ 1

Горнов Александр Олегович,
Захарова Людмила Валентиновна
Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

Усанова Елена Владимировна,
Шацилло Людмила Анатольевна
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Предлагается вариант базовой подготовки (базового курса) геометро-графической подготовки в рамках действующей ООП, основанный на 3D-моделировании. Авторы опираются на основные методические принципы и элементы проектно-деятельностной логики.
Ключевые слова: вариант базового курса ГГП, 3D-модели, роль PC.

BASIC ENGINEERING GEOMETRY-BASED GRAPHIC TRAINING BASED ON 3D MODELING (CONTENT PART). PART 1

Gornov Alexander Olegovich,
Zakharova Lyudmila Valentinovna
National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Usanova Elena Vladimirovna,
Shatsillo Lyudmila Anatoljevna
Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev

A variant of the base (the base rate) geometrical graphic preparation under the current basic educational program based on 3D modeling. The authors rely on the major methodological principles and elements of design-activity logic.
Keywords: variant of the basic course of GGP, 3D models, the role of PC.

Трехмерные электронные модели уже давно не экзотика в практике проектно-конструкторских работ. При этом преподавание в рамках дисциплин ГГП электронных технологий по разным причинам находится еще на переходной стадии. Есть разные мнения, тенденции и практика традиционных подходов в сочетании с различными вариантами применения PC-технологий в рамках ГГП. Есть и методические пособия для обеспечения курса ИГ на базе этих технологий, не считая массивных томов описаний и руководств соответствующего программ-

ного обеспечения. Мы не будем перечислять и цитировать известное. Хотим показать свое видение возможностей построения базового курса ГГП на базе 3D-моделирования.

Основные положения. Мы разбили наше сообщение на две статьи, чтобы можно было легче представить собственно содержание и комментарии к технологической части. Это расширенные тезисы варианта содержания базового курса ГГП на основе 3D-моделирования в рамках традиционной структуры ООП (т.е. не в рамках концепции NL [1], что планируем сделать позже). Основные предлагаемые проектно-деятельностные, методические и содержательные позиции изложены ранее в [2–5]. Прототип курса проходил уже апробацию, и его идеи были поддержаны коллегами [6]. Вариант является как бы его переложением в своей технологической и изобразительной основе от 2D-изображений к 3D-моделированию. На основе 3D возможны и были использованы более естественные методические подходы – от целого к части. 2D-изображения играют здесь свою, но не основную роль. Мы уже писали, что, на наш взгляд, главные тенденции в развитии этой составляющей инженерной подготовки, независимо от технологии синтеза изображений, будут состоять в переносе центра тяжести на геометрическую часть и ее прикладные элементы. В методическом отношении акцент видится в аналитических аспектах. Конечно, предполагается и освоение соответствующего объема знаний и навыков для синтеза изобразительной информации при решении учебных прикладных задач. Ресурсы, связанные с необходимостью усиления подготовки в рамках теоретической и прикладной геометрии (о чем говорят многие коллеги), нам кажется, нужно искать за пределами базовой ГГП, доказывая в каждом конкретном случае необходимость этого в интересах инженерной подготовки в целом.

Может показаться, что мы сильно забегаем вперед. Но, если принять во внимание стремительные темпы информатизации ИП, утверждение новых форм организации учебного процесса, инновации в области техники и технологий и при этом низкие темпы изменения традиционных подходов и методического обновления ГГП в образовательном процессе, то скорее налицо дефицит времени.

Мы стараемся не выдвигать каких-либо общих соображений, не представляя, как их реализовать, не зная их конкретных носителей в виде соответствующих тезисов, фрагментов содержания курса, примеров, учебных задач и практических работ и т.п. При этом не обсуждаем организационные проблемы, хотя, может быть, они здесь достаточно сложные. Заметим только, что в практике технических университетов

высокотехнологичных стран Европы и США подобные изменения произошли давно [7] и «чему учить» и «как учить» в базовой ГГП многие из них определились.

Предлагаемый вариант обусловлен возможностью, сразу базировать подготовку на основе многофункциональных САПР и конкретно проектно-технологического модуля CAD/CAE/CAM-систем. Это обеспечивается совершенством интерфейсов CAD-систем, упрощающих процедуры анализа и синтеза 3D-электронных моделей и их экранных изображений. В этих условиях возрастает в сравнении с процедурными знаниями и навыками роль методически ясной, с позиций проектной логики, постановки задач, понимания обучаемыми целей анализа, а затем и синтеза модифицированных геометрических моделей. Поэтому первичными в содержании такого курса и являются 3D-геометрические модели технических объектов. Классические элементы ГГП, освоенные этими компьютерными средствами, перестают играть прямую инструментальную роль в проектно-конструкторской практике. При этом они не теряют своего значения на стадии формулировки цели, при предварительном, качественном прогнозе результатов преобразования электронной модели и оценке результатов этих преобразований.

Эти элементы и в учебном курсе будут сокращаться, *но при этом должны обобщаться, принимать емкие образные формы*, имея свою нишу. Принципиально, что новые технологические возможности поиска, представления, преобразования и хранения информации после освоения необходимых понятий освобождают обучаемого от необходимости ее запоминания в прежних объемах, а концентрируют задачи обучения на освоении логики, способов и навыков обращения за этой информацией, в основном к электронным носителям, а не к биологическим. За последними, скорее всего, останутся функции высокоинтеллектуального интерфейса между базами данных, процессами преобразования информации, оценки этих преобразований, системного анализа, целеполагания, выбора критериев предпочтения и оценки соответствующего результата, т.е. чисто человеческие функции. При этом у студента, в принципе, может и должна сохраняться в электронном виде вся индивидуальная траектория реализованного фрагмента обучения, адреса обращения к информации, промежуточные результаты и т.д., и т.п., для возможности повторного обращения к этой информации.

Сегодняшняя ситуация с дисциплинами кафедр ИГ такова, что мы не ставим задачу показать, как уложить предлагаемое во все сужающиеся временные рамки. Вопрос ведь может стоять и так, о чем говорим не толь-

ко мы. А именно: если эти рамки не стараться аргументировано раздвигать, показывая «потребителям» (и оргреформаторам ВПО) новые возможности базовой ГГП, то они наверняка и дальше будут сужаться, в конце концов – лавинообразно. И, с другой стороны, если новые образовательные технологии ничего не дают для повышения эффективности процесса обучения (компактности, экономичности, качества, интенсивности), то зачем они нужны? Их новые возможности надо использовать.

Важнее сейчас – как видятся эти возможности ГГП в начале инженерной подготовки, вне зависимости от ее распределения по отдельным курсам. В нашей позиции нет предпочтений какой-либо точке зрения, противопоставления традиционных подходов к ГГП и неизбежных новаций в связи с современным состоянием информационных технологий в инженерной деятельности, и конструкторской в частности. Его и быть не может – продуктивна только их гармония. Излагая позицию относительно основных признаков ГГП в рамках типовой ООП, одновременно привлекаем внимание к концепции NL [1], в рамках которой ГГП структурируется на базе сильного междисциплинарного взаимодействия и, возможно, на не очень далекую перспективу, элементы которой видны при анализе совокупного зарубежного опыта. В целом, как мы считаем, содержание и технологии в ГГП должны вызывать естественный интерес студентов. Надо учитывать, что настоящие поколения студентов с пеленок живут в высокоинформатизированной среде.

Вторая наша статья содержит комментарии и позицию относительно 3D электронной технологии этого курса на базе системы NX 7.5 фирмы Siemens (как пример), рис. 1–3. Содержательные тезисы кратко прокомментированы указанием целей отдельных разделов.

Содержательная часть

1. *Введение.* Общее представление о 3D-электронной модели технического объекта (сборочной единицы) и на ее основе – объектов направления подготовки. Общетехническая классификация технических объектов по сложности и их иллюстрация 3D-моделями. Уникальные объекты данной области техники; объекты разной массовости (распространенности), общетехнические объекты в данной области. Обобщенное видовое распределение объектов в технике.

Представление о специфике геометрии и масштабах технических объектов (ТО) данной области техники; общие закономерности для множеств объектов (ТО) данной области техники; общие закономерности распределения видов ТО в их множестве.

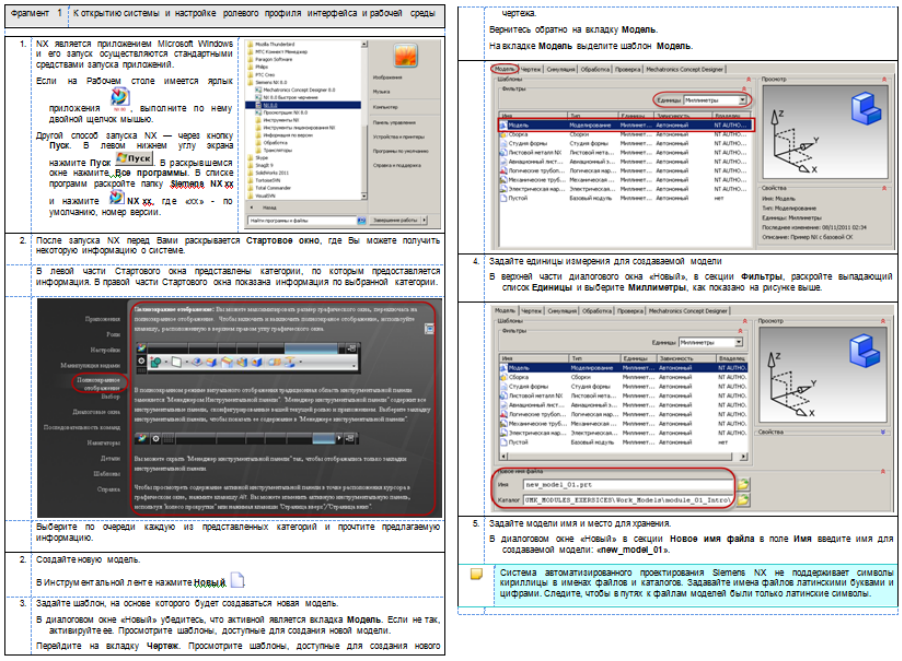


Рис. 1. Фрагмент входа в систему NX 7.5

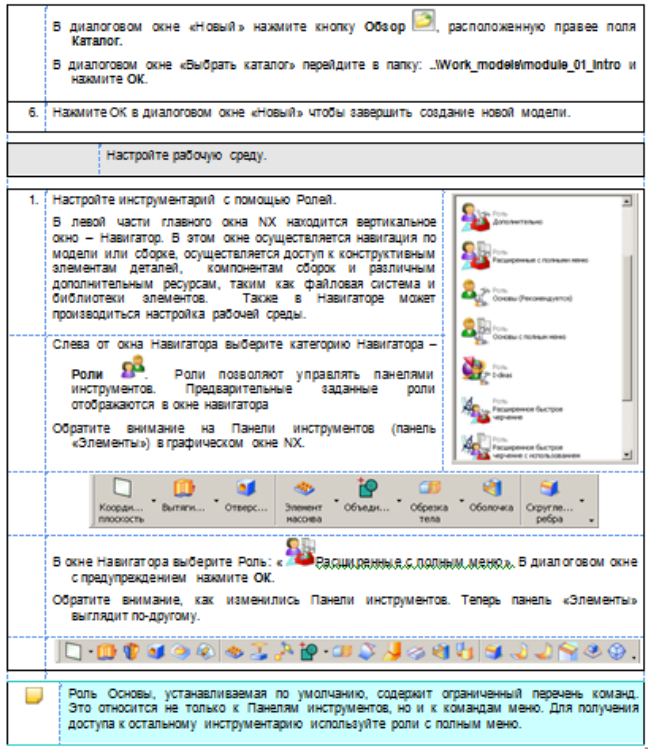


Рис. 2. Фрагмент настройки ролевого профиля интерфейса NX 7.5

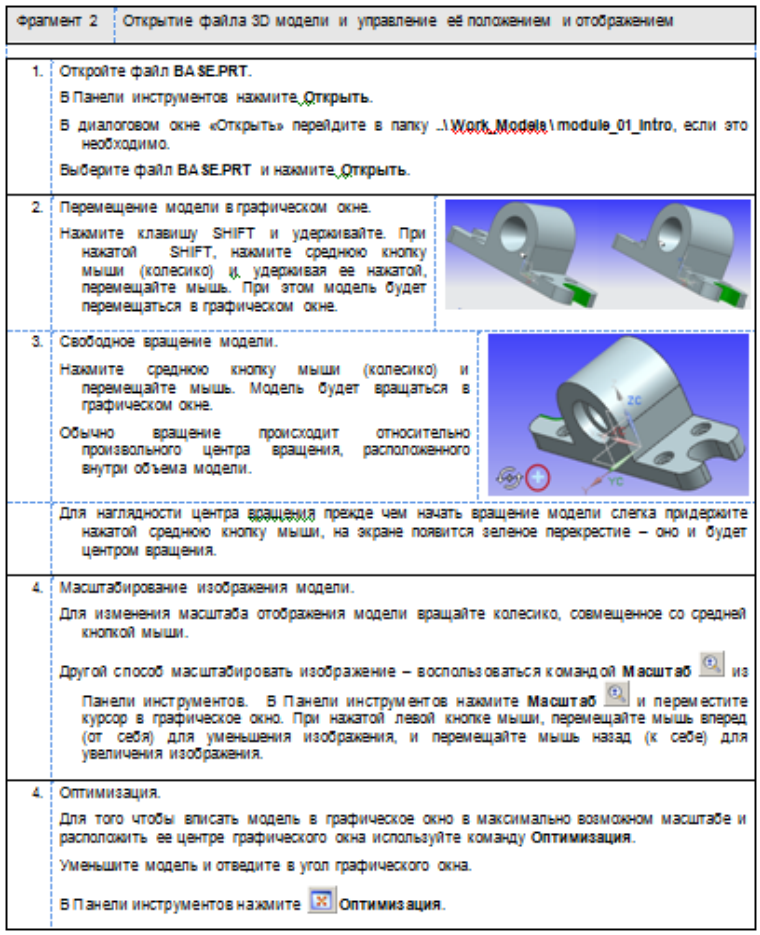


Рис. 3. К открытию файла прототипа 3D-модели
для получения первичных представлений о ней

2. *ТО как сборочная единица функционально и геометрически согласованных форм*. Декомпозиция электронной модели сборочной единицы (СЕ) на составляющие (модели деталей). Спецификация: сборочные узлы, заимствованные детали, вновь разработанные, стандартные детали – как обобщенный групповой состав изделия; материалы; взаимное положение и взаимодействие деталей в изделии. Структурно-схематические представления сборочных единиц, узлов, блоков, устройств.

Обобщенное представление о типовом составе деталей изделия (СЕ), характер их геометрического взаимодействия в изделии, обобщенные представления о схемах ТО.

3. *Геометрическая модель детали как пространственной материальной формы*. Совместные сплошные (твердотельные) поверхност-

ные и каркасные геометрические модели. Базовые и сложные геометрические поверхности, их классификация, линии, точки; их геометрическая аксиоматика и системная связь.

Понятия целей, сущности и видов геометрических моделей детали (и СЕ), базовых поверхностей, их геометрическая аксиоматика и прикладное назначение.

4. *Геометрическое описание деталей.* Параметры формы поверхностей, определители положения поверхностей. Степени свободы деталей и отдельных поверхностей в 3D-пространстве и 2D, 1D, 0D-пространства взаимной координации поверхностей. Геометрические основы параметризации и простановки размеров. Параметризация нетривиальной геометрической формы. Параметрические преобразования. Размеры, геометрические принципы простановки размеров модели.

Базовые представления о координации объектов в пространстве и относительной координации элементов геометрической модели; возможности и ограничения их параметрической модификации; базовые принципы простановки и нанесения размеров в 3D-моделях и системе 2D-изображений.

5. *Композиции геометрических тел и поверхностей.* Взаимное положение тел и поверхностей. Качественные и метрические аспекты. Булевы операции с геометрическими моделями. Плоские сечения гранных поверхностей и поверхностей вращения. Типовые случаи пересечения базовых поверхностей. Обобщенные представления. Взаимное пересечение поверхностей вращения. Теорема Монжа.

Понятие об элементах первичного синтеза сложной формы с помощью комбинации базовых элементов, принципиальные базовые представления о характерных признаках линий пересечения поверхностей.

6. *Прикладные функциональные признаки базовой геометрии деталей.* Первичные функциональные характеристики простых геометрических форм при вариации параметров. Отклонения от канонической формы поверхностей и их взаимного положения. Их указания на моделях и чертежах. Зрительные иллюзии при восприятии геометрических форм.

Первичные представления о конструктивной функциональности простых геометрических форм, влияние метрики и отношения размеров на функциональные характеристики формы; неидеальность реальных геометрических форм и их взаимного положения, количественные характеристки этих отклонений.

7. *Проекционные и ассоциативные графические 2D-модели.* Объектная (пользовательская ОСК (UCS)) система координат. Проекционные трактовки получения изображения мысленных и реальных геометрических моделей на плоскость чертежа или монитора. Основные позиционные свойства параллельных проекций геометрических образов. Метрические характеристики показателей линейного искажения ортогональных базисов ОСК (UCS) при проецировании на плоскости абсолютной системы координат. Матрица показателей искажения. Косоугольные проекции. Положения теоремы Польке. Основные проекционные виды и их совокупности (системы). Обобщенные линейные масштабы изображений. Роль 3D-моделей и 2D-чертежей в современной проектно-конструкторской практике. Методика выполнения линейных каркасных технических рисунков геометрических фрагментов и деталей на основе моделей проекционных процедур.

Освоение основных позиционных и метрических закономерностей построения изображений на плоском носителе на основе проекционных процедур, включая наброски и рисунки.

8. *Анализ геометрии и геометрических аспектов технологии изготовления моделей характерных групп деталей изделий данной области техники и стандартных; их 3D-модели и 2D-чертежи.*

8.1. Комплексный анализ геометрии детали. Обобщенные функции формы деталей и ее составляющих (рабочая, адаптивная, технологическая, интегрирующая); типовая конструктивно-технологическая геометрия деталей (фаски, галтели, проточки, уклоны, буртики, канавки и т.д.); состав изображений; схематические представления сборочных единиц и деталей.

Первичные представления о функциональной нагрузке геометрии технической формы деталей и их вспомогательной геометрии, цели и способы упрощенного представления геометрии деталей и состава сборочных единиц.

8.2. Особенности 3D-моделей и 2D-чертежей (типовой состав изображений, особенности размерной категории, атрибутики) моделей типовых групп деталей изделий.

Зависимость изобразительной композиции модели и чертежа от формы модели, размерной категории и технологии формообразования.

8.2.1. Электронные модели плоских и гнутых деталей-прототипов и синтез модификаций (изображения, размерная категория, предельные отклонения заданной геометрии и размеров, атрибутика).

8.2.2. Электронные модели изделий типа тел вращения. Сечения как изобразительная категория.

8.2.3. Электронные модели литых изделий, дополнительные и местные виды как изобразительные категории.

8.2.4. Анализ и синтез композиций деталей с внутренними поверхностями, корпусных с внутренним строением; разрезы как изобразительная категория.

Знакомство с прототипами реальных деталей характерной формы и базовой технологии и их электронными моделями, представление о множестве целей и вариантов модификации первичной формы детали, синтез модифицированных форм деталей.

9. Способы соединения деталей в сборочной единице, их 3D-модели и 2D-изображения.

Анализ на основе прототипов функциональных и геометрических сопряжений деталей в СЕ, условности изображения специфических элементов, многообразие способов геометрического обеспечения функциональных сопряжений деталей и узлов сборочных единиц.

10. Синтез модели сборочной единицы на основе моделей деталей и упрощенной конструктивной схемы или схемы деления сборочной единицы, спецификация.

Представления о методике синтеза сборочной единицы и составе конструкторской документации.

Оценивая необходимые ресурсы времени на реализацию, надо иметь в виду, что ряд элементов может быть представлен только на уровне систематического анализа, другие – на уровне пропедевтики, с учетом поддержки их на междисциплинарной основе.

Индивидуальные задания (некоторые варианты):

1. Выполнение геометрического и обобщенного функционального анализа компьютерных электронных моделей деталей, выделенных из моделей сборочных единиц.

2. Выполнение параметризации моделей деталей в системе 3D- и 2D-изображений, простановка размеров на геометрической основе.

3. Выполнение от руки эскизов проекций базовых поверхностей и их композиций, эскизов простых деталей.

4. Выполнение эскизов (аксонометрии, системы изображений) деталей с натуры, по словесному описанию. Модернизация формы прототипа с заданной целью.

5. Модернизация электронных моделей деталей-прототипов на основе их эскизных представлений.

6. Синтез 3D-модели сборочной единицы на основе ее структуры, моделей модифицированных деталей и баз данных моделей стандартных и типовых деталей.

7. Выполнение 2D- и 3D-схемы сборочной единицы и установки.

Список литературы

1. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Основные положения концепции естественной структуры инженерной подготовки (Natural occurring Leaning – NL) // Образование и саморазвитие. – 2013. – № 4 (38). – С. 30–36.

2. Горнов А.О. Модернизированный курс теории построения чертежа [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/69/ (дата обращения: 10.02.2014).

3. Горнов А.О., Захарова Л.В., Губарев А.Ю. Практическая часть модифицированного курса теории построения чертежа [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки: материалы III науч.-практ. интернет-конф. (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/71/ (дата обращения: 12.02.2013).

4. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Состояние и перспективы базовой геометро-графической подготовки инженеров // Междунар. науч.-практ. конф. – Брест: Изд-во Брест. гос. техн. ун-та, 2013. – С. 32–37.

5. Горнов А.О., Кауркин В.Н. Новые информационные технологии и междисциплинарные связи / ИНФОРИНО 2012: тр. междунар. науч.-метод. конф. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 27–28.

6. Тихонов-Бугров Д.Е. О некоторых проблемах графической подготовки в технических вузах (взгляд из Санкт-Петербурга). – (Статья в сборнике).

7. Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А. Инженерная подготовка в технических университетах Европы и США (сопоставление с естественной фрактальной структурой подготовки). – (Статья в сборнике).

БАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА НА ОСНОВЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ (К ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОГРАММЫ). ЧАСТЬ 2

Горнов Александр Олегович

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

Усанова Елена Владимировна,
Шацилло Людмила Анатольевна

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Предлагается вариант практического курса базовой геометро-графической подготовки в рамках действующей основной образовательной программы, основанный на 3D-моделировании. Авторы опираются на основные методические принципы и элементы проектно-деятельностной логики.

Ключевые слова: вариант практического базового курса геометро-графической подготовки, 3D-моделирование, оформление чертежа.

BASE ENGINEERING GEOMETRY-GRAPHIC PREPARATION BASED ON 3D MODELING (TO INSTRUMENTALLY-TECHNOLOGICAL PART OF THE PROGRAM). PART 2

Gornov Alexander Olegovich

National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Usanova Elena Vladimirovna,
Shatsillo Lyudmila Anatoljevna

Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev

A variant of the practical course the basic geometrical graphic preparation under the current basic educational program based on 3D modeling. The authors rely on the major methodological principles and elements of design-activity logic.

Keywords: practical variant of the basic course of GGP, 3D modeling, design drawing.

Проникновение информационных технологий во все сферы жизни современного человека достигло такого уровня, что к моменту поступления в вуз абитуриенты, как правило, владеют целым рядом «общепотребительских» программных продуктов и у них практически отсутствует психологический барьер перед освоением нового ПО. В связи с этим основной задачей обучения на базе компьютерных технологий становится

разработка адекватных этим ПО содержательных фрагментов, ориентированных на мотивацию обучаемых в решении задач геометро-графическая подготовка (ГГП), близких или адаптированных к направлению их будущей профессиональной деятельности. При этом обучаемые должны погружаться в специфику данного специального ПО (для инженерной графики CAD/CAE/CAM-системы). Решение учебных задач на основе моделей их будущей предметной области должно вызывать у обучающихся больше желания самостоятельно углубляться, по мере необходимости, в нюансы соответствующего ПО, чем при работе с «безликим» материалом. Если и не поточно, но такие курсы могут апробироваться, например, с группами продвинутых студентов (индивидуально или в группе, с привлечением возможностей образовательных платформ вузов), одновременно с формированием самого курса. Можно указать, например, уважаемого В.А. Токарева и его коллег, которых не смущает работа с такими студентами на базе сложного программного обеспечения.

Как известно, осознанно и прочно осваивается, а также активно используется информация и связанные с ней навыки, востребованные по потребности, а не как «запас на будущее». При технологической реализации данного варианта курса ведущей логикой должна быть логика собственно содержания [1], а не абстрагированное освоение ПО как такового.

Ситуация с информатизацией образования такова, что разработанные электронные образовательные ресурсы одновременно могут обеспечивать не только очный учебный процесс, но и различные формы дистанционного образования. При этом, как нам представляется, эти возможности определяют и необходимость, и неизбежность перехода к индивидуальным формам учебного процесса. Электронные ресурсы, для чего бы они ни были разработаны, дают возможность реализации различного распределения процесса обучения – по времени и месту. Кроме традиционного разделения его на лекционную, семинарско-практическую и лабораторную формы есть возможность приблизиться к более камерным (персональным) формам, когда преподаватель и обучаемый наедине и лекционная и семинарская формы как бы интегрируются и применяются по обстоятельствам. Обучаемый большую часть времени общается с «персональным преподавателем» – компьютером. Информационным ресурсом становится не учебник – даже электронный, а междисциплинарная среда знаний и средства навигации в ней. Но оптималь-

ным все же является сочетание и визуально-вербальных средств, и электронных. Информация, передаваемая непосредственно от человека к человеку, воспринимается как опосредованная и более надежная (как уже понятая и проверенная на практике). К тому же передается она и за счет чувственно-эмоциональных средств.

Ниже приводятся дополнительные иллюстрации реализации содержания, представленного в [1] базового курса ГГП. По форме эти иллюстрации двойного назначения. При индивидуальной и самостоятельной работе можно использовать текстовые комментарии, при работе с преподавателем – опираться на вербальные. Основная цель иллюстраций – показать возможность использования пакетов высокого уровня в рамках базовой подготовки и реализовать учебный сценарий по схеме анализ – синтез [2]. Последнее, как видно из первой статьи предлагаемогого курса [1], предполагает извлечение традиционных геометрических операндов дисциплины (элементов) (тел, поверхностей обучаемого, кривых и их комбинаций) из электронных 3D-моделей неких утилитарно-функциональных объектов, близких специальности обучаемого.

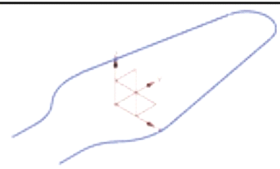
С учетом психолого-педагогических, содержательно-методических, дизайн-эргономических, технико-технологических положений педагогического дизайна, используемых авторами в базовой ГГП при предъявлении обучающего материала [3, 4, 5] в рамках технологии графического представления информации, краткий комментарий к иллюстрациям располагается слева, а сами иллюстрации – справа от текста (рис. 1–4 и 1–3 [1]). По каждому учебному элементу дается 5–20 заданий для тренинга. Эта технология опробована и дала хорошие результаты в фирмах аэрокосмического комплекса, а в настоящее время используется одним из наших сотрудников при обучении на предприятиях соседнего государства. Предусмотрена возможность работы с ними и в режиме удаленного доступа.

Статья не позволяет, конечно, проиллюстрировать компьютерную реализацию в полном объеме (коллеги представляют объем необходимого труда, да и не одного автора), поэтому мы ограничимся несколькими показательными фрагментами в рамках базовой ГГП. В технических университетах за рубежом, готовящих специалистов для наукоемких производств, как правило, используются CAD-системы высокого уровня. Да это и удобно: они имеют возможность работы с моделями, импортированными из других систем, даже более низкого уровня.

Фрагмент 3	К редактированию эскиза

Откройте набросок, выполненный от руки без использования каких либо привязок и импортированный в NX.

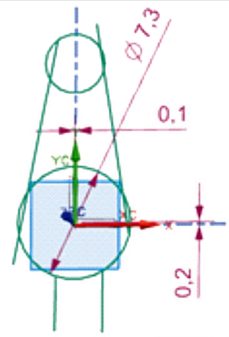
С помощью наложения ограничений приведите его к конечному виду.



1. Осмотрите эскиз.

2. В Навигаторе модели выполните двойной щелчок мышью по строке эскиза «**Эскиз_1**», чтобы вызвать его на редактирование.

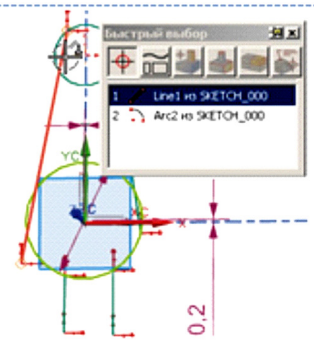
   - В графическом окне нажмите правую кнопку мыши и выберите в контекстном радиальном меню: **Оптимизация** .



3. Сделайте левую наклонную линию касательной к верхней окружности.

   - В панели инструментов Эскиза нажмите иконку **Ограничения** .

   - В графическом окне выделите левую наклонную линию ближе к ее верхней части.
   - При необходимости подтвердите выбор линии в диалоговом окне «Быстрый выбор».



   - В графическом окне выделите верхнюю окружность в ее левой части.
   - При необходимости подтвердите выбор дуги в диалоговом окне «Быстрый выбор».
   - В диалоговом окне «Ограничения» нажмите **Касательно** .

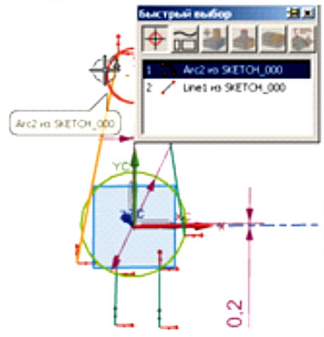
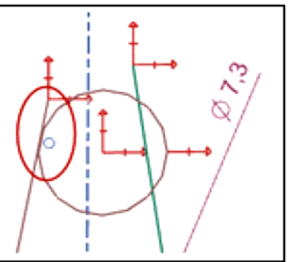
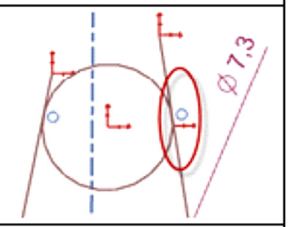


Рис. 1. К редактированию эскиза 1

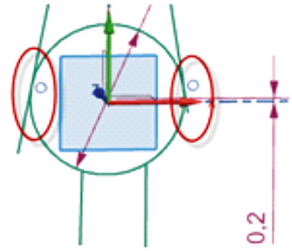
- Обратите внимание, теперь линия стала касательной к окружности.
- Нажмите среднюю кнопку мыши (колесико), чтобы завершить ткущую операцию.



4. Действуя аналогичным образом, сделайте касательной к верхней окружности правую наклонную линию.



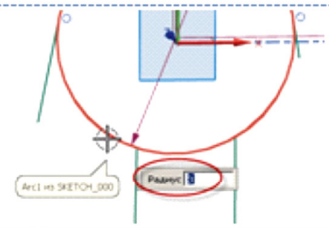
5. Сделайте обе наклонные линии касательными в нижней окружности.



6. Постройте скругление между левой вертикальной линий и нижней окружностью.

- В панели инструментов Эскиза нажмите иконку **Скругление** .

- В динамическое поле радиуса скругления введите: «**3**».
- Выберите нижнюю окружность в ее нижней части левее вертикальной линии.



- Выберите левую вертикальную линию в ее верхней части так, чтобы дуга скругления располагалась слева от линии, как показано на рисунке.
- Обратите внимание, на панели инструментов «Скругление» переключатель Метод скругления установлен в положение **Обрезка** . Поэтому вертикальная линия обрезана в точке начала скругления.
- Нажмите среднюю кнопку мыши (колесико) чтобы завершить создание скругления.

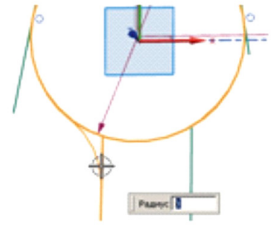


Рис. 2. К редактированию эскиза 2

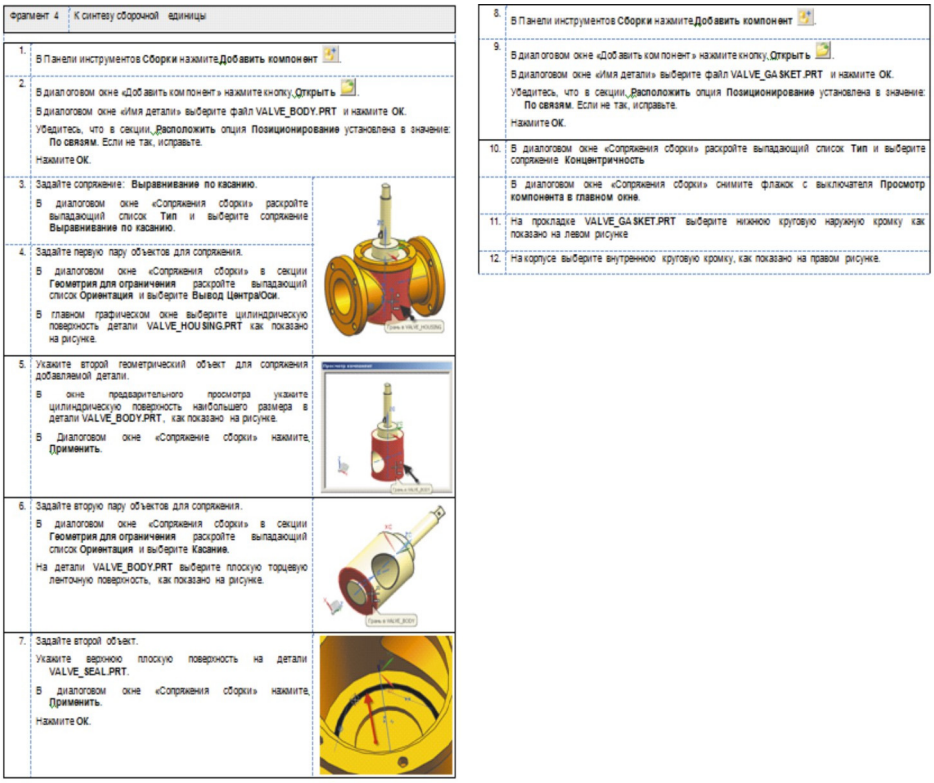


Рис. 3. К формированию сборочной единицы

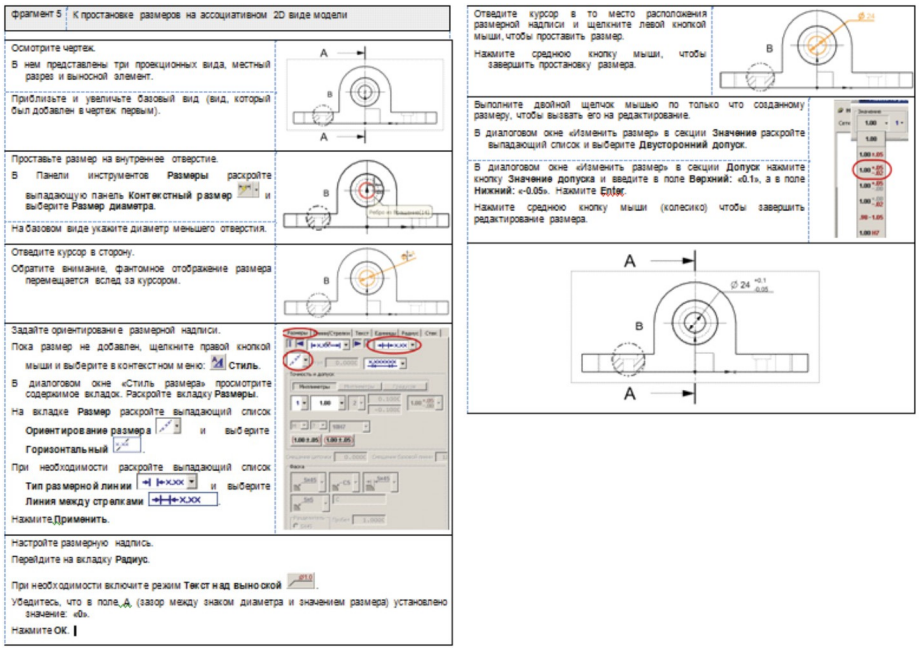


Рис. 4. К простановке размеров на ассоциативных чертежах

Список литературы

1. Базовая инженерная геометро-графическая подготовка на основе 3D-моделирования (содержательная часть) / А.О. Горнов, Л.В. Захарова, Е.В. Усанова, Л.А. Шацилло. – (Статья в сборнике).

2. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Основные положения концепции естественной структуры инженерной подготовки (Natural occurring Leaning – NL) // Образование и саморазвитие. – 2013. – № 4 (38). – С. 30–36.

3. Усанова Е.В. Комплексное применение медиа-технологий и CAD-систем в геометро-графической подготовке студентов // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 1. – С. 63–67. doi:10.12737/479

4. Усанова Е.В. Психолого-педагогические аспекты геометро-графической подготовки в техническом вузе с использованием медиа-технологий и CAD-систем // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 1. – С. 59–62. doi:10.12737/478

5. Усанова Е.В., Хамзин А.С. Электронное сопровождение практических занятий по 3D-моделированию в среде Blackboard // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Брест, 21–22 марта 2013 г.). – Брест: Изд-во Брест. гос. техн. ун-та, 2013. – С. 93–96.

ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ ЕВРОПЫ И США (СОПОСТАВЛЕНИЕ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ ПОДГОТОВКИ)

Горнов Александр Олегович

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

Усанова Елена Владимировна,
Шацилло Людмила Анатольевна

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Описаны основные структурные и содержательные признаки инженерной подготовки в технических университетах Европы и США. Показано, что несмотря на несистематический характер регулярных трансформаций, обнаруживаются признаки, совпадающие с концепцией естественного структурирования инженерной подготовки.

Ключевые слова: естественная структура инженерной подготовки.

ENGINEERING TRAINING AT THE TECHNICAL UNIVERSITIES IN EUROPE AND USA (COMPARISON WITH THE NATURAL FRACTAL STRUCTURE PREPARATION)

Gornov Alexander Olegovich

National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

Usanova Elena Vladimirovna,
Shatsillo Lyudmila Anatoljevna

Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev

The basic structural and content attributes of engineering training in technical universities in Europe and the United States. It is shown that, despite not being a regular systematic transformations, show signs that coincide with the concept of natural structuring engineering training

Keywords: natural structure of engineering training.

Изложенная в [1, 2] идея фрактального структурирования инженерной подготовки (ИП) на основе концепции естественной структуры (Natural occurring Leaning – NL) может показаться искусственной конструкцией, хотя построена она на основе структурного представления естественной преобразующе-познавательной функции человеческой деятельности. В некоторых сравнительных оценках в [1, 2] имелась в виду

в основном отечественная структура построения инженерной подготовки. Представляет интерес рассмотрение, хотя бы краткое, и зарубежных тенденций в контексте основных признаков NL.

Разработка современных образовательных программ инженерной подготовки, отвечающих потребностям индустриально развитых стран Европы и США в условиях прогрессирующей технологизации обучения и повышения качества учебных программ, идет, как правило, в рамках общепринятого сегодня и в России деятельностно-компетентностного подхода, представляемого разнообразными по содержанию и глубине реализациями [2–4].

В большинстве стран с англосаксонской системой образования (двух- и трехуровневой) в рамках Вашингтонского соглашения (Washington Accord) требования, предъявляемые к выпускникам, обучающимся по инженерным образовательным программам, предполагают овладение знаниями в рамках инженерных наук, включающими: основы инженерного анализа, методы проектирования и решения комплексных инженерных задач, проведение прикладных научных исследований, проектный менеджмент и финансы и т.д. Все эти знания являются инвариантной базой для деятельности в области техники (см. уровневую организацию NL в [1, 2]).

Концептуальная инициатива CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate), предпринятая мировым лидером в области инженерной подготовки – Массачусетским технологическим институтом – с участием ученых, представителей промышленности, инженеров и студентов еще в конце 1990-х гг., предполагает, что подготовленные для создания новых систем и технических объектов выпускники университетов в рамках инженерных программ подготовки должны быть в состоянии «понимать – проектировать – реализовывать – эксплуатировать» современные комплексные инженерные системы, действовать в этих процессах на командной основе [5]. Эта инициатива массачусетского вуза является концепцией практико-ориентированной ИП.

Вместе с тем признано, что в современной мировой педагогической науке (как Европы, так и Америки) относительно высшего технического образования до сих пор нет общепринятой и целостной теории проектирования и реализации систем обучения (еще раз см., например, [4]). И в российской педагогике нет единой точки зрения (есть только ФГОС), о чем свидетельствуют непрекращающиеся поиски в этом направлении. Несмотря на то что исходные базовые и объективные позиции в области высшего технического образования в современном миро-

вом образовательном пространстве, и российском в частности, в принципе, одинаковы, до сих пор существуют значительные различия в дисциплинарной структуре и организации процесса обучения в разных странах. Отметим отдельные признаки существующих систем инженерной подготовки, близкие по сути к составляющим концепции NL с ее фрактальной структурой.

Например, начало инженерной подготовки в вузах США предполагает практическое знакомство с процессами в изучаемой области на предприятиях отрасли и во вводных курсах типа: «Междисциплинарное проектирование и производство» (Interdisciplinary Design and Manufacturing) и «Обучение, успех, и командная работа» (Learning, Success, and Teamwork) [6]. Эти вводные практико-ориентированные курсы знакомят студентов с основными принципами проектирования, конструкционными материалами, их структурой и свойствами, а также методами их обработки. Лабораторные работы дают практический опыт работы со многими процессами и знакомят с техническим проектированием и производством. На первом курсе первой квалификационной ступени изучаются как раз предметы, обеспечивающие «комплекс ощущений» от общения с областью техники и технологий (как и подчеркнуто при формулировании NL [2]).

В отличие от отечественного высшего технического образования, характеризующегося многодисциплинарностью, многие учебные курсы в вузах США и Европы интегрированы (примером может служить «Мехатроника», которая уже введена в некоторых вузах России), носят прикладной характер и изучаются комплексно. Значительный объем обучающего материала осваивается в лабораториях и научно-образовательных центрах. Научные изыскания в США и Европе сосредоточены в большей степени в университетах – они имеют современную научно-исследовательскую базу. Студенты обучаются на современной технике и с применением передовых технологий.

Последовательность освоения дисциплин по учебному плану направлена на развитие основных навыков комплексной инженерной деятельности на уровне бакалавра, как основной квалификационной степени, дающей право на практическую деятельность. Магистерская степень в странах – участницах Вашингтонского соглашения не считается принципиально важной в практической инженерной деятельности и рассматривается как свидетельство специализации и более высокой квалификации [5].

Что касается геометро-графической подготовки, она, как правило, не осуществляется отдельной кафедрой. Начинается она с базового курса инженерных графических коммуникаций, включающего модули: эскизирование, технический рисунок, каркасное и твердотельного моделирование. Кроме того, курс включает модули разработки и интерпретации (чтение) чертежей и спецификаций для реализации продукции, CAD-системы, офис- и веб-программное обеспечение, которое может быть использовано в студенческих презентациях и аналитических работах [6, MECH-100]. Следующий курс CAD-проектирования является продолжением базового и осваивается после модуля сопротивления материалов [6, MECH-212] с использованием CAE-систем. Далее сквозная геометро-графическая подготовка осуществляется при изучении профессиональных дисциплин в области техники и технологии в интегрированном проектно-технологическом комплексе CAD/CAE/CAM.

Образовательные программы, обучающие технологии, содержание учебных занятий и т.п., выступающие в качестве объектов педагогического проектирования, в США являются основной сферой научно-практической деятельности преподавателей. Для гарантированного достижения планируемых результатов обучения *постоянно выполняется анализ, проектирование и конструирование этих объектов дидактики и ищутся пути их эффективного применения в учебном процессе.* Высокий уровень результативности и гарантированное качество обучения обеспечивается взаимодополняющими базовыми концепциями гарантированного качества обучения: дидактической инженерии (педагогическое проектирование), бенчмаркинга (маркетинговые исследования, анализ и оценка наиболее эффективных технологий обучения для применения наилучшего педагогического опыта), коучинга (технология психолого-педагогической поддержки учебной деятельности, ориентированная на поддержку высокой мотивации обучаемого) и т.д.

В большинстве стран Европы, таких как Германия, Франция, Италия, Бельгия, Голландия, Дания, Швеция, в рамках Болонского процесса к 2010 г. введены ступени квалификации, сопоставимые со степенями «бакалавр» (Bachelor) и «магистр» (Master), несмотря на то, что в этих странах, как и в России, есть свои особенности и неплохие традиции собственной организации высшего образования. В последние несколько лет советы по аккредитации программ в области техники и технологий: ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, США), Engineering Council UK (Великобритания), JABEE (Япония), ASIIN

(Германия) и др. – в критериях, используемых при оценке программ инженерной поготовки, выдвигают наряду с профессиональными знаниями и навыками требования к результатам обучения, связанные с общей осведомленностью выпускников в глобальных вопросах (политических, социальных, экономических и др.) [5]. Это свидетельствует о том, что помимо глубоких технических знаний, относящихся к профессиональной деятельности выпускника технического вуза, проявляющейся во всех ее типах и формах, в эпоху экономики инноваций возрастает актуальность социального и деятельностного контекста инженерной подготовки уже на уровне квалификации бакалавра – целостность и комплексность (системность) образования становятся неотъемлемым требованием. (NL в своей основе это и декларирует.) Упомянутые выше социально-экономические аспекты подготовки в NL сосредоточены в фазах системного анализа (СА) и целеполагания (Ц) [2].

На сайтах университетов в форме схем или таблиц размещается информация об образовательных программах по направлениям подготовки. В графическом представлении информация воспринимается симультанно, и сразу ясно, какие дисциплины должны предшествовать изучаемой, какие возможны после нее. Более подробная информация о дисциплинах представляется в текстовых описаниях [6], где есть и данные о предшествующих курсах (входные параметры для изучаемой дисциплины), и дескрипторы изучаемой дисциплины (у нас – дидактические единицы в ГОС-2). Весь обучающий материал представляется в виде модулей, имеющих буквенно-цифровое обозначение (код) в соответствии с принадлежностью к определенной области деятельности и году изучения. Спецмодули математики, например, изучаются по мере их востребованности при изучении общетехнических дисциплин и дисциплин, относящихся к определенному виду деятельности (см. NL). При автоматизированном формировании общего и индивидуальных учебных планов (с персональными траекториями) эти модули ставятся в соответствующее по срокам и востребованности место в обучающей программе университета. При таком информационном сопровождении в организации учебного процесса студенты заранее знакомы со стратегией их подготовки. (Четкая структура NL изначально хорошо приспособлена к такому же кодированию, и более того, к алгоритмизации составления учебных планов.)

Качество обучения в университетах кроме дидактической инженерии, педагогического мастерства преподавателей, коуча и пр. обеспечи-

вается за счет отраслевого бенчмаркинга (изучение опыта других с целью повышения конкурентоспособности), изучения с целью дальнейшего использования ресурсов бенчмаркинговых сетевых сообществ, использование бенчмаркинга в исследованиях образовательных инноваций. К примеру, Университет Кеттеринг взаимодействует с университетами Германии в Эсслингене, Констанце, Ульме, Висбадене. Эти университеты проектируют общую структуру учебных планов и в соответствии доминирующими направлениями развития региональных производств могут предоставить более глубокое обучение по своим направлениям, тем более что современные информационные технологии позволяют организовать такое обучение.

Несмотря на отмеченные новации в организации инженерной подготовки, в мировом сообществе продолжается активный поиск эффективных технологий обучения и разработка новых педагогических концепций, гарантирующих высокий образовательный результат в рамках Болонского процесса [7, 8]. Но надо отметить, что поиск образовательных концепций идет скорее эмпирически, чем на основе предварительно сформулированной системообразующей идеи (типа NL). Идет эмпирически и динамично, так как структурные и программные аспекты ИП испытывают сильное влияние работодателей. Кроме того, это результат постепенного проникновения в практику инженерной подготовки многих продуктивных образовательных идей прошлых десятилетий, а также интернационального влияния.

Появление и наличие ряда совпадающих признаков в системах высшего технического образования Европы и США с признаками концепции NL все же *не связано с реализацией структурно целостной концепции инженерной подготовки. Это результат постепенного разрешения противоречий между существовавшей системой подготовки инженеров и объективными требованиями современного инновационного развития экономически развитых стран мира*. Именно поэтому здесь приведен этот краткий сравнительный анализ без цели изначальной ориентации на опыт технических вузов Европы и США. В частности, и NL-концепция не косвенно, а непосредственно являлась составляющей основания для разработки ряда образовательных программ в России, в частности, например, в работе [9].

Список литературы

1. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Геометро-графическая составляющая естественной фрактальной структуры инженерной. – (Статья в сборнике).

2. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Основные положения концепции естественной структуры инженерной подготовки (Natural occurring Leaning – NL) // Образование и саморазвитие. – 2013. – № 4 (38). – С. 30–36.

3. Усанова Е.В. Направления модернизации компетентностно-ориентированной базовой графической подготовки в техническом вузе в условиях комплексной информатизации производства на базе методологии PLM-технологий // Казанский педагогический журнал. – 2010. – № 3. – С. 23–32.

4. Фридман Г. Вопросы глобализации образования: основные проблемы и пути их решения [Электронный ресурс]. – URL: http://www.verticalportals.ru/Default.aspx? tabid = 418 (дата обращения: 31.01.2014).

5. Формирование компетенций студентов технических профилей с учетом международных стандартов / П.Ф. Кубрушко, А.М. Любителев, Л.И. Назарова, Е.С. Кулюкина / Моск. гос. агроинженер. ун-т им. В.П. Горячкина. – М., 2011. – 54 с.

6. Kettering University 2009–2011. Undergraduate Programs [Электронный ресурс]. – www.kettering.edu (дата обращения: 20.12.2013).

7. Байденко В.И. Болонский процесс: Результаты обучения и компетентностный подход / под науч. ред. В.И. Байденко / Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов. – М., 2009. – 536 с.

8. Настройка образовательных структур в Европе. Вклад университетов в Болонский процесс [Электронный ресурс]. – URL: http: //www.hse.ru/data/2010/12/17/1208295030/Introduction_Tuning %20Educational % 20Structures.pdf (дата обращения: 20.12.2013).

9. Меховников В.Ю. Моделирование профессиональной подготовки курсантов в военном вузе: дис. … канд. пед. наук: 13.00.08. – Нижний Новгород, 2007. – 189 с.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Грошева Татьяна Владэлиновна,
Кочурова Людмила Владимировна,
Турицына Ирина Александровна
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассматриваются вопросы использования дистанционных технологий для организации самостоятельной работы студентов.
Ключевые слова: дистанционное обучение, самостоятельная работа, инженерная графика, электронный образовательный ресурс.

REMOTE EDUCATION AS A METHOD TO ORGANIZE SELF WORKING

Grosheva Tatyana Vladelinovna,
Kochurova Lyudmila Vladimirovna,
Turitsyna Irina Aleksandrovna
Perm National Research Polytechnic University

Questions of usage of remote techniques for organization of students' self working are being reviewed.
Keywords: remote education, self study, engineering graphics, electronic educational resource.

Современная концепция высшего профессионального образования и различные изменения, происходящие во всех сферах общества, ставят проблему поиска и использования эффективных технологий подготовки будущих специалистов. В ПНИПУ наряду с традиционными формами обучения (дневная и заочная) была внедрена в учебный процесс дистанционная форма обучения, в основе которой заложены современные информационные технологии, удовлетворяющие основным требованиям новой образовательной парадигмы общества. Для организации учебного процесса в качестве компьютерной образовательной площадки использовалась модульная объектно-ориентированнная дистанционная система МООДУС.

С учетом функциональных возможностей предложенной электронной оболочки преподавателями кафедры дизайна, графики и начертательной геометрии была разработана программная концепция обслуживания

новых сетевых технологий по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» для ряда специальностей с учетом их профессиональной направленности. Для этой цели было разработано и внедрено учебно-методическое обеспечение (электронные образовательные ресурсы, включающие помимо теоретического и методического материала систему тестов, задачники и справочники). Главным в разработке курса была его модульность, поэтому содержательная часть обучающей программы четко структурирована (рис. 1).

Рис. 1. Учебно-методическое обеспечение

В настоящее время в ПНИПУ на базе факультета дистанционных образовательных технологий создан Центр дистанционных образовательных технологий и планируется перейти от поточно-групповой системы (по направлениям и специальностям) к предметной (дисциплинарной) организации дистанционного обучения, где главной фигурой становится преподаватель, формирующий электронный образовательный ресурс. Появилась возможность использовать созданную электронную оболочку МООДУС для поддержки процесса подготовки студентов очной формы обучения и повышения эффективности работы студентов заочного отделения.

В соответствии с новыми образовательными стандартами время, отведенное для аудиторного изучения графических дисциплин в техническом вузе, сокращается. Не менее 50 % часов из общей трудоемкости дисциплины предусматривается на самостоятельную работу студентов,

но требования к графической подготовке специалистов технического профиля остаются высокими, поэтому возникает проблема рациональной организации самостоятельной работы студентов как одной из составляющих образовательного процесса.

Основная задача высшего образования заключается в формировании гармонично развитой личности, способной к самореализации и самоопределению [1]. Только правильная организация учебного процесса и систематическая работа студентов поможет получить глубокие знания, умения и навыки, позволяющие в рамках существующего учебного процесса индивидуализировать траекторию обучения. Эффективным путем решения данной проблемы является поддержка учебного процесса технологиями дистанционного образования. Это обусловлено целым комплексом причин. Среди них в первую очередь можно назвать следующие: разный исходный уровень готовности студентов к восприятию учебного материала, различное ценностное отношение к дисциплине, стремление к самостоятельному проектированию своей индивидуальной образовательной траектории.

В настоящее время студентам направления «Строительство» и «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» дневного отделения было предложено использовать электронную оболочку МООДУС для самостоятельной работы. Системным администратором центра дистанционных образовательных технологий предоставлен доступ студентам всех групп, с которыми работает преподаватель, к сформированному электронному контенту. Это дает возможность воспользоваться представленными информационными ресурсами и пройти тестирование по различным разделам начертательной геометрии и инженерной графики.

Студенты направления «Строительство» в рамках программы по дисциплине «Инженерная графика» выполняют задание «Чертеж гражданского здания». Студентам, желающим повысить свой уровень, предлагается самостоятельно, используя методическое обеспечение, представленное на ресурсе, выполнить графические задания по проектированию металлических и железобетонных строительных конструкций. Выполнение таких заданий позволит обучающимся не только овладеть навыками чтения и выполнения строительных чертежей в соответствии с государственными стандартами систем ЕСКД и СПДС, но и будет способствовать формированию профессиональных компетенций. Студентам автодорожного факультета профилей «Мосты и транспортные

тоннели», «Автомобильные дороги и аэродромы» кроме выполнения в обязательном порядке задания «Проекции с числовыми отметками» для самостоятельного изучения предлагается тема «Перспективные проекции» (согласно нормативным требованиям одним из элементов проектирования транспортных сооружений для оценки зрительной ясности дороги является построение перспективных изображений[*]). Перспективные проекции позволяют не только создать представление о проектируемой дороге или сооружении, но и определять условия эксплуатации с точки зрения организации движения и безопасности.

Для студентов специальностей в области механики представлены в ресурсе дополнительные задания по изображениям оригинальных деталей и типовых элементов конструкций машин с учетом практики и опыта конструирования изделий машиностроения.

В качестве активации самостоятельной познавательной деятельности студентов мы рассматриваем также проектную деятельность. Работа в команде по 2–3 человека вовлекает студентов в творческий процесс получения и переработки знаний и способствует развитию таких качеств личности, как ответственность, самостоятельность, умение работать в коллективе. Выполненную работу студенты могут представить в виде доклада или презентации с последующей защитой перед аудиторией, при этом они приобретают навыки представлять результаты своей деятельности, выстраивать свою речь, отвечать на вопросы, а слушатели получают дополнительную информацию. Метод проектов является актуальным в процессе геометро-графической подготовки и позволяет повысить профессиональный уровень будущих выпускников.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО будущие специалисты должны знать методы и средства компьютерной графики, геометрического моделирования технических объектов, автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской документации[**], поэтому при выполнении заданий рекомендуется использовать различные графические пакеты, такие как AutoCAD, «Компас».

Очень важным этапом образования является контроль знаний студентов преподавателем. Для этого используются разработанные контрольные вопросы, опросы и тесты по всем изучаемым темам (рис. 2).

---

[*] Свод правил СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*. – М., 2012.

[**] Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 270800 Строительство (квалификация (степень) «бакалавр») (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 18 янв. 2010 г. № 54).

Проверочное тестирование содержит набор вопросов по пройденным темам и предназначено для самооценки студентом полученных знаний. Количество попыток, сроки тестирования и максимальное количество набираемых баллов в тесте устанавливаются преподавателем. Электронная оболочка МООДУС позволяет оценить знания студентов по результатам теста и опроса в электронном журнале контроля [2]. Но при этом имеет большее значение самотестирование, позволяющее оценить уровень приобретенных знаний, успешность самостоятельной работы.

В дальнейшем планируется используемый в настоящее время электронный ресурс корректировать введением лабораторного практикума в программах «Компас» и AutoCAD, новых заданий и презентаций. Разработанный лабораторный практикум, предназначенный для освоения трехмерного геометрического моделирования, включает темы по созданию 3D-моделей и ассоциативных чертежей поверхностей и их комбинаций, параметрических твердотельных моделей типовых технических деталей и сборочных единиц (рис. 3, 4). Для направления «Строительство» в перспективе предполагается вставить в электронный ресурс лабораторные работы по созданию чертежа плана здания и строительных конструкций.

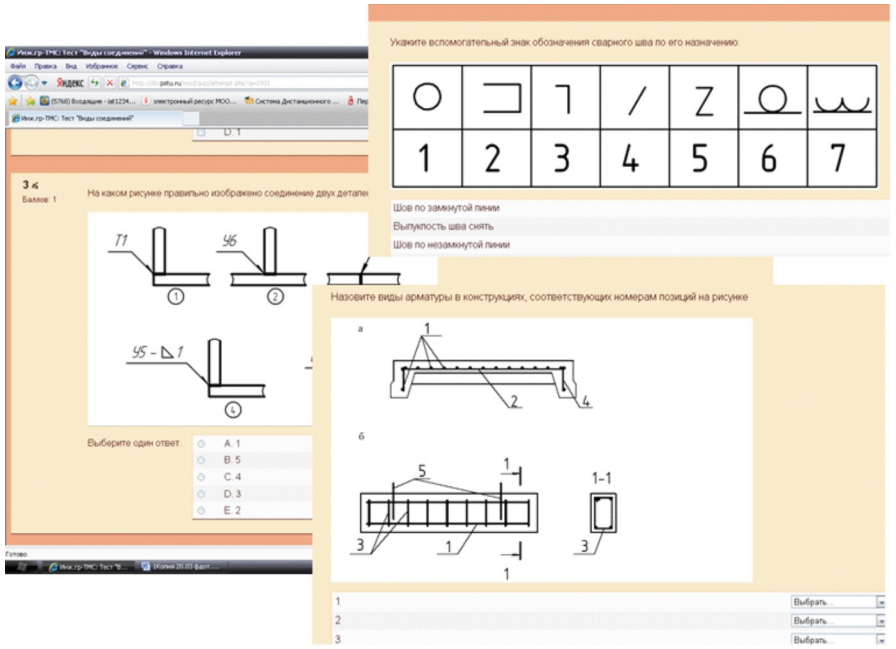


Рис. 2. Примеры окон тестового контроля

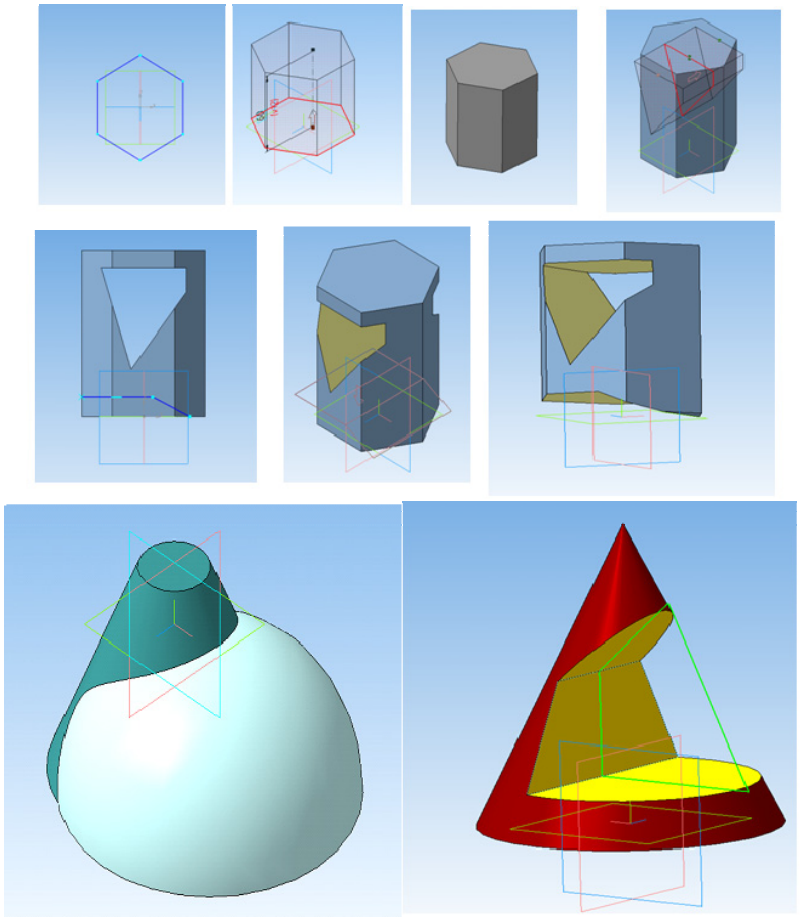
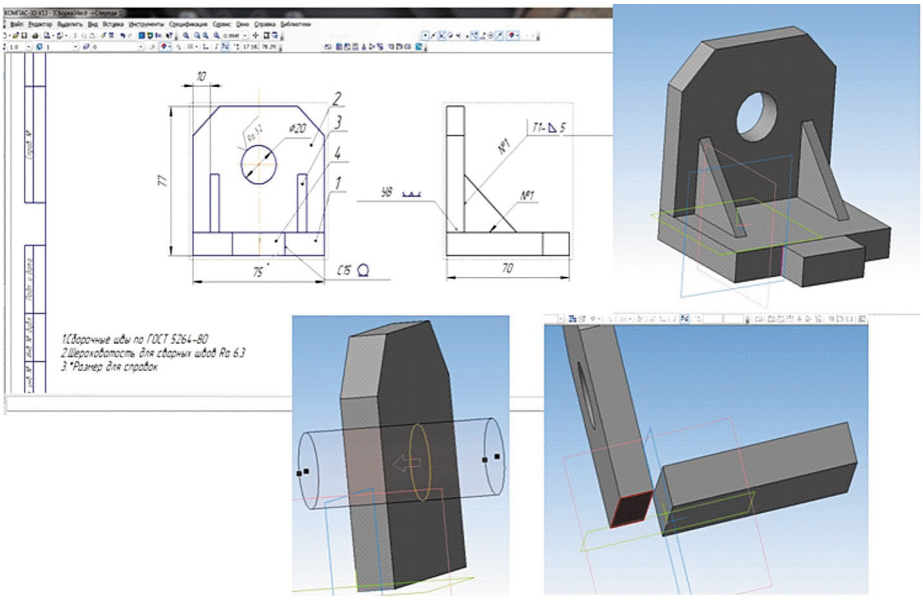
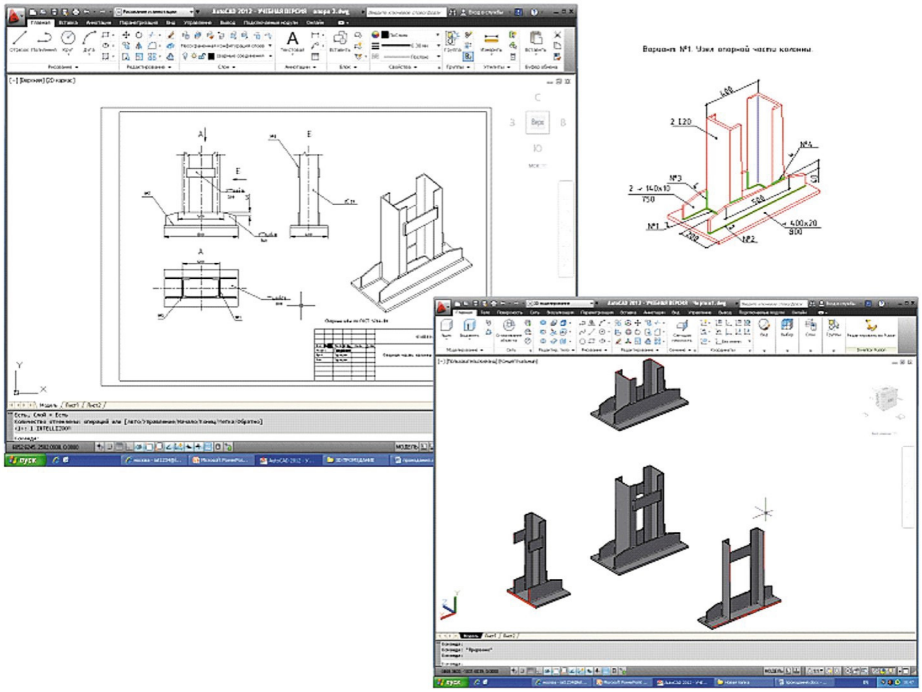


Рис. 3. Примеры создания 3D-моделей поверхностей

Многие компоненты организации дистанционного обучения можно с успехом использовать и для заочников. Предполагается создание аналогичного электронного ресурса, включающего график учебного процесса, учебно-методический комплекс, электронный справочник, задания и примеры их выполнения, контрольное тестирование. Студенты заочного отделения не всегда могут посещать установочные лекции, поэтому есть необходимость добавить списки обучаемых с вариантами индивидуальных заданий, информацию о проведении консультаций. По желанию преподавателя можно ввести модули интерактивного общения. Мы надеемся, что применение дистанционных технологий для студентов заочного формы обучения при изучении такой сложной для них дисциплины, как «Начертательная геометрия и инженерная графика», позволит получить более высокие результаты.



а



б

Рис. 4. Пример выполнения задания по сварным конструкциям (*а*)
и варианты заданий (*б*)

Таким образом, для повышения эффективности образовательного процесса в качестве дополнительных ресурсов могут быть применены технологии дистанционного обучения, основополагающим образовательным принципом которых является индивидуализация обучения с развитием навыков самостоятельности. Использование таких технологий имеет большой потенциал в предоставлении будущим специалистам возможности получения образования, основанного на современных информационных и коммуникационных технологиях.

Список литературы

1. Шангина Е.И. Тенденции развития геометро-графической подготовки в высшем образовании // Вестник Университета Российской академии образования. – 2009. – № 2 (45). – С. 135–138.

2. Верещагина Т.А., Кочурова Л.В., Турицына И.А. О разработке специализированного учебного курса и его компонентах в системе дистанционного образования в контексте требований к ИКТ // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвуз. науч.-метод. сб. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2008. – С. 33–36.

НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Дударь Елена Сергеевна,
Паркачева Ольга Владимировна
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Рассматривается система нормативно-технических документов в строительстве, обзор которых предлагается студентам строительного направления при изучении специальных разделов инженерной графики.

Ключевые слова: нормативная документация, инженер-строитель, специальные разделы инженерной графики.

STANDARD DOCUMENTATION FOR CIVIL ENGINEERS IN THE COURSE OF ENGINEERING GRAPHICS

Dudar Elena Sergeevna,
Parkacheva Olga Vladimirovna
Perm National Research Polytechnic University

The review of normative and technical documents in the construction which is offered to students of the Civil Engineering Faculty in the study process of special sections of engineering graphics is considered.

Keywords: standard documentation, civil engineer, special sections of engineering graphics.

В современных условиях профессиональная деятельность инженера-строителя приобретает широкопрофильный характер [1]. Решение конкретных производственных задач требует знаний не только общетехнических и специальных дисциплин, но и предполагает наличие у выпускников знание правовых, нормативных и технических документов.

Фонд нормативно-технических документов для строителей чрезвычайно обширен. В этом обилии информации сложно ориентироваться без специальной подготовки, поэтому актуальной является задача выделения ограниченного перечня нормативных документов по тематике дисциплины [2]. В рамках усиления междисциплинарных связей и интеграции усилий по подготовке инженерных кадров на кафедре дизайна, графики и начертательной геометрии ПНИПУ в дисциплину «Инженерная графика» включен модуль по специальным разделам курса. В данной статье рассматривается система нормативно-технических докумен-

тов в строительстве, обзор которых предлагается студентам строительного факультета при изучении данного раздела.

Система нормативно-технических документов в строительстве представляет собой совокупность взаимосвязанных документов, необходимых для проектирования, изготовления строительных изделий, производства строительно-монтажных работ при сооружении объектов, наладке, ремонте и эксплуатации инженерного оборудования.

Правовую основу деятельности инженера в конкретной сфере составляют федеральные законы, постановления правительства, указы президента. Особым и относительно новым видом документа в техническом законодательстве стали технические регламенты. К основным техническим документам также относятся проектно-конструкторские, технологические, программные, эксплуатационные, структура и содержание которых определяются конкретным объектом. Основными нормативными документами являются стандарты, правила, рекомендации, нормы, общероссийские классификаторы.

Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. (ред. от 28.12.2013 г.) предусматривает замену десятков тысяч ГОСТов, СНиПов и СанПиНов несколькими сотнями технических регламентов. Закон разделил понятия технического регламента и стандарта, установив добровольный принцип применения стандартов. Технические регламенты, в отличие от них, носят обязательный характер, однако могут устанавливать только минимально необходимые требования в области безопасности.

Целью принятия закона являлась либерализация процессов сертификации продукции и упорядочение существовавшей в СССР системы стандартизации, пришедшей в несоответствие с современной нормативно-правовой базой и административной структурой. Предполагалось, что регламенты сменят прежнюю систему стандартизации и будут регулировать только вопросы безопасности.

Техническое регулирование в области обеспечения безопасности зданий и сооружений регламентируется *Федеральным законом № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 г. (с изменениями на 02.07.13 г.).*

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, классы опасности опасных производственных объектов устанавливаются в соответствии с *Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. (ред.*

от 02.07.2013 г.). В соответствии с *Федеральными законами № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г.* и *№ 117-ФЗ «О внесении изменений в ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 10.07.2012 г.* устанавливаются противопожарные расстояния между зданиями, классы пожарной опасности строительных материалов и другие требования пожарной безопасности. При этом требуется выполнять не только нормы технических регламентов, но и соблюдать технические требования, установленные иными нормативными актами, в том числе подзаконными.

Технический регламент – документ (нормативный правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации). Он может также включать требования к терминологии, символам, упаковыванию, маркированию и т.д. либо быть целиком посвященным этим вопросам.

Понятие технического регламента было введено Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ. Применяться регламенты могут только в определенных целях, а именно: защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей; обеспечения энергетической эффективности.

Регламенты вводятся законами прямого действия. Наиболее значимые технические регламенты при соблюдении ряда требований к их разработке принимаются в виде федеральных законов.

Для обеспечения соблюдения требований технических регламентов и с целью включения лучшего европейского опыта в российскую практику проектирования разрешается прямое применение в России международных, региональных (европейских) и зарубежных национальных стандартов (поправка к Федеральному закону № 184-ФЗ от 30.12.2009 г.).

Регистрацию международных регламентов осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в сфере технического регулирования и метрологии и ведущий федеральный информационный фонд технических регламен-

тов и стандартов. На переходный период, до принятия необходимых технических регламентов, с указанными целями должны применяться соответствующие требования ранее принятых ГОСТ (ГОСТ Р), санитарных и строительных норм и правил (СанПиН, СНиП).

ГОСТы – межгосударственные стандарты, устанавливающие единые правила выполнения и оформления чертежей и другой конструкторской документации во всех отраслях промышленности и строительства. Межгосударственные стандарты вводятся в действие на территории Российской Федерации в качестве национальных стандартов, которые имеют обозначение ГОСТ Р. Также на территории РФ действуют стандарты Международной организации по стандартизации ISO (International Organization for Standardization, в русской транскрипции именуемая ИСО) и стандарты Международной электротехнической комиссии IEC (International Electrotechnical Commission, в русской транскрипции МЭК).

При выполнении проектно-конструкторской документации для объектов строительства применяются ГОСТы ЕСКД (2. – Единая система конструкторской документации) и ГОСТы СПДС (21. – Система проектной документации для строительства). Основное назначение стандартов СПДС заключается в установлении единых правил выполнения проектной документации для строительства. Периодический пересмотр стандартов СПДС совместно с организациями-разработчиками осуществляет ЦНИИпроект (головная организация по планированию и стандартизации проектной документации).

Строительные нормы и правила (СНиП) – совокупность принятых органами исполнительной власти нормативных актов технического, экономического и правового характера, регламентирующих осуществление градостроительной деятельности, а также инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования и строительства. В 2010 г. существующие СНиПы были признаны сводами правил.

Свод правил (СП). Это документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и (или) описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и который применяется на добровольной основе в целях соблюдения требований технических регламентов (ст. 2 Федерального закона «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ). Свод правил – составная часть национальной системы стандартизации Российской Федерации. Своды правил разрабатываются в случае отсутствия на-

циональных стандартов применительно к отдельным требованиям технических регламентов или к объектам технического регулирования в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов. Разработку и утверждение сводов правил осуществляет Федеральный центр технической оценки продукции в строительстве.

Своды правил в области безопасности зданий и сооружений. Согласно п. 1 ст. 6 ФЗ от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» некоторые своды правил, в том числе некоторые СНиПы, признаются обязательными для исполнения.

Конкретные нормативные акты, которые обязательны для исполнения, перечислены в *Перечне национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»,* утвержденном Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2010 г. № 1047-р. Указанное распоряжение Правительства не в полной мере соответствует закону «О техническом регулировании», поскольку этот перечень подразумевает обязательность некоторых сводов правил, тогда как закон «О техническом регулировании» определяет свод правил как документ, применяемый на добровольной основе.

В настоящее время проходит утверждение проект актуализированного перечня, который, по мнению разработчиков, позволит устранить существующие противоречия между действующей редакцией перечня, утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р, и реальным содержанием нормативной базы строительства. За счет этого будет достигнуто снижение уровня неопределенности в применении нормативных документов, устранение избыточных нормативных барьеров в проектировании, улучшены условия работы контролирующих органов, что в конечном итоге приведет к повышению эффективности государственного регулирования строительства.

Разработан также *Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона № 384-ФЗ* (утвержден Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.06.2010 г. № 2079) *(с изменениями на 18.05.11 г.).*

Предложенный обзор нормативной документации предшествует изучению основных положений ГОСТов СПДС и необходим для систематизации последующих знаний, выявления «технических проблем» стандартизации, служит своеобразным введением в специальность. При

изучении основных положений ГОСТов ЕСКД студенты строительных специальностей используют справочное пособие по инженерной графике, которое регулярно переиздавалось на кафедре [3]. Пособие содержит разделы по общим правилам выполнения чертежей, конструктивным и технологическим элементам деталей, соединениям стандартными крепежными деталями, трубопроводной арматуре, разъемным и неразъемным соединениям, стандартным деталям станочных приспособлений и т.д. Работа с пособием позволяет студентам на практических занятиях осваивать работу с государственными стандартами, а часть стандартов изучать самостоятельно.

В современных условиях насыщенности рынка и конкуренции переосмысление роли нормативно-технических документов в образовательном процессе и разработка рекомендаций по их изучению является одним из направлений повышения качества образовательных услуг с целью подготовки высококвалифицированных специалистов, несущих ответственность за соблюдение должного уровня качества объектов строительства.

Список литературы

1. Столбова И.Д., Дударь Е.С. Компетентностный формат обучения как инновационное качество образовательного процесса // Университетское управление: практика и анализ. – 2012. – № 1. – С. 75–79.

2. Андрух О.Н., Каргаполова Е.А. Рекомендации по изучению правовых и нормативных документов по дисциплинам специальности «Стандартизация и сертификация» [Электронный ресурс] // Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров: материалы междунар. науч.-техн. конф. – URL: http://mami.ru/science/mami145/scientific/article/s12/s12_37.pdf.

3. Инженерная графика: справ. пособие / под ред. В.А. Лалетина. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 211 с.

О ПОЛЬЗЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОБУЧЕНИИ

Дюмин Владимир Андреевич,
Тихонов-Бугров Дмитрий Евгеньевич
Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
г. Санкт-Петербург

Рассматривается применение метода преобразования ортогонального чертежа при решении проектных задач.
Ключевые слова: проектирование, начертательная геометрия, преобразование чертежа.

ABOUT THE BENEFITS OF TRANSFORMATIONS OF COORDINATES IN DESIGNING AND STUDING

Dumin Vladimir Andreevich,
Tikhonov-Bugrov Dmitrii Evgenievich
Baltiysky State Technical University “Voenmech”,
St. Petersburg

Explanes how to use the transformation methods of orthogonal drawing in solving design problems.
Keywords: designing, descriptive geometry, trasformation of orthogonal drawing.

Важным и эффективным средством с точки зрения развития уже на начальном этапе геометро-графической подготовки в вузе пространственного представления, навыков и методологии решения задач, продолжением геометрического образования является начертательная геометрия. Дискуссия о месте начертательной геометрии в учебном процессе не утихает. Одним из аргументов ненужности этой дисциплины является некий опрос работников конструкторских организаций. Вопрос был поставлен так: применяли ли вы знания в области начертательной геометрии на практике? Ответ: нет, не применяли.

В одном из отделов конструкторского бюро прославленного петербургского предприятия, сделавшего многое для укрепления обороноспособности страны, на тот же вопрос мы услышали ответ: конечно, да. Во-первых, это теория построения чертежа, который как документ для проверки конструкторских решений, да и как архивный документ вряд ли потеряет свое значение в обозримом будущем.

Во-вторых, те качества, которые мы приобрели, решая геометрические задачи (хотелось бы больше прикладных), способствовали развитию профессиональных качеств, в том числе фантазии. Далеко не всегда мы отдаем себе отчет в том, что возникшая идея родом из начертательной геометрии.

Оставив в стороне дискуссию о важности геометрии (в том числе начертательной) для развития творческих способностей современных инженеров, приведем один из многочисленных примеров использования методов начертательной геометрии при проектировании современных механических передач в нашей высокотехнологичной отрасли. Одним из этапов проектирования является составление геометрической модели процесса или конструкции. Например, процесса нарезания зубчатого венца, геометрии зацепления зубчатых колес, профиля нестандартного зубчатого колеса.

В данном случае может использоваться геометрическая модель профиля, содержащая массив координат узловых точек профиля колеса или инструмента. Такая модель будет двумерной. В этом случае массив координат точек профиля может иметь вид $T[I, 0]$ – абсцисса I-й точки, а $T[I, 1]$ – ордината I-й точки. При составлении алгоритмов программного обеспечения обработки такого массива успешно применялись методы преобразования чертежа, используемые в начертательной геометрии. Можно ли было использовать другие методы, например с использованием сплайнов? Конечно, можно! Но не следует забывать, что программист использует в своих программах те методы и алгоритмы, которые ему ясны и понятны. Кроме того, программа должна быть такой, чтобы ее легко можно было отладить и проверить.

Так, например, при составлении программы определения точек пересечения кривой линии, задающей профиль колеса (кривая была задана двумерным массивом узловых точек), с прямой, заданной координатами двух точек – начальной и конечной (эта прямая задавала участок профиля инструмента), применялись преобразования чертежа. Вначале путем плоскопараллельного перемещения, точка начала координат совмещалась с одной из точек (начальной) прямой. Затем следовало вращение вокруг начала координат, преобразующее чертеж к виду, когда прямая совпала с осью абсцисс. После такого преобразования задача свелась к определению абсцисс точек с нулевой ординатой, принадлежащих заданной кривой. Затем последовало обратное преобразование и получены координаты искомых точек пересечения.

Проектирование приводов в виде многозвенного механизма с шарнирными соединениями требует использования трехмерной модели конструкции. Программное обеспечение решения кинематических задач также разрабатывалось с использованием методов начертательной геометрии.

Рассмотрим в качестве примера следующую задачу: задан отрезок *AB* и точка *C*. Необходимо определить положение точки после поворота ее вокруг заданного отрезка на угол α (точка *D*). Алгоритм решения данной задачи был разработан с использованием методов преобразования чертежа. Прежде всего, было необходимо решить вопрос о выборе способа преобразования чертежа, при котором ось вращения станет перпендикулярной плоскости проекций и угол поворота точки будет проецироваться в натуральную величину.

Использование замены плоскостей проекций дает очень наглядное представление и ясность чертежа, однако использование его для машинного алгоритма весьма затруднено ввиду необходимости введения дополнительных параметров, задающих положение новых осей систем координат, а также дополнительных переменных – координат точек в новой системе координат.

Этих недостатков лишен метод вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций. При ручном использовании данного метода чертеж получается весьма загроможденным и сложным для восприятия, а при машинной реализации алгоритм получается достаточно ясным и простым.

В нашем случае при составлении алгоритма делались два преобразования чертежа, использующие вращение вокруг оси, перпендикулярной одной плоскости проекции, а затем другой. При этом задача решалась с использованием двух плоскостей проекций – горизонтальной и фронтальной. Эти преобразования осуществлялись в следующем порядке:

– определялся угол наклона (φ1) фронтальной проекции отрезка *AB* к горизонту,

– в качестве оси, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций, была выбрана ось *i*1 (рисунок, *а*), проходящая через точку *A*. Точки *B* и *C* поворачивались вокруг этой оси на угол φ1 и занимали после поворота положения *B*1 и *C*1. Отметим, что фронтальные проекции точек двигались при повороте по дуге окружности, а ордината этих точек оставалась без изменения. Таким образом, после первого поворота отрезок *AB* стал параллелен горизонтальной плоскости проекций, заняв положение *AB*1;

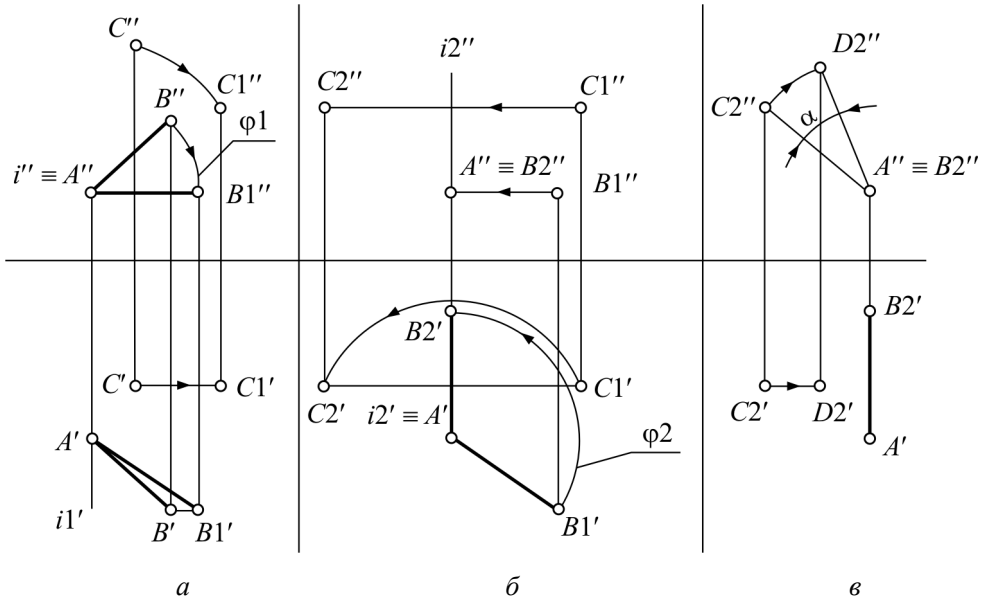


Рис. Преобразование чертежа

– определялся угол φ2 между горизонтальной проекцией отрезка и вертикалью;

– в качестве оси, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций, была выбрана ось *i*2 (рисунок, *б*), проходящая через точку *A*. Точки *B*1 и *C*1 поворачивались вокруг этой оси на угол φ2 и занимали после поворота положения *B*2 и *C*2. При этом горизонтальные проекции точек двигались при повороте по дуге окружности, а аппликата этих точек оставалась без изменения. Таким образом, после второго поворота отрезок *AB* стал перпендикулярным фронтальной плоскости проекций, заняв положение *AB*2. Отметим, что фронтальная проекция отрезка превратилась в точку;

– точка *C*2 поворачивалась на заданный угол α, который на фронтальную плоскость проекций проецировался в натуральную величину, а ордината точки *C*2 при повороте не изменялась. Точка *C*2 заняла положение *D*2 (рисунок, *в*).

– осуществлялось обратное преобразование чертежа. Сначала точка *D*2 поворачивалась вокруг оси *i*2 на угол –φ2 и занимала после поворота положение *D*1. Затем точка *D*1 поворачивалась вокруг оси *i*1 на угол –φ1. В результате определилось положение точки *D*, т.е. искомое положение точки *C* после поворота вокруг отрезка *AB* на угол α в исходной системе координат.

Достоинством применения методов начертательной геометрии является их наглядность и возможность визуализации на любом этапе составления алгоритма и отработки программного обеспечения, так как алгоритм является графическим и поэтому может быть наглядно проиллюстрирован. Кроме того, программист избавлен от необходимости программировать решение систем уравнений и связанного с этим анализа корней уравнений.

При визуализации на два поля экрана выводились фронтальная и профильная проекция точек. В отличие от традиционного задания направления осей, используемого в начертательной геометрии, направление оси абсцисс было изменено на обратное. Это облегчило составление программ визуализации, так как ось абсцисс фронтальной проекции была направлена в ту же сторону, что и ось аппликат на профильной проекции.

К ВОПРОСУ О ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ШКОЛА – ВУЗ»

Князева Елена Валерьевна

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Рассмотрены основные аспекты личностно-ориентированного обучения. Представлена авторская технология обучения начертательной геометрии и инженерной графике в системе непрерывного образования «школа – вуз».

Ключевые слова: личностно-ориентированное обучение, непрерывное образование, система «школа – вуз», графика, начертательная геометрия, инженерная графика.

ON THE GRAPHICS TRAINING IN CONTINUING EDUCATION OF "SCHOOL–UNIVERSITY" SYSTEM

Knyazeva Elena Valeryevna

St. Petersburg State Polytechnic University

The paper describes basic aspects of personality-oriented training. Author's technology of training in descriptive geometry and graphics of continuous education in school-university system are considered.

Keywords: personality-oriented training, continuous education, school-university system, descriptive geometry, descriptive graphic.

Современный этап развития страны характеризуется коренными изменениями во всех структурах общества, особенно значительными в системе отечественного образования. Отличительными особенностями системы образования XXI в. являются направленность учебно-познавательной деятельности, ориентированная на свободное развитие личности, на творческую инициативу и самостоятельность в реализации этой деятельности.

Сегодня перед вузами стоит задача обеспечить подготовку грамотных специалистов, адаптированных к условиям современного производства и различного рода профессиональной деятельности. На первый план выдвигаются задачи гибкого изменения и индивидуализации содержания образования при сохранении его фундаментальности, активизация учебно-познавательной деятельности учащихся и развитие личностно значимых качеств в процессе обучения.

Направленность на личность в педагогическом процессе потребовала замены традиционного обучения (субъект-объектного взаимодей-

ствия) на личностно ориентированное обучение, т.е. на субъект-субъектное взаимодействие, которое требует организации образовательного процесса, обеспечивающего условия для развития способности к самообразованию, самоопределению и самореализации в профессиональной деятельности всех субъектов сферы образования [1].

Основные теоретические положения личностно ориентированного образования можно сформулировать следующим образом:

1. Развитие личности обучающегося рассматривается как главная цель – личность становится системообразующим началом в педагогическом процессе. Данный подход преобразует обучающегося из объекта педагогических воздействий в субъект образовательного процесса, а это предполагает личностную активность в самообучении и самовоспитании. Таким образом, стирается грань между результатами обучения и воспитания, их различие определяется лишь на уровне содержания и конкретных технологий обучения.

2. Ориентация на индивидуальную траекторию развития личности приводит к изменению нормативных требований к результатам образования сформулированных в государственных стандартах образования. В результате изменяются требования к самоопределению, самообразованию, самостоятельности личности в учебно-познавательной деятельности; при усилении личностного компонента образования возрастает значение соблюдения требований стандартов.

3. Залогом полноценной организации образовательного процесса становятся авторские педагогические технологии и творческая индивидуальность преподавателя. Принципиально важным является положение о том, что образование, ориентированное на личность, создает условия для полноценного развития всех субъектов образовательного процесса [2, 3].

Одним из путей, позволяющих реализовать методологический принцип личностно ориентированного образования, сделав обучаемого субъектом учения, учесть его потребности, мотивы, цели, способности, активность, интеллект и другие индивидуально-психологические особенности, является внедрение в образовательный процесс современных педагогических технологий [4, 5].

В связи с модернизацией российской системы образования проблема целостности образовательного процесса становится особенно актуальной. Непрерывное образование имеет многоступенчатую структуру, где все компоненты тесно взаимосвязаны. В современных педагогических теориях отмечается, что концепция непрерывного образования

основывается на объективных, необходимых, существенных и повторяющихся связях, которые отражают закономерность педагогического процесса развития, а принцип преемственности позволяет осуществлять эти содержательные связи. С другой стороны, принципы и правила организации непрерывного образования определяются объективными закономерностями [3].

В современных условиях все большее значение приобретает совершенствование системы «школа – вуз». Это образовательная структура, направленная на реализацию концепций непрерывного образования, образования, учитывающего принципы фундаментальности, преемственности, гибкости, при совокупности принципов всеобщего образования и его индивидуализации. Постоянное взаимодействие образовательных учреждений не только позволяет реализовать идею «обучения через всю жизнь», но дает возможность учащимся получить фундаментальные знания высшей школы при организации дополнительного профильного обучения [1].

Современные государственные стандарты четко регламентируют количество учебных часов, отводимых на графические дисциплины. Высшая школа сегодня сталкивается с тем, что уровень графической подготовки абитуриентов падает с каждым годом. И если в 2011 г. число студентов, не имеющих графической подготовки, составило 60 %, то в 2013 г. – 68 % [1]. Это связано прежде всего с тем, что графические дисциплины либо вообще отсутствуют в школьной программе, либо преподаются на очень низком уровне из-за нехватки квалифицированных педагогических кадров [6].

До 2005 г. в учебной программе школьного курса существовал учебный предмет «Черчение». Были разработаны и внедрены в учебный процесс научно-методические подходы к обучению графической деятельности в общеобразовательной школе (А.Д. Ботвинников, В.Н. Виноградов, И.С. Вышнепольский, В.В. Степакова, Н.А. Гордеенко, А.А. Павлова, Е.И. Корзинова, Н.Г. Преображенская и др.). Школьники изучали правила построения и оформления чертежей, осваивали основы конструирования, что способствовало развитию пространственного воображения. В настоящее время предмет «Черчение» не предусмотрен как самостоятельная дисциплина. В примерных программах по учебному предмету «Технология» в разделе «Технологии обработки конструкционных материалов» предусматривается освоение основ черчения, графики и дизайна. Для большинства первокурсников как технических, так

и творческих специальностей недостаток знаний в области геометро-графических и художественно-графических дисциплин является ощутимым препятствием при обучении в вузе.

В сложившейся ситуации только дополнительное профильное обучение способно обеспечить соответствующую графическую подготовку, предотвратив появление проблем у абитуриентов в обучении графическим (геометро-графическим и художественно-графическим) дисциплинам.

В качестве примера эффективности взаимодействия элементов системы «школа – вуз» автор статьи предлагает к рассмотрению реализацию концепций личностно ориентированного обучения в разработке авторской педагогической технологии обучению циклу графических дисциплин на примере курса «Начертательная геометрия и технический рисунок. Инженерная графика».

В течение 6 лет группы профильного обучения из учащихся 10–11-х классов общеобразовательных школ № 71 и № 150 г. Санкт-Петербурга изучали элективный курс графической подготовки. В основу курса была положена лекционная и практическая часть заданий дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика», разработанная на кафедре «Инженерная графика и дизайн» СПбГПУ для студентов инженерно-технических специальностей.

Курс состоит из двух структурно и методически согласованных разделов: 1) «Начертательная геометрия и технический рисунок» (10-й класс), 2) «Инженерная графика» (11-й класс).

Каждый из этих элективных курсов рассчитан на 68 часов (по 2 часа в неделю).

Структура курса «Начертательная геометрия и технический рисунок»:

Тема 1. Основы инженерной графики.

Тема 2. Геометрические построения.

Тема 3. Аксонометрические проекции.

Тема 4. Аппарат проекционного моделирования.

Тема 5. Моделирование пространственных форм.

Тема 6. Моделирование поверхностей на эпюре Монжа.

Тема 7. Линейчатые поверхности.

Тема 8. Поверхности вращения.

Тема 9. Введение в технический рисунок.

Тема 10. Сечение тел плоскостями и развертки их поверхностей. Определение истинной величины фигуры сечения.

Тема 11. Взаимное пересечение геометрических поверхностей.

Тема 12. Тени.

Тема 13. Перспектива.

Курс был адаптирован к индивидуальным потребностям учащихся, одна часть которых планировала поступление в вуз на инженерно-техническое направление, а другая – на художественно-графическое направление (дизайн, архитектура, реставрация и др.).

Особенностями учебного процесса по начертательной геометрии и техническому рисунку является высокая степень индивидуализации обучения, обусловленная персональным характером геометро-графических заданий, а также значительная трудоемкость выполнения этих заданий. На практических занятиях в рабочих тетрадях рассматривались различные варианты типовых задач. Домашние задания к каждому следующему практическому занятию также выполнялись в рабочих тетрадях. Правильность решения домашних задач проводилась при выборочном опросе учащихся во время практических занятий.

Графические знания и умения каждый учащийся воспринимает, осваивает и воспроизводит индивидуально, в зависимости от развития его личности. Практические задания были составлены в виде комплекса уровневых заданий в последовательности «от простого к сложному» и ориентированы на индивидуальные особенности учащихся (скорость переработки информации, темпы восприятия и обучения, склад мышления, творческие способности и т.п.). Это позволило каждому работать в своем темпе, последовательно переходя на разные уровни сложности. Наиболее успешные слушатели курса участвовали в районных и городских олимпиадах по черчению и занимали призовые места. Контроль знаний по каждой теме проводился с помощью самостоятельных заданий, которые выполнялись на практических занятиях.

Темы самостоятельных геометро-графических заданий:

1. Линии чертежа.

2. Геометрические построения.

3. Аксонометрические проекции плоских фигур.

4. Построение недостающей проекции линии, принадлежащей заданной геометрической поверхности (призма, пирамида, конус, цилиндр, сфера, вытянутый эллипсоид). Видимость.

5. Выполнение технического рисунка плоской фигуры.

6. Выполнение технического рисунка геометрических тел (светотени наносятся шрафировкой).

7. Построение горизонтальной и профильной проекции сечения тела плоскостью. Определение натуральной величины фигуры сечения. Построение развертки и аксонометрии усеченного тела.

8. Построение тени плоской фигуры (треугольник, прямоугольник, круг).

9. Построение тени геометрического тела (призма, пирамида, конус, цилиндр).

Курсовая работа. Курсовая работа подводит итог изучения учебного курса (начертательной геометрии и технического рисунка) и направлена на приобретение навыков инструментального решения проекционно-геометрических задач. Каждый учащийся получает персональный вариант курсовой работы, чем достигается высокая степень индивидуализации обучения.

Примеры тем курсовых работ:

1. Построение недостающей проекции тела с вырезом (рис. 1).

Содержание задания:

– по двум заданным ортогональным проекциям построить недостающую проекцию тела с вырезом,

– построить аксонометрию.

Эпюр выполняется на формате А3.

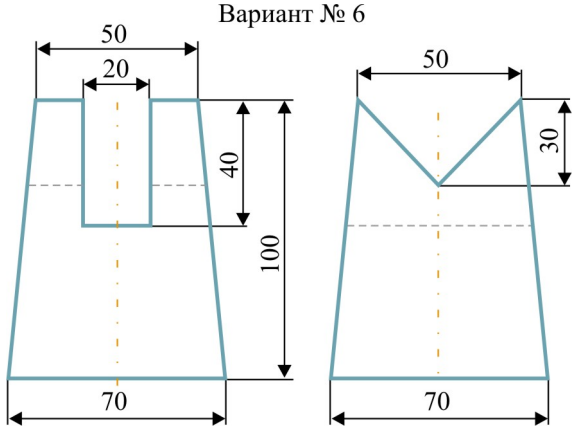


Рис. 1. Курсовая работа «Тело с вырезом»

2. Построение линии пересечения заданных геометрических тел.

Содержание задания:

– на двух заданных ортогональных проекциях построить линию пересечения заданных геометрических поверхностей,

– на основе плоской модели выполнить технический рисунок.

Эпюр выполняется на формате А3.

Были применены следующие критерии успешности освоения учащимися курса при проведении текущего и итогового контроля:

– конспект лекций,

– рабочая тетрадь с выполненными практическими заданиями,

– портфолио с выполненными самостоятельными и курсовыми геометро-графическими заданиями.

Основные функции портфолио:

– способствовать четкой организации работы каждого учащегося,

– научить графически грамотно оформлять самостоятельные и практические задания,

– служить удобным накопителем информации и справочником на протяжении работы,

– отразить личные достижения и рост каждого учащегося на протяжении его работы,

– помочь объективно оценить ход работы,

– сэкономить время для поиска информации при выполнении дальнейших геометро-графических заданий.

В 11 классе учащимся был прочитан курс «Инженерная графика».

Структура курса «Инженерная графика»:

Тема 1. Основные правила по выполнению чертежей.

Тема 2. Правила простановки размеров.

Тема 3. Проекционное черчение. Изображения – виды, разрезы, сечения. Виды. Правила их выполнения

Тема 4. Разрезы. Правила их выполнения.

Тема 5. Сечения. Правила их выполнения.

Тема 6. Резьба.

Тема 7. Разъемные соединения.

Тема 8. Неразъемные соединения.

Тема 9. Съемка эскизов с деталей машин.

Тема 10. Сборочный чертеж. Спецификация.

Тема 11. Чтение и деталирование чертежей.

Перечень практических заданий:

Задание № 1. Проекционное черчение (рис. 2).

Содержание задания: по двум заданным ортогональным проекциям выполнить необходимые изображения детали (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), проставить размеры, построить аксонометрическую проекцию.

Задание выполняется на отдельном формате А3.

Задание № 2. Проекционное черчение (рис. 3).

Содержание задания: по заданной аксонометрической проекции выполнить необходимые изображения детали (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), проставить размеры.

Задание выполняется на отдельном формате А3 с последующей брошюровкой их в альбом.

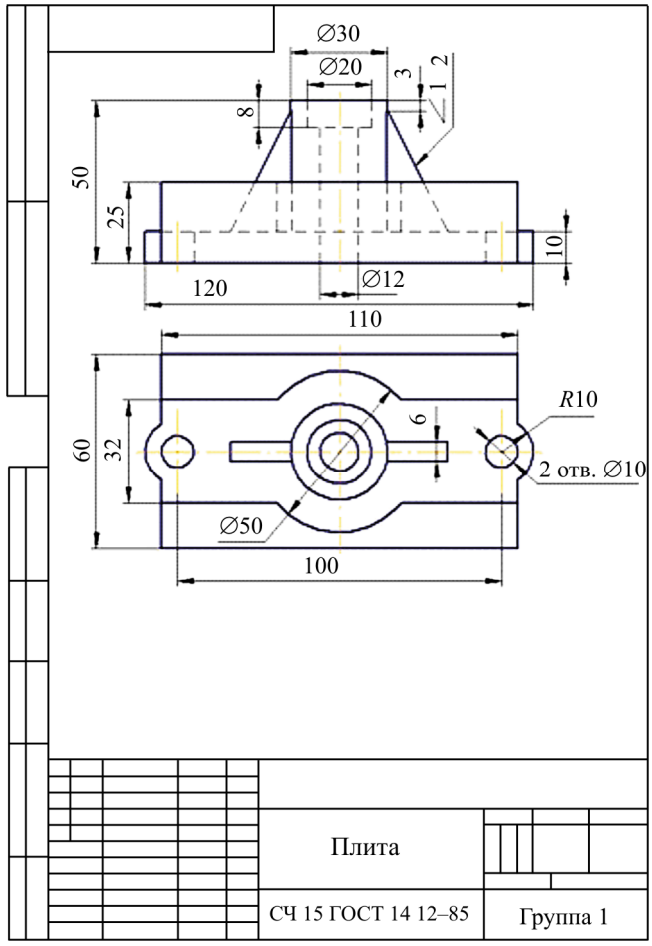


Рис. 2. Проекционное черчение

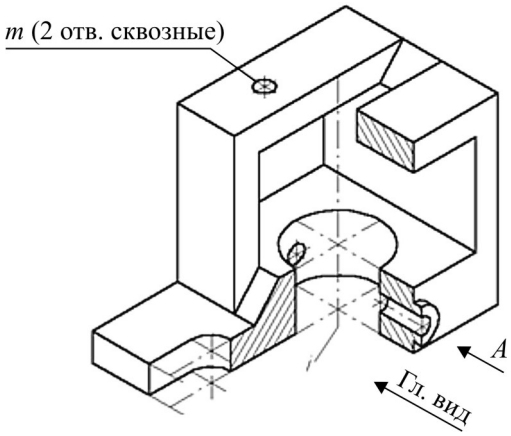


Рис. 3. Проекционное черчение. Деталь «стойка»
(СЧ15 ГОСТ 1412–85)

Задание № 3. Разъемные соединения деталей машин.

Содержание задания: выполнить чертеж разъемного соединения (болтовое и шпилечное).

Чертеж выполняется на формате А4.

Задание № 4. Съемка эскизов с деталей машин (рис. 4).

Содержание задания:

– без применения чертежных инструментов в глазомерном масштабе выполнить эскиз детали с натуры (эскиз должен содержать необходимые изображения, размеры, сечения, сведения о материале детали);

– нарисовать технический рисунок детали.

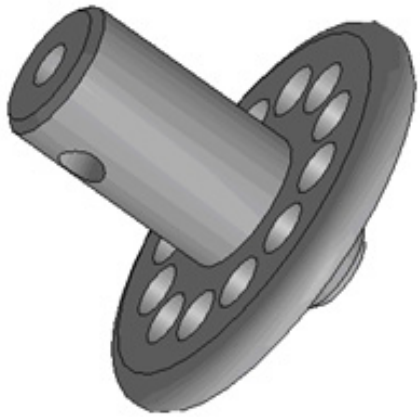


Рис. 4. Вариант задания по теме
«Съемка эскизов с деталей машин»

Задание выполняется на отдельных листах формата А3 с последующей брошюровкой их в альбом.

По заданной аксонометрической проекции следует построить:

1. Фронтальный разрез на месте главного вида.

2. Вид сверху.

3. На месте вида слева профильным разрезом по оси *i*.

4. Местный вид *A*.

5. Местный разрез по оси отверстия *m*.

6. Проставить необходимые размеры

Задание № 5. Чтение и деталирование чертежей.

Содержание задания:

– по сборочному чертежу изделия и спецификации установить назначение данного изделия, разобраться в его структуре, во взаимном расположении деталей и средствах их соединения между собой, рассмотреть последовательность сборки и разборки;

– выполнить рабочие чертежи двух деталей.

Задание выполняется на отдельных листах формата А3, А4 с последующей брошюровкой их в альбом.

В результате изучения курса учащиеся:

– познакомились с вузовской методикой ведения занятий;

– прослушали курс лекций, научились конспектировать лекции, делать основные заметки;

– развили пространственное воображение: умение представлять форму, размеры, пропорции, положение в пространстве различных предметов;

– научились строить аксонометрические проекции;

– научились строить плоские и объемные изображения геометрических тел, что значительно облегчило им изучение курса стереометрии в 11 классе;

– выполнили задания на развитие глазомера и «постановку руки»;

– научились способам построения линий пересечения различных геометрических тел, являющихся основой многообразия графических пространственных композиций;

– ознакомились с основами построения теней и перспективы;

– научились выполнять эскизы и чертежи деталей машин и сборочных единиц в соответствии со стандартами ЕСКД.

Анализ исследований по проблематике профильного графического обучения показал, что учащиеся школ, в которых созданы профильные

классы и обучение проводят преподаватели вузов, демонстрируют наиболее позитивную динамику обучения уже на первом курсе. Такие студенты в большем объеме усваивают материал, легче адаптируются к требованиям университетской программы, затрачивают меньше времени на обучение, досрочно получают зачеты и сдают экзамены [7, 5, 8].

Многие из студентов отмечают актуальность подготовки по элективным курсам, как геометро-графическим, так и художественно-графическим. Ниже приведены фрагменты рефлексивных суждений студентов, прошедших элективный графический курс довузовской подготовки, которые стали важной составляющей диагностики образовательной деятельности обучающихся.

«В нашей школе нам был прочитан курс допрофессиональной подготовки «Начертательная геометрия. Инженерная графика»… на выбор предлагался также курс по экологии и гидроэкологии, но свой выбор я остановил на курсе начертательной геометрии, так как собирался поступать в технический вуз. За эти два года я участвовал в районных олимпиадах, а также в городской олимпиаде по черчению, где занимал призовые места.

В настоящее время я студент СПбГПУ, специальность «Многоцелевые колесные и гусеничные машины». Курс допрофессиональной подготовки помогает мне при изучении таких дисциплин, как «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика».

Хочу отметить, что на подготовительных курсах для поступающих в вуз нам преподавали математику и физику, а начертательной геометрии и инженерной графике не уделяли никакого внимания, тогда как на моем факультете они являются профилирующими предметами».

«…Группа учащихся нашего класса изучала курс допрофессиональной подготовки «Начертательная геометрия. Инженерная графика». В течение обучения мы получили как теоретические, так и практические знания. Мы изучили и освоили основы начертательной геометрии, чертежные шрифты, научились строить аксонометрические проекции, виды, разрезы и сечения, получили основные понятия по выполнению сборочных чертежей, освоили правила оформления чертежей и т.д. На занятиях преподаватель уделял большое внимание индивидуальной работе с учащимися. Это позволило нам работать каждому в своем темпе, разбираться в сложных вопросах, отрабатывать навыки.

Сегодня я студент 3-го курса СПбГПУ. В течение двух первых курсов в программе были такие предметы, как «Начертательная геомет-

рия», «Инженерная графика», «Теория конструкционных материалов». Базу для изучения этих дисциплин я получил в школе, поэтому никаких проблем с их изучением в университете не было. Все зачеты по этим дисциплинам я сдал досрочно. Тема «Разъемные и неразъемные соединения», изученная на занятиях по допрофессиональной подготовке, была темой курсовой работы на 2-м курсе университета по «Инженерной графике», поэтому для меня не составило большого труда выполнить ее быстро и правильно.

Многие из моих одноклассников – студенты технических вузов. Все отмечают, что курс, предложенный в 10–11 классах исключительно актуален для тех, кто планирует связать свою профессиональную деятельность с техникой. Подготовка, полученная в школе, очень помогает быстро сориентироваться на занятиях по графическим дисциплинам в вузе и успешно заниматься в дальнейшем».

«Сейчас я учусь на первом курсе в СПбГАСУ на факультете «Городское строительство и жилищно-коммунальное хозяйство», специальность «Городское строительство». Многие предметы для меня являются трудными, отнимают много времени при подготовке и выполнении заданий. К ним я отношу в первую очередь начертательную геометрию и инженерную графику. Однако благодаря курсу допрофессиональной подготовки «Начертательная геометрия. Инженерная графика», который я изучала в школе, многие формулировки, определения мне уже знакомы. Школьные конспекты очень помогают в изучении этих предметов. Я считаю, что в школе я получила необходимую базу, научилась представлять предметы в пространстве, овладела навыками выполнения чертежей и т.д. Всегда под рукой есть конспект, который помогает при выполнении домашних графических заданий. Выполнять графические работы мне интересно, потому что я понимаю предмет и даже могу помочь одногруппникам. Сам предмет «Начертательная геометрия» мне нравится, и в первую очередь я должна сказать спасибо своему школьному учителю, которая привила мне любовь к этому предмету».

Проведенные опросы и анкетирование преподавательского состава школ показали, что преподаватели отмечают значимость элективных курсов в профильном обучении, особенно в старших классах, но и тот факт, что не хватает педагогических кадров, способных реализовывать данное обучение на практике. Так на одном из семинаров заместителей директоров школ по учебно-воспитательной работе Санкт-Петербурга

из 10 школ 8 выразило желание ввести наш элективный курс, но нет учителей, способных его реализовать.

Сегодня существенно повысилось значение преподавания графических дисциплин для художественно-графических специальностей (дизайнеров, реставраторов, архитекторов и др.). Это связано с развитием новых художественно-графических направлений, имеющих большое практическое значение. Таким образом, необходимо создание нового пропедевтического элективного курса в 10–11 классах. Курса, учитывающего межпредметные связи между геометро-графическими («Начертательная геометрия и инженерная графика», «Технический рисунок») и художественно-графическими дисциплинами («Цветоведение и колористика», «Пропедевтика» («Основы композиции»), в котором рекомендуется вводить как задания по начертательной геометрии, так и задания с элементами творческого подхода: выполнять эскизы и зарисовки, изготавливать наглядные пособия из различных материалов, активно использовать бумагопластику, элементы цвета, плоскостную и объемную композицию.

В заключение отмечу, что обеспечение должного уровня графической подготовки выпускников, несомненно, задача школы, однако ее решение возможно только в тесном взаимодействии педагогов школы и преподавателей вузов.

Список литературы

1. Афанасьева И.Б., Князева Е.В. Личностно-ориентированное обучение в системе непрерывного образования «школа – вуз» // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2013. – С. 42–50.

2. Акопова М.А. Личностно-ориентированное профессиональное обучение в техническом вузе // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. Наука и образование. – СПб., 2003. – № 4 (34). – С. 213–220.

3. Зеер Э.Ф. Психология профессий: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГППУ, 1997. – 224 с.

4. Афанасьева И.Б. Учет когнитивно-стилевых особенностей студентов в обучении // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – СПб., 2009. – № 105. – С. 60–65.

5. Князева Е.В. Проектная деятельность преподавателя в процессе изучения инженерно-графических дисциплин // Психология, коммер-

ция, дизайн: актуальные проблемы подготовки специалистов: сб. науч. тр. / Нев. ин-т управления и дизайна. – СПб., 2008. – № 1. – С. 32–35.

6. Князева Е.В. Формирование графической культуры в системе непрерывного профессионального образования // Проблемы математической и естественно-научной подготовки в инженерном образовании: сб. тез. докл. Междунар. науч.-метод. конф., 11–12 нояб. 2010 г. / под общ. ред. В.А. Ходаковского. – СПб., 2010. – С. 99–101.

7. Современное образование: содержание, технологии, качество: материалы XVIII Междунар. науч.-метод. конф., 18 апр. 2012. – СПб., 2012. – 258 с.

8. Князева Е.В. Организация допрофесиональной подготовки в системе «школа – вуз» на примере курса «Инженерная графика» // Фундаментальные исследования и инновации в технических университетах: тез. докл. XIII всерос. конф. по проблемам науки и высшей школы / Санкт-Петерб. гос. политехн. ун-т. – СПб., 2009. – Ч. 2. – С. 215–216.

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРЕБНОГО ВИНТА В СРЕДЕ SOLIDWORKS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОГРАФИИ

Князьков Владимир Вячеславович

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

На примере гребного винта рассматривается алгоритм получения твердотельной модели изделия сложной формы с использованием фотографий. Полученные 3D-кривые служат направляющими для сечений лопасти гребного винта при построении поверхности по сечениям.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, гибридное моделирование, эскиз, гребной винт.

SIMULATION ALGORITHM OF PROPELLER SCREW IN SOLIDWORKS USING PICTURES

Knyazkov Vladimir Vyacheslavovich

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev

The report provides an algorithm to obtain a solid model of the propeller screw using pictures. Obtained with the help pictures 3D curves are guides for the cross section of the propeller blade at construction of surface.

Keywords: computer aided design, hybrid simulation, drawing, propeller screw.

Без сомнения, одной из основных тенденций в области проектирования, особенно с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР), на сегодняшний день стал переход от двухмерного проектирования и черчения к трехмерному моделированию. По 3D-моделям в случае необходимости можно автоматически получить чертежи изделия. Такой переход очень важен, но он не должен идти в ущерб овладению фундаментальными знаниями, формирующими творческого специалиста. Важным принципом графической подготовки в современных условиях должно являться разумное сочетание традиционных и новых информационных технологий.

Проектирование представляет собой сложный специфический вид творческой деятельности. В процессе проектирования инженер должен наглядно изобразить то, что предметно еще не существует, что является лишь продуктом его умственной деятельности. Несмотря на бурное развитие информационных систем, решение многих задач по проектирова-

нию и конструированию существенно упрощается при предварительном выполнении технических рисунков [1].

Основным понятием практически любой системы геометрического моделирования считается эскиз, который является основой для создания трехмерных твердотельных деталей. Не является исключением и SolidWorks. При создании эскиза в SolidWorks доступен полный набор геометрических построений и операций редактирования. Нет никакой необходимости сразу точно выдерживать требуемые размеры, достаточно примерно соблюдать конфигурацию эскиза. Позже, если потребуется, можно изменить значение любого размера и наложить связи, ограничивающие взаимное расположение отрезков, дуг, окружностей и т.п. Редактирование эскиза возможно в любой момент работы над ним.

В SolidWorks имеется целый ряд возможностей, существенно повышающих удобство работы пользователей. Базовыми средствами SolidWorks можно построить модель практически любой формы, используя инструменты поверхностного и твердотельного моделирования, или, другими словами, гибридного параметрического моделирования. Выбор способа построения целиком и полностью зависит от пользователя, так как высокая функциональность системы позволяет одну и ту же геометрию, например поверхность, получить разными методами. Поверхность по траектории в SolidWorks получается движением 2D/3D-эскиза вдоль криволинейной образующей и произвольного числа направляющих кривых, деформирующий исходный контур. Основной принцип создания поверхности по сечениям заключается в плавном соединении двух или нескольких профилей, которые располагаются на различных плоскостях. При этом количество промежуточных профилей, расположенных на некотором расстоянии друг от друга, и их взаимное расположение не лимитируется (могут располагаться параллельно или под некоторым углом). Изображение в векторном формате дает простор для редактирования. Оно может без потерь масштабироваться, поворачиваться, деформироваться и т.п.

Вполне определенные возможности и преимущества при моделировании сложных с геометрической точки зрения изделий появляются, когда в качестве так называемого прототипа изделия выступают его рисунки или фотографии (в SolidWorks поддерживаются файлы с расширением *.jpg и *.tif), что в настоящее время находит достаточно широкое применение.

Данный подход к созданию твердотельной модели рассмотрим на примере гребного винта (судовой движитель, состоящий из двух или более лопастей, расположенных радиально на цилиндрической или ко-

нической ступице на равных угловых расстояниях). Лопасти гребного винта представляют собой закрученные крылья малой относительной толщины, образованные в результате пересечения двух винтовых поверхностей. Линия этого пересечения является контуром лопасти. Отношение шага винтовых поверхностей к диаметру винта называют шаговым отношением. Шаг винтовой поверхности может быть постоянным вдоль радиуса или переменным, соответственно различают винты переменного или постоянного шага. Развернутое на плоскость сечение лопасти цилиндром, соосным с винтом, характеризует профиль лопасти. Применяются сегментные, авиационные и клиновые профили. Проекция лопасти на плоскость диска гребного винта носит название нормальной проекции, а контур лопасти называют проектированным. При построении чертежей гребного винта оперируют спрямленными элементами лопасти. Под спрямленным контуром лопасти понимается контур, образованный концами прямолинейных отрезков, длина которых равна ширине лопасти на данном радиусе. Отношение площади спрямленных лопастей к площади диска, диаметр которого равен диаметру гребного винта, называется дисковым отношением. Шаговое и дисковое отношение являются одними из основных геометрических параметров гребных винтов. Построение нормальной проекции лопасти по заданному контуру спрямленной поверхности сводится к определению проекций отрезков винтовых линий на плоскость, перпендикулярную оси винта. Затем выполняют построение боковой проекции лопасти. Обе проекции вместе со спрямленным контуром и сечениями лопасти дают полное представление о геометрии гребного винта. Однако чертеж гребного винта лишен наглядности, что характерно для 3D-модели.

При достаточно сложной геометрии гребного винта задача получения его модели в SolidWorks легко решаема.

Шаг 1. На плоскости «Спереди» создаем эскиз и вставляем в него с помощью команды «Создать картинку» первую фотографию (нормальная проекция лопасти). Данная команда добавляет файл изображения на фон эскиза. При фиксированном соотношении сторон размер фотографии подгоняется до реального размера гребного винта с учетом выбранного масштаба получаемой модели (команда «Масштабировать объекты»). Далее сплайном обводим контур лопасти (рис. 1, *а*). На плоскость «Справа» в другом эскизе вставляется следующий вид, который обводится сплайном аналогичным образом (рис. 1, *б*).

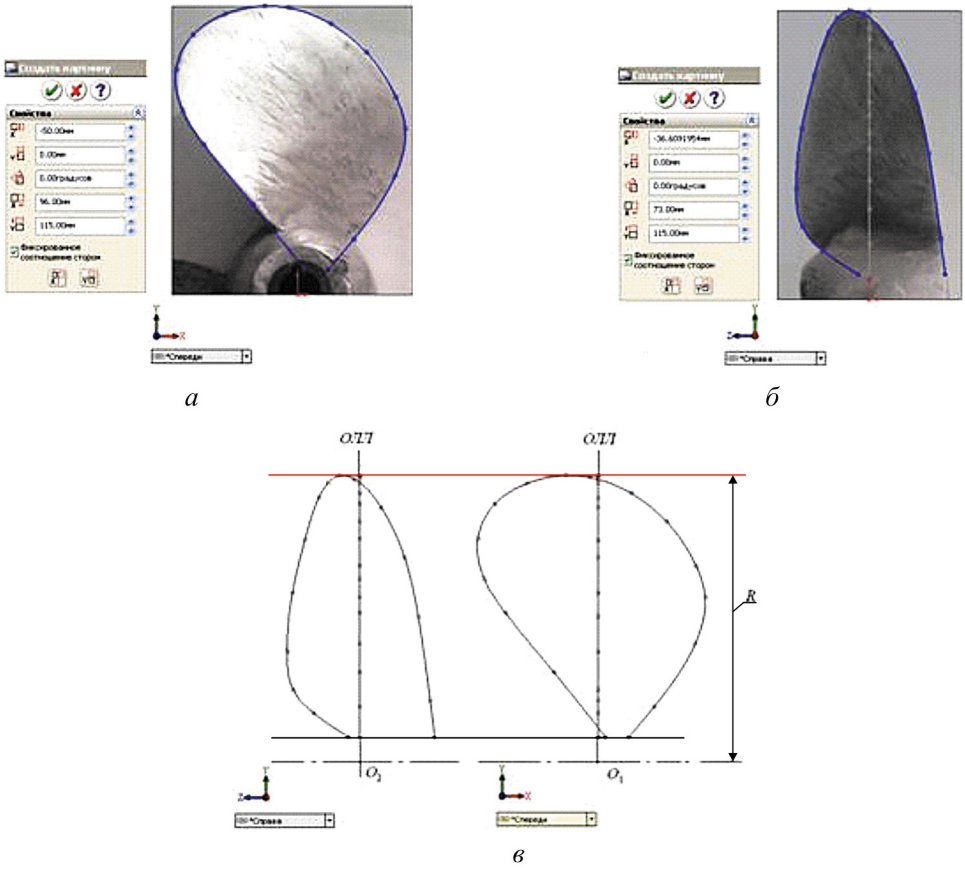


Рис. 1. Построение проекций контура лопасти

Профили эскизов должны быть выровнены таким образом, чтобы при их проецировании перпендикулярно плоскости эскиза подразумеваемые поверхности пересекались, создавая желаемый эффект. В нашем случае необходимо, чтобы ось винта и нижние точки у обоих эскизов были на одном уровне, для чего им задается соответствующая взаимосвязь, а положение верхней точки по высоте фиксируется значением радиуса винта. В результате получаем два эскиза проекций лопасти, созданные на разных плоскостях (рис. 1, *в*).

Шаг 2. Необходимо разделить оба эскиза на четыре эскиза в следующей последовательности. Сначала создадим новый эскиз на плоскости «Спереди»: выделяем правую часть, а левую обрезаем. После этого аналогичным образом создаем на той же плоскости новый эскиз для левой части профиля и обрезаем правую часть. Для ранее созданного эскиза на плоскости «Справа» действия повторяются так, чтобы все крайние верхние точки всех четырех эскизов были на одинаковой высоте.

Шаг 3. Создание трехмерных кривых, каждая из которых представляет собой пересечение двух вытянутых поверхностей, которые могут быть получены при создании эскизов на двух пересекающихся плоскостях. Для этого при помощи команды «Проекционная кривая» совмещаем попарно эскизы, получая в итоге профиль, состоящий из двух проекционных кривых (рис. 2, *а*). Эти кривые представляют собой эскизы входящей и выходящей кромок лопасти и будут использованы как направления элемента по траектории. В блоке «Выбор» для выполнения команды используется параметр «Тип проекции» – «Эскиз на эскиз».

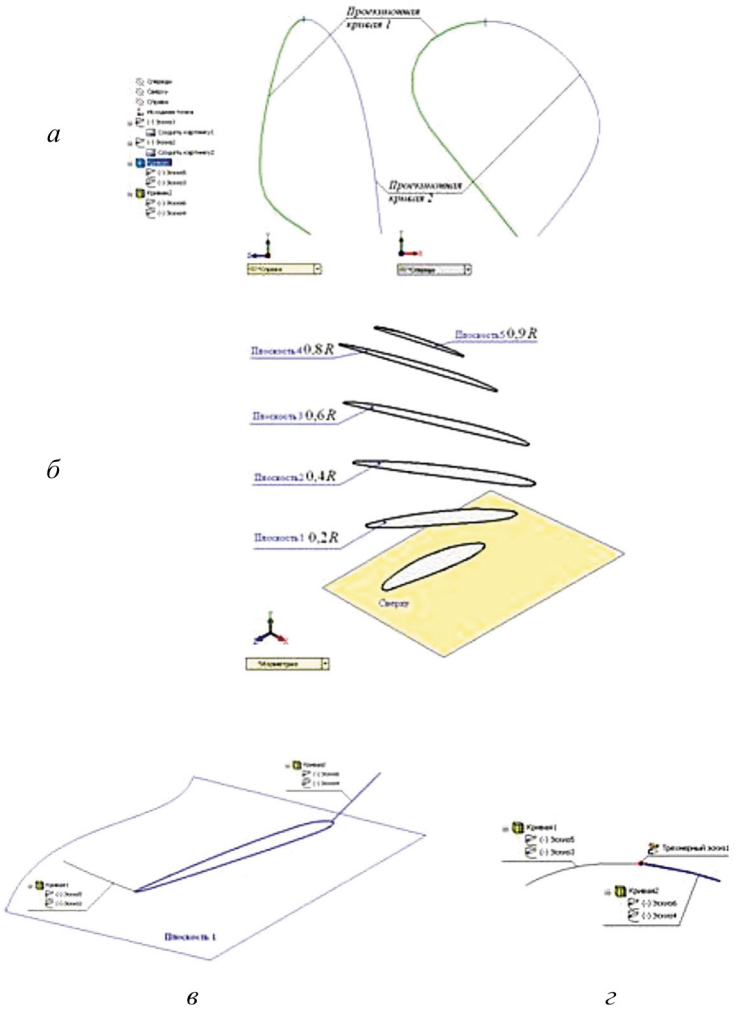


Рис. 2. Этапы моделирования гребного винта

Шаг 4. Построение сечений лопасти на плоскости «Сверху» и на вспомогательных плоскостях, которые расположены на определенных расстояниях и параллельны ей (рис. 2, *б*, *в*). Создание вспомогательных (справочных) плоскостей производится обычным образом с помощью команды «Справочная геометрия/плоскость». Ориентация сечения лопасти на каждой плоскости своя и зависит от шагового угла (или шага винта на данном радиусе). Обязательным условием взаимосвязи является совпадение точек «пронзания» проекционных кривых на всех плоскостях с соответствующими точками сечений лопасти.

Шаг 5. Создание 3D-эскиза точки, совпадающей с крайними верхними точками проекционных кривых (рис. 2, *г*). В SolidWorks при использовании команды «По сечениям» точками могут быть только первый; последний и первый; последний профили. Все объекты эскиза, включая направляющие кривые и профили, могут находиться внутри одного трехмерного эскиза.

Шаг 6. Построение поверхности лопасти. Используется вариант получения поверхности по сечениям.

Шаг 7. Создание твердотельной модели лопасти. С помощью команды «Заполнить поверхность» создаем поверхность в границах, определенных эскизом сечения, и «сшиваем» полученные поверхности (команда «Сшить поверхность») с созданием твердотельного элемента (рис. 3, *а*).

Шаг 8. Моделирование тела ступицы гребного винта. Вращением эскиза, построенного на плоскости «Справа», получаем заготовку ступицы (рис. 3, *б*, *в*).

Шаг 9. С помощью команды «Круговой массив» задаем число лопастей, предварительно оформив скругление лопасти у корневого сечения (рис. 3, *г*).

Шаг 10. Объединение тел, создание ступицы. С помощью команды «Скомбинировать тела» нужно объединить в одно тело ступицу и лопасти и завершить оформление ступицы (коническое отверстие, проточки, обнижение). Модель гребного винта приведена на рис. 3, *д*.

Твердотельная модель лопасти может быть получена также вытягиванием элемента по сечениям. При выборе такого способа можно исключить шаг 6 из данного алгоритма. Когда нет фотографии гребного винта, то может быть использован чертеж гребного винта. Направляющие кривые для сечений лопасти, предварительно построенных (шаг 4), получаются в этом случае с помощью трехмерного сплайна (при этом меняется порядок шагов).

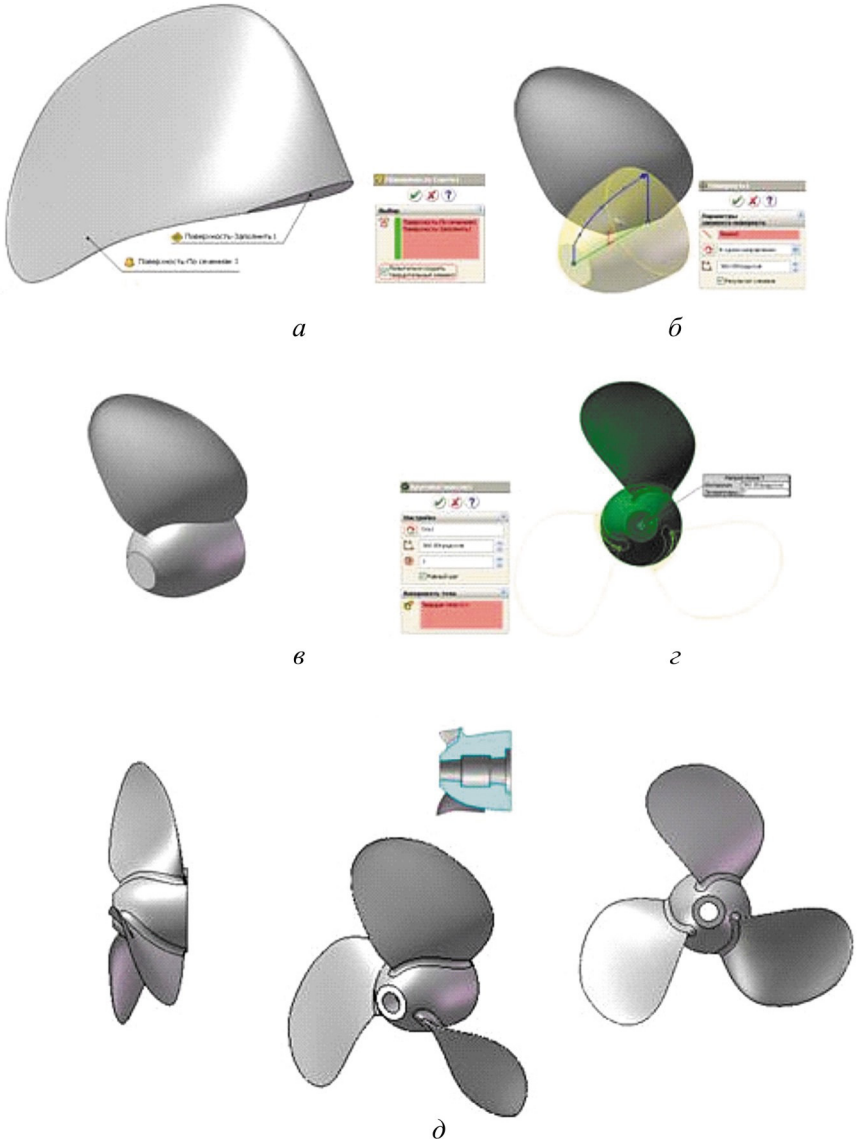


Рис. 3. Этапы моделирования и модель гребного винта

Студенты НГТУ им. Р.Е. Алексеева направления подготовки 151600 «Прикладная механика» при выполнении лабораторной работы «Моделирование гребного винта» в рамках дисциплины «Основы автоматизированного проектирования» данный алгоритм используют вместе с расчетно-графическим методом [2]. Заданными параметрами являются геометрические характеристики гребного винта.

Круг задач, которые решаются с помощью SolidWorks, достаточно велик, применение программы не ограничивается геометрическим моделированием. Интегрированные расчетные модули [3] позволяют выполнить целый ряд интересующих пользователя расчетов, например прочностных, позволяющих оценить в том числе и геометрию, в данном случае гребного винта.

С учетом многочисленных пожеланий предприятий и профильных вузов компания SolidWorks Russia разработала программу «SWR-Академия» для поддержки российских учебных заведений, обеспечивающих профессиональную подготовку инженерных кадров с использованием CAD-комплексов. В рамках данной программы большому количеству учебных заведений, среди которых и НГТУ им. Р.Е. Алексеева, был предоставлен программный комплекс SolidWorks Education Edition, который используется в учебном процессе. Тематика лабораторных работ, реализуемых с помощью данного программного комплекса, весьма разнообразна [4] (рис. 4).

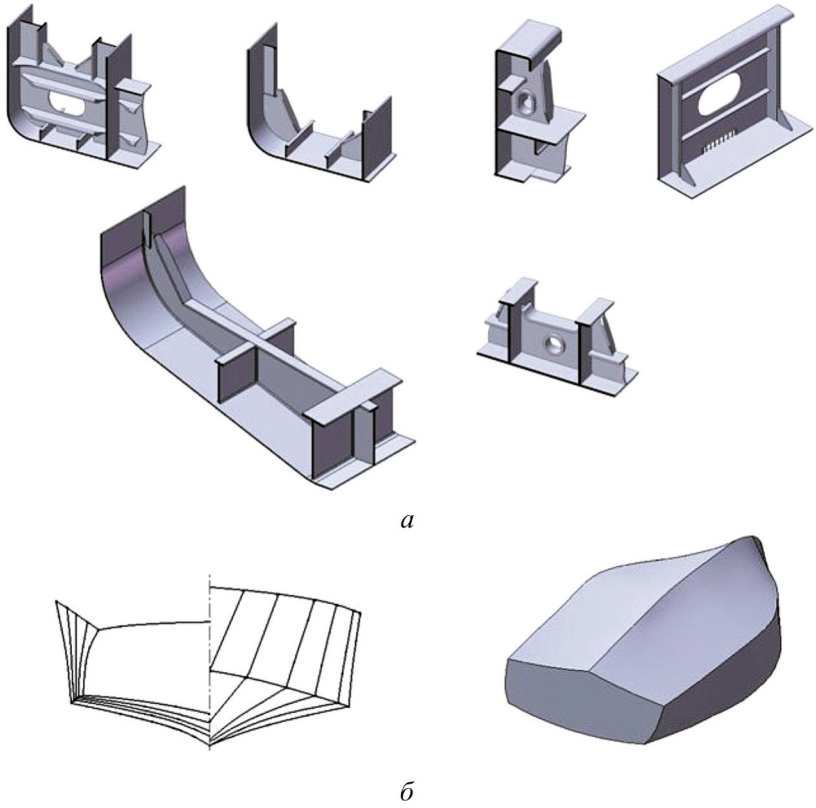


Рис. 4. Примеры лабораторных работ: *а* – моделирование судовых конструкций; *б* – моделирование корпуса судна

Список литературы

1. Князьков В.В., Колчин П.В. От эскиза до изделия. Технология проектирования поверхности при использовании технического рисунка // Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы всерос. науч.-метод. конф. / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – С. 188–193.

2. Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания / под ред. А.М. Басина, Е.И. Степанюка. – Л.: Транспорт, 1977. – 268 с.

3. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.

4. Князьков В.В. SolidWorks / COSMOSWorks. Компьютерное моделирование и инженерный анализ методом конечных элементов: учеб. пособие; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2010. – 216 с.

О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА

Крайнова Марина Николаевна,
Акулов Павел Васильевич
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Компетентностный подход в образовании предполагает приобретение обучающимися знаний и умений, которые позволят быстро освоить и развить профессиональную деятельность соответствующего уровня. Авторы рассматривают проблемы профессиональной подготовки и компьютерной грамотности будущего инженера.

Ключевые слова: компьютерная графика, самостоятельная работа, современный специалист, профессиональная деятельность.

ABOUT THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE FUTURE ENGINEER

Krainova Marina Nikolaevna,
Akulov Pavel Vasilyevich
Perm National Research Polytechnic University

Competence approach in education involves development of the students of knowledge and skills that will enable you to quickly understand and develop the professional activity of the corresponding level. The authors consider the problems of professional training and computer literacy of future engineer.

Keywords: computer graphics, independent work, a modern specialist, professional activity.

Инженерно-графические дисциплины составляют фундамент подготовки специалистов технического профиля, способствуя развитию пространственного представления, без которого невозможна конструкторская, технологическая и изобретательская деятельность [1]. Уменьшение количества часов на изучение инженерно-графических дисциплин и соответствующее изменение количества и объема тем, необходимых для реализации профессионально значимых умений, создают проблемы в становлении этих умений выпускников технического вуза.

Компетентностный подход в образовании предполагает освоение учащимися умений и приобретение опыта, позволяющих им в будущем действовать эффективно в ситуациях профессиональной, личной и общественной жизни. Причем особое значение придается умениям, позво-

ляющим действовать в нестандартных, проблемных ситуациях, для которых нет заранее подготовленного решения [2]. Таким образом, необходимо в рамках перечисленных граничных условий активизировать процесс усвоения инженерной и компьютерной графики, использовать новые средства и технологии обучения.

Образование современного бакалавра без изучения компьютерных технологий невозможно. Кроме того, изучение таких технологий повышает у студентов интерес к получению знаний, мотивацию обучения, способствует формированию необходимых профессиональных компетенций [3]. Основной акцент в практической части курса компьютерной графики должен быть сделан на освоение графических редакторов: программ, приспособленных для создания и редактирования электронных документов.

Среди сложившихся форм и методов обучения студентов в вузе все большее значение приобретает самостоятельная работа. Вузовская практика подтверждает, что только знания, добытые самостоятельным трудом, делают выпускника продуктивно мыслящим специалистом, способным творчески решать профессиональные задачи, уверенно отстаивать свои позиции и активно действовать в нестандартных ситуациях. Самостоятельная работа студентов (СРС) является одним из наиболее эффективных средств развития и активизации творческой деятельности. Ее можно рассматривать как главный резерв повышения качества подготовки специалистов [4].

В последние годы традиционными стали олимпиады по компьютерной графике, которые способствуют творческой активности и мотивации учебной деятельности студентов в области инженерно-геометрических дисциплин. К участию в олимпиаде допускаются студенты, успешно выполнившие обязательную программу курса. Опыт проведения таких олимпиад показывает, что победителями становятся те студенты, которые не только хорошо владеют приемами компьютерной графики, но также знают теоретические основы построения чертежа и имеют хорошее пространственное представление. В рамках учебных часов сложно достичь такого уровня. Важнейшим средством, обеспечивающим практическую направленность обучения, является самостоятельная работа студентов. Сущность самостоятельной работы заключается не в том, что студент выполняет задания без помощи преподавателя, а в том, что он самостоятельно управляет собственной познавательной деятельностью.

Из учебной практики одного из авторов:

В 2005 г. я поступил в Нижнетагильский строительный техникум на специальность «Автомеханика». Мы изучали такие предметы, как «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика», но все чертежи до 3-го курса я оформлял только от руки.

В 2007 г. я впервые познакомился с САПР AutoCAD 2000. Данная программа очень облегчила мне выполнение и редактирование готовых чертежей. Примерно в это же время я начал осваивать программу «Компас 3D», меня она тоже очень заинтересовала, так как содержала много стандартных элементов из российских ГОСТов и была более удобной для оформления чертежей в соответствии с ЕСКД.

В 2009 г. я окончил техникум и поступил в ПНИПУ. В свободное время продолжил изучение «Компаса 3D» с помощью самоучителя и консультаций преподавателя. В 2013 г. принял участие в олимпиаде по компьютерной графике среди вузов Пермского края, на которой занял 3-е место, вошел в команду ПНИПУ, участвовал во всероссийской олимпиаде по инженерной и компьютерной графике в Москве.

Содержание самостоятельной работы студентов составляют разнообразные типы учебных, производственных и исследовательских заданий, выполняемых ими под руководством преподавателя (или компьютерной обучающей программы) [4]. Традиционным содержанием СРС являются:

– подготовка к аудиторным занятиям,

– подготовка отчетов по лабораторным работам,

– изучение теоретического материала,

– выполнение графических заданий.

При подготовке будущего специалиста в соответствии с компетентностной моделью необходима переориентация целей и содержания самостоятельной работы. Новой целью должно быть развитие творческого мышления будущего специалиста, его внутренней и внешней самоорганизации, активно-преобразующего отношения к получаемой информации.

Из жизненной практики одного из авторов:

Продолжая учиться в ПНИПУ, я искал работу на предприятиях, связанную с проектно-конструкторской деятельностью. И столкнулся со следующей проблемой: на этих предприятиях использовались программы SolidWorks 2014 и Autodesk Inventor 2014. Для трудоустройства мне пришлось освоить дополнительно эти программы. Сейчас я работаю на предприятии ООО «ИНГК-ПРОМТЕХ» в должности техника-конструктора, занимаюсь машиностроительным проектированием. Работой я доволен и успеваю совмещать ее с обучением.

Конечно, активная СРС во всех ее видах возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Одной из важнейших задач преподавателя является грамотная организация самостоятельной учебной деятельности студентов, что позволит выполнить студенту значительно больший объем работы. В то же время самостоятельная работа, ее планирование, организационные формы и методы, система отслеживания результатов являются одним из наиболее слабых мест в практике вузовского образования [4]. Необходима разработка полноценного учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся, поскольку достаточно большое количество тем изъято из лекционных часов. Для развития опыта самостоятельной работы следует предлагать студентам задания, контрольные самостоятельные работы, тесты-тренажи, творческие задачи для осуществления информационного поиска и повышения уровня компетентности, для успешной адаптации к изменчивым условиям современной жизни.

Современный специалист в области проектно-конструкторской деятельности немыслим без умения пользоваться графическими редакторами, но не стоит преувеличивать их значение.

Из трудовой практики одного из авторов:

После устройства на работу я лично столкнулся с такой проблемой, как недостаточность знаний при оформлении чертежей в соответствии с нормами ЕСКД и ЕСПД. Как показывает мой собственный опыт, многие выпускники демонстрируют следующие проблемы в профессиональной подготовке:

1. Неумение выполнить эскиз детали.

2. Незнание допусков и посадок в соответствии с ЕСКД.

3. Непонимание технологического процесса производства деталей.

4. Неумение пользоваться технической литературой и ГОСТами.

5. Отсутствие личной профессиональной мотивации.

6. Ограниченность в умении пользоваться различными графическими пакетами (обычно студенты имеют навыки работы в одной или максимум в двух программах САПР).

7. Низкий уровень знаний в оформлении сборочных чертежей и простановке условных обозначений.

Таким образом, самостоятельную работу студентов, в том числе инициативную, можно рассматривать как учебно-методический ресурс повышения качества подготовки специалистов и как эффективное средство для становления профессионально значимых компетенций. Само-

стоятельная работа завершает задачи всех видов плановой учебной работы. Никакие знания, не подкрепленные самостоятельной деятельностью, не могут стать подлинным достоянием человека. Кроме того, самостоятельная работа имеет воспитательное значение: она формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации и его успешной трудовой карьере [4]. Разнообразие методов обучения, применяемых для повышения эффективности обучения инженерной графике студентов, предполагает необходимость разработки таких условий, в которых студент может активно проявить свою творческую инициативу и в полной мере формироваться как специалист.

Список литературы

1. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А., Логвинова Н.А. Повышение качества инженерно-геометрической подготовки студентов, обучающихся по направлению «Машиностроение» // Актуальные достижения современной науки: материалы 8-й Междунар. науч.-практ. конф., Болгария, София, 17–25 июля 2012. – София: БялГРАД – БГ, 2012. – С. 11–13.

2. Чопова Н.В. Проблемы становления профессионально-значимых умений студентов при изучении инженерной графики в техническом вузе на примере специальности 270800 «Строительство» (квалификация «бакалавр») // Экономика и социум. – 2014. – № 1 (10).

3. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Крайнова М.Н. Модульная технология управления предметной подготовкой студентов // Университетское управление: практика и анализ. – 2012. – № 5 (81). – С. 88–95.

4. Горденко Н.В. Формирование академических компетенций у студентов вузов: дис. … канд. пед. наук. – Ставрополь, 2006. – 160 с.

ЛИНЕЙНЫЕ ОБЪЕКТЫ МНОГОМЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА

Лызлов Александр Николаевич

Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
г. Санкт-Петербург

Производится попытка осуществить аналитическое решение задачи методами начертательной геометрии: пересечение различных линейных геометрических объектов в пространстве любой размерности. В результате получен алгоритм решения *n* линейных уравнений с *K* неизвестными, где *K* меняется от 2 до *n*.

Ключевые слова: начертательная геометрия, точка, прямая, плоскость, гиперплоскость, многомерное пространство, уравнение.

THE LINEAR OBJECTS OF THE MULTIDIMENSIONAL SPACE

Lyzlov Aleksandr Nikolaevich

Baltiysky State Technical University “Voenmech”,
Saint-Petersburg

An attempt to carry out the analytical solution of intersection of different linear geometric objects in the space of any dimension is made. The algorithm for solving the n linear equations with *K* unknowns, which varies from 2 to *n* is received.

Keywords: descriptive geometry, point, line, plane, the hyperplane, multidimensional space, the equation.

Приведем цитату из работы [1]: «Недостатком “гордоновской” школы начертательной геометрии является убежденное противопоставление аналитических и графических (синтетических, конструктивных) методов решения задач». В представляемой статье осуществляется попытка исправить этот недостаток и объединить графический и аналитический методы решения задачи, точнее, описать аналитически графическое решение задачи.

Для начала обратимся к трехмерному пространству. Плоскость в трехмерном пространстве можно описать уравнением

$$ax + by + cz = 1.$$

Для удобства рассуждений остановимся именно на такой записи уравнения плоскости и в дальнейшем всех линейных геометрических объектов. Разумеется, все частные случаи не рассматриваются.

В аналитической геометрии прямая в трехмерном пространстве может быть задана как линия пересечения двух плоскостей, а именно:

$$a_1x + b_1y + c_1z = 1,$$

$$a_2x + b_2y + c_2z = 1.$$

Далее в аналитической геометрии предлагается записывать уравнение прямой или в векторной, или в параметрической форме. Мы же попробуем представить уравнение прямой в привычном для начертательной геометрии проекционном виде (точнее в данном случае говорить о проекционно-аналитической форме записи прямой линии). Причем и решим эту систему уравнений привычным для начертательной геометрии способом. Действительно, при $z = 0$ и при $x = 0$ имеем уравнения следов плоскости соответственно:

$$a_1x + b_1y = 1,$$

$$a_2x + b_2y = 1 \text{ при } z = 0,$$

$$b_1y + c_1z = 1,$$

$$b_2y + c_2z = 1 \text{ при } x = 0.$$

Следы плоскостей пересекаются в точках, координаты которых легко получить, решив простейшие системы двух уравнений с двумя неизвестными. Таким образом получим две точки с координатами x_1, y_1, $z_1 = 0$ и $x_2 = 0$, y_2, z_2.

Через эти две точки и пройдет искомая прямая, уравнение которой запишем в привычном для начертательной геометрии проекционном виде – одна проекция пройдет через точки с координатами x_1, y_1 и $x_2 = 0$, y_2, а вторая – через точки с координатами y_1, $z_1 = 0$ и y_2, z_2. Определить коэффициенты при переменных x, y и z для прямой, проходящей через две точки на плоскости, тоже не представляет большого труда. Осуществив эти действия, получим уравнения прямой линии в трехмерном пространстве в виде:

$$ax + b_1y = 1,$$

$$b_2y + cz = 1. \qquad (1)$$

Теперь перейдем к пространствам большей размерности. Нетрудно сообразить, что в четырехмерном пространстве уравнения прямой могут быть записаны так:

$$ax + b_1y = 1,$$

$$b_2y + c_1z = 1,$$

$$c_2z + dt = 1,$$

а в n-мерном пространстве так:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = 1,$$

$$a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = 1,$$

$$a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = 1,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$a_{n-1,n-1}x_{n-1} + a_{n-1,n}x_n = 1. \qquad (2)$$

На основании этих уравнений можно утверждать, что в пространстве любой размерности прямая есть однопараметрическое множество точек и что прямая определяется количеством параметров, равным 2 (n – 1), где n – размерность пространства, т.е. на плоскости прямую линию задают два параметра, в трехмерном пространстве – 4, в четырехмерном – 6 и т.д.

Теперь обратимся к системе из трех плоскостей:

$$a_1x + b_1y + c_1z = 1,$$

$$a_2x + b_2y + c_2z = 1,$$

$$a_3x + b_3y + c_3z = 1.$$

Эта система есть система тех линейных уравнений с тремя неизвестными x, y и z, и она решается известными методами. С точки зрения геометрии эти уравнения описывают три плоскости и эти три плоскости пересекаются в точке с координатами x, y и z. Найдем координаты этой точки аналитически, но используя приемы начертательной геометрии, а именно:

– решая первые два уравнения системы указанным выше способом, получим уравнения прямой в виде (1);

– аналогично решив второе и третье уравнение системы, получим уравнения еще одной прямой в том же виде (1);

– полученные прямые пересекаются, так как лежат в одной плоскости, уравнение (2);

– найдем координаты x и y искомой точки (или координаты y и z), решив совместно первую (или вторую) пару уравнений, описывающих прямые;

– и наконец, найдем третью искомую координату точки z (или x), используя для этого любое уравнение второй (или первой) пары.

Таким образом, получен алгоритм решения системы трех уравнений с тремя неизвестными, который основывается на геометрических образах и понятиях начертательной геометрии.

Далее рассмотрим гиперплоскость четырехмерного пространства. Ее уравнение можно записать так:

$$ax + by + cz + dt = 1.$$

Как известно [2], две гиперплоскости пересекаются по плоскости, для определения которой нужны три точки. В свою очередь, гиперплоскость и плоскость пересекаются по прямой, проходящей через две точки. Запишем уравнения двух гиперплоскостей и определим уравнение плоскости, по которой они пересекаются:

$$a_1x + b_1y + c_1z + d_1t = 1,$$

$$a_2x + b_2y + c_2z + d_2t = 1.$$

Используем тот же прием, который был использован при нахождении прямой пересечения двух плоскостей. Каждая гиперплоскость пересекается с соответствующей координатной плоскостью по прямым, уравнения которых легко получить, приравнивая к нулю две координаты из четырех. Получим три пары уравнений с двумя неизвестными. Решая эти уравнения, определим координаты трех точек, через которые и пройдет искомая плоскость. Эти координаты следующие:

$$x_1, y_1, z_1 = 0, t_1 = 0,$$

$$x_2 = 0, y_2, z_2, t_2 = 0,$$

$$x_3 = 0, y_3 = 0, z_3, t_3.$$

Запишем уравнения плоскости в четырехмерном пространстве аналогично записи прямой в трехмерном пространстве, а именно:

$$ax + b_1y + c_1z = 1,$$

$$b_2y + c_2z + dt = 1.$$

Учитывая, что искомая плоскость должна пройти через три точки с известными координатами, легко определим шесть неизвестных коэффициентов в этих двух уравнениях. Таким образом, будет получено решение двух уравнений с четырьмя неизвестными.

В пространстве размерности n плоскость будет задана следующей системой уравнений:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = 1,$$

$$a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 = 1,$$

$$a_{33}x_3 + a_{34}x_4 + a_{35}x_5 = 1,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$a_{n-2,n-2}x_{n-2} + a_{n-2,n-1}x_{n-1} + a_{n-2,n}x_n = 1.$$

На основании этих уравнений можно утверждать, что в пространстве любой размерности плоскость есть двухпараметрическое множество точек и что плоскость определяется количеством параметров, равным 3 $(n-2)$, где n – размерность пространства, т.е. в трехмерном пространстве плоскость задают три параметра, в четырехмерном пространстве – 6, в пятимерном – 6 и т.д. Также из уравнений плоскости в четырехмерном пространстве понятно, что в этом пространстве две плоскости пересекаются в одной точке. Действительно, две плоскости будут описаны четырьмя уравнениями с четырьмя неизвестными координатами – x, y, z и t.

Сделаем следующий шаг. Рассмотрим три гиперплоскости, которые, разумеется, будут пересекаться по прямой линии:

$$a_1x + b_1y + c_1z + d_1t = 1,$$

$$a_2x + b_2y + c_2z + d_2t = 1,$$

$$a_3x + b_3y + c_3z + d_3t = 1.$$

Прямая линия пересечения трех гиперплоскостей пройдет через две точки. Координаты этих точек легко получить, если решить две системы трех уравнений с тремя неизвестными – одну при $x = 0$, вторую – при $t = 0$. Эти системы могут быть решены указанным выше способом. Тогда можно записать уравнения прямой в четырехмерном пространстве в виде (2) при $n = 4$.

$$ax + b_1y = 1,$$

$$b_2y + c_1z = 1,$$

$$c_2z + dt = 1.$$

Для определения неизвестных коэффициентов в этих уравнениях служат координаты двух точек, через которые проходит данная прямая: $x_1, y_1, z_1, t_1 = 0$.

$$x_2 = 0, y_2, z_2, t_2.$$

Таким образом, может быть получено решение трех уравнений с четырьмя неизвестными.

Следующий шаг очевиден. Это пересечение четырех гиперплоскостей или решение системы четырех уравнений с четырьмя неизвестными.

$$a_1x + b_1y + c_1z + d_1t = 1,$$

$$a_2x + b_2y + c_2z + d_2t = 1,$$

$$a_3x + b_3y + c_3z + d_3t = 1,$$

$$a_4x + b_4y + c_4z + d_4t = 1.$$

Первые три уравнения, как было показано, определяют прямую, и последние три также определяют прямую. Эти две прямые пересекаются, так как лежат на линии пересечения двух гиперплоскостей (второе и третье уравнения), т.е. в одной плоскости.

Изложенным способом можно решать любые системы, состоящие из n линейных уравнений. Рассмотрим общий алгоритм решения такой системы:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1,n-1}x_{n-1} + a_{1,n}x_n = 1,$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \ldots + a_{2,n-1}x_{n-1} + a_{2,n}x_n = 1,$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \ldots + a_{3,n-1}x_{n-1} + a_{3,n}x_n = 1,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$a_{n-1,1}x_1 + a_{n-1,2}x_2 + \ldots + a_{n-1,n-1}x_{n-1} + a_{n-1,n}x_n = 1,$$

$$a_{n,1}x_1 + a_{n,2}x_2 + \ldots + a_{n,n-1}x_{n-1} + a_{n,n}x_n = 1.$$

Берем два первых уравнения заданной системы и $(n - 1)$ раз решаем системы двух уравнений с двумя неизвестными, или, если рассуждать с геометрической точки зрения, находим координаты точек пересечения двух гиперплоскостей n-го порядка. Получим $(n - 1)$ точку с координатами:

$$x_{11}\,x_{12}\ldots0;\ 0,\ x_{21}x_{22}\ldots0;\ 0,0,\ x_{31}x_{32}\ldots0;\ \ldots\ldots;\ 0\ldots\ldots\ x_{n-1,1}x_{n-1,2}.$$

Здесь возможны два варианты:

1. Третьего и последующих уравнений нет; тогда решением системы будет уравнение гиперплоскости $(n - 1)$ степени, проходящей через $(n - 1)$ точку:

$$b_{11}\,x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + \ldots + b_{1,n-1}\,x_{n-1} = 1,$$

$$b_{22}x_2 + b_{23}x_3 + \ldots + b_{2,n-1}\,x_{n-1} + b_{2,n}\,x_n = 1.$$

В этих уравнениях $2(n-1)$ – неизвестный коэффициент. Также имеются $2(n-1)$ – уравнения, из решения которых и будут определены неизвестные коэффициенты, причем это решение относительно простое, так как большинство членов уравнения равно нулю.

2. Есть третье уравнение системы. (Поскольку первое уравнение системы больше не понадобится, третье уравнение можно записать на место первого). Тогда указанным способом решаем второе и третье уравнения и получаем еще $(n-1)$ с известными координатами, т.е. получаем $(n-1)$ пару точек. Через каждые две точки можно провести прямую. В свою очередь, каждые две соседние прямые лежат в одной плоскости и, следовательно, пересекаются. Отыскав координаты точек их пересечения, получим $(n-2)$ точки с координатами

$$x_{11}x_{12}x_{13}\ldots 0;\ 0,\ x_{21}x_{22},x_{23}\ldots 0;\ 0,0,\ x_{31}x_{32}x_{33}\ldots 0;\ \ldots\ldots;$$

$$0\ldots\ldots\ x_{n-2,1}x_{n-2,2}x_{n-2,3}.$$

И снова перед нами два пути:

1. Нет четвертого уравнения системы. Тогда через $(n-2)$ точки проводим гиперплоскость $(n-2)$-го порядка, что и будет являться решением системы.

2. Есть четвертое уравнение. Используя третье и четвертое уравнения системы, находим $(n-1)$ точку, и снова получаем $(n-1)$ пару точек, через которые можно провести прямые и найти точки их пересечения. Таким образом будут найдены координаты еще $(n-2)$ точек. Получаем $(n-2)$ пары точек, через которые можно провести $(n-2)$ прямые. Две соседние прямые лежат в одной плоскости, а следовательно, пересекаются. Определив координаты точек пересечения этих прямых, получим $(n-3)$ точки с координатами

$$x_{11}x_{12}x_{13}x_{14}\ldots 0;\ 0,\ x_{21}x_{22}x_{23}x_{24}\ldots 0;\ 0,0,\ x_{31}x_{32}x_{33}x_{34}\ldots 0;\ \ldots\ldots;$$

$$0\ldots\ldots\ x_{n-3,1}x_{n-3,2}x_{n3,3}x_{n-3.4}.$$

И так далее. С каждым шагом будет уменьшаться количество точек, но при этом увеличиваться количество координат, отличных от нуля. Очевидно, что в конце решения системы n уравнений с n неизвестными получим одну точку, положение которой задается n координатами.

Таким образом, мы разобрались со всеми линейными объектами многомерного пространства. Следующий шаг – нелинейные объекты. Но это уже совсем другая история.

Список литературы

1. Москаленко В.О., Иванов Г.С., Муравьев К.А. Как обеспечить общегеометрическую подготовку студентов технических университетов / Наука и образование: электр. науч.-техн. журнал / МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2012.

2. Филиппов П.В. Начертательная геометрия многомерного пространства и ее приложения / ЛГУ. – Л., 1979.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Лызлов Александр Николаевич,
Глазунов Константин Олегович
Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
г. Санкт-Петербург

Рассматривается проекционная модель пространства-времени двух, трех и четырех измерений. На этих моделях решаются задачи определения времени совершения события при равномерном прямолинейном движении нескольких объектов.

Ключевые слова: пространство-время, мировая линия, событие, мировая точка, скорость, относительные координаты.

DESCRIPTIVE GEOMETRY OF SPACE-TIME

Lyzlov Aleksandr Nikolaevich,
Glazunov Konstantin Olegovich
Baltiysky State Technical University “Voenmech”,
St. Petersburg

The article describes the projection model of space-time, two, three and four dimensions. The problems of determining the time of the events in uniform rectilinear motion of several objects are solved on these models.

Keywords: space-time, world line, event, world point, speed, elative coordinates.

Традиционная начертательная геометрия рассматривает объекты в трехмерном или многомерном пространстве, в котором на каждой из осей координат откладывается единица длины. Если же одну из координат заменить на координату «время», то можно будет геометрически интерпретировать процессы, происходящие в пространстве-времени. В частности, в работах [1] и [2] геометрически разбираются стандартные эффекты частной теории относительности, например эйнштейновское замедление времени, или эффект близнецов. Мы в представляемой статье не будем замахиваться на теорию относительности. Будем рассматривать только равномерное прямолинейное движение объекта в пространстве-времени с нормальными, не световыми скоростями.

Для начала обратимся к двумерному пространству-времени. С детства нам знакома задача: «Из пункта A в пункт B с определенной скорость двинулся поезд. Ему навстречу… и т.д.». Также привычно решение

таких задач с помощью составления уравнений. Мы пойдем другим путем – решим такую задачу графически. Перемещение любого объекта в пространстве-времени можно задавать перемещением его центра тяжести, т.е. точкой. Пользуясь терминологией работы [2], назовем точку в пространстве-времени событием (или мировой точкой), а прямую, по которой она перемещается – мировой линией.

На рис. 1 изображены три мировые линии, которые характеризуют перемещение трех мировых точек с разными скоростями или навстречу друг другу (линии *1* и *3*), или в одном направлении (линии *1* и *2*). Одна из мировых линий (линия *1*) является основной, или базовой. Что это значит? Как видно на рис. 1, оси координат x и t градуированы просто равными отрезками и отмечены цифрами 1, 2 и не имеют размерности длины по оси x и времени по оси t. Как только одну из мировых линий мы выбрали за базовую, сразу же появятся конкретные значения одного деления по осям координат. Например, скорость перемещения по базовой линии 80 км/ч. Тогда одно деление по оси x равно 80 км, а по оси t – 1 ч. Если скорость 300 м/с, то одно деление по соответствующим осям равно 300 м и 1 с. Такой подход позволяет всегда иметь базовую мировую линию биссекторной по отношению к осям x и t, которая описывается простейшим уравнением $x = t$.

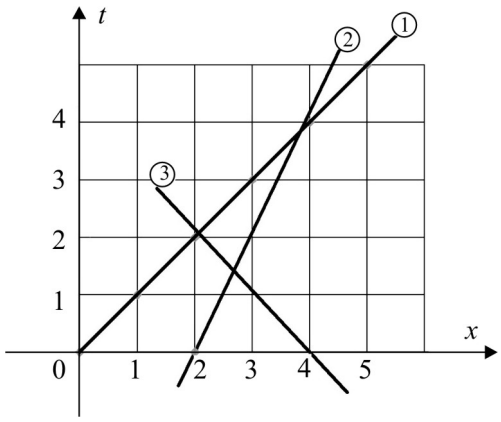


Рис. 1. Мировые линии

Тогда любая другая мировая линия может быть задана уравнением $ax + bt = 1$, так как нас больше не интересуют мировые линии, проходящие через начала координат. Отношение b/a характеризует относительную скорость перемещения не по базовой мировой линии, причем, если базовая и не базовая мировая линии характеризуют

перемещение в одном направлении, то относительная скорость должна быть отрицательной, в противном случае – положительной. Коэффициент $1/a$ характеризует событие в момент времени $t = 0$ для небазовой мировой линии, разумеется, тоже в относительных единицах. Учитывая сказанное, получим универсальную формулу для расчета времени совершения события:

$$t = 1/a \; x \; (1/(1 + b/a)).$$

Рассмотрим теперь трехмерное пространство-время. В этом случае событие происходит в момент времени t на плоскости с координатами x, y. Предположим, что из этой мировой точки начинается движение с определенной скоростью в любом направлении по плоскости. Тогда множество событий будет представлено поверхностью конуса с вершиной в точке с координатами x, y, t, образующие которого есть мировые линии. Используем тот же прием, что и в предыдущем случае, т.е. градуировку по всем трем осям сделаем относительной. Это во-первых. A во-вторых, вершину конуса перенесем в начало координат. Тогда такой конус на проекционном чертеже будет изображен следующим образом (рис. 2). Кроме того, такой конус может быть описан относительно простым уравнением:

$$x^2 + y^2 = t^2.$$

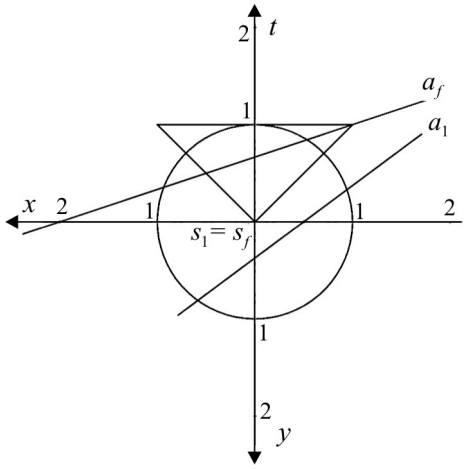


Рис. 2. Трехмерное представление пространства-времени

Мировая линия еще одной мировой точки может быть задана на проекционном чертеже двумя проекциями (см. рис. 2) – проекция на координатную плоскость xy (a_1) характеризует движение точки по плоскости, а проекция на координатную плоскость xt (a_t) – во времени. Задача

ставится следующая: какую (или какие) мировые линии конуса необходимо выбрать для того, чтобы в пространстве-времени мировые линии пересеклись. Графически эта задача решается привычными методами начертательной геометрии – надо найти точки пересечения прямой и конуса. Но мы пойдем другим путем – постараемся решить задачу аналитически без использования чертежа.

Мировая линия задана двумя проекциями прямой, которые можно описать следующими уравнениями:

$$ax + by = 1,\ cx + dt = 1. \qquad (1)$$

Найдем коэффициенты в этих уравнениях, основываясь на следующих условиях:

– мировая линия проходит через точку с координатами (X_0, Y_0, T_0);

– мировая точка передвигается с заданной постоянной скоростью V;

– известно перемещение мировой точки по плоскости xy, т.е. известны приращения этих координат Δx и Δy.

Разумеется, все эти значения должны быть заданы в относительных координатах.

Основываясь на указанных условиях и проводя не очень сложные преобразования, получим выражения для расчета указанных коэффициентов:

$$a = \Delta y/(X_0\Delta y - Y_0\Delta x),$$

$$b = -a\Delta x/\Delta y;$$

$$d = V_b/(VT_0b + X_0\,(a^2 + b^2)),$$

$$c = (1 - dT_0)/X_0.$$

Далее, выразив координаты y и t через координату x и подставив эти выражения в уравнение конуса, получим квадратное уравнение для расчета координаты x, интересующей нас мировой точки:

$$Ax^2 + 2Bx + C = 0, \qquad (2)$$

где $A = (1 + (a_2/b_2) - (c_2/d_2))$,

$$B = (-(a/b_2) + (c/d_2)),$$

$$C = ((1/b^2) - (1/d_2)).$$

После этого, используя уравнения (1), легко можно получить координату y и время t события.

Рассмотрим ту же задачу, но уже в четырехмерном пространстве-времени. Тогда, если мировая точка будем двигаться из какой-либо точки в любом направлении пространства x, y, z с определенной скоростью, то, очевидно, мировые линии будут представлять образующие четырехмерного конуса, в основании которого находится сфера. Такой конус изображен на рис. 3 с вершиной, расположенной в начале координат. Конус на рис. 2 практически не отличается от конуса на рис. 3, но надо иметь в виду, что в первом случае окружность – это проекция окружности, а во втором случае окружность – это проекция сферы. Также на рис. 3 вторая мировая линия задается тремя проекциями – первая и вторая проекции характеризуют перемещение в трехмерном пространстве, а проекция a_t – перемещение во времени.

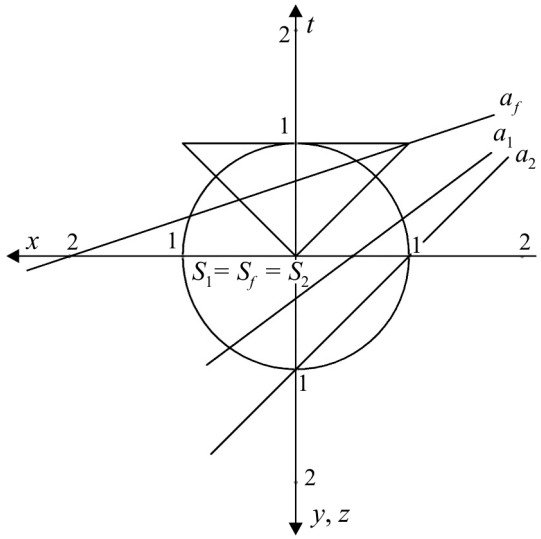


Рис. 3. Задача в четырехмерном пространстве

Необходимо определить время и место события, т.е. найти точку пересечения прямой с четырехмерным конусом. Представляется, что графическое решение этой задачи очень громоздкое. В работе [3] не делается даже попытки его рассмотреть. А вот аналитическое решение такой задачи относительно простое и практически повторяет решение рассмотренной задачи с трехмерным конусом. Уравнение четырехмерного конуса будет иметь вид

$$x^2 + y^2 + z^2 = t^2.$$

В уравнения мировой линии добавится уравнение третьей проекции:

$$ax + by = 1,\ cx + dz = 1,\ mx + nt = 1.$$

Основываясь на тех же условиях, что и в предыдущем случае, получим выражения для расчета коэффициентов в уравнениях проекций:

$$a = \Delta y/(X_0\Delta y - Y_0\Delta x),\quad b = -a\Delta x/\Delta y,$$

$$c = \Delta z/(X_0\Delta z - Z_0\Delta x),\quad d = -c\Delta x/\Delta z,$$

$$n = Vbd/(VT_0bd + X_0(b^2(c^2 + d^2) + a^2d^2)),\quad m = (1 - nT_0)/X_0.$$

Выразив координаты y, z и t через координату x и подставив эти выражения в уравнение конуса, получим то же квадратное уравнение (2), в котором выражения для расчета каждого коэффициенты увеличатся на один член:

$$A = (1 + (a^2/b^2) + (c^2/d^2) - (m^2/n^2)),$$

$$B = (-(a/b^2) - (c/d^2) + (m/n^2)),$$

$$C = ((1/b^2) + (1/d^2) - (1/n^2)).$$

Таким образом, и в четырехмерном пространстве-времени аналитически определены координаты события.

Если вспомнить о том, что в трехмерном пространстве прямая есть линия пересечения двух плоскостей, в четырехмерном – линия пересечения трех гиперплоскостей и т.д., то рассмотренный способ можно применить для решения системы n уравнений с n неизвестными, если система содержит $(n - 1)$ линейное уравнение и одно нелинейное. Но это уже другая история.

Список литературы

1. Шварц Дж. Как это произошло? Иллюстрированный рассказ о том, как теория относительности устанавливает связи причин и следствий. – М.: Мир, 1966.

2. Либшер Д.Э. Теория относительности с циркулем и линейкой. – М.: Мир, 1980.

3. Филиппов П.В. Начертательная геометрия многомерного пространства и ее приложения. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1979.

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ВУЗАХ

Мокрецова Людмила Олеговна,
Головкина Валерия Борисовна,
Бычкова Ирина Владимировна

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва

Модуль графической подготовки создан для повышения мобильности студентов при обучении графическим дисциплинам в вузе. Обеспечивает сохранение целостности изучаемого материала при различных уровнях сложности и выбор индивидуальной траектории обучения, повышает мотивацию к обучению. Создает предпосылки внедрения кредитно-модульной системы в процессе обучения в вузе.

Ключевые слова: мобильность, 3d-моделирование, модульность, пререквизиты, уровни сложности.

THE MODULAR PRINCIPLE GRAPHICS TRAINING IN HIGH SCHOOLS

Mokretsova Ludmila Olegovna,
Golovkina Valeria Borisovna,
Bychkova Irina Vladimirovna

National University of Science and Technology “MISIS”, Moscow

Graphic preparation module created to enhance the mobility of students in teaching graphic disciplines at the university. Maintains the integrity of the material being studied at different levels of complexity and choice of individual learning paths, increases the motivation to learn. Creates preconditions introduction of credit-modular system.

Ключевые слова: mobility, 3D modeling, modularity, prerequisites, levels of complexity.

Повышение качества подготовки специалистов и приближение уровня их профессиональной подготовки к международным требованиям во многом зависит от совершенствования учебного процесса, начиная с базовой подготовки. Современная образовательная стратегия направлена прежде всего на формирование мотивированной личности самоуправляемого обучения. Конкурентноспособность того или иного направления обучения во многом связана с академической мобильностью студентов, как на территории России, так и за рубежом. Высокие темпы научно-технического прогресса требуют особого внимания к во-

просам разработки и внедрения современной технологии обучения графическим дисциплинам в технических вузах.

Одной из основных целей модернизации образования в области графической подготовки является усовершенствование материально-технической базы кафедр, осуществляющих такую подготовку. На начальном этапе модернизация кафедр графических дисциплин позволяет найти необходимое программное обеспечение, создать электронную базу данных, внедрить информационно-коммуникационные технологии в процесс обучения. Но сама по себе модернизация не дает решение вопроса качества образования.

Модернизация состоит в том, чтобы интегрировать компьютерную графику в курс начертательной геометрии, инженерной графики, деталей машин и т.д., используя инновационные технологии обучения. А изменение содержания, методов и форм преподавания известных классических инженерных дисциплин напрямую зависит от постоянного усовершенствование учебного процесса. Развитие CAD/CAM/CAE-систем позволяет активно внедрять в учебный процесс интеллектуальные тренажеры, способствующие ускоренному накоплению профессионального опыта.

Инновации приводят к новому качеству и преподавателя вуза, и студентов. Мы видим, что модернизация кафедры инженерной графики и дизайна НИТУ «МИСиС», начатая в 2007 г., позволила не только совершенствовать учебный процесс, но и создать новое качество графической подготовки. К результатам инноваций можно отнести создание единой для университета учебной дисциплины «Инженерная компьютерная графика», разделенной по направлениям подготовки на уровни, что позволяет решать задачи мобильности студентов при переходе с одного направления обучения на другое. На кафедре создан комплекс материалов по сопровождению самостоятельной работы студентов, который направлен на выявление индивидуальных особенностей студентов и создание собственной траектории обучения инженерной компьютерной графике. Продвигаясь по собственной образовательной траектории, выбирая более сложный уровень заданий, студент должен чувствовать постоянный образовательный рост.

Домашние и курсовые работы выполняются с использованием программных комплексов «Компас», SolidWorks, AutoCAD, Inventor, 3D Max по мере овладения новыми знаниями. Использование графических пакетов в первую очередь должно быть направлено на понимание студентами

сложных графических форм, способов их отображения, без чего они не получат необходимых профессиональных компетенций. Широкое привлечение компьютерных технологий к образовательному процессу повышает заинтересованность студентов в изучении графического материала, позволяет им поверить в собственные силы и способности. Доступность информации о ходе выполнения учебного графика, организация базы хранения компьютерных графических работ, прозрачность критериев оценки графических работ и т.д. позволяют студенту, преподавателям, администрации вуза и родителям вовремя понять степень освоения изучаемого материала для принятия конкретных решений в процессе обучения. Наличие у студента учебного портфолио, включающего результаты домашних заданий, контрольных и тестовых оценок, позволяет автоматизировать процесс выставления оценки в кредитно-рейтинговой системе.

Рассматривая модульность обучения как основной принцип графической подготовки в вузе, можно отметить работу по созданию в НИТУ «МИСиС» междисциплинарного модуля «Инженерное проектирование». Частью этого модуля является дисциплина «Компьютерная инженерная графика» (КИГ) (таблица). Этому модулю присвоен номер в реестре семестровых модулей (дисциплин), и в нем выделены уровни сложности по направлениям обучения в вузе – A, B и C. Разделение уровней основано на разнице изучаемых разделов и необходимых для этого пререквизитов. Так, модуль КИГ1А состоит из двух разделов: «Начертательная геометрия» (НГ1А), пререквизитом которого является знание основ технического черчения.

Раздел 2 – «Программное обеспечение инженерной графики», пререквизитом которого является знание основ «Компаса 2D (ПО1А)». Трудоемкость данного модуля – 2 зачетные единицы, изучается он в одном семестре, может быть дополнена курсовой работой по 2D- и 3D-проекционному черчению. Уровень сложности модуля КИГ1В определяется 4 зачетными единицами, содержание модуля дополняется пререквизитами НГ1А и ПО1А и изучается в одном семестре, измеряется экзаменом и имеет название КИГ1В. Состоит из двух разделов: «Начертательная геометрия» НГ1В и «Программное обеспечение инженерной графики» ПО1В. Отдельным модулем является «Инженерная графика сборок» ИГ2С, уровень С подразумевает пререквизиты КИГ1В и ПО1В, содержание состоит из двух разделов: «Инженерная графика сборочных единиц» ИГС и «Программное обеспечение сборок» ПО2С. Трудоемкость модуля ИГ2С составляет 2 зачетные единицы, измеряется зачетом и включает курсовую работу по 3D-моделированию сборок.

Междисциплинарный модуль «Инженерное проектирование»

Наименование	Номер в реестре семестровых модулей дисциплины	Уровень сложности	Разделы или полусеместровый модуль	Содержание модуля							
				Время изучения (семестр)	Форма занятий, часы					Результат	Пререквизиты
					зачеты, ед.	Л	ПЗ	ЛР	СР		
Компьютерная инженерная графика (КИГ 1А)	1	А	Раздел 1. Начертательная геометрия	1	1		17		24 (КР 10)	Зачет КР	Основы …
		А	Раздел 2. Программное обеспечение инженерной графики	1	1			17	17		«Компас-2D»
Компьютерная инженерная графика (КИГ 1В)	1	В	Раздел 1. Начертательная геометрия	1	2		34		68	Экзамен	НГ1А
		В	Раздел 2. Программное обеспечение инженерной графики	1	2			17	34		ПО1А
Инженерная графика сборок (ИГС2С)	2	С	Раздел 1. Начертательная геометрия	2	3		34		78 (КР 20)	Зачет с оценкой + КР	КИГ1В
		С	Раздел 2. Программное обеспечение инженерной графики	2	2			17	51		ПО1В

Предложенный модульный подход изучения графических дисциплин, в первую очередь опирается на знание основ черчения и информатики в части 2D-проектирования в «Компасе». Наличие пререквизитов обеспечивает успех усвоения изучаемого модуля. Значит, можно сделать первый вывод: в школьных программах должны найти отражение требования высшего образования. При этом колледжи и техникумы обеспечивают необходимый для вузов уровень пререквизита. Напрашивается второй вывод: студенты, получившие среднее специальное образование, могут легче перейти на изучение следующего модуля или освоить его досрочно, освободив время для других дисциплин. Главное в предложенной схеме – обеспечение мобильности студента в процессе обучения и возможности выбора им индивидуальной образовательной траектории. Кроме того, мы часто сталкиваемся с отсутствием знаний у студентов 1-го курса, тогда как эти знания выступают пререквизитами для более сложного модуля обучения. Предложенная схема позволяет преподавателям легко определить уровень, на котором находится студент любого университета и установить количество зачетных единиц и темы, которые студент должен изучить для перехода на следующий уровень. Мы уходим от субъективного оценивания знаний студента, сокращаем сроки досдач и пересдач за-

долженностей, что приводит к улучшению организации работы кафедры инженерной графики и дизайна в условиях увеличения трудоемкости преподавания.

Повышение квалификации преподавателей, развитие новых методик преподавания позволило открыть при кафедре инженерной графики и дизайна НИТУ «МИСиС» авторизованный центр «АСКОН» по сертификации студентов и сотрудников по программе «Компас-График» и 3D-моделированию. Инновации процесса преподавания графических дисциплин позволяют создать на кафедрах творческую обстановку, успешно учитывать индивидуальные особенности студентов, повышать их мотивацию к обучению и, как следствие, достигать лучших результатов обучения. Результаты позволяют легко выделить способных ребят из числа студентов – победителей олимпиад. Успехи привели к созданию нового объединения – «Студенческого конструкторского бюро», тесно взаимодействующего с научными подразделениями вуза и работодателями. Кроме того, у кафедры появилась потребность осуществлять специальную подготовку студентов по направлению «Прикладная информатика в дизайне», спрос на которую в настоящее время растет.

Данное направление обучения органично вписалось в структуру кафедры инженерной графики и дизайна НИТУ «МИСиС» в связи с наличием на кафедре современного компьютерного обеспечения: кафедра пополнилась 20 мощными автоматизированными рабочими местами студентов с 27-дюймовыми моноблоками с беспроводными мышками. Теперь на студенческих рабочих местах одновременно работает ряд графических пакетов – «Компас V15», AutoCAD 2013, SolidWorks, INVENTOR, Photoshop, CorelDRAW, 3D Max и т.д. В этих программах студенты разрабатывают не только курсовые работы традиционных дисциплин, преподаваемых кафедрой в рамках выделенных модулей, но и выполняют курсовые работы по 3D-моделированию объектов производства, их визуализацию, создают информационное сопровождение рекламной продукции фирм и производства. Потребовалось внедрение в учебный процесс творческих дисциплин: рисунок, живопись, композиция, типографика, инфографика, фотографика, деловая и презентационная графика. В то же время все эти дисциплины неразрывно связаны с информационными технологиями и системами, алгоритмизацией и веб-программированием.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Ротков Сергей Игоревич,
Мошкова Татьяна Владимировна
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Нижний Новгород

Рассматриваются вопросы системного использования общедоступных сервисов Google для оперативного решения задач педагогического сопровождения обучающихся в вузе.

Ключевые слова: Google, информационные технологии, геометро-графическая подготовка, организация учебного процесса.

USING OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN GEOMETRY AND GRAPHICS LEARNING PROCESS

Rotkov Sergey Igorevich,
Moshkova Tatiana Vladimirovna
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

Using of Sites Google for control of learning process in geometry and graphics is discussed.

Keywords: Google, information technology, geometric graphical training, educational process organization.

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.

Исследования применимости информационных технологий в учебном процессе ведутся кафедрой инженерной геометрии, компьютерной

графики и автоматизированного проектирования ННГАСУ по двум направлениям с целью последующего сравнения полученных результатов. Первое направление, связанное с организацией учебного процесса на заочном отделении, привело к исследованию функциональных возможностей системы Moodle [1]. Второе направление – поиск и исследование инструментария, позволяющего ликвидировать необходимость администрирования ресурса. Результатом такого поиска является принятие решения о создании сайтов преподавателей кафедры. Наличие собственного сайта позволяет преподавателю представить свои материалы в Сети, организовать психолого-педагогическое сопровождение деятельности студентов, общение с коллегами, студентами, а также родителями учащихся.

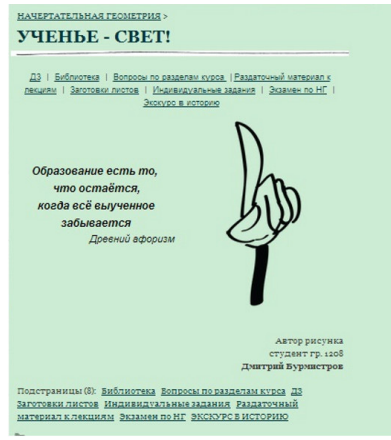
Популярное в настоящий момент создание собственной странички в какой-либо социальной сети в первую очередь имеет цель организовать общение преподавателя и студентов. Представляя на этих ресурсах свои разработки, преподаватель, по сути, не делает их открытыми. Информация доступна только ограниченному кругу лиц. В отличие от использования страницы, сайт дает возможность проектировать свое представительство в Сети и наполнять его содержанием самостоятельно, соответственно педагогической целесообразности.

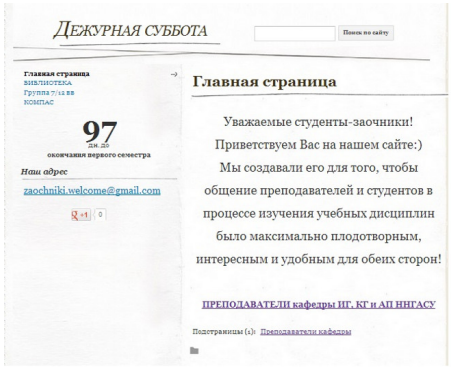
Удобно и относительно просто создавать, обновлять и изменять свой сайт средствами Google. Для этого не требуется наличие специальных знаний, достаточно пользовательского уровня владения компьютером. «Сайты Google» – это интернет-приложение, позволяющее сделать процесс создания веб-сайта простым, аналогичным редактированию документа [2]. 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. Любой пользователь может зарегистрировать аккаунт (учетную запись посетителя веб-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. Трехлетний опыт работы с использованием сайта преподавателя показывает, что создание сайта средствами Google требует значительно меньше времени и усилий, нежели самостоятельное написание программы для электронного обучающего комплекса на языке html, используемых в учебном процессе кафедры до этого момента. Электронные учебные комплексы создавались для каждого отдельного курса. Сайт дает возможность координировать работу всех участников учебного процесса сразу по всем курсам, которые ведет преподаватель в данный момент (рисунок). К началу учебного семестра готовятся основные материалы: 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 за счет публикации на сайте домашних заданий. Особенно удачным в этом случае оказался шаблон страницы «объявления». 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. Студенты имеют возможность оформить подписку на получение сообщений о домашних заданиях и новостях. Организуя таким образом учебный процесс, преподаватель помогает формированию у студентов компетенций в области планирования





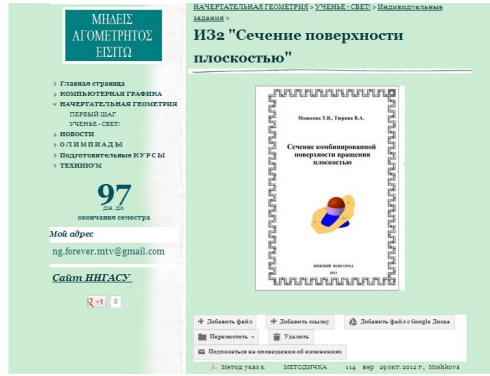


Рис. Окна преподавательского сайта

и организации работы. Среди студентов, присутствующих в аудитории, практически нет тех, кто к занятию не готов, не имеет представления о теме и содержании лекции или практического занятия.

Еще одной из возможностей организации учебного процесса с использованием сайта, значительно облегчающей работу преподавателя, является сбор информации о возникающих барьерах в обучении. Анализируя и систематизируя поступающие от студентов вопросы, преподаватель имеет возможность опубликовать на сайте ответы на них, дать необходимые объяснения, предоставить дополнительные материалы или дать ссылки на учебные ресурсы. При действующем нормативе расчета времени на проведение текущих консультаций (точнее, при практически полном отсутствии их) такое взаимодействие студентов и преподавателя довольно продуктивно.

Сервисы Google также дают возможность активно использовать в учебном процессе рефлексивные анкеты. Последние имеют важное значение для выявления сложностей, с которыми столкнулся студент при работе с учебными материалами; определения достижений обучающегося и степени удовлетворенности (или неудовлетворенности) организацией учебного процесса и преподаванием конкретной дисциплины [3]. До сих пор проведение анкетирования и обработка полученных результатов требовали значительных затрат времени и сил. Работа с соответствующими документами Google позволила вывести эти мероприятия на совершенно другой уровень. Сейчас основное внимание преподавателей направлено на разработку анкет и интерпретацию полученных данных.

Разработка и применение собственного сайта в 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 не является сложной процедурой, однако в то же время требует от преподавателя гибкости мышления и умения быстро реагировать на изменения информационной среды, в которой так уверенно чувствуют себя современные студенты.

Список литературы

1. Мошкова Т.В., Назаровская Г.В. Создание учебных курсов для студентов-заочников при помощи систем дистанционного обучения // Актуальные проблемы заочного и дополнительного образования в современных условиях: сб. материалов регион. науч.-практ. конф., 22 дек. 2011., г. Нижний Новгород. – Нижний Новгород, 2012. – С. 32–35.

2. Сидорова Е.В. Используем сервисы Google: электронный кабинет преподавателя. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 288 с.

3. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов / под общ. ред. М.Б. Лебедевой. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 336 с.

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ГЕОМЕТРОМОДЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ: БАЗИС И НАДСТРОЙКА

Рукавишников Виктор Алексеевич
Казанский государственный энергетический университет

Усанова Елена Владимировна
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Халуева Вера Владиславовна
Казанский государственный энергетический университет

Рассматриваются методологические основания формирования компетентностной модели специалиста, ее базис и надстройка.

Ключевые слова: компетентностная модель, проектно-конструкторская деятельность, геометромодельная подготовка, компетенции и компетентность, цель и задачи подготовки.

COMPETENCE APPROACH TO THE FORMATION OF GEOMETROLOLI OF TRAINING: THE BASIS AND THE SUPERSTRUCTURE

Rukavishnikov Viktor Alekseevich
Kazan State Power Engineering University

Usanova Elena Vladimirovna
Kazan National Research Technical University n.a. A.N. Tupolev

Khalueva Vera Vladislavovna
Kazan State Power Engineering University

Methodological bases of formation of the competence model of a specialist, its basis and superstructure.

Keywords: the competence model, design activities, geometroidea training, competences and competence, goal and the preparation tasks.

В условиях все возрастающей конкуренции на мировом рынке труда современная промышленность остро нуждается в креативных инженерах, инженерах-дизайнерах, инженерах-конструкторах, способных осуществлять продвижение инновационных технологий в российскую

промышленность, повышать конкурентоспособность экономики, интенсифицировать приток новых прогрессивных научно-технических идей для успешного решения существующих проблем отрасли.

Особое место в организации опережающей подготовки высококвалифицированных кадров для масштабного и глубокого технического перевооружения промышленности отводится модернизации образования и переходу на компетентностный формат подготовки.

Большинство ученых в своих работах, поддерживая компетентностный подход подготовки специалистов и его основные принципы реализации, отмечают, что проектно-конструкторская подготовка, системообразующим компонентом которой выступает геометромодельная подготовка, является ключевой в подготовке высококвалифицированных специалистов [1–3].

Е.В. Вехтер [1], видит решение проблемы формирования проектно-конструкторской компетентности в «уходе от однобокости образования с ориентацией не на знания, а на результат», формируемый в «процессе всего периода обучения» в виде «интегративной характеристики выпускника, проявляющейся в способности и готовности к проектированию и конструированию». При этом автор уходит от четкого определения главной цели проектно-конструкторской подготовки, а также роли, места и цели цикла графических дисциплин и отдельных дисциплин цикла.

С.И. Осипова, Е.Б. Ерцкина [2] отмечают, что проектно-конструкторская компетентность является «ключевой в инженерной деятельности» и представляет собой «личностную, интегративную характеристику способности и готовности выпускника в проектировании» на основе «владения… проектно-конструкторскими знаниями и умениями и современными технологиями проектирования».

В.Н. Соснин [3], выделяя цель как «системообразующий элемент» в проектно-конструкторской подготовке утверждает, что она в современных условиях должна «пересматриваться», а значит, должна «пересматриваться и вся система подготовки». При этом «геометрическая и графическая подготовка должна быть встроена в проектно-конструкторскую подготовку с самого начала учебно-познавательной деятельности студента» для поэтапного освоение компетенций и формирования проектно-конструкторской компетентности выпускника. При этом автор утверждает, что «компетенции и компетентности не есть результаты изучения дисциплины», не предлагая реального решения этого вопроса.

Анализ литературных источников показывает, что нет единого подхода и понимания того, что же является целью проектно-конструкторской и геометромодельной подготовки, нет реальной «дорожной карты» проектирования компетентностной модели подготовки в соответствии с ФГОС ВПО. В результате во ФГОС ВПО третьего поколения в профессиональном цикле дисциплин была предложена суррогатная дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», полученная путем сложения трех названий дисциплин, существовавших до этого. Предложенная дисциплина не имеет единых цели, задач, предмета изучения и не соответствует базовому принципу компетентностного подхода – соответствие требованиям современного высокотехнологичного производства и уровню развития науки и техники.

Проблемы, возникшие при формировании проектно-конструкторской подготовки, носят системный характер и являются проблемами всей системы образования. Попробуем разобраться в причинах их возникновения и определить пути их преодоления.

В компетентностной модели подготовки выделяют, как правило, два основных подхода к пониманию компетенций [4, 5]:

– способность человека действовать в соответствии с некоторыми заданными правилами (стандартами);

– характеристики личности, позволяющие ей добиваться результатов в работе.

Первый подход можно условно назвать функциональным, так как он основан на описании задач и ожидаемых результатов. Второй – личностным, так как в основе лежат качества человека, обеспечивающие успех в работе.

Американские специалисты, как правило, сторонники личностного подхода, традиционно ограничивают объем понятия компетенции либо качествами личности, либо знаниями, умениями, способностями и используют аббревиатуру KSAO [6]: знания, умения, способности и иные характеристики.

Компетенция рассматривается как важный поведенческий аспект или характеристика, которая может проявляться в эффективной или успешной деятельности, для оценки которой специалисту достаточно было бы пройти психологическое тестирование. Но достаточно ли этого для утверждения того, что специалист сможет успешно реализовать соответствующую профессиональную деятельность: достаточно ли ему опыта работы, обладает ли он необходимыми способностями и т.д.?

Англичане, как правило, придерживаются функционального подхода, согласно которому компетенции – способность осуществлять деятельность в соответствии со стандартами: подход делает акцент не на личностных характеристиках, а на стандартах деятельности. Главное в этом подходе – как реализуется деятельность для достижения поставленной цели.

Таким образом, если личностный подход описывает, как выполнять работу хорошо, то функциональный диктует то, что специалист должен делать. При функциональном подходе не рассматривается вопрос, за счет чего будет достигнут результат: опыта или знаний, способностей или повышенной мотивации работника – главное, что работа будет выполнена на должном уровне.

В ФГОС ВПО третьего поколения под компетенцией понимается способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области. Одновременно в качестве результата обучения предлагаются усвоенные знания, умения, навыки и освоенные компетенции.

Из представленных определений ФГОС ВПО следует, что целью и результатом подготовки являются знания, умения, навыки и способность применять (компетенции).

Если знания, умения и личностные качества – это компетенция, то что же такое знания, умения, навыки? Если отталкиваться от существования личностного и функционального подхода в определении компетенции, то какой из этих подходов реализуется в ФГОС ВПО?

В соответствии с определением компетенции получается, что это личностный подход. Но личная составляющая – это только вторая составляющая результата (цели) обучения. А вот знания, умения и навыки – это уже функциональная компонент результата/цели.

Таким образом, результат/цель обучения в соответствии с ФГОС ВПО состоит из двух компонентов – функциональной и личностной, занимает «золотую середину», минуя крайности американского и английского подходов.

Возникает вопрос, а что же следует относить к этим компонентам, как сгруппировать компетенции по этим группам, и вообще – можно ли все их считать именно компетенциями?

ФГОС ВПО выделяют в первую очередь три группы компетенций: общекультурные (иногда их называют ключевыми), общепрофессиональные и профессиональные. Из самой квалификации видно, что ком-

петенции очень разнородны, они выполняют самые разные задачи в образовательном процессе и поэтому их формирование не может осуществляться по одной и той же схеме.

«Дорожная карта» по формированию компетенций, предлагаемая в методических разработках по реализации ФГОС ВПО, весьма противоречива. Предлагается для разработки учебных планов создавать матрицы компетенций соответствия, где по одной оси располагается перечень всех компетенций, а по другой – перечень учебных дисциплин, которые должны, по мнению разработчиков, сформировать компетенции. При этом разработчики методических указаний фактически ничего не говорят о том, как сформировать список учебных дисциплин. Остается без ответа вопрос, что для чего: учебные дисциплины для компетенций или компетенций для дисциплин? Что первично, учебная дисциплина или компетенция? Если первична компетенция, то под нее нужно сформировать новую дисциплину или модернизировать существующую, поскольку компетенция становится целью подготовки и целью дисциплины. Новая цель, новая дисциплина. Смена цели ведет к изменению не только ее структуры и содержания, технологии обучения, но и к смене названия. Так что подо что должно подстраиваться – компетенции под старый перечень дисциплин или наоборот? Ответа на этот вопрос нет.

Второе, что рекомендуется сделать, это паспорт компетенции. Из матрицы соответствия компетенций, созданной непонятно каким образом, предлагается определить перечень учебных дисциплин, которые должны сформировать компетенцию, из списка, как мы определили, совершенно разнородных компетенций.

Но как можно формировать компетенцию с помощью нескольких учебных дисциплин? Получается, что компетенция должна состоять из нескольких уровневых компонентов, последовательное формирование которых ведет к формированию целостной компетенции. Но как это сделать, как осуществить декомпозицию целостной компетенции? ФГОС ВПО предлагает в виде компонентов компетенции «знать, уметь, владеть» – это явно не подходит.

Вторая неувязка заключается в том, что дисциплина должна формировать несколько компетенций, каждая из которых фактически является целью учебного модуля. Получается, что мы должны из нескольких учебных модулей со своими целями создать учебную дисциплину, имеющую свою главную цель. Цели отдельных модулей определяются

исходя из главной цели дисциплин, как правило, методом декомпозиции, а затем в соответствии с определенной целью формируется сам модуль. А нам фактически предлагают сделать все наоборот – из отдельных самостоятельных модулей создать единую целостную дисциплину или модернизировать уже существующую со своей главной целью. Но как это сделать, остается без ответа.

Разработчики заранее предупреждают, о том, что к результату мы будем приближаться постепенно, пошагово, но не сказали, как долго. На наш взгляд, этот путь тупиковый.

Второй «блок компетенций» – функциональный, в ФГОС ВПО он не рассматривается как блок компетенций и выделен в виде «знаний, умений, навыков». Что это?

По существу, во ФГОС ВПО компетенциями признаются только личностные компетенции, ориентированные на формирование личностных качеств специалиста, которые он будет использовать при осуществлении своей профессиональной деятельности. Тогда как же быть с профессиональными компетенциями, которые во ФГОС ВПО заложены? В отличие от общекультурных и общепрофессиональных компетенций, профессиональные компетенции ориентированы на формирование готовности и способности специалиста осуществлять определенную профессиональную деятельность.

Получается, что ФГОС ВПО предлагает два совершенно отличных друг от друга вида компетенций. А если это так, то можно ли считать вообще профессиональные компетенции компетенциями?

Сделаем некоторый анализ того, как формируются учебные дисциплины и что является их методологической основой.

Как известно, производство является базисом человеческого общества, а наука представляет собой надстройку. Базис определяет надстройку, а смена базиса ведет к смене надстройки.

Что же является методологической основой учебных дисциплин в образовательной системе? Можно выделить два типа учебных дисциплин:

– дисциплины, методологической основой которых выступает деятельность специалиста в своей профессиональной сфере, т.е. базиса общества. Назовем эти дисциплины базисными. К базисным дисциплинам следует отнести дисциплины профессионального цикла;

– дисциплины, методологической основой которых выступает наука, т.е. надстройка. Назовем эти дисциплины надстроечными. К над-

строечным дисциплинам следует отнести дисциплины естественно-научного и гуманитарного циклов.

Определение основных параметров (главная цель и подцели, задачи, предмет изучения и др.) базисных учебных дисциплин формируется на основе основных характеристик (цели, задач, предмета деятельности и т.д.) профессиональной деятельности.

Надстроечные дисциплины формируются, опираясь на основные характеристики (цель, задачи, предмет исследования и др.) соответствующей науки, например математики.

Поскольку именно базис формирует результат и определяет надстройку, то можно утверждать, что именно базисные дисциплины определяют конечный результат подготовки специалиста в вузе, а надстроечные помогают базису достигнуть более значимых результатов, повышая его эффективность.

С другой стороны, базис, определяя надстройку, определяет и требования к надстроечным дисциплинам, уточняя их цель, задачи и предмет изучения и т.д. для подготовки специалиста по соответствующему направлению, отсекая тем самым лишнюю информацию от учебного процесса.

Вернемся к анализу классификации о компетенций и уточним, чем же являются так называемые профессиональные компетенции? Если следовать определению компетенций во ФГОС ВПО, то профессиональная компетенция – это не компетенция, а *компетентность*. В этом мы твердо убеждены.

Главной цель образовательного процесса является формирование компетентного специалиста на основе дисциплин базиса, это формирование единой целостной системы компетенций по соответствующему направлению подготовки, а дисциплины надстроечного типа обеспечивают более высокий уровень сформированности компетентности.

Осталась еще одна группа компетенций, о которой мы пока не говорили, – это так называемые надпредметные компетенции, которые иногда называют ключевыми. Эти компетенции ориентированы на формирование различных личных качеств: умение сформулировать цель, работать в команде, владеть средствами коммуникации и т.д. Ключевые компетенции, не имеющие предметной базы, могут быть реализованы как система принципов при проектировании учебных модулей, как базисных, так и надстроечных, через цель, структуру, содержание и технологию обучения.

Итак, определившись с методологической основой (базисно-надстроечного типа) компетентностного подхода, можно переходить к педагогическому проектированию единой целостной системы подготовки специалистов и ее конкретных учебных модулей (циклов, курсов, дисциплин), в том числе проектно-конструкторской и геометромодельной. Разработанная модель проектно-конструкторской и геометромодельной подготовки, а также «дорожная карта» ее создания будет представлена нами в следующей работе.

Список литературы

1. Вехтер Е.В., Сафьянников И.А. Модель формирования проектно-конструкторских компетенций в условиях многоуровневой системы технического образования [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/101-r5371.

2. Осипова С.И., Ерцкина Е.Б. Формирование проектно-конструкторской компетентности студентов – будущих инженеров в образовательном процессе // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6. – С. 30–35.

3. Соснин Н.В. Модульность в структуре содержания обучения в компетентностной модели высшего профессионального образования // Высшее образование сегодня. – 2009. – № 7. – С. 23–25.

4. Гидрович С.Р., Егорова И.И., Курочкина А.Ю. Компетентностный подход к формированию основных образовательных программ третьего поколения. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 107 с.

5. Егорова И.И., Курочкина А.Ю. Двухуровневое обучение: формирование оценки профессиональных навыков выпускников вуза. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2008. – 36 с.

6. Лукичев Г.А. В поисках эффективного взаимодействия высшего образования и работодателей // Экономика образования. – 2005. – № 4. – С. 10–11.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ВИЗУАЛЬНО-ОБРАЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рукавишников Виктор Алексеевич,
Халуева Вера Владиславовна

Казанский государственный энергетический университет

Рассматриваются проблемы формирования современного интеграционного этапа геометромодельной подготовки специалистов в вузе. Анализируются базовые понятия геометрического моделирования.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, геометрическое моделирование, задачи и предмет изучения.

PROBLEMS OF THE MODERN STAGE OF DEVELOPMENT OF THE VISUAL-FIGURATIVE MODELING

Rukavishnikov Viktor Alekseevich,
Khalueva Vera Vladislavovna

Kazan State Power Engineering University

The problems of formation of modern integration stage geometrololi training of specialists in the University. Analyses the basic concepts of geometric modeling.

Keywords: descriptive geometry, engineering and computer graphics, geometric modeling, tasks and object of study.

Анализ статей нынешней интернет-конференции показывает неоднозначное понимание большинством участников таких базовых терминов, как геометрия, начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика.

В наиболее популярной статье Н.А. Салькова [1] автор, рассуждая о проблемах «геометрического сообщества», беспокоится «о геометрии и геометрическом образовании», утверждая, что «у многих технических специальностей начертательная геометрия отсутствует».

Участники дискуссии не ставят вопрос о том, что является главной целью и задачами изучения начертательной геометрии, какова ее роль и место в системе подготовки специалиста и вообще зачем ее изучать. По словам А.Н. Леонтьева, «избыточная информация ведет к оскудению души». Это наводит на вопрос – зачем нужно изучать начертательную геометрию, не является ли она «лишней», ненужной дисциплиной?

Постараемся разобраться в этом вопросе. На первом месте при формировании соответствующего элемента системы подготовки (учебного модуля) всегда должна стоять цель, а уж потом название, структура и содержание модуля. Нет цели – нет учебного модуля. Именно под отдельные цели из сформированной предварительно иерархической структуры целей целостной системы подготовки должны формироваться учебные модули (циклы, курсы, дисциплины). Однако сторонники преподавания начертательной геометрии старательно избегают ответов на эти вопросы. Как нам кажется, они и сейчас постараются замолчать их.

Н.А. Сальков [1], поднимая вопрос о проблемах современного геометрического образования, предлагает «консолидироваться всем геометрам» и отойти от беспредметных споров о «ненужности начертательной геометрии» и роли компьютерной графики.

Возникает вопрос, а кто такие «геометры» и что такое «геометрическое образование», кого нужно считать «геометром»? Если это преподаватели геометрии, то эта дисциплина относится к естественнонаучному циклу.

А может, вначале нужно договориться о дефинициях, а уже потом начинать консолидироваться и говорить об «аспектах геометрического современного образования»?

Вначале мы должны четко определиться – учебная дисциплина «Начертательная геометрия» – это дисциплина естественно-научного цикла (и тогда она должна изучаться вместе с геометрией) или профессионального цикла (не является разделом геометрии)?

Одно из принципиальнейших заблуждений (или уловок) «защитников начертательной геометрии» – это рассмотрение начертательной геометрии в отрыве от развивающихся научной и образовательной сфер. Начертательная геометрия рассматривается как некая изолированная, не развивающаяся область знаний, не имеющая ни прошлого, ни будущего. А ведь появлению начертательной геометрии предшествовало большое историческое научное прошлое, ее появление есть не что иное, как очередной этап в развитии особой области знаний. Эта область знаний – визуально-образное моделирование. Оно появилось вместе с появлением человеческого общества и прошло много этапов в своем развитии. Основной целью этого вида деятельности человека было создание визуально-образных моделей. Первыми моделями, дошедшими до нас, считаются наскальные рисунки.

Особое место в развитии визуально-образного моделирования занимает этап моделей-рисунков, созданных в Древнем Египте. Они со-

держали практически все элементы современного чертежа, используемого в инженерной графике: виды, разрезы, сечения, масштабирование, упрощение и т.д.

Этап, связанный с периодом точного проектирования земельных участков под сельское хозяйство и оборонные сооружения, привел к появлению систем измерения и измерительных инструментов, а в дальнейшем потребовались новые геометрические знания. Появление геометрии напрямую связано с потребностями визуально-образного моделирования, которое теперь уже следует называть графическим моделированием, позволяющим создавать точные двухмерные модели двухмерных объектов.

Острая потребность промышленности в графических моделях трехмерных изделий привела к появлению качественно новой технологии создания обратимых двухмерных чертежей трехмерных объектов, разработанной Г. Монжем. Для преодоления проблем, вызванных несоответствием размерностей моделей (двухмерные) и объектов (трехмерные), Г. Монж также разработал в рамках геометрии метод их решения графическим путем и предложил использовать его в графическом моделировании. Графическое моделирование (начертательная геометрия) дало в свое время толчок технической, а затем и научной революции.

Известно [2, 3], что Г. Монж определил две «главные» цели начертательной геометрии. *Первая цель* – это «точное представление на чертеже, имеющем только два измерения, объектов трехмерных, которые могут быть точно заданы. С этой точки зрения – это *язык*, необходимый инженеру, создающему какой-либо проект, а также всем тем, кто должен руководить его существованием…».

Из определения Г. Монжа следует, что целью изучения начертательной геометрии является технология графического моделирования. В качестве средства описания он предлагает язык (визуально-образный геометрический язык, элементами которого выступают геометрические элементы – точка, прямая, плоскость и т.д.) и метод создания обратимого чертежа, а это уже технология создания двухмерных чертежей трехмерных объектов.

Вторая цель – это «выводить из точного описания тел все, что неизбежно следует из их формы и взаимного расположения». А.В. Бубенников [2, с. 9] утверждает, что «Г. Монж дал общий метод решения стереометрических задач геометрическими построениями на плоскости, фактически создав тем самым новую науку – начертательную геометрию».

Можно ли считать метод решения стереометрических задач наукой? Нам кажется, что это скорее результат научных исследований, полученный в геометрии вследствие острой потребности в нем графического моделирования в тот период, но затем метод решения стереометрических задач стал использоваться для решения проблем, возникающих в графическом моделировании из-за несоответствия размерностей модели и объекта. С точки зрения графического моделирования – это проблемы, а с точки зрения метода решения стереометрических задач – это задачи.

Г. Монж определил две главные цели, но двух главных целей не бывает. Главная цель всегда одна, а вот иерархическая структура подцелей для достижения главной цели может состоять из любого числа целей. Наличие нескольких «главных целей» у учебной дисциплины превращает ее в «лебедя, рака и щуку» и ведет в тупик. Именно такая ситуация сейчас сложилась вокруг геометро-графической подготовки. Понимая, что в этой области идет процесс интеграции учебных дисциплин начертательной геометрии, инженерной графики и компьютерной графики, разработчики ФГОС ВПО почему-то занялись сложением – сложили их названия (начертательная геометрия + инженерная и компьютерная графика), доведя и без того сложное положение до абсурда. Если это единая, целостная дисциплина, то какова ее главная цель, задачи, предмет изучения и т.д.? Ответа нет.

Главная цель начертательной геометрии, на наш взгляд, – это освоение теоретических основ технологии графического моделирования. Технология графического моделирования, по нашему мнению, является и предметом ее изучения.

Метод решения стереометрических задач – это не цель, а подцель, которая ориентирована на достижение главной цели – освоение технологии графического моделирования. Целью этого учебного модуля является формирование способности специалиста решать проблемы графического моделирования. А это означает, что как только проблемы графического моделирования пропадают, то и метод их решения становится невостребованным.

Но это, конечно, не означает, что начертательная геометрия стала ненужной и тем более умерла. Начертательная геометрия как наука, исследующая графические методы решения стереометрических задач, продолжает оставаться разделом геометрии и может изучаться в цикле естественно-научных дисциплин. Не изучают же математику в профессиональном цикле дисциплин, а сколько результатов, полученных в ма-

тематике, используется в дисциплинах профессионального цикла. В то же время мы не называем их математикой.

В связи с этим вновь встает вопрос, начертательная геометрия – это естественно-научная дисциплина или дисциплина профессионального цикла? В любом справочнике написано, что начертательная геометрия – это раздел геометрии. Тогда зачем ее упорно ставят в цикл профессиональных дисциплин? Получается, что она либо не раздел геометрии, либо то, что мы называем начертательной геометрией в учебном процессе, не является таковой.

Естественно-научный цикл учебных дисциплин является надстройкой по отношению к базису – профессиональному циклу. Базис, как известно, определяет надстройку – какие учебные модули, какие знания нужны для освоения профессионального цикла дисциплин. Если какие-то знания по методу решения стереометрических задач на плоскости нужны, то они должны формироваться в соответствующем учебном модуле естественно-научного цикла по конкретному направлению подготовки, а если нет, то нет.

Вопрос о том, нужно или не нужно изучать начертательную геометрию, сам по себе некорректен. Именно базис (профессиональный цикл дисциплин) определяет, какие именно знания естественно-научного цикла (надстройки) ему нужны для формирования компетентного специалиста, способного создавать конкурентоспособную продукцию.

Сейчас, как и 219 лет назад (если верить Н.А. Салькову), наступил новый этап в развитии визуально-образного моделирования. Появился качественно новый метод визуально-образного моделирования, позволяющий создавать принципиально новые модели – двух-, трех- и четырехмерные электронные геометрические модели изделий. Геометрические модели стали информационно-интеграционным ядром современных высокотехнологичных производств, широкомасштабное создание которых, по словам Ж. Алферова, должно вывести Россию на уровень передовых стран мира. Правильнее было бы назвать современный этап визуально-образного моделирования геометрическим моделированием.

Размерность модели и объекта моделирования совпали – пропала потребность в методе решения стереометрических задач на плоскости. Но осталась главная цель и предмет изучения – изучение теоретических основ технологии геометрического моделирования (языка и метода), поэтому говорить о смерти начертательной геометрии как учебной дисциплины неверно, просто эта область знания в очередной раз перешла

на качественно новый уровень. То же самое происходило и в период появления начертательной геометрии, приведший к бурному развитию производства и науки.

Учебный модуль «Компьютерная графика» продолжает постоянно упоминаться как отдельная дисциплина. По определению компьютерная графика – это раздел информатики, это инструмент и метод, который используются, в том числе, в геометрическом моделировании.

Компьютерная графика появилась в конце 50-х начале 60-х гг. XX в. Вначале это была примитивная графика на экране монитора, затем перешли к построению чертежей на графопостроителе. В 90-е гг. это уже очень хороший электронный кульман для создания все тех же двухмерных чертежей.

Мы все хорошо помним, как в 80–90-е гг. старались создать различные САПР, было много громких слов, но ничего не получалось только по одной причине – отсутствия трехмерных электронных моделей изделий. Не могли цифры, полученные в результате расчетов, перевести в электронные чертежи и тем более эффективно использовать их в станках с ЧПУ.

И наконец, начиная с 2000 г. появляются принципиально новые технологии создания 3D-моделей, которые вывели графическое моделирование на качественно новый уровень – уровень трехмерного геометрического моделирования. 3D-модели позволили объединить все этапы жизненного цикла изделия в единый цикл. А появление 3D-сканеров, 3D-принтеров, различных станков, позволяющих изготавливать изделия по 3D-модели, сделали 3D-модель основным конструкторским документом.

Говорить о какой-то компьютерной графике на современном этапе не имеет смысла – теперь это современные технологии геометрического моделирования, которые пришли на смену технологиям, предложенным Г. Монжем. Они постоянно будут совершенствоваться и изменяться. Задача преподавателей – не отставать от их развития и вовремя вносить изменения в учебные модули. Неизменным остается лишь визуально-образный язык.

В результате интеграционного процесса на месте начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики сформировался единый целостный курс «Инженерное геометрическое моделирование», имеющий единые главную цель, задачи, предмет изучения, предметный язык и методологию.

В этом курсе можно выделить два блока учебных модулей, цели которых ориентированы на достижение главной цели: первый – теоретические основы геометрического моделирования, и второй – техническое геометрическое моделирование. Количество учебных блоков модулей может быть увеличено в зависимости от специфики подготовки специалистов по конкретному направлению.

Сейчас всем нам действительно нужно прийти к консенсусу в определении роли и места учебного курса в системе подготовки специалиста, главной цели, задач и предмета изучения нового единого, целостного учебного курса, подчеркиваю, учебного курса, а не научной области.

Так кто же мы – «геометры», занимающиеся геометрическим образованием, или все-таки наша область – это подготовка специалистов в области профессиональной деятельности – геометрического моделирования? «Геометры» просто за уши пытаются притянуть начертательную геометрию для изучения ее в профессиональном цикле. Начертательная геометрия как научная область является разделом геометрии, в которой уважаемые коллеги могут спокойно продолжать работать, делать открытия. Если ими будут получены интересные результаты, то их можно будет внедрить и в учебный процесс. Учебная дисциплина «Начертательная геометрия» должна была бы называться в соответствии с проведенным анализом «Графическим моделированием». Если бы это было сделано в самом начале, то мы сейчас не ломали бы копья и не спорили о том, нужно ли изучать начертательную геометрию, а просто бы перешли на технологии геометрического моделирования нового уровня.

Поняв и приняв это, мы смогли бы говорить на одном языке и понимать друг друга. Будущее геометромодельной подготовки как ключевого базового курса подготовки современного специалиста в области проектно-конструкторской подготовки – в наших руках. Так давайте же искать конструктивный консенсус.

Список литературы

1. Сальков Н.А. Проблемы современного геометрического образования. – (Статья в сборнике).

2. Бубенников А.В. Начертательная геометрия: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 198. – 288 с.

3. Монж Г. Начертательная геометрия. – М., 1947.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ

Сальков Николай Андреевич

Московский государственный академический художественный институт им. В.И. Сурикова

Начертательной геометрии в России исполняется 219 лет – она появилась с возникновением в Санкт-Петербурге Института корпуса инженеров путей сообщения. Структура курса, приобретшая свой вид более ста лет назад, до сей поры не менялась или менялась очень незначительно, вследствие чего сам курс начертательной геометрии, как все отмечают, устарел. Предлагается новая структура курса, позволяющая алгоритмизировать процесс обучения, что дает значительно сократить количество лекционных часов. Там же приводится классификация позиционных и метрических задач, выделен новый тип задач – задачи на взаимный порядок.

Ключевые слова: начертательная геометрия, графические дисциплины, структура курса, геометрическое образование, высшее образование, бакалавриат.

DESCRIPTIVE GEOMETRY FOR BACHELORS

Salkov Nikolay Andreevich

Moscow State Academic Art Institute n.a. V.I. Surikov

Descriptive geometry in Russia marks 219 years – it came with the emergence of the St. Petersburg Institute of the corps of communication engineers. Course structure, which has obtained his form more than a hundred years ago, till now did not change or changed very slightly, due to which the course of descriptive geome-try, as noted, is outdated. In the paper a new course structure, allowing algorithmization learning process, that allows to considerably reduce the number of lecture hours. There is a classification of positional and metric problems, isolated a new type of tasks – tasks on their mutual order.

Keywords: descriptive geometry, graphic disciplines, the structure of the course, geometric education, higher education, bachelor.

Со времени создания начертательной геометрии Гаспаром Монжем [1] прошло 219 лет. В России начертательная геометрия начала развиваться с 1810 г. – со дня возникновения Института корпуса инженеров путей сообщения, которому в этом году исполняется 204 года.

К XX в. курс начертательной геометрии в России приобрел структуру, которая вот уже более 150 лет в принципе не претерпела изменений. В основу каждого раздела курса был положен геометрический образ: точка, прямая, плоскость и т.д. Как только очередной геометрический образ был в том или ином учебнике рассмотрен, все задачи, которые только можно было с ним произвести, решались. При этом в каждом последующем разделе решение задач, похожих на задачи предыду-

щего раздела, по сути, задач однотипных, повторялось, но без учета ранее рассмотренных таких же. В результате каждая задача, пусть даже похожая на ранее встречавшуюся, решалась по своей схеме. Таким образом, позиционные, метрические и до последнего времени совершенно не упоминавшиеся в литературе задачи на взаимный порядок были разбросаны в учебниках бессистемно, что приводило к невозможности создания для однотипных задач общего алгоритма решения. Содержание учебника получалось не систематизированным по блокам задач. Это придавало структуре курса эклектичный характер.

Все издаваемые до настоящего времени учебники [2–14] в той или иной мере повторяют предложенную давным-давно структуру курса, невзирая на развитие начертательной геометрии как науки и как учебной дисциплины. В большинстве из учебников не упоминаются или упоминаются вскользь такие основополагающие понятия, как позиционные и метрические задачи, которые составляют основное содержание курса.

Ярким образцом такого учебника является общеизвестный «Курс начертательной геометрии» [2] В.О. Гордона и М.А. Семенцова-Огиевского, сослуживший в свое время, без сомнения, большую службу, но без реформирования безнадежно устаревший [3].

Прошло 219 лет, изменялась техника, изменялась технология производства, но курс начертательной геометрии оставался прежним. Думается, пришло время хотя бы для его модификации, приведения к требованиям современности.

Автором этой статьи в 1991 г. в Московском институте коммунального хозяйства и строительства (МИКХиС, бывший ВЗИСИ) был предложен, апробирован и читался до 2012 г. для студентов строительного направления (а последние 8 лет – для студентов архитектурного направления) курс начертательной геометрии по новой структуре – научно, методически и системно обоснованной, позволяющей алгоритмизировать процесс преподавания и решения задач.

В отличие от существующих курсов, в основу каждого раздела положен определенный научный и методический критерий, являющийся теоретической и методической основой этого раздела. Предложены алгоритмы, по которым решаются все задачи, входящие в тот или иной раздел.

Первые два раздела курса были опубликованы в МИКХиС в сентябре 2008 г. в виде учебного пособия «Начертательная геометрия: Конструирование и задание геометрических фигур на чертеже»

[14], объемом 6 печатных листов, пособие содержит материал той части, в которой рассматривается прямая задача начертательной геометрии: получение и построение чертежей пространственных геометрических образов, являющихся геометрическими моделями реальных прообразов.

Показателен тот факт, что тираж был моментально разобран, что говорит о неудовлетворительном положении в стране в области обеспечения студентов современной учебной литературой по начертательной геометрии.

Для студентов, обучающихся до квалификации «бакалавр», предлагается следующая структура курса, соответствующая действующему ФГОС по строительному направлению.

Структура курса «Начертательная геометрия»:

Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1. Предмет и метод начертательной геометрии.

1.2. Пространственные формы.

1.2.1. Геометрические образы.

1.2.2. Точка.

1.2.3. Линия. Плоская линия.

1.2.4. Особые прямые и особые точки плоских кривых.

1.2.5. Пространственная кривая линия.

1.2.6. Поверхность.

1.2.7. Классификация поверхностей.

1.3. Отношения. Классификация задач.

1.4. Метод начертательной геометрии, или получение проекционного чертежа.

1.4.1. Операция проецирования. Центральные проекции.

1.4.2. Параллельные проекции.

1.4.3. Ортогональные проекции.

1.4.4. Получение ортогонального чертежа.

1.4.5. Получение чертежа на трех плоскостях проекций.

1.4.6. Некоторые свойства проекций геометрических образов при ортогональном проецировании.

Раздел 2. ЗАДАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР НА ЧЕРТЕЖЕ.

2.1. Задание точки и линии на чертеже.

2.1.1. Задание точки.

2.1.2. Критерий заданности геометрической фигуры. Основная позиционная задача.

2.1.3. Задание линии общего положения.

2.1.4. Задание линии частного положения.

2.1.5. Задание пар прямых.

2.2. Задание плоскости на чертеже.

2.2.1. Задание плоскости общего положения.

2.2.2. Особые линии плоскости общего положения.

2.2.3. Задание плоскости частного положения.

2.2.4. Задание параллельных прямых и плоскостей.

2.3. Общие принципы задания поверхности на чертеже.

2.3.1. Определитель поверхности. Закон образования. Формула поверхности.

2.3.2. Элементарный чертеж поверхности. Основная позиционная задача.

2.3.3. Основной чертеж поверхности.

2.4. Задание поверхности на чертеже.

2.4.1. Задание линейчатых поверхностей.

А. Конические поверхности.

Б. Цилиндрические поверхности.

В. Линейчатые поверхности с плоскостью параллелизма (поверхности Каталана).

Г. Линейчатые поверхности с направляющей плоскостью.

Д. Линейчатые поверхности с тремя направляющими.

Е. Развертывающиеся поверхности.

2.4.2. Задание циклических поверхностей, поверхностей вращения.

2.4.3. Поверхности вращения.

А. Линейчатые поверхности вращения.

Б. Циклические поверхности вращения.

2.4.4. Проецирующие поверхности.

2.4.5. Графические поверхности.

Раздел 3. ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ.

3.1. Классификация позиционных задач.

3.2. Главные позиционные задачи (ГПЗ).

3.2.1. Случай 1. Обе геометрические фигуры проецирующие (ГПЗ-1).

3.2.2. Случай 2. Одна из геометрических фигур проецирующая, вторая – непроецирующая (ГПЗ-2).

3.2.3. Конические сечения.

3.2.4. Частные случаи ГПЗ-1 и ГПЗ-2.

3.3. Главные позиционные задачи. Случай 3. Обе геометрические фигуры непроецирующие (ГПЗ-3).

3.3.1. Первая главная позиционная задача (1ГПЗ-3). Общий случай решения.

3.3.2. Частные случаи решения 1ГПЗ-3.

3.3.3. Вторая главная позиционная задача (2ГПЗ-3). Общий случай решения.

3.3.4. Вторая главная позиционная задача (2ГПЗ-3). Частные случаи.

А. Соосные поверхности вращения.

Б. Способ вспомогательных секущих сфер.

В. Теорема Монжа.

Г. Способ качающейся плоскости.

3.3.5. Опорные (характерные) точки линии пересечения.

3.4. Касающиеся геометрические фигуры.

3.4.1. Касание линии и поверхности.

3.4.2. Прямая, касательная к поверхности.

3.4.3. Касательные поверхности.

3.4.4. Плоскость, касательная к поверхности.

3.4.5. Соприкасающиеся поверхности.

3.5. Задачи на взаимный порядок геометрических фигур.

3.5.1. Основные понятия.

3.5.2. Решения задач.

Раздел 4. МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ.

4.1. Классификация метрических задач.

4.2. Построение прямого угла между прямой и плоскостью (1ОМЗ).

4.2.1. Теорема о проецировании прямого угла.

4.2.2. Решение первой основной метрической задачи (1ОМЗ).

4.3. Определение расстояния между двумя точками (2ОМЗ). (Определение натурального вида отрезка.)

4.4. Решение метрических задач.

4.4.1. Определение расстояния от точки до плоскости.

4.4.2. Определение расстояния между параллельными прямой и плоскостью.

4.4.3. Определение расстояния между параллельными плоскостями.

4.4.4. Расстояние от точки до прямой.

4.4.5. Определение расстояния между параллельными прямыми.

4.4.6. Определение натурального вида треугольника.

4.4.7. Определение угла между двумя пересекающимися прямыми.

4.4.8. Определение угла между двумя скрещивающимися прямыми.

4.4.9. Определение угла между прямой и плоскостью.

4.4.10. Определение угла между двумя плоскостями.

Раздел 5. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА.

5.1. Общие положения.

5.2. Способ введения новой плоскости проекций.

5.3. Способ вращения вокруг проецирующей прямой.

5.4. Способ вращения вокруг линии уровня.

5.5. Способ плоскопараллельного перемещения.

5.6. Решение главных позиционных задач с использованием способов преобразования чертежа.

5.6. Решение метрических задач с использованием способов преобразования чертежа.

Раздел 6. РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

6.1. Общие замечания.

6.2. Развертки многогранных поверхностей.

6.2. Развертки развертывающихся поверхностей.

6.2.1. Способ нормальных сечений.

6.2.2. Способ раскатки.

6.2.3. Способ триангуляции.

6.3. Развертки кривых поверхностей.

6.3.1. Точные развертки.

6.3.2. Приближенные развертки.

А. Способ триангуляции.

Б. Способ раскатки.

В. Способ нормального сечения.

6.3.3. Условные развертки.

А. Способ цилиндров.

Б. Способ конусов.

Эта часть курса названа автором базовой. Структура курса предполагает обучение студентов не только строительного направления. В сентябре 2012 г. (официально в 2013 г.) было издано учебное пособие [15] с грифом УМО по архитектуре, написанное для студентов архитектурного направления, однако применимое и для всех других направлений обучения.

Предложенная структура четко разбивает весь курс на две части. Первая часть, включающая два раздела, составляет прямую задачу начертательной геометрии, т.е. учит теории создания чертежа: формиро-

ванию графической модели пространства и заданию на этой модели геометрических фигур.

Вторая часть, включающая последующие два раздела, представляет обратную задачу начертательной геометрии – это позиционные и метрические задачи. Все задачи строго классифицированы, каждый класс задач решается по присущему ему алгоритму. Это создает возможность формализовать процесс обучения и самообучения, что является архиважным моментом в свете сокращения часов.

Третья часть, выбивающаяся из строгой монолитности структуры, содержит способы преобразования чертежа, которые могут быть использованы только для упрощения решения тех или иных задач. Выбивается потому, что преобразование чертежа является прямой задачей начертательной геометрии (получение чертежа). Однако, поскольку преобразование чертежа служит лишь вспомогательным средством при решении геометрических задач, вполне допустимо помещать этот раздел после рассмотрения позиционных и метрических задач.

Развертки поверхностей на плоскость являются частным случаем конформного отображения. В этой связи им посвящен отдельный раздел.

В условиях двухуровневого образования предложенная структура курса для бакалавров является, по нашему мнению, наиболее приемлемой по сравнению с известными структурами выпускаемых в настоящее время учебников.

Системное построение курса наиболее удобно для изучения и, как уже было сказано, способствует алгоритмизации обучения, что является немаловажным фактором для безболезненного сокращения лекционных часов с 34 до 20.

Приблизительно по этой же структуре был написан и учебник проф. Г.С. Иванова [16].

Данная структура курса также может быть использована для нестроительных специальностей, в том числе механических, технологических и др. В этом случае преподаватель может выбрать отдельные разделы и подразделы, приемлемые для данного направления.

В прошлом, 2013 г. было выпущено в издательстве «ИНФРА-М» учебное пособие [17] с грифом УМО по архитектуре, которое названо автором «Основным курсом», поскольку составляет основной для архитекторов курс обучения по начертательной геометрии. Учебное пособие составлено по структуре, предложенной в [15]. Разделы, имеющиеся в [17] – аксонометрические проекции, перспективные проекции, проек-

ции с числовыми отметками, теория теней, т.е. то, что является «хлебом» архитектора.

Теоретическая часть [15, 17] и сборник задач [18] составляют полный курс начертательной геометрии для обучения по направлению «Архитектура». Однако составлены они таким образом, чтобы в своем частичном использовании могли быть применены и для других направлений обучения. Например, для дизайна.

Список литературы

1. Монж Г. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1947. – 292 с.
2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – М.: Наука, 1977. – 368 с.
3. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2008. – 272 с.
4. Добряков А.И. Курс начертательной геометрии. – М.: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1952. – 496 с.
5. Иерусалимский А.М. Начертательная геометрия. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1954. – 304 с.
6. Королев Ю.И. Начертательная геометрия: учебник. – М.: КНОРУС, 2011. – 432 с.
7. Королев Ю.И. Начертательная геометрия: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2009. – 256 с.
8. Лагерь А.И., Мота А.Н., Рушелюк К.С. Основы начертательной геометрии: учебник. – М.: Высшая школа, 2007. – 281 с.
9. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 2006. – 136 с.
10. Начертательная геометрия: учебник для вузов / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконникова, В.Л. Николаев, Н.М. Лаврухина; под ред. Н.Н. Крылова. – 6-е изд. – М.: Высшая школа, 1990. – 240 с.
11. Посвянский А.Д. Краткий курс начертательной геометрии: учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 1974. – 192 с.
12. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов. – М.: Высшее образование, 2006. – 471 с.
13. Курс начертательной геометрии / Н.Ф. Четверухин [и др.]. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1956. – 436 с.

14. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Конструирование и задание геометрических фигур на чертеже: учеб. пособие. – М., 2008. – 96 с.

15. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Базовый курс: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 184 с.

16. Иванов Г.С. Начертательная геометрия: учебник. – М., 2012. – 340 с.

17. Сальков Н.А. Начертательная геометрия. Основной курс: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 235 с.

18. Сальков Н.А. Сборник задач по курсу начертательной геометрии: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 127 с.

ОБ ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ ФОРМИРОВАНИЯ БАНКА ЗАДАНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ПРОЕКТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Семенов Виктор Алексеевич

Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
г. Санкт-Петербург

Рассматривается возможность использования исследования в области проектирования надувных и воздухоопорных конструкций в учебном процессе.

Ключевые слова: метод проектов, начертательная геометрия, надувные конструкции, воздухоопорные конструкции.

ABOUT ONE LINE OF CREATION BANK FOR USE THE METHOD OF PROJECTS WHILE LEARNING THE GRAPHICAL DISCIPLINES

Semenov Viktor Alekseevich

Baltiysky State Technical University “Voenmech”,
St. Petersburg

Describes how to use the results of research works in the field of design of inflatable structures in the educational process.

Keywords: project-based learning, descriptive geometry, inflatable design, inflatable structures.

Метод проектов имеет давнюю историю. Мы достаточно широко использовали его в 70-е гг., когда располагали четырьмя семестрами обучения и большим объемом аудиторных часов.

Тогда элементной базой служили сравнительно простые изделия пневмо- и гидроарматуры. Несмотря на актуальность темы, ее практическую направленность, некую подготовленность решений (что естественно для заданий, ориентированных на второкурсника), т.е. нормальную адаптацию к учебному процессу, мы постоянно ощущали, что составляющая проекта, имеющая прямое отношение к начертательной геометрии, невелика, а демонстрация практического приложения изучаемой дисциплины очень важна.

С началом процесса модернизации образования, актуализации приобретения профессиональных компетенций метод проекций выходит на одно из первых мест в учебном процессе уже на ранних стадиях обучения.

Задача преподавателей – сформировать такой банк заданий, который позволил бы получить педагогический эффект от включения студента в процесс добывания знаний и их логического применения на базе абсолютно всех компонентов учебного процесса. А именно: начертательной геометрии (не слишком важно, как она отражена в стандарте, важно, как ее роль оценивает кафедра), инженерной графики, компьютерной графики.

Как правило, основой для формирования эффективных банков заданий является научно-исследовательская работа преподавателей. Удачным сочетанием отмеченных выше компонентов является проектирование надувных и воздухоопорных сооружений, а также проектирование спортивно-туристских судов.

Над подобным банком мы сейчас работаем. О трех его разделах пойдет речь ниже.

1. Проектирование спортивных байдарок. В 70–80 гг. на соревнованиях использовались каркасные и каркасно-надувные байдарки и катамараны, одним из элементов которых являлась водонепроницаемая оболочка. Проектирование таких оболочек производилась по известной схеме: поверхность разбивалась на сектора; неразвертываемые поверхности заменялись на развертываемые; строились развертки элементов. Разработка составных элементов оболочки требовала хороших знаний начертательной геометрии. Спроектированные нами суда существенно превосходили не только отечественные, но и зарубежные образцы. На рис. 1 показана схема построения одной из оболочек. Мы убедились, что данный раздел удачно включает в себя все разделы преподаваемых на кафедре дисциплин и способствует более глубокому их усвоению.

2. Проектирование рафтов. В 90-е гг. появились чисто надувные спортивные суда – рафты. По рафтингу стали проводить чемпионаты мира, и мы серьезно занялись их проектированием. Рафт представляет собой надувной замкнутый баллон («бублик»), к которому крепится надувное дно большой емкости. Между баллоном и дном оставляют сливные отверстия. Баллон – ломаная замкнутая труба с перепонками для обеспечения безопасности. Ее составляющими являются цилиндрические и иногда конические звенья. При построении разверток звеньев также требуются хорошие знания начертательной геометрии. Документация на рафты выпускается с использованием графических пакетов. САПР рафта предусматривает следующие этапы:

1. Задание исходных данных. Пересечение всех звеньев подчиняется теореме Монжа. В соответствии с ней все пересекающиеся пары

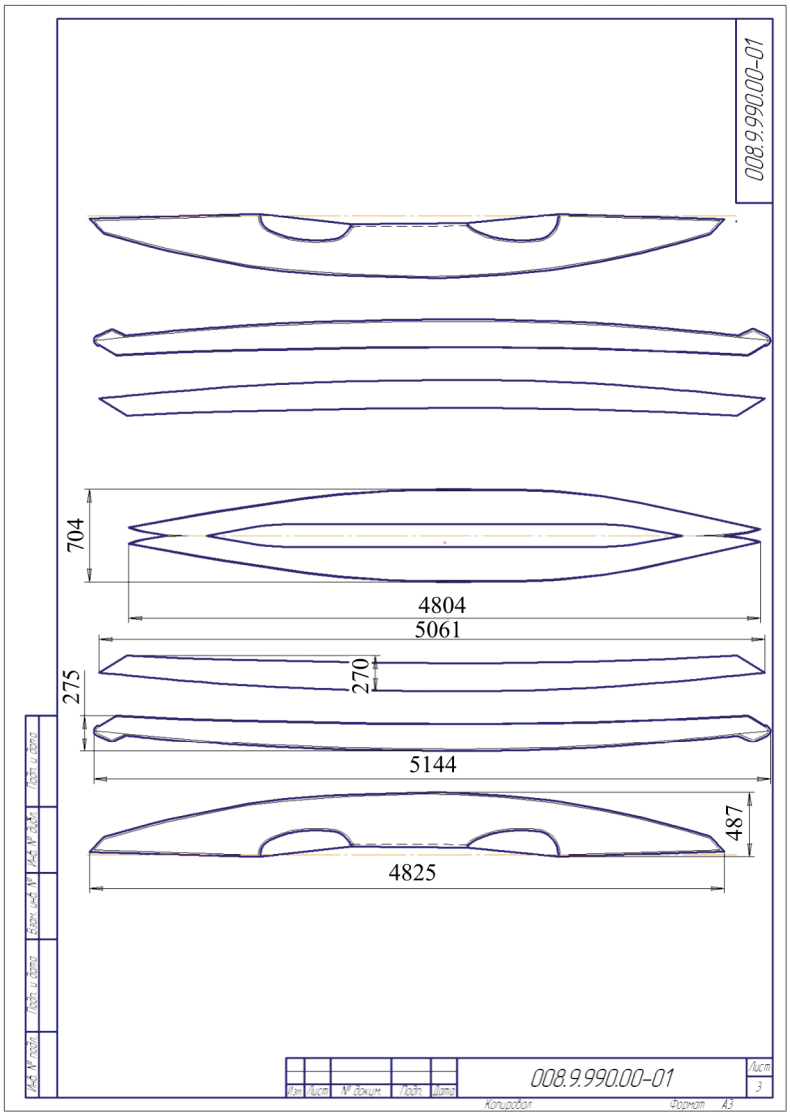


Рис. 1. Каркасно-надувная байдарка «Вьюн», производимая фирмой «Тритон», схема сборки оболочки

звеньев должны быть описаны вокруг одной сферы, поэтому для задания исходных данных баллона достаточно ввести в качестве параметров координаты центров сфер и их радиусы. Наличие плоскостей симметрии позволяет сократить количество исходных данных в два (для одной плоскости симметрии) или четыре раза (для двух плоскостей симметрии).

2. Построение трехмерной модели по исходным данным.
3. Выделение отдельных звеньев из общей модели.
4. Построение разверток этих звеньев.

5. Выпуск документации или подготовка данных для раскройного центра.

На рис. 2, 3 представлены изображения одной из наших разработок и развертка баллона. Российская команда на данной конструкции рафта отобралась на чемпионат мира и в 2000 г. выиграла его.

Рис. 2. В.В. Путин на опробовании отечественного рафта (Алтай)

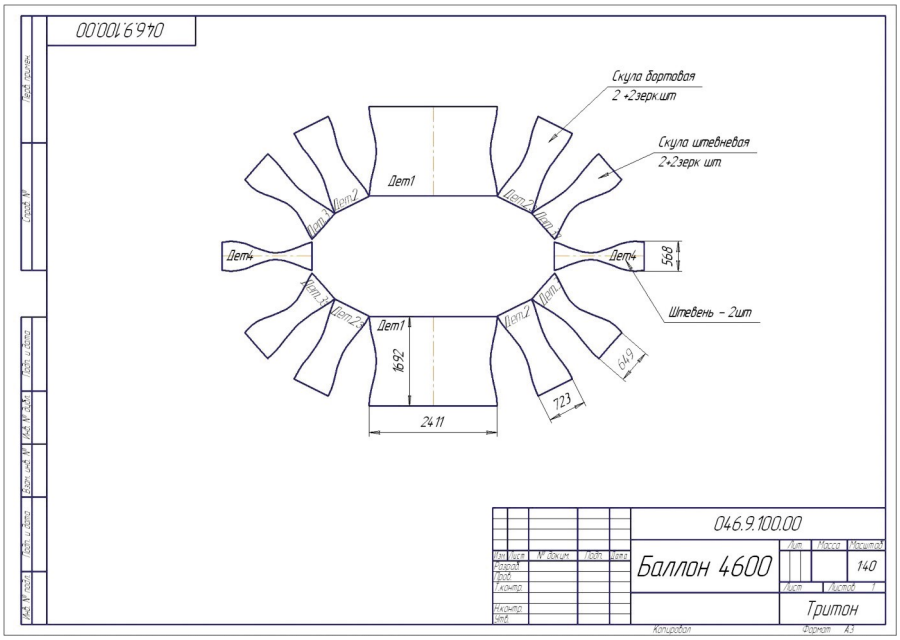


Рис. 3. Схема сборки баллона рафта

Конструкторская составляющая посвящена креплению дна к баллону, разработке навесных элементов (ручки для переноса рафта, рымы, леера и т.д.), а также дизайну изделия.

3. Проектирование воздухоопорных сооружений. В последние 10–20 лет стали очень популярны воздухоопорные сооружения, покрывающие тентами теннисные корты, бассейны, мини-футбольные поля и т.д. Принцип действия прост. Герметичный тканевый купол крепится по периметру к ленточному фундаменту. Внутрь купола подается воздух с избыточным давлением 100–200 Па (доли миллиметров ртутного столба). Под действием этого давления купол надувается, принимает заданную форму и работает на постоянном поддуве.

Давление регулируется автоматически, зимой воздух подогревается. Купол дополняется переходными боксами и другими элементами инфраструктуры. В результате активного сотрудничества с отечественными фирмами, производящими воздухоопорные сооружения, нами спроектировано уже около сотни таких куполов.

Один из последних наших проектов – купол, покрывавший Мавзолей В.И. Ленина на время его ремонта. Главная особенность проектирования купола состоит в том, что его форма – неразвертываемая поверхность больших размеров (десятки метров), а для изготовления используется рулонный материал шириной 2–3 м. Это предопределяет схему разделения поверхности на части. Каждая часть близка по форме к полосе ткани заданной ширины, что минимизирует расход ткани и объем работ по изготовлению купола.

Этапы проектирования:

1. Поверхность разбивается на сектора, близкие по форме к полосе ткани.

2. Строятся приближенные развертки этих секторов (как правило, способом триангуляции).

3. Полученные развертки корректируются с целью приближения их формы к полосе ткани, добавляются припуски на швы, конструируются элементы крепления купола к ленточному фундаменту и т.д.

На рис. 4 показан купол над Мавзолеем В.И. Ленина (фото из журнала «Вокруг света», 2013, № 4).

Третий раздел банка позволяет гармонично использовать в учебном проекте все составляющие его дисциплины. Накоплен солидный опыт, позволяющий обеспечить большое разнообразие исходных данных для учебного проектирования с включением всевозможных проблемных

Рис. 4. Купол воздухоопорного сооружения над Мавзолеем
В.И. Ленина (2013 г.)

ситуаций. Представленную работу по созданию учебного процесса на базе метода проектов удается осуществлять благодаря сотрудничеству с одной из ведущих в стране фирм «Тритон», а также с организациями Time trial и City on air.

ВНУТРИВУЗОВСКИЙ КОНКУРС ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ КАК СПОСОБ СТИМУЛИРОВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ САПР СТУДЕНТАМИ

Токарев Владимир Адольфович,
Андрющенко Андрей Викторович

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева

Современные САПР требуют от пользователей высокой квалификации и навыков работы, однако для их освоения в ряде специальностей отсутствует необходимое количество аудиторных часов, студентам нужно самостоятельно изучать различные САПР. Для стимулирования этого процесса в РГАТУ успешно проводится ежегодный студенческий конкурс по инженерной и компьютерной графике.

Ключевые слова: конкурс, инженерная и компьютерная графика, самообучение, САПР, модель, чертеж, фотореалистичность.

INTRAHIGH COMPETITION IN COMPUTER GRAPHICS AS A WAY TO STIMULATE STUDENTS THE SELF-STUDY CAD

Tokarev Vladimir Adol'fovich,
Andryshenko Andrey Viktorovich

Rybinsk State Aviation Technical University n.a. P.A. Soloviev

Modern CAD require of users high qualifications and skills, but their study in some specialties not have the required number of classroom hours. Therefore, students need to independently study various CAD. To stimulate this process in RSATU hosts the annual student competition for engineering and computer graphics.

Keywords: competition, engineering and computer graphics, self-study, CAD, model, drawing, photorealism.

Современные САПР требуют от пользователей высокой квалификации и навыков работы. К сожалению, на специальности «Информатика и вычислительная техника», где учится один из авторов публикации, дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» преподается только на первом курсе и только в первом семестре. За это время преподаватель просто не может дать студентам практические навыки в нужном объеме.

В то же время на большинстве предприятий активно используются САПР. Получается, что студент должен самостоятельно изучить их, чтобы иметь достаточную подготовку [1].

Чтобы стимулировать процесс самообучения и оперативно отслеживать уровень подготовки студентов, в РГАТУ на кафедре графики проводились дистанционные российские олимпиады по дисциплинам графического цикла [2] и ежегодно проходит открытый внутривузовский студенческий конкурс по инженерной и компьютерной графике.

Задания конкурса построены таким образом, что, выполняя их, участник получает большое количество практических навыков и отрабатывает уже имеющиеся. Конечно, для победы необходима самоподготовка, но принять участие в конкурсе могут даже те, кто не имел возможности изучать САПР, конкурсантам предлагаются задания разной сложности. Можно участвовать в конкурсе ежегодно, в процессе всего обучения, и тогда шанс на победу возрастает.

В 2013–2014 учебном году конкурс проводился 14 декабря и предполагал очное выполнение заданий в течение трех часов. Участником мог стать любой учащийся г. Рыбинска. Всего в конкурсе приняли участие 25 человек: это представители РГАТУ, Рыбинского авиационного колледжа и Рыбинского полиграфического колледжа. Один из авторов, как студент первого курса, также принял участие.

Оценивали работы члены жюри: доценты и заведующий кафедрой графики РГАТУ, в том числе и другой автор публикации – В.А. Токарев, который также разрабатывал задания.

В начале конкурса каждому участнику был выдан лист с изображениями четырех стальных деталей в различном масштабе, две из которых представлены на рис. 1.

Размеры необходимо было снять при помощи линейки и транспортира, а затем выполнить задания в четырех номинациях: «Модель», «Чертеж», «Фотореалистичность», «Модель, чертеж и фотореалистичность».

В номинации «Модель» участникам предлагалось построить в любой компьютерной программе трехмерные модели изображенных деталей с соблюдением размеров. Оценивалась полнота, правильность, а также рациональный способ построения элементов модели. В этой номинации участвовали почти все конкурсанты (24 человека). Работы были выполнены в различных САПР: «Компас-3D», Unigraphics, Autodesk Inventor. Автор – студент первого курса участвовал в этой номинации и занял первое место с использованием САПР «Компас-3D». Одна из его работ представлена на рис. 2, *а*.

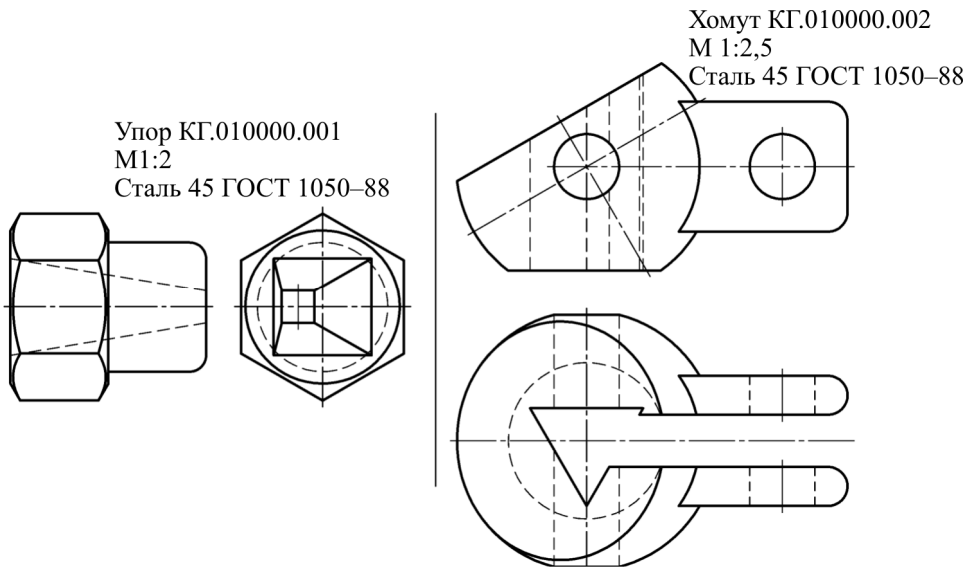
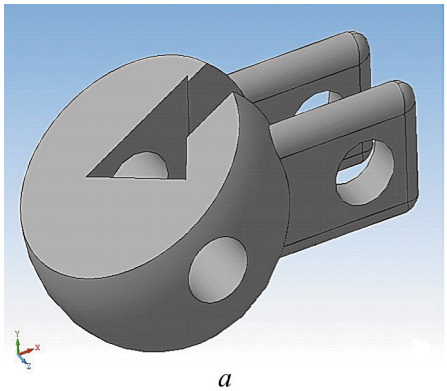
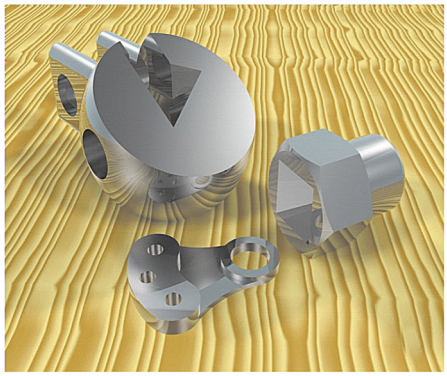


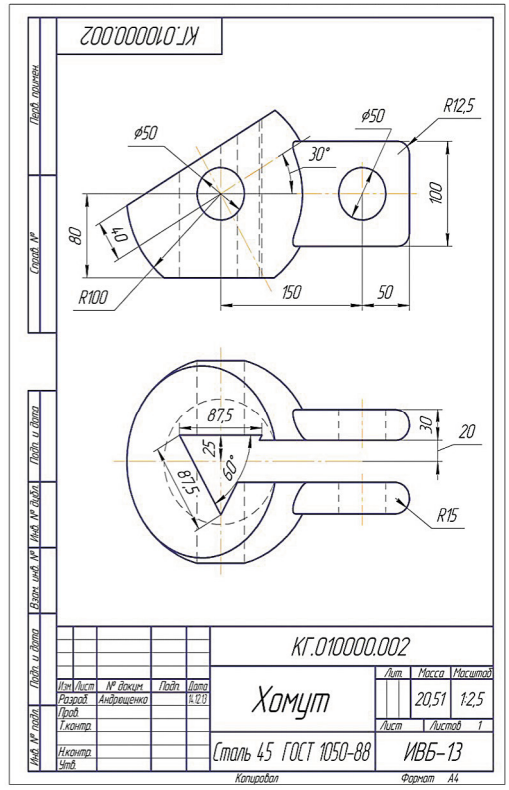
Рис. 1. Задание конкурса



а



б



в

Рис. 2. Работы победителя конкурса

В номинации «Чертеж» необходимо было разработать чертежи тех же самых деталей в электронной форме с указанием номинальных значений размеров. В работах оценивалось соблюдение требований стандартов ЕСКД по изображениям, правильность простановки размеров и нанесения надписей на чертеже. В этой номинации приняли участие 14 конкурсантов. Первое место – вновь у автора данной публикации. Одна из его работ представлена на рис. 2, *в*.

Номинация «Фотореалистичность» оказалась для конкурсантов самой сложной. Здесь требовалось не только построить трехмерные модели деталей, но и наложить соответствующие материалы, добавить в сцену источники света, камеру и полый прямоугольный параллелепипед, внутри которого должны были расположиться модели. Затем – создать три статичных фотореалистичных изображения размером 1600×1200 пикселов, а также трехсекундную анимацию, представляющую собой облет моделей камерой по замкнутой траектории. Автор публикации показал второй результат (рис. 2, *б*). Он выполнил построение моделей в САПР «Компас-3D», а затем импортировал их в программу Autodesk 3DS MAX.

Наконец, в четвертой номинации участвовали студенты, которые имели положительные результаты по всем предыдущим номинациям конкурса. Автор публикации в этой номинации также получил первое место и был признан абсолютным победителем олимпиады. Немаловажную роль в этом сыграло комплексное использование САПР различных типов [3]. Отдельные операции выполнялись в наиболее подходящих САПР, что в конечном итоге сократило время на выполнение заданий и повысило их качество.

Для достижения результатов автор публикации самостоятельно изучил САПР «Компас-3D» и Autodesk 3DS MAX. Навыки пользования этими программами были еще в школе, но проведение конкурса способствовало получению новых знаний, которые помогают автору при разработках электронных устройств: в «Компас-3D» выполняются чертежи корпуса прибора, а в Autodesk 3DS MAX – фотореалистичное изображение будущего изделия. Все это обязательно пригодится в дальнейшем. Подобные конкурсы стимулируют студентов к углубленному изучению начертательной геометрии, проекционного и машиностроительного черчения.

Список литературы

1. Графика как могучий инструмент, ограниченный возможностями компьютера и профессионализмом человека [Электронный ресурс] / М.А. Антонов, Н.М. Рыженков, В.А. Токарев, В.С. Цыпленков // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – С. 69–74. – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/39.

2. Токарев В.А. Дистанционный контроль результатов обучения при графической подготовке студентов [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 189–192. – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2010/papers/12/.

3. Шевелев Ю.П., Шевелев Ю.П. Эффективность комплексного применения в профессиональной подготовке специалистов различных типов графических программ при разработке геометрических моделей // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 3–4. – С. 40–43. doi:10.12737/2132

СОЗДАНИЕ НА ОСНОВЕ ФОТОГРАФИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ СО СЛОЖНОЙ ТЕКСТУРОЙ

Токарев Владимир Адольфович,
Шевелев Юрий Петрович

Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьёва

Для применения в учебном процессе в дисциплине «Компьютерная графика» разработана методика комплексного использования различных типов графических программ для решения задачи формирования электронных геометрических моделей объектов со сложной текстурой и создания фотореалистических изображений. 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.

Ключевые слова: геометрическая модель, растровое изображение поверхностей модели, компьютерная графика, облачные вычисления.

CREATE BASED ON PHOTOGRAPHS ELECTRONIC GEOMETRIC MODELS OF OBJECTS WITH COMPLEX TEXTURE

Tokarev Vladimir Adol'fovich,
Shevelev Yuri Petrovich

Rybinsk State Aviation Technical University n.a. P.A. Soloviev

For use in the educational process in the discipline of «Computer Graphics» developed methodology for integrated use of various types of graphical of programs for solution the problem of forming electronic geometric models of objects with complex texture and create photorealistic images. The use of complex graphics programs, students acquire skills in using software applications to solve practical problems in development of information models of objects, as well as work with the information in the global computer networks.

Keywords: geometric model, bitmap model surfaces, computer graphics, cloud computing.

При создании электронных геометрических моделей с их фотореалистичными изображениями обычно решается три задачи:

1) разработка геометрической модели,

2) формирование растровых изображений поверхностей модели (текстуры),

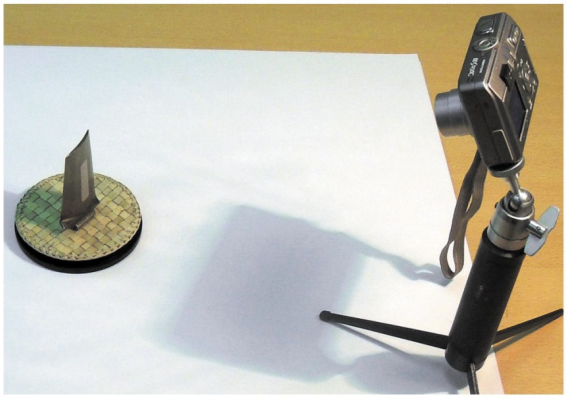
3) приведение в соответствие координат поверхности модели и координат текстуры.

Для сложных изделий и природных объектов комплексное решение этих задач с помощью традиционных компьютерных методов является трудоемкой задачей, поэтому одним из способов автоматизации процесса создания геометрических моделей с текстурой является компьютерная обработка нескольких десятков фотографий, полученных круговым фотографированием объектов. Здесь не идет речь о просмотре набора фотографий, создающем иллюзию трехмерности объектов, применяемого, в частности, на некоторых веб-страницах. В данной статье рассматривается создание геометрических моделей объектов с их действительной трехмерностью.

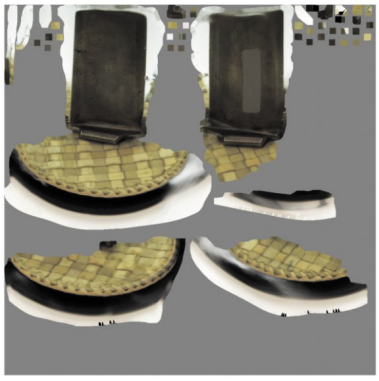
Имеется несколько коммерческих программ [1], автоматизирующих процесс обработки набора фотографий после кругового фотографирования. Фирмой Autodesk был открыт для бесплатного доступа студентам ряд лицензионных программ, в частности программы Autodesk 123D Catch для получения модели с текстурой на основе фотографий с применением облачных вычислений. Данная программа была выбрана в качестве основы в методике, примененной в дисциплине «Компьютерная графика». Получение модели на основе фотографий, в отличие от прямых контактных методов и лазерного сканирования, не требует существенных финансовых вложений. Потребность в распределенных вычислениях в облачном сервисе Autodesk 360 вызвана необходимостью использования существенных компьютерных ресурсов.

В данной методике применен способ кругового фотографирования объекта, как за счет перемещения камеры вокруг объекта, так и с помощью вращения объекта на подставке. Установлено, что оба эти способа дают примерно одинаковый результат при условии ручной наводки на резкость и равномерного освещения модели без вспышки. На рис. 1, *а* в качестве объекта съемки представлена деталь «лопатка».

После загрузки фотографий в Autodesk 123D Catch с использованием облачных интернет-технологий автоматически получается текстура объекта в растровом формате (рис. 1, *б*) и сеточная модель объекта в векторном формате (рис. 1, *в*) с привязкой координат текстуры к координатам вершин сети (рис. 1, *г*). Для уже изготовленных деталей с разработанной «теоретической» геометрической моделью, к которым относится деталь «лопатка», в данной работе анализировалась возможность применения в учебном процессе методики контроля точности изготов-



а



б

в

г

д

Рис. 1. Получение комплекта фотографий детали «лопатка» (*а*), изображение текстуры (*б*), сеточной поверхностной геометрической модели (*в*) и модели этой детали с текстурой (*г*) из Autodesk 123D Catch, а также фотореалистичное изображение отредактированной в Autodesk SketchBook и Autodesk 3DS Max модели (*д*)

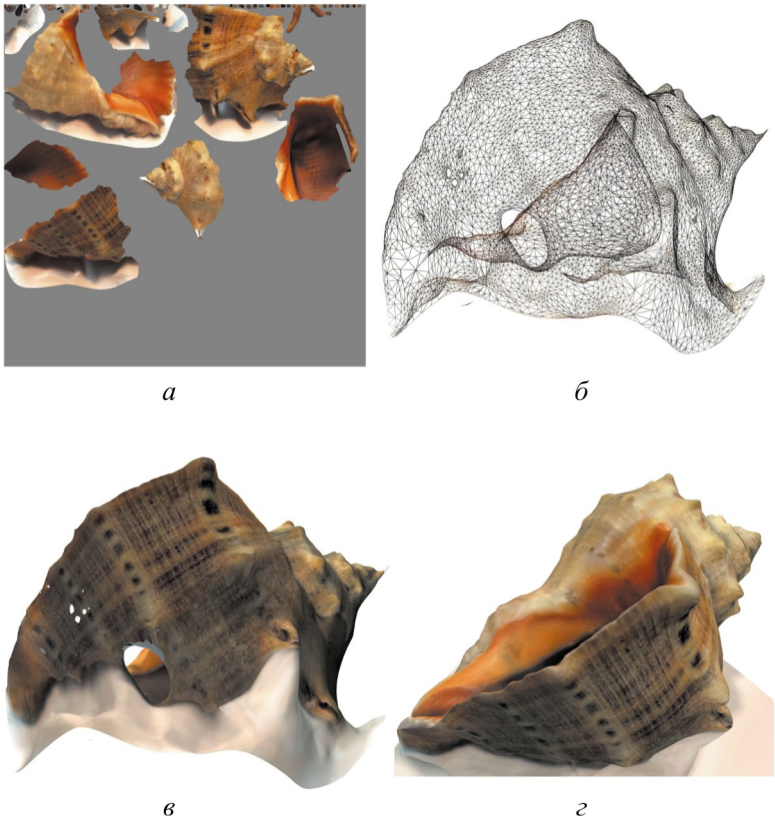
ления. Размеры полученной модели по сравнению с фотографируемым изделием выходили за пределы допуска размеров для данной детали. В тонких частях модели часто возникали отверстия, по краям модели имелись существенные неровности и артефакты внешней обстановки. В некоторых местах текстура существенно не соответствовала действительной, поэтому в настоящее время не удалось применить данную методику в учебном процессе для контроля точности изготовления деталей.

Выполнено редактирование текстуры и модели (рис. 1, *д*). Редактирование текстуры заключалось в копировании и наложении ее бездефектных областей на дефектные и осуществлялось в студенческой полнофункциональной версии растрового редактора Autodesk SketchBook. Для корректировки координат вершин сеточной модели и текстуры использована программа Autodesk 3DS Max. Полученная после редактирования модель с текстурой применяется в учебном процессе в качестве наглядного пособия в электронном виде.

Разработанная методика применена в учебном процессе для получения электронных геометрических моделей природных объектов, например, модели ракушки, показанной на рис. 2 [2]. В отличие от промышленных изделий, природные объекты моделировать с нуля бывает крайне трудно, а иногда и невозможно. Применение данной методики особенно актуально для природных объектов.

Особый интерес у студентов вызывает создание модели собственного тела (рис. 3). При формировании модели с применением Autodesk 123D Catch обычно требуется уточнение модели с перезаданием нескольких необработанных программой фотографий, для которых необходимо дополнительно вручную указывать опорные точки. Один из студентов при выполнении работы предложил в качестве опорных точек использовать кусочки цветного скотча (рис. 3, *а*). Из-за повышенной контрастности меток предложенный метод оказался эффективным для моделирования относительно однородных по цвету объектов. Фотореалистичное изображение модели, представленное на рис. 3, *б*, получено в Autodesk 3DS Max после редактирования текстуры в программе Autodesk SketchBook.

Отредактированные модель и текстура используются для их визуализации в виде фотореалистичных статических и анимированных изображений. Это может быть использовано при разработке дизайн-проектов, в игровой индустрии и при формировании аудиовизуальных документов. Для применения в играх, для анимации мимики и разговора



а *б*

в *г*

Рис. 2. Изображение текстуры (*а*), сеточной геометрической модели (*б*) и модели с текстурой (*в*) природного объекта из Autodesk 123D Catch, а также фотореалистичное изображение отредактированной модели (*г*)

исходная высокополигональная модель обычно преобразуется в низкополигональную с помощью Autodesk 3DS Max. Заметно, что разработанная модель (см. рис. 3) симметрична. Это существенно облегчило процесс ее редактирования студентами в Autodesk 3DS Max.

Для выявления дефектов и масштабирования модели формируется ее чертеж в программах соответствующего типа: Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD, «Компас-3D» или других аналогичных (рис. 3, *в*). В учебном процессе при выполнении чертежей удобно применять низкополигональную модель.

Установлено, что методику автоматического получения моделей с помощью облачных технологий по нескольким десяткам фотографий рационально применять для относительно компактных объектов. Для изделий

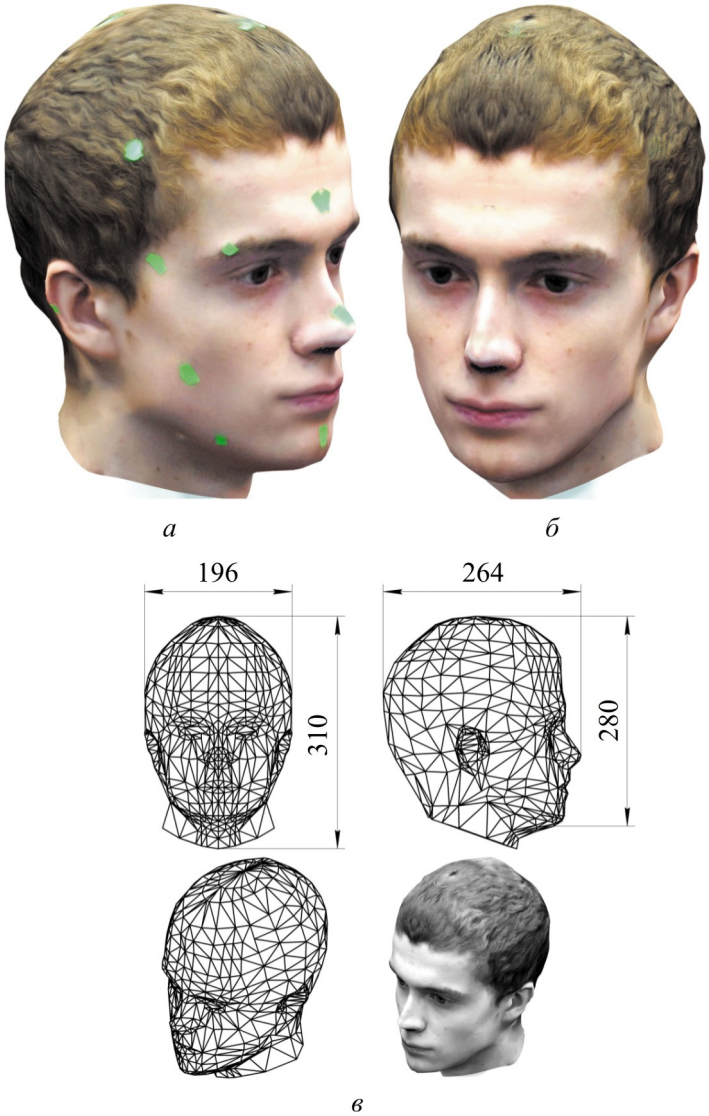


Рис. 3. Фотореалистичные изображения модели, полученной с использованием Autodesk 3DS Max с опорными точками на текстуре (*а*) и без них (*б*), а также изображения и размеры для определения масштаба и ошибок геометрической модели (*в*)

с большим количеством тонких выступающих частей рационально применять традиционный ручной способ формирования электронной модели с дальнейшей также ручной подгонкой координат текстуры к координатам поверхности модели [3]. На рис. 4 приведена приближенная модель одной из часовен г. Рыбинска, для которой были недоступны чертежи. В качестве основы использовалось несколько фотографий, а также измеренные харак-

терные размеры объекта. Фотографии (рис. 4, *а*) трансформировались в растровом редакторе для получения изображений участков объекта, близких к ортогональным проекциям и приближенно равных размерам реального объекта. Преобразованные фотографии использовались в качестве подложки для построения геометрических элементов модели. Затем на поверхности элементов электронной геометрической модели накладывались участки растра этих же фотографий (рис. 4, *б*).

а *б*

Рис. 4. Одна из исходных фотографий объекта до исправления перспективы и масштабирования растра (*а*) и фотореалистичное изображение разработанной модели объекта с размещенными текстурами (*б*)

В результате использования этой методики в учебном процессе студенты приобретают [4]:

– знания по современным методам и средствам 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 ее поверхности;

– навыки использования современных информационных технологий и применения прикладных программных средств при разработке информационных моделей объектов и новых изделий, а также работы с информацией в распределенных системах обработки данных глобальных компьютерных сетей.

В статье приведены изображения моделей, которые разработали студенты 1-го курса Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьёва Соболев Алексей, Чекунов Алексей, Бутин Евгений, Цыганюк Юрий, Арбузов Игорь, Мелков Семен. После выполнения работ и необходимой подготовки студенты Чекунов Алексей и Мелков Семен в 2013 г. смогли успешно ответить на необходимое количество вопросов сертификационного экзамена специалиста по профессиональному владению программным продуктом Autodesk с получением соответствующих личных сертификатов 3DS Max 2013 Certified Professional.

Список литературы

1. Шляхтина С. Объемные модели из фотографий // КомпьютерПресс. – 2006. – № 9. – С. 172–176.

2. Шевелев Юрий, Токарев Владимир. Использование Autodesk 3DS Max для редактирования геометрической модели, полученной по фотографиям в Autodesk 123D Catch [Электронный ресурс] // Международная конференция Autodesk University Russia 2013, Москва, Holliday Inn Сокольники. Секция «Образование», 2 октября 2013 года. – URL: http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID=871736&id=21908957, http://archi.ru/files/files_uploaded/1239.pdf.

3. Графика как могучий инструмент, ограниченный возможностями компьютера и профессионализмом человека [Электронный ресурс] / М.А. Антонов, Н.М. Рыженков, В.А. Токарев, В.С. Цыпленков // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – С. 69–74. – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/39.

4. Шевелев Ю.П., Токарев В.А. Эффективность комплексного применения в профессиональной подготовке специалистов различных типов графических программ при разработке геометрических моделей // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 3–4. – С. 40–43. doi:10.12737/2132

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ КУРСОВ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE

Халуева Вера Владиславовна,
Хамитова Динара Вилевна

Казанский государственный энергетический университет

Рассматриваются возможности системы дистанционного обучения Moodle для осуществления электронного сопровождения учебного процесса при изучении графических дисциплин.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, система дистанционного обучения Moodle, графические дисциплины, дистанционное обучение, модульный принцип, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов.

THE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC COURSES GRAPHICS DISCIPLINES ON THE BASE OF DISTANCE LEARNING SYSTEM MOODLE

Khalueva Vera Vladislavovna,
Khamitova Dinara Vilevna

Kazan State Power Engineering University

The article discusses possibilities of distance learning system Moodle for the implementation of the electronic support of the educational process when studying graphics disciplines.

Keywords: information communication technologies, remote training system Moodle, graphic disciplines, distance learning, modular principle, point-rating system of assessment of students' progress.

Проводимая в настоящее время реформа образования направлена на обеспечение его непрерывности, усиление связи с наукой и инновационной деятельностью. Необходимость предоставления образования всем слоям населения, а также необходимость обеспечения индивидуальности траектории обучения предъявляют требования к расширению форм и методов обучения, к новой организации учебного процесса.

В решении описанных задач особая роль отводится информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ), обеспечивающим повышение производительности труда преподавателей вузов, прозрачность и гибкость в организации учебного процесса, а также независимость от географического расположения, уровня базовой подготовки и других факторов, ограничивавших ранее возможности обучения в рамках тра-

диционных форм. Реализация дистанционной поддержки обучения на основе ИКТ обеспечивает учебным заведениям такие важные преимущества, как возможность обучения с ориентацией на нужды обучаемого, оптимизация рабочего времени преподавателей, предоставление доступа к информационным ресурсам без ограничения по месту и времени, повышение качества аттестационных мероприятий, создание и управление высококачественными электронными образовательными ресурсами.

Таким образом, для существенного повышения качества образовательной деятельности, а также для удовлетворения потребностей современных обучающихся создана виртуальная образовательная среда университета. Для доступа к образовательной среде и разработки электронных курсов дисциплин используется система дистанционного обучения Moodle. Система дистанционного обучения предоставляет возможности использования графических, мультимедийных возможностей ИКТ для образовательного процесса, интерактивных ролевых игр, симуляторов, которые улучшают усвоение учебного материала и положительно влияют на качество и результаты образовательного процесса. Система способствует развитию познавательных интересов обучающихся, навыков самообразования, коллективному и индивидуальному обучению в соответствии с основными принципами современного образования – «образование для всех» и «образование через всю жизнь».

Для обеспечения современного качества графического образования были разработаны электронные учебные курсы графических дисциплин по всем направлениям подготовки университета, ориентированные на реализацию компетентностной модели ФГОС ВПО третьего поколения. Электронные учебные курсы должны иметь определенную структуру, позволяющую преподавателю и обучающемуся быстро находить нужные электронные образовательные ресурсы в образовательной среде и правильно ими пользоваться.

Поскольку в университете введена балльно-рейтинговая система, базовой составляющей которой является учебный модуль, целесообразно построить учебный курс на модульном принципе, когда весь материал курса (дисциплины) разбивается на учебные модули (всего 4 модуля в каждом семестре). По каждому модулю создается теоретический материал в виде лекций, практические и лабораторные работы для его закрепления и развития умений и навыков, тесты, контрольные вопросы, методические указания и условия заданий по выполнению индивидуальных графических работ, глоссарий. При этом материалы для изучения, которые преподаватель размещает в каждом модуле, могут быть

представлены в различных ресурсах системы. Каждый электронный ресурс в образовательном процессе играет свою определенную роль. Часть из них посвящена последовательному изложению материала, некоторые ресурсы служат для оценки знаний учащихся, другие моделируют практические занятия и т.д. [1].

Основная цель учебного материала, будь он в бумажной или электронной форме, остается неизменной – способствовать освоению новых знаний. Однако средства достижения этой цели у электронного учебного курса в значительной степени отличаются от средств бумажного варианта. Электронный учебный курс позволяет реализовать такие дидактические схемы и формы представления материала, которые не доступны традиционным учебникам, учебно-методическим пособиям. При этом успех электронного учебного курса во многом зависит от того, насколько удачно удалось спроецировать методы и приемы обучения на информационные возможности компьютера. Только продуманное привлечение навигационных, мультимедийных и других средств, предоставляемых информационными технологиями, превращает учебный материал в электронном виде в эффективное средство обучения.

В системе предусмотрено добавление в курс отдельных активных элементов для организации самостоятельной работы студентов. Активные элементы курса – это интерактивные средства, с помощью которых преподаватель либо проверяет уровень знаний студентов, либо вовлекает их во взаимодействие как с друг другом, так и с собой. К таким элементам, относят: форумы, чаты, задание, тесты, семинары, совместную проектную деятельность [2]. Активные элементы курса требуют коммуникационной активности студентов в режиме онлайн. Студенты могут обращаться к преподавателю курса по всем возникающим в ходе обучения вопросам, всегда можно написать на форум курса.

Модульный принцип построения учебного курса позволяет организовать промежуточный контроль над выполнением семестровых индивидуальных графических работ с представлением их на проверку и тем самым управлять познавательной деятельностью студентов. Такой элемент курса, как «задание», предусматривает прикрепление ответов студентов в виде файлов. Полезной возможностью является ограничение времени приема заданий. Причем ограничено может быть как начало, так и окончание приема заданий. Согласно применяемой в учебном процессе балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости в конце каждого учебного модуля студенты набирают баллы. Своевременная

сдача графических работ, тестов, рефератов и др. гарантирует получение максимального количества баллов за учебный модуль.

Учитывая специфику преподавания графических дисциплин, в электронный учебный курс можно включать различные аудиовизуальные материалы, такие как интерактивные анимационные ролики, демонстрирующие процессы формообразования, решение типовых задач, построение линии поверхностей и др.

Реализована гибкая система оценок за все выполненные задания, также можно выстраивать рейтинги студентов, принимая во внимание их активность как в курсе в целом, так и, например, на форумах. Именно работа с элементами курса оценивается преподавателем и позволяет выстраивать итоговую оценку за усвоение учебного курса.

В курсах графических дисциплин значительная часть учебных часов отведена на самостоятельную работу. В процессе самостоятельного изучения студенты могут дополнять глоссарий, создавать тестовые задания, проводить взаимную проверку выполненных графических работ, в процессе общения на форумах объяснять прочитанный материал друг другу, тем самым углубляя свои собственные знания. Возникает необходимость изучения различных программ автоматизированного проектирования для выполнения индивидуальных графических работ в электронном виде.

Система управления обучением Moodle предоставляет неограниченные возможности в преподавании графических дисциплин с применением информационных технологий, является основой современных методов организации образовательного процесса, играет ключевую роль в моделировании основных этапов учебного процесса, как в случае электронного обучения, так и при организации самостоятельной работы обучающихся в рамках системы традиционного образования.

Список литературы

1. Шабека Л.С., Гриневич Е.А., Рутковская Н.В. Управление изучением инженерной графики в условиях дистанционного обучения // Образовательные технологии в преподавании графических дисциплин: материалы Республ. науч.-практ. конф., г. Брест, 17–18 марта 2011 г. – Брест, 2011. – С. 75–78.

2. Анисимов А.М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Харьков, 2009. – 292 с.

КОНСТРУИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА ИЗДЕЛИЯ МЕТОДОМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ЗАВЕРШАЮЩИЙ ЭТАП ИЗУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Харах Матвей Максимович,
Козлова Ирина Алексеевна,
Славин Борис Матвеевич

Астраханский государственный технический университет

Рассматривается конструирование сборочного чертежа изделия методом 3D-моделирования по описанию устройства, производственным рабочим чертежам и аксонометрическому изображению как завершающий этап изучения инженерной и компьютерной графики

Ключевые слова: инженерная графика, сборочный чертеж, компьютерная графика, 3D-моделирование.

DESIGN OF ASSEMBLY DRAWING ARTICLES 3D MODELING METHOD, AS THE FINAL PHASE OF THE STUDY OF ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS

Harah Matvey Maksimovich ,
Kozlova Irina Alekseevna,
Slavin Boris Matveevich

Astrakhan State Technical University

Discusses the design of Assembly drawing articles 3D modeling method on the specified device description, productive working drawings and axonometric as the final phase of the study of engineering and computer graphics.

Keywords: engineering graphics, exploded view, computer graphics, 3D modeling.

Для разработки и создания различных машин и агрегатов нужны талантливые инженеры-конструкторы. Нужно изучить много дисциплин, чтобы стать подготовленным конструктором. Но прежде всего нужно постичь «азбуку конструирования», которая начинается с изучения языка техники – чертежа и грамматики этого языка – начертательной геометрии. Без развитого пространственного воображения и творческого мышления хорошего конструктора не получится.

В настоящее время практически вся конструкторская документация выполняется с помощью компьютерных программ. Однако конструкторам в силу различных обстоятельств иногда приходится чертить вруч-

ную. По нашему мнению, в вузе должно быть разумное сочетание ручного и компьютерного черчения [1]. Продемонстрируем это на примере календарного плана преподавания геометро-графических дисциплин в Астраханском государственном техническом университете для студентов механических направлений подготовки, рассчитанном на 3 семестра.

Трудоемкость в аудиторных часах и содержание курса по семестрам следующая. В 1-м семестре преподается начертательная геометрия в объеме 72 часа, в том числе 18 часов лекций. За время обучения студенты выполняют различные задания по решению позиционных и метрических задач на плоскости и поверхностях.

Во втором семестре изучается общий курс инженерной графики в объеме 34 часов. Индивидуальные задания включают в себя общие правила выполнения чертежа (геометрическое и проекционное черчение) и машиностроительное черчение (крепежные изделия, выполнение эскизов деталей механизма и его сборочного чертежа, деталирование сборочного чертежа).

В третьем семестре параллельно изучается курс инженерной графики в объеме 36 часов и курс компьютерной графики с таким же количеством часов. Первая работа по инженерной графике заключается в конструировании отдельных элементов заданного узла. При ее выполнении студенты знакомятся со справочной литературой на крепежные изделия, трубные соединения и используют наработанный материал второго семестра.

Одновременно при изучении курса компьютерной графики студенты знакомятся с основами выполнения чертежей в программе «Компас». Начиная с первой лабораторной работы, после краткого знакомства с интерфейсом программы «Компас-График» и основными его командами предусмотрено выполнение задания на построение плоского контура, нанесение размеров, оформление чертежа. Следующее задание – построение третьего вида по двум заданным и аксонометрического изображения для отработки команд на инструментальной панели: *Редактирование* (*Копия, Сдвиг, Симметрия* и т.д.). На этом этапе осуществляется знакомство с 3D-моделированием и непосредственно выполнение команд *Выдавливание, Вырезание*. Далее выполняем ассоциативные виды и аксонометрическое изображение по 3D-модели. Аналогично выполняются задания на простые и сложные разрезы.

Второе задание по инженерной графике способствует развитию конструкторского мышления. Оно выполняется на основе учебного по-

собия «Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей» под редакцией В.В. Рассохина [2]. Указанный альбом содержит 30 заданий, для каждого из которых даны настоящие производственные рабочие машиностроительные чертежи деталей устройства, их описание и наглядное изображение, на основании которых студент должен выполнить сборочный чертеж изделия. При выполнении указанного задания идет логическое завершение изучения всего курса инженерной графики, когда студент должен не только собрать узел из отдельных деталей, развивая практику конструирования, но и начертить рабочие чертежи с использованием программы «Компас», а также сборочный чертеж узла на основе современных информационных технологий 3D-моделирования.

Опишем подробнее выполнение сборочного чертежа на основе 3D-моделирования.

Студенты самостоятельно выбирают крепежные изделия и другие стандартные детали согласно указанным ГОСТам из библиотеки, которая есть в графическом редакторе.

Осваивается отработка новых команд инструментальной панели: *обозначения* – нанесение параметров шероховатости, предельных отклонений и т.д., применение команды вставки не указанной шероховатости, технических требований.

Выполнение сборочных чертежей с помощью графического редактора «Компас» возможно несколькими способами. Традиционные варианты их создания предусматривают копирование и вставку отдельных деталей или сборочных единиц на разные слои либо компоновку изображений в результате совмещения деталей копированием с учетом необходимой их корректировки, т.е. удаления линий, закрытых (перекрываемых) другой деталью и т.д. Для каждого случая предпочтительным является конкретно обоснованный вариант.

На рис. 1 выполнен сборочный чертеж путем копирования и вставки отдельных деталей на тот чертеж (корпус), к которому наиболее целесообразно добавлять другие детали аналогично процессу реальной сборки.

В отличие от вышеуказанного предлагается рассмотрение некоторых основных этапов более совершенного подхода к созданию учебных сборочных чертежей с помощью 3D-моделирования, позволяющего интенсифицировать процесс проектирования [3].

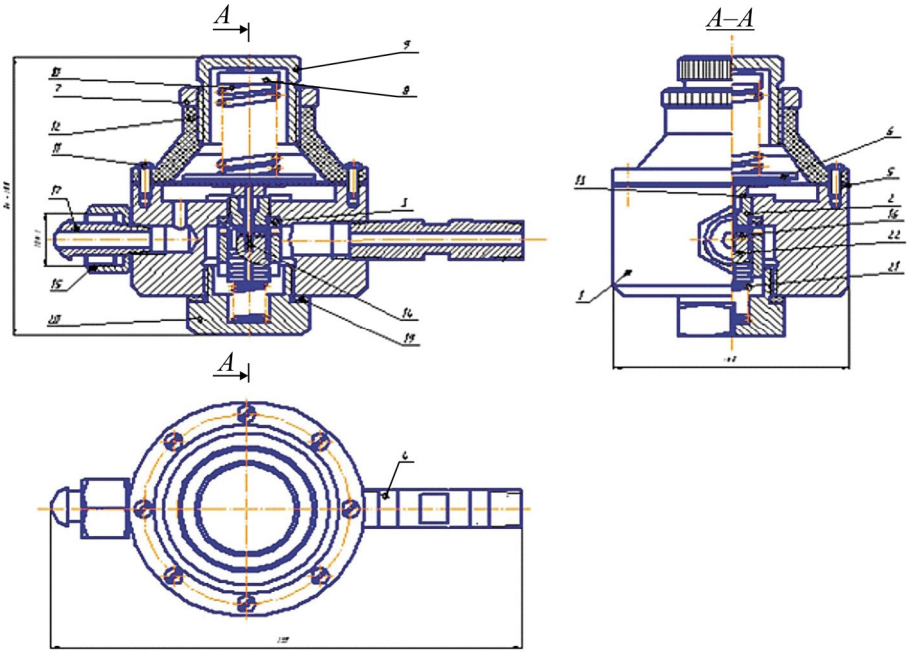


Рис. 1. Выполнение сборочного чертежа по выполненным чертежам деталей

Представим выполнение сборочного чертежа редуктора давления воздуха по его 3D-сборке на основе моделей. Трехмерные модели в большинстве случаев для данного узла выполняем с помощью операций вращения (рис. 2).

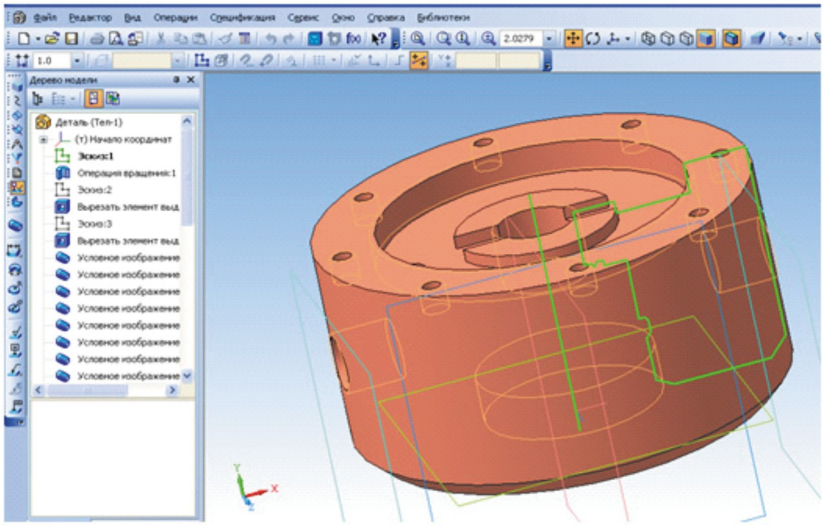


Рис. 2. Выполнение трехмерной модели корпуса

Для создания 3D-сборки по трехмерным моделям деталей (рис. 3) в меню «Операции» выберем пункт «Добавить компонент из файла» и в диалоге выбора файлов укажем деталь «Корпус». Зададим точку вставки компонентов.

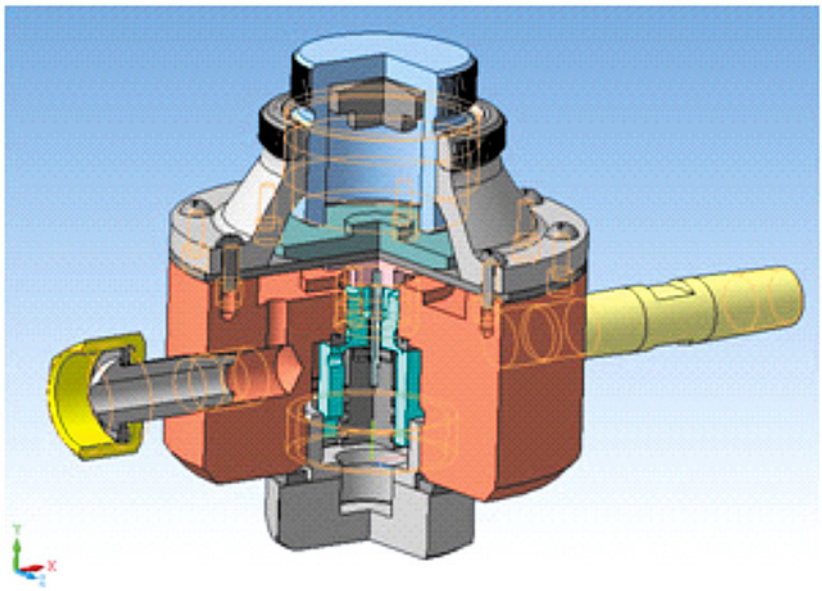


Рис. 3. 3D-модель сборочного чертежа
(вырез представлен для наглядности)

Добавим последовательно остальные детали модели. Предварительно деталь располагаем возможно ближе к месту соединения. На панели редактирования сборки выберем кнопку «Переместить компонент»: нажимая курсор с перемещаемым объектом, доведем его до нужного положения.

Для поворота компонента вокруг точки или оси нажимаем кнопку «Повернуть компонент» на «Панели редактирования сборки». Нажав левую кнопку мыши в окне сборки и не отпуская ее, переместим курсор. Компонент будем поворачивать вокруг центральной точки до требуемого положения. Укажем: «Сопряжения элементов» → «Соосность, Совпадение» для точной фиксации детали.

После окончательного выполнения 3D-сборки (см. рис. 3) осуществим переход к созданию ассоциативного сборочного чертежа, выбрав в меню «Файл» → «Создать» → «Новый документ» → «Чертеж», задавая формат А2 с горизонтальным расположением.

Далее в пункте меню «Вставка» выбираем подменю «Вид с модели» → «Стандартные». Выбираем список ориентаций модели для изображения на главном виде. Далее в пункте меню «Вставка» выбираем подменю «Вид с модели» → «Стандартные». Выбираем список ориентаций модели для изображения на главном виде (рис. 4).

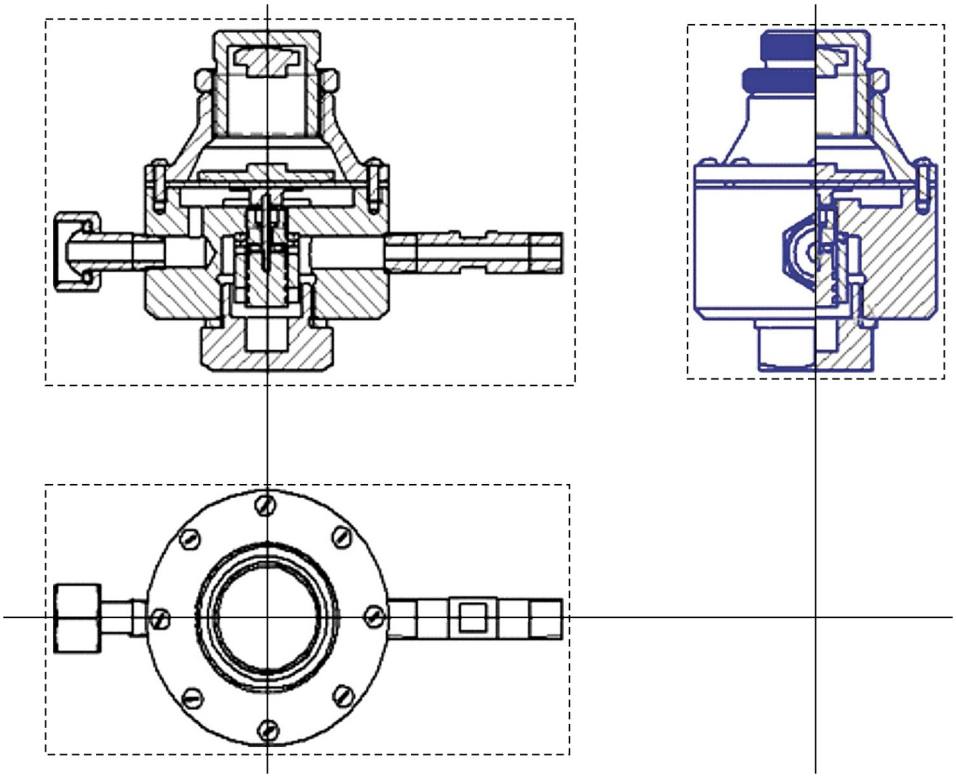


Рис. 4. Создание ассоциативных видов по 3D-сборке

Выполняем дальнейшую доработку сборочного чертежа в соответствии с ГОСТ 2.109–73*: наносим линии-выноски с указанием номеров позиций, требуемые габаритные, установочные и присоединительные размеры, обозначение разрезов согласно командам и требованиям программы «Компас».

Таким образом, студенты выполняют единое учебное задание по инженерной и компьютерной графике, что способствует решению заявленной в предлагаемой работе задачи – обеспечить разумное сочетание ручного и компьютерного черчения при обучении студентов геометрографическим дисциплинам.

Список литературы

1. Столбова И.Д. Обзор актуальных проблем графической подготовки в высшей школе // Сб. тр. 3-й Междун. науч.-метод. конф. по инженерной геометрии и компьютерной графике / Моск. гос. ун-т тонких хим. технологий им. М.В. Ломоносова. – М., 2010. – С. 118–135.

2. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей / под ред. В.В. Рассохина. – М.: Машиностроение, 1974.

3. Хейфец А.Л., Васильева В.Н. Компьютерное 3D-моделирование узлов в курсе инженерной графики // Материалы Междун. науч.-метод. конф.; Приамур. гос. ун-т. – Биробиджан, 2009.

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КАК МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ СФЕР ДАНДЕЛЕНА ДЛЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ КВАДРИК ВРАЩЕНИЯ

Хейфец Александр Львович,
Васильева Вера Николаевна
Южно-уральский государственный университет, г. Челябинск

Предложен метод построения сфер Данделена для произвольных поверхностей вращения второго порядка, основанный на параметризации в пакете AutoCAD. Приведены примеры. Дана оценка точности определения точек фокуса и директрис предложенным методом. Показано, что погрешность находится в пределах 10^{-3}–10^{-8}. Сделан вывод о высокой эффективности параметризации как инструмента геометрического моделирования.

Ключевые слова: сферы Данделена, шары Данделена, конические сечения, коники, кривые второго порядка, квадрики, поверхности второго порядка, директриса, параметризация, AutoCAD.

PARAMETERIZATION AS A METHOD OF CONSTRUCTING SPHERES OF DANDALUNA FOR ARBITRARY ROTATION QUADRICS

Kheifetc Aleksandr Lvovich,
Vasilieva Vera Nikolaevna
South Ural State University, Chelyabinsk

The method of construction spheres of Dandaluna for arbitrary surfaces of rotation of the second order, based on parameterization in AutoCAD. The examples. The estimation of accuracy of definition of focal points and of directriz proposed method. It is shown that the error is in the range 10^{-3}–10^{-8}. The conclusion about high efficiency parameterization tool for geometric modeling.

Keywords: sphere of Dandelia, balls of Dandelia, conic sections, koniki, the curves of the second order, of a quadric surfaces of the second order, headmistress, parameterization, AutoCAD.

Если круговой конус (или цилиндр) рассечь плоскостью и вписать сферы, касательные к конусу и плоскости сечения, то точки касания сфер с секущей плоскостью являются точками фокусов сечения. Это известное положение теоремы Ж. Данделена является основой доказательства возникновения коник (эллипса, гиперболы, параболы) как плоских сечений кругового конуса [1].

Определение конических сечений по сфере Данделена введено в курс начертательной геометрии Н.Ф. Четверухиным [2]. На этом положении основан раздел конических сечений (коник) в базовом курсе начертательной геометрии [3–5]. Однако доказательство возникновения коник и их примеры приводят только для конуса вращения. Для других поверхностей вращения второго порядка (далее – произвольных квадрик вращения, ПКВ) качественные свойства сечений подразумеваются аналогичным свойствам конуса.

О сферах Данделена для ПКВ найдено упоминание лишь в работе М. Шаля [6], где сказано, что Данделен распространил свою теорему и на случай однополостного гиперболоида, а сам Шаль рассмотрел общий случай для ПКВ. Но эти положения приведены со ссылкой на недоступные работы, ориентировочно 1800-х гг., содержание работ неизвестно.

Единственное доказательное рассуждение существования сфер Данделена для ПКВ найдено в работе [7]. Однако вывести из него алгоритм построения сфер для ПКВ не удается.

Цель нашей работы – создание прикладного алгоритма построения сфер Данделена для произвольной квадрики вращения и оценка его точности.

Методика исследования. Построения и исследования выполняли в пакете AutoCAD, как графическом редакторе, наиболее адаптированном к задачам теоретического плана. Квадрики получали как тела вращения коник. Коники (гиперболу и параболу) получали как сечения кругового конуса, эллипс является «штатным» примитивом пакета.

Если для конуса вращения определение очерка сферы сводится к элементарной задаче построения окружности, вписанной в треугольник, то для ПКВ требуется построить окружность, касательную к конике как очерку ПКВ и к отрезку прямой как проекции плоскости сечения. Аналитические или геометрические решения этой задачи неизвестны.

Указанная задача является частным случаем задачи о построении коники заданного типа и параметров касательной к двум другим заданным коникам. Решение ее получено в работе [8] на основе 2D-параметризации как инструментального средства современных графических редакторов.

Термин «параметризация» имеет различное толкование. В «исчислительной» геометрии – это определение количества независимых параметров геометрической модели с целью выявления возможности ее построения. В компьютерной графике под параметризацией понимают

метод, в котором пользователь на основе геометрических представлений о решаемой задаче задает геометрические зависимости между элементами, например совпадение, касательность, параллельность, коллинеарность и др. Программное обеспечение графического редактора приводит объекты в заданное положение и тем самым – к построению модели или к решению геометрической задачи.

Параметризация как инструмент геометрического моделирования широко применяется в инженерной графике (пакеты Inventor, SolidWorks, «Компас» и др.). Будучи введенной в AutoCAD 2009, 2D-параметризация с учетом теоретической направленности пакета позволила существенно расширить круг конструктивных задач геометрического моделирования [8–10], добавив это новое инструментальное средство к традиционному набору инструментов начертательной геометрии (циркулю и линейке).

Построение сфер Данделена было нами реализовано и исследовано применительно ко всем квадрикам вращения (одно- и двуполостный гиперболоид, параболоид, эллипсоид). Задача рассматривалась как планиметрическая в плоскости, проходящей через ось вращения квадрики. Для наглядности и проверки решения строили геометрически точные 3D-модели.

Эллипсоид вращения. Наиболее простым является построение сфер Данделена для эллипсоида вращения (рис. 1) поскольку эллипс является «штатным» примитивом AutoCAD'а. Строим очерковый эллипс e, его ось вращения i и отрезок $\sum$ проекции секущей плоскости (рис. 1, *а*). На эти объекты накладываем зависимость фиксации (замок). Строим произвольные окружности s_1, s_2 как предварительные положения искомых очерков сфер Данделена. К каждой из окружностей s_1, s_2 прикладываем геометрические зависимости, отображаемые на экране значками (рис. 1, *б*): совпадение центра окружности с осью эллипсоида; касание окружности с очерковым эллипсом e; касание окружности и отрезка секущей плоскости. После наложения зависимостей окружности приняли положение очерков сфер Данделена s_1, s_2. Найдены точки F_1, F_2 как фокальные точки конического сечения. Найдены точки касания *1*, *2* и *3*, *4* и окружности касания сфер и эллипсоида, соответственно c_1, c_2. На пересечении плоскостей этих окружностей и секущей плоскости $\sum$ найдены точки d_1, d_2 как проекции директрис эллипса сечения e^*. Задача решена.

Для проверки точности решения выполнялась его экспериментальная проверка. Строили контрольный эллипс $e^{*\prime}$ как истинный вид

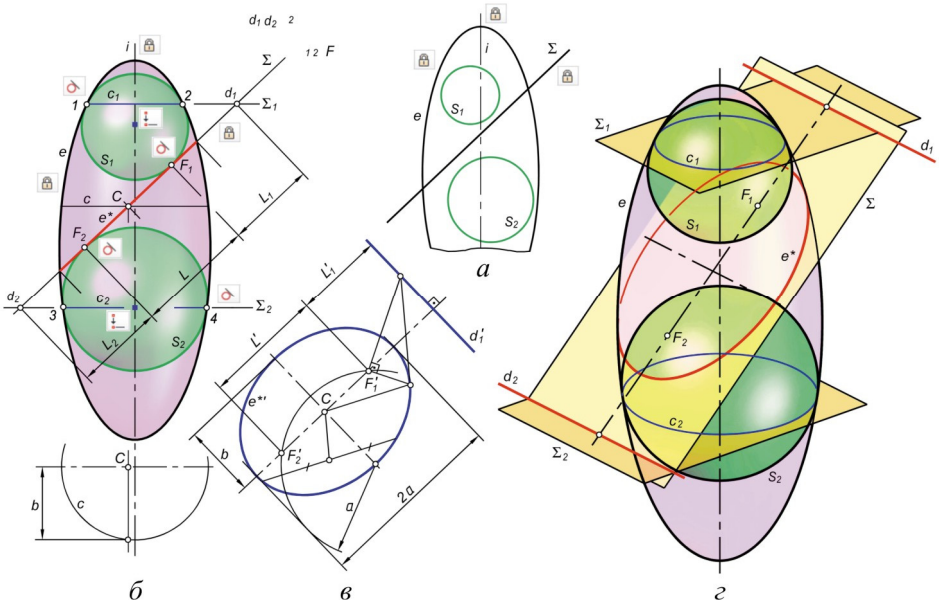


Рис. 1. Сферы Данделена для эллипсоида: *а* – исходные данные; *б* – геометрические зависимости и результат построения; *в* – контрольный эллипс для оценки точности решения; *г* – 3D-модель

эллипса e^* сечения (рис. 1, *в*). Методами [2, 5] находили [7] точки фокуса F_1', F_2' и одну из директрис d_1'. Простановкой размеров определяли значения L, L_1, L_2 и сравнивали их с соответствующими контрольными значениями L', L_1'. Погрешность не превысила 10^{-8} (это соответствует предельной точности построений и измерений AutoCAD'а). Для наглядности простроена 3D-модель задачи (рис. 1, *г*).

Однополостный гиперболоид, эллиптическое сечение. Исходными данными (рис. 2, *а*) являются очерковая гипербола h с точками фокуса F, F', осями и директрисами d, d', а также отрезок секущей плоскости. Гиперболу строили как сечение кругового конуса. Оси гиперболы определяются при ее построении. Точки фокуса F, F' и директрисы гиперболы находили по методике [5, 8].

Фиксируем «замком» положение ветвей гиперболы, ее осей, директрис и маркеров точек фокуса (см. рис. 1, *а*). Для отрезка секущей плоскости задаем совпадение его конечной точки с действительной осью гиперболы и два размерных параметра. Это позволит управлять положением секущей плоскости и, в конечном итоге, воспроизводить множество возможных решений задачи.

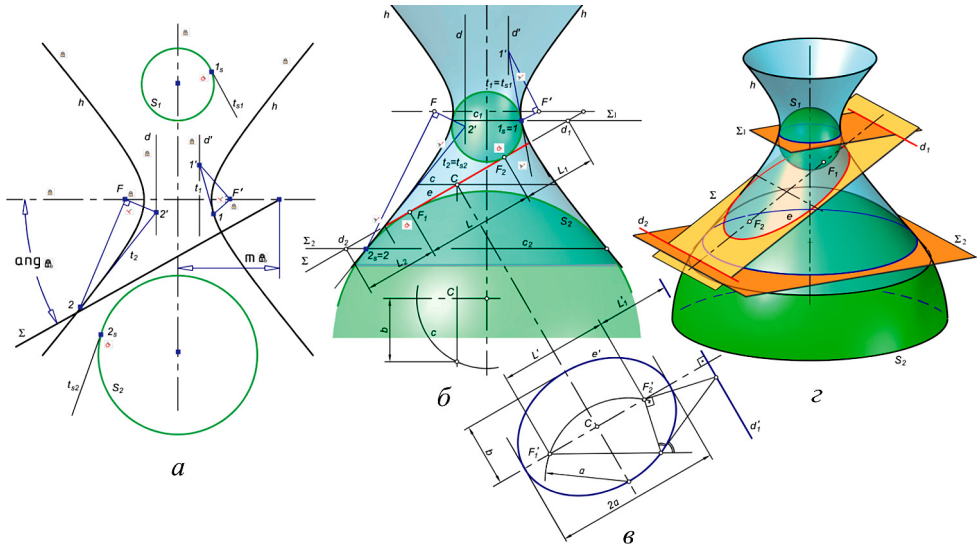


Рис. 2. Сферы Данделена для эллиптического сечения однополостного гиперболоида: *а* – исходные данные; *б* – задание геометрической зависимости; *в* – контрольный эллипс; *г* – 3D-модель

Геометрическая зависимость касания на гиперболу (и параболу для параболоида) не распространяется, поэтому для построения окружности, касательной к гиперболе, предложен алгоритм параметризации, который приведем для окружности s_1.

Задаем зависимость совпадения центра окружности с осью гиперболы (рис. 2, *б*). Строим отрезок t_{s1}, присваиваем ему зависимость касания к окружности s_1 и совпадение конечной точки 1_s с окружностью. После этого перемещение отрезка t_{s1} приводит к его скольжению вокруг окружности s_1 с точкой касания 1_s, а центр окружности *s1* перемещается по мнимой оси гиперболы.

Реализуем свойство коник [5]: отрезок касательной от точки касания до директрисы виден под прямым углом. Строим треугольник (F', *1*, *1′*). Накладываем для его вершин зависимости совпадения: в точке *1* с гиперболой, в точке F' – с маркером точки фокуса, в точке *1′* – с отрезком директрисы d'. Задаем зависимость перпендикулярности катетов в вершине F'. При наложенных зависимостях отрезок *11′* становится касательным к гиперболе *h* и при перемещении скользит по гиперболе с точкой касания *1*.

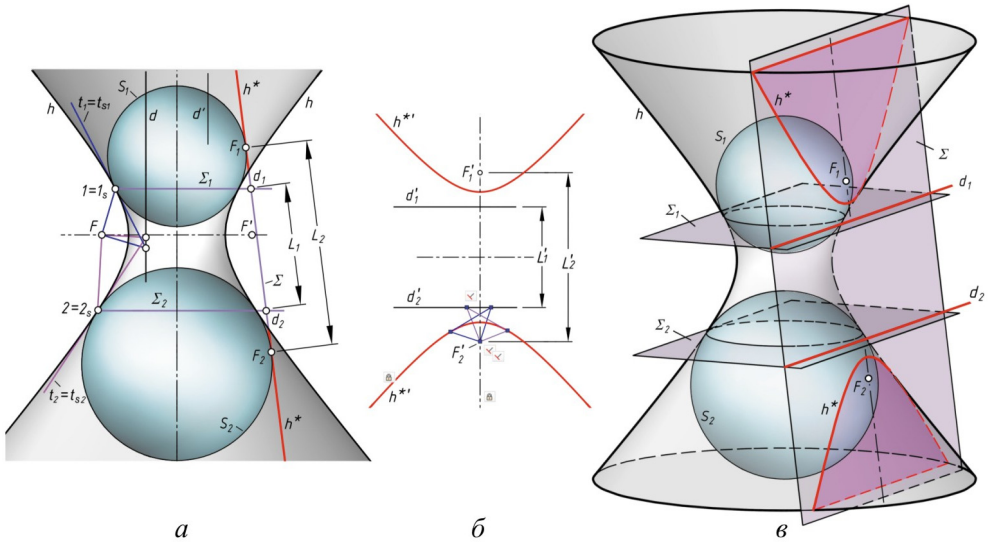
Для того чтобы окружность s_1 стала очерком сферы Данделена, осталось задать геометрические зависимости: коллинеарность отрезков t_{s1} и *11′*, совпадение точек *1* и 1_s, касание окружности *s1* и отрезка секущей плоскости. Те же построения выполняем для второй сферы *s2*.

В результате решения найдены точки F_1, F_2 и директрисы d_1, d_2 эллипса сечения e. Для оценки точности решения строили (рис. 2, *в*) контрольный эллипс, определяли его фокусы и директрисы. Расхождение значений L, L_1, L_2 со значениями L', L_1' находится на уровне 10^{-5}. Снижение точности в сравнении с результатом для эллипсоида связано с тем, что очерковая гипербола является сплайн-кривой.

Конструкция Данделена наглядно и с высокой точностью воспроизведена на 3D-модели (рис. 2, *г*).

Однополостный гиперболоид, сечение по гиперболе. Последовательность решения прежняя. По очерковой гиперболе h (рис. 3, *а*) в результате параметризации найдено положение окружностей s_1, s_2 как очерков сфер Данделена. Для оценки точности решения была построена контрольная гипербола $h^{*\prime}$ (рис. 3, *б*) как сечение гиперболоида. Определение ее точек фокуса и директрис выполнено как для сплайн-кривой по методике с применением параметризации [8]. Поскольку гипербола $h^{*\prime}$ является сплайн-кривой, то погрешность решения дополнительно возрастает. Отмечено расхождение значений L_1, L_2 со значениями L_1', L_2' на уровне 10^{-3}. Для наглядности построена 3D-модель (рис. 3, *в*).

Были проверены все сочетания типов коник сечения и квадрик вращения. Часть моделей приведена на рис. 4. Построения выполнялись по приведенному алгоритму параметризации. Во всех случаях сфера Данделена определялась с погрешностью, не превышающей 10^{-3}.



а *б* *в*

Рис. 3. Сферы Данделена для сечения однополостного гиперболоида по гиперболе: *а* – очерковая гипербола; *б* – контрольная гипербола $h^{*\prime}$; *в* – 3D-модель

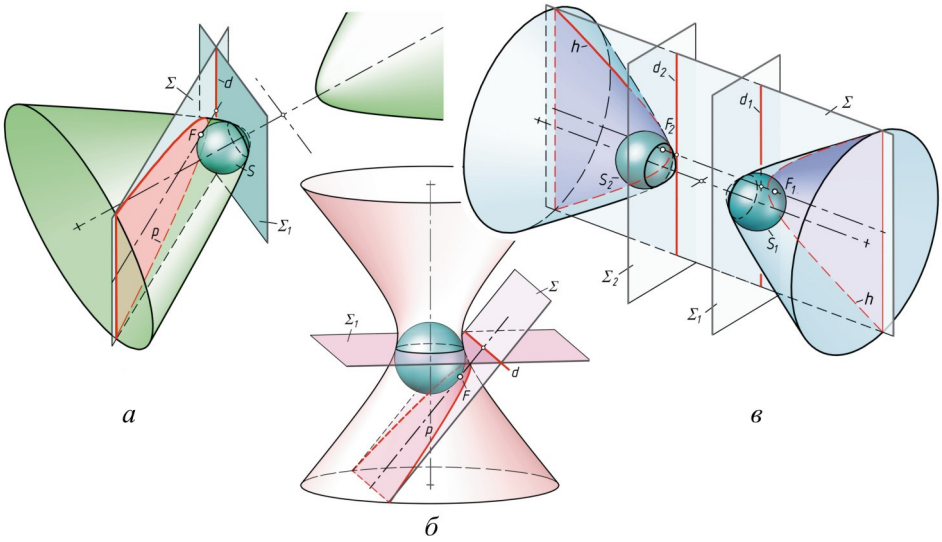


Рис. 4. Конструкции Данделена для сечения квадрик: *а* – двуполостной гиперболоид по параболе; *б* – однополостной гиперболоид по параболе; *в* – двуполостной гиперболоид по гиперболе

Для полноты исследования положение секущей плоскости задавали размерными параметрами *ang*, *m* (см. рис. 2, *а*), при изменении которых охватывали всю область возможных решений и положений сфер Данделена. Еще более широкие возможности исследования возникают при параметризации очерковой квадрики. Эта возможность также экспериментально проверена: например, параметрическое построение гиперболы по пяти точкам.

Обсуждение результатов. Результаты работы рассмотрим как с позиции решения задачи Данделена для произвольной квадрики вращения, так и с точки зрения оценки метода параметризации, примененного для ее решения.

Известно [2, 7], что ключевым моментом в доказательстве теоремы Данделена является то, что на конусе есть семейство прямолинейных образующих. Именно это определяет приложение теоремы, прежде всего для кругового конуса. Линейчатый характер поверхности однополостного гиперболоида, видимо, позволил Данделену распространить свою теорему и на эту поверхность [6]. Тот факт, что в нашей работе сферы Данделена удалось построить для нелинейчатых квадрик (эллипсоид, параболоид, двуполостный гиперболоид), содержит элемент научной новизны и требует дальнейшего рассмотрения.

В отсутствие надежного теоретического обоснования нового метода полученный результат построения сфер Данделена для всех квадрик

вращения является только «правдоподобным». Хотя здесь возникают известные вопросы: что считать доказательством и геометрически точным решением. Можно ли за доказательство принять результат, многократно экспериментально повторяющийся и имеющий требуемую точность?

Параметризация показала себя как новый эффективный инструмент геометрического моделирования и решения задач конструктивным методом (т.е. геометрическими построениями «доступным инструментом»). Применение параметризации [8–10] расширяет границы доступных для решения задач, прикладных и учебных. Однако в учебном плане есть опасение, что новый инструмент может скрыть геометрический смысл решения. Ведь от пользователя требуется лишь обозначить взаимосвязи между геометрическими элементами. Остальное делает компьютер. Но это неизбежный шаг в развитии: всегда что-то переходит в базу знаний, как в архив.

В связи с параметризацией вспомним дискуссию о кнопочных технологиях. Сейчас она приутихла, ибо все стали нажимать на кнопки и поняли неизбежность этого. Но от преподавателя требуется методическая работа: чему учить, а что передать на кнопочные технологии. Известно, что составить алгоритм решения задачи – это уже почти ее решить. В этом плане параметризация и есть творческое составление алгоритма. Остальное – дело техники.

Освоение параметризации ставит под сомнение значимость многих, в том числе и продолжающихся, работ, основой которых является построение математической или геометрической модели. Сейчас вместо сложных аналитических или проективных выкладок зачастую достаточно составить алгоритм в виде параметрической модели. Рассмотренная нами задача Данделена является примером такого подхода.

Авторы в курсе компьютерной графики апробировали новое контрольно-графическое задание по параметризации плоского контура. Студентам требуется не просто построить заданный контур, но, приложив геометрические и размерные зависимости, получить параметрический чертеж, автоматически определить количество параметров контура и в автоматическом режиме построить ряд качественно различных вариантов контура при варьировании его параметров.

Еще более широкие перспективы в прикладном и учебном плане имеет 3D-параметризация, методы и примеры применения которой приведены в работе [10]. Заданием пространственных геометрических зависимостей просто и наглядно, доступно для студентов становится возможным решение и исследование сложнейших пространственных задач,

для которых трудно предположить возможность аналитического или геометрического решения (особенно в рамках учебного процесса). Все построения выполняются непосредственно в 3D-пространстве. Какие-либо 2D-проекционные преобразования модели не нужны. В связи с этим в очередной раз проявляется неактуальность начертательной геометрии как теоретической дисциплины кафедр графики и необходимость скорейшего перехода к альтернативному курсу теоретических основ 3D-компьютерного геометрического моделирования.

Список литературы

1. Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. – М.: Наука, 1981. – 344 с.

2. Начертательная геометрия / Н.Ф. Четверухин [и др.]. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.

3. Начертательная геометрия: учебник для вузов / Н.Н. Крылов [и др.]. – 11-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2010. – 224 с.

4. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2008. – 270 с.

5. Пеклич В.А. Начертательная геометрия. – М.: АСВ, 2007. – 272 с.

6. Шаль М. Исторический обзор происхождения и развития геометрических методов: Т. 2: Примечание IV. О способе построения фокусов и доказательства их свойств на косом конусе. – М.: Моск. мат. о-во, 1883. – 748 с.

7. Нилов Ф.К. Сферы Данделена. Лекция на Малом мехмате МГУ, 2011 г. / Лекция 22 (291) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.geometry.ru/video.htm.

8. Хейфец А.Л. Алгоритмы моделирования коник в пакете AutoCAD / Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвуз. науч.-метод. сб. – Саратов, 2013. – С. 34–39.

9. Логиновский А.Н., Хейфец А.Л. Решение задач на основе параметризации в пакете AutoCAD // Геометрия и графика. – Т. 1, вып. 2. – С. 58–62.

10. Хейфец А.Л., Логиновский А.Н. Параметризация как средство решения задач 3D-компьютерного геометрического моделирования // Информационные средства и технологии: тр. XX междунар. науч.-техн. конф. – М.: Изд. дом МЭИ, 2012. – Т. 1. – С. 72–80.

ГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Шелякина Галина Геннадьевна,
Ширяев Алексей Александрович

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Проводится попытка анализа степени подготовленности студентов к изучению компьютерной графики и 3D-моделирования в рамках часов, отведенных на дисциплину, значимости самостоятельной работы, заинтересованности студентов в освоении дисциплины.

Ключевые слова: компьютерная графика, 3D-моделирование, анкетирование студентов.

GRAPHICAL EDUCATION HIGH SCHOOL STUDENTS

Shelyakina Galina Gennadiyvna,
Shiryaev Aleksey Aleksandrovich

Perm National Research Polytechnic University

An attempt to parse the readiness and commitment of students to study computer graphics and 3D modeling within the hours allotted for the discipline and the importance of independent work.

Keywords: computer graphics, 3D modeling, questioning.

Среди дисциплин, закладывающих фундамент инженерного образования, инженерная графика занимает особое место. К средствам выражения и передачи технической мысли, несомненно, относится теперь уже неотделимая ее часть – компьютерная графика [1].

Более 90 % информации здоровый человек получает через зрение или ассоциирует с геометрическими пространственными представлениями. Компьютерная графика имеет огромный потенциал для облегчения процесса познания и творчества, она позволяет развивать у обучающихся пространственное воображение, художественный вкус. Понятие «компьютерная графика» очень часто трактуется по-разному. Компьютерная графика – это область информатики, занимающаяся проблемами получения различных изображений (рисунков, чертежей, мультипликации) на компьютере. Компьютерная графика – это новая отрасль знаний, которая предоставляет комплекс аппаратных и программных средств, используемых для передачи информации в визуальной форме на средства отображения.

С другой стороны, под компьютерной графикой понимают совокупность методов и приемов для преобразования при помощи компьютера данных в графическое представление.

Компьютерная графика – это вполне самостоятельная область человеческой деятельности со своими проблемами и спецификой. Компьютерная графика – это и новые эффективные технические средства для проектировщиков, конструкторов и исследователей. При использовании информационных технологий традиционные задания инженерной графики получают новое наполнение и реализацию.

Теперь это давно известно и неоспоримо. Не претендуя на какое-то открытие, зададим вопрос: «В каком периоде начинается изучение компьютерной графики, а именно знакомство с графическими пакетами или одним из них хотя бы на уровне элементарных примитивов?» Логично, что в школьном. Практически повсеместно идут уроки информатики, в основном ограничивающиеся освоением Word′a. Исчезают уроки черчения. Казалось бы, есть ниша, материальная база, заинтересованность молодых людей, собирающихся свою будущую деятельность связать с технической направленностью. Но даже в школах, где хорошо проводится профориентационная работа, как показало анкетирование, практически не преподают компьютерную графику.

Было проведено анкетирование, в котором приняли участие 87 студентов ПНИПУ механических специальностей в начале второго семестра (рис. 1). К этому времени у всех специальностей прошло одинаковое число занятий по компьютерной графике, закончился курс начертательной геометрии и, соответственно, был выполнен альбом графических работ, часть из них – на компьютере.

Неоднократно ставился и ставится вопрос о входном контроле. Даже не принимая во внимание балл, дающий право быть зачисленным в вуз, и то, насколько он отражает мыслительные способности будущих конструкторов и технологов, воспитателям кадров для нашей тяжелой промышленности стоит учесть, что черчение в школе было только у 35 % студентов. При этом стартуют практически все с нуля, а затем начинается расслоение по знаниям. Это тема для отдельного разговора.

Только у 4 % в школе была компьютерная графика. Впервые познакомились с компьютерной графикой в университете 88 % студентов, при этом 9 % изучали ее самостоятельно. Вот это – любознательные, заинтересованные, творческие личности.

21 % студентов считают, что им пока что быстрее чертить вручную, чем на компьютере. 62 % студентов хотят более глубоко изучить компьютерную графику, при этом еще не определились 31 % и совсем не хотят углублять свои знания 7 % студентов.

Нужно отметить, что абсолютное большинство студентов, желающих более глубоко изучать возможности компьютерной графики (здесь и 3D-моделирование деталей и сборок, и изучение других видов программ), учатся в группах с минимальным числом должников или с полным их отсутствием по предмету.

Там же, где весь 2-й семестр продолжается «доучивание» за 1-й семестр, активность и желание узнать больше чаще минимальное.

А на предприятиях опережающими темпами внедряются и используются не в качестве эксклюзива, а в технологических бюро, конструкторских отделах пакеты различных графических программ. Например, на сегодняшний день на ОАО «Мотовилихинские заводы» для разработки и постановки продукции на производство используется следующий набор программ:

– 3D-моделирование – Autodesk Inventor,

– создание 2D-чертежей – AutoCAD,

– ведение электронного состава изделия,

– ведение электронного архива,

– проведение технологической подготовки производства, разработка технологических процессов – TechnologiCS (частично).

Работа в указанных программах должна преподаваться в комплексе, как единый процесс в едином информационном поле. Основой (ядром) должна быть 3D-модель изделия. Далее на основании 3D-модели формируются все инженерные данные в связи с мастер-моделью, как в части конструкторской, так и в части технологической подготовки производства.

Далее инженерные данные используются в системе управления предприятием (MRP, ERP). В общем, весь процесс необходимо рассматривать последовательно и в комплексе.

Вот такие знания хотят видеть в выпускнике современные работодатели, причем сами недавние выпускники нашего вуза. Конечно, в задачи кафедры графики не входит изучение всего набора программ.

При практически нулевой начальной подготовке по дисциплине, новых задачах, которые ставятся перед ней на современном этапе – овладевать новыми знаниями в области компьютерной графики, геометрического моделирования, плюс при этом уменьшенном количестве аудитор-

ных часов предполагается больше самостоятельной работы студента. И действительно, некоторые студенты с удовольствием занимаются компьютерным моделированием дополнительно к тому, что является обязательным для всей группы. Такие заинтересованные и творческие ребята участвуют в различного уровня олимпиадах, затем на выпускающих кафедрах находят себя в научной работе.

Есть и другая часть студентов – они как бы «раскрываются», работая за компьютером, им просто кажется непрестижным быть отстающими при работе с техникой, и эта мотивация дает положительные результаты, пробуждая интерес к творчеству, созданию 3D-моделей, конструированию, разработке чертежей. Ну и, конечно, есть ко всему безразличные студенты. Может, в таком возрасте кроме «интересно – неинтересно», «скучно – не скучно» пора оперировать и другими понятиями – нужно, обязан, должен. Тогда есть вероятность, что интерес придет или сфера будущей деятельности определится более реально.

На рис. 2 представлена 3D-модель сварного соединения, выполняемая в процессе обучения в ходе лабораторной работы по созданию ассоциативного сборочного чертежа [2] и примеры моделей, выполненные самостоятельно (рис. 3, 4).

Рис. 1. Результаты анкетирования студентов механических специальностей ПНИПУ

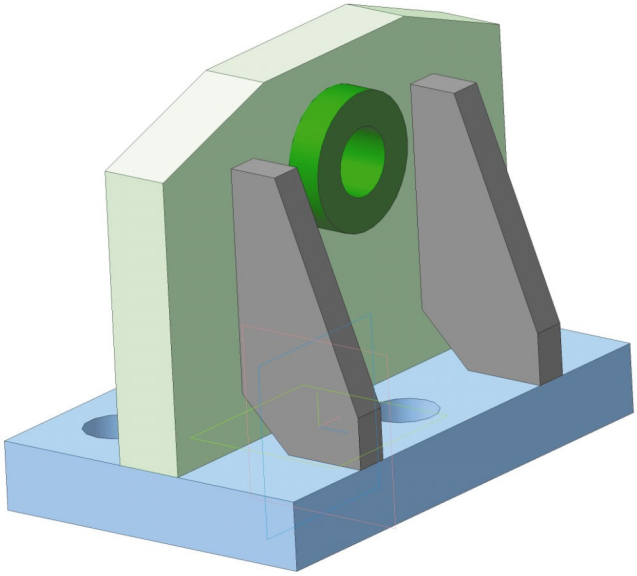


Рис. 2. 3D-модель сборочной единицы, выполняемая на лабораторной работе с последующим выполнением ассоциативного чертежа

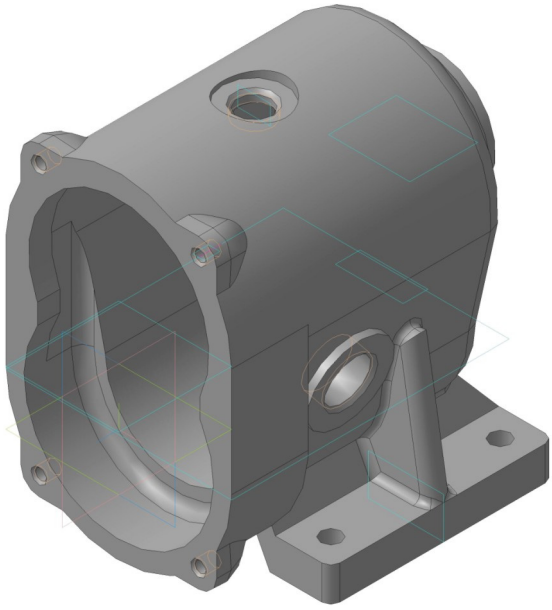


Рис. 3. 3D-модель детали «корпус», выполненная самостоятельно

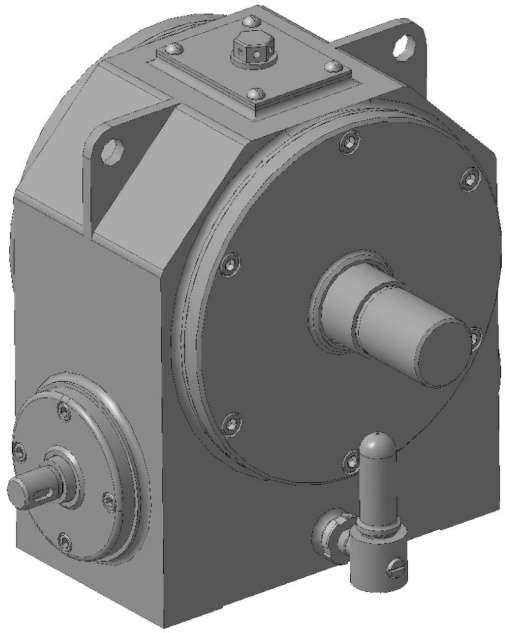


Рис. 4. 3D-модель редуктора, выполненная самостоятельно

Таким образом, за отведенное программой время можно освоить минимум основ компьютерного моделирования (естественно, с рабочими чертежами). А вот глубокое, виртуозное ее использование даст дополнительная самостоятельная работа, работа будущего профессионала, творческой личности.

Список литературы

1. Малькова Н.Ю., Шишковская И.Л., Красичков В.А. Проблемы преподавания дисциплины «Инженерная графика» // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 1. – С. 93–94.

2. Никулина С.Ю., Шелякина Г.Г. Сварные соединения: учеб.-метод. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012.

РЕЗЕРВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА

Ярошевич Ольга Викторовна
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Зеленовская Наталия Вячеславовна
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассматриваются проблемы совершенствования геометро-графической подготовки студентов на современном этапе.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, инженерная графика, профессионализм, педагогические условия.

RESERVES IN IMPROVEMENT OF THE GEOMETRICAL GRAPHICS PREPARATION OF THE ENGENEERS NOWADAYS

Zelianouskaya Nataliya Viacheslavovna
Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk

Yarashevich Olga Victorovna
Belarusian National Technical University, Minsk

The review of the problems of improvement in the preparation of the students in geometrical graphics preparation at the current stage.

Keywords: geometrical graphics preparation, engineering graphics, professionalism, learning conditions.

Несмотря на некоторую банальность заглавия данной статьи, вопрос, вынесенный на обсуждение, был и остается своевременным и актуальным, о чем свидетельствуют многочисленные публикации последних лет и материалы последних конференций, в том числе и данной интернет-конференции. Можно, конечно, сказать, что постоянно совершенствоваться невозможно, но можно сказать и обратное – совершенствованию нет предела. Вот от этого тезиса нам и хотелось бы оттолкнуться. Это с одной стороны. А с другой стороны, попытаться определить резервы совершенствования, увидеть скрытое и предложить пути его использования.

Прежде попытаемся описать то, что мы можем и имеем. Констатировать так, как есть, без прикрас. Это позволит нам увидеть картину такой, какая она есть в реальности, а не в материалах отчетов. Многие вопросы, которые были актуальны ранее, исчезли, например вопрос об использовании компьютера в графических дисциплинах, о возможности использования мультимедийности в лекциях. Сейчас уже назрела необходимость разобраться, что же нам компьютер дал и что он забрал. Такой анализ даст возможность все расставить по своим местам и определить все-таки, где место компьютерным технологиям, а где – по старинке карандашиком.

Итак, что мы имеем? что хотели бы иметь? И за счет чего можно достичь желаемого?

1. Инженерная графика (ИГ). Если раньше мы дискутировали о том, быть или не быть начертательной геометрии, то сейчас дисскуссии сместились в иную плоскость, и мы говорим о том, быть или не быть инженерной графике.

Название дисциплины «Инженерная графика» появилось в 70-е гг. XX в. в образовательных программах высших и средних технических учебных заведений, когда предмет «Черчение» (условное название) переименовали в «Инженерную графику». Данный термин вобрал в себя названия нескольких графических дисциплин: начертательной геометрии, черчения, технического рисунка. Список пополнился новой составляющей – компьютерной графикой. В структуре инженерной графики до сих пор компьютерная графика в основном исполняет роль «электронного кульмана», может, это прискорбно, но это так. И многие пытаются рассматривать разделы единой дисциплины как самостоятельные дисциплины [1]. Много есть инновационных нароботок, много новшеств, в целом сформирована новая методика и теоретическая платформа дисциплины, но это пока результат труда энтузиастов (конкретные фамилии приводить не стали, так как достаточно посмотреть список участников этой и предыдущих конференций). Прекрасно, что многое нашло отражение на уже ставших традиционными ежегодных конференциях в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (за что отдельное огромное спасибо организаторам, к слову, мы все с нетерпением ждали очередного приглашения).

Тем не менее традиционные цели дисциплины – развитие пространственного мышления, творческих способностей к анализу пространственных форм на основе их графического отображения, приобретение знаний и умений инженерного документирования – остаются актуальными и сегодня.

И речь не только о самой дисциплине, но и о существовании кафедр как самостоятельных единиц. Правильно заметил уважаемый Сергей Игоревич Ротков, что «во многих вузах начался процесс реорганизации кафедр, их слияние с другими, не по профилю нашей деятельности. Примеров такого слияния можно привести много. Во главе объединенных кафедр ставятся специалисты, далекие от проблем геометрии и графики, в лучшем случае представляющие производственные структуры и задачи». Процесс пошел, и скоро он может стать необратимым. Вот здесь и нужна консолидация кафедр. Мы должны отстаивать право быть самостоятельными кафедрами, иметь свои предметные области и свои дисциплины с их целями и задачами. Кто как не мы вместе можем доказать, что именно кафедры графических дисциплин формируют одну из основополагающих составляющих профессиональной подготовки инженера в технических вузах? И вопрос не в том, что нам нужно где-то работать, а вопрос в том, что мы должны готовить инженеров современной формации.

2. Студенты – посредственные участники учебного процесса, если их нет, то что мы вообще здесь делаем? На констатации фактов о том, как плохо они подготовлены, какие слабые пространственные представления имеют, как низок уровень их графической культуры… и т.д., и т.п., написано немало статей, выслушано немало выступлений на конференциях разного ранга, защищена не одна диссертация. Даже страницы не хватит, чтобы привести ссылки, да и не стоит. У каждого из нас они есть. Студенты такие, какие они есть и какие в наш вуз пришли учиться.

По самым мягким критериям процент первокурсников, готовых (способных) изучать графические дисциплины, не превышает 30 % и имеет устойчивую тенденцию к уменьшению. Таких мы и обязаны учить. В противном случае – сами знаете, что может быть. Главное, чтобы они хотели учиться, а вот тут-то и заключается проблема. Это зависит от нас с вами во многом. Ведь если мы, как преподаватели, не поставили себе задачу научить, то и научить не сможем. Неинтересна им будет наша дисциплина. А если еще она, эта самая инженерная графика самим преподавателям неинтересна? Так что же тогда и говорить. А что греха таить – и такое бывает. И нередко, к сожалению. Случайные люди порой находят себе место на наших кафедрах, как, впрочем, и на остальных.

Хорошо усваивается то, что интересно, познавательно и востребовано. Вот и доказать надо, что без чертежа нет инженера. И что инженер

должен уметь прочитать этот самый чертеж. И не только прочитать, но и создать, ведь по чертежам создается техника. И что не компьютер создает чертеж, а конструктор использует этот самый компьютер, чтобы создать чертеж или модель. Когда есть желание и осознаная необходимость, то научиться можно многому. Анализируя сложившуюся ситуацию и сравнивая новшества с теми старыми технологиями, приходим к настораживающему выводу – может, стоит возродить старомодное образование, т.е. образование в том его виде, в котором мы его испытали на себе, когда были детьми – с дисциплиной и строгими требованиями? По одной простой причине – оно эффективно. Для подкрепления этих соображений хочется привести такой пример: в статье, опубликованной в 2007 г. в журнале Harvard Business Review Гарвардской бизнес-школы, доктор Эрикссон написал, что для получения настоящих знаний нужны еще и учителя, которые «совместно с учеником трудятся, помогают ему и даже так же устают». Он проанализировал работы, в которых описана деятельность самых успешных специалистов в различных областях – скрипачей и хирургов, программистов и шахматистов. И пришел к выводу, что все они «старательно выбирали для себя учителей – не сентиментальных и душевных, а таких, которые предъявляли им жесткие требования и тянули их к высотам профессионализма».

Представляется, что значимость дисциплины студентам отдельно объяснять не нужно. Пришел в технический вуз – значит хочешь стать инженером. А если так, то и инженерную графику должен освоить в полной мере. А видение ее посредством компьютерных геометрических моделей – это и наглядно, и интересно, и увлекательно. Такое представление информации дает возможность изучать изделие на всех этапах его жизненного цикла. Производство невозможно представить без таких моделей, и как следствие, оно остро нуждается в специалистах, владеющих современными компьютерными технологиями геометрического моделирования [2]. И тут важно, насколько преподаватель готов к трансформации новых знаний, насколько он способен использовать информационные технологии для совершенствования геометро-графической подготовки.

Мы сегодня готовим специалиста, который должен иметь представление о классических и современных системах отображения информации, знать и уметь пользоваться их методами и способами отображения, применять программные средства для создания графических изображений, иметь общее представление о проектной деятельности (инженерно-конструкторской, архитектурно-строительной и др.). И как

это сделать? Только путем сепарирования и отбора необходимого минимума и его дозирования с четкой направленностью на формирование у студентов понимания необходимости и умения расширять свои знания самостоятельно, т.е. мы должны закладывать фундамент, базу и на нее ориентироваться. Четко и простым языком сформулировать основы дисциплины, чтобы за тяжеловесностью терминов и понятий не потерять реальную картину и реальные требования.

Парадокс нынешнего времени (примеры из реальной жизни): у нескольких знакомых в семье проблема – сыновья-студенты (IT-сфера, умные успевающие студенты, уже нашедшие работу по своей будущей специальности и востребованные в сфере современных технологий) переводятся на заочную форму обучения или вовсе уходят из вуза на 3-м курсе, объясняя свой выбор тем, что они не хотят тратить свое драгоценное время зря, что в вузе их ничему не учат. Они самостоятельно осваивают все необходимое для своей деятельности (благо курсы обучения программированию широко доступны в интернете, да и сами компании проводят так называемый быстрый ликбез) и выдвигают обеспокоенным родителям и обескураженным преподавателям вуза лозунг «Не можете научить – не мешайте!». Такая вот оценка нашей деятельности, несмотря на то что в нашей достаточно бюрократизированной стране диплом о высшем образовании им будет необходим для дальнейшей карьеры. Но они предпочитают получить его формально. Причем это лучшие студенты. И это не единичные случаи.

Это происходит потому, что традиционная модель обучения (и геометро-графическая подготовка в том числе) ориентирована в основном на формирование репродуктивного типа деятельности; способные, творческие люди в этом случае появлялись не благодаря, а скорее вопреки системе, так как эвристический и проективный подходы к организации учебной деятельности студентов практически не задействованы в учебном процессе. И напрасно, так как именно эвристический процесс с элементами проектирования является источником новых способов и действий, а творческий процесс выполняет главную роль, аккумулирует, совершенствует и использует эвристические инновации: стратегии, методы и приемы, т.е. эвристика и проектирование инициируют проявление творчества в процессе познания [3].

3. Преподаватели. Вот и здесь та же картина. Преподавательский состав и его квалификация – головная боль заведующего любой кафедры любого вуза. Думаем, никто здесь не будет возражать, что все опре-

деляет заработная плата. И пока она не соответствуем реальным потребностям индивидуума, то тот, кто может больше зарабатывать в другом месте, не пойдет работать в вуз, особенно молодежь. Поэтому пока имеем то, что имеем. В данной ситуации многое зависит от заведующего кафедрой, от его инициативности и желания создать работоспособный коллектив, повысить уровень квалификации и профессиональную компетентность своих сотрудников. А арсенал возможных средств немаленький. Это и наставническая деятельность опытных преподавателей с молодыми, и работа молодых преподавателей в качестве ассистентов, и краткосрочные курсы по инициативе кафедр, и стажировки с отрывом от производства и без него на родственных кафедрах, на производстве, в конструкторских бюро, а также всевозможные семинары и многое другое.

Есть еще один немаловажный аспект, который следует принимать во внимание. Это то, что преподаватели зачастую считают основным в своей работе передачу знаний и умений предметной области. Они не видят глобальных целей дисциплины и часто цель формулируют как «решение задач…», «владение графическими знаниями и умение их применять в практической деятельности…», «выполнение индивидуальных графических заданий» и т.п. Чаще всего цели понимаются как способы деятельности: «сформировать», «выполнить», «изучить», «отработать» и т.п. При этом крайне редко цель формулируется как развитие личности студента средствами инженерной графики. Да и результаты освоения студентом учебной дисциплины определяются обычно самим преподавателем, исходя из собственных представлений о контроле результатов обучения, а не из интегральных представлений о квалификации специалиста.

Весьма важно, как к этому относятся административные структуры вузов, уделяют ли внимание формированию благоприятной мотивационной среды для творческой деятельности преподавателей, подкрепляя это мерами не только морального поощрения, но и материального стимулирования. Кроме того, слабая компетентность или ее отсутствие у педагога проявляется в догматическом стиле обучения, жестком контроле (преимущественно прямом и оперативном) на всех этапах учебной деятельности [4], узкоспециализированном подходе к решению задач, неумении применять логические и эвристические приемы и методы. Причем, что характерно: на одних кафедрах (к примеру, Белорусского университета информатики и радиоэлектроники) происходят интенсив-

ные преобразования, а на других они только имитируются. Внедрение одного и того же новшества на одной кафедре дает положительный эффект, на другой – с точностью до наоборот.

Еще один современный аспект: преподаватели-профессионалы вместо того, чтобы уделять большее внимание координации работы со своими коллегами, фокусируют внимание на собственной персоне. В относительно спокойной атмосфере этим принципом можно гордиться, подобная свобода – решающий момент в творческом процессе. Однако автономия сопряжена со значительными затратами. Затраты эти заключаются в том, что кафедра иногда начинает функционировать как беспорядочное собрание элементов, двигающихся в разных направлениях без какой-либо объединяющей идеи или без ясных целей того, что делают члены коллектива в целом и зачем. Следует осознать, что наступает эра гениальных организаций, команд, осуществляющих совместную работу. Четкая ориентация на работу в команде, что является неотъемлемой частью философии стратегического управления качеством, позволяет людям работать над общими, а не над независимыми целями.

4. Программы дисциплины. Они настолько разнообразны даже в пределах одной и той же специальности, что уж говорить о родственных специальностях, а тем более – об одном направлении подготовки. Происходит замена изучения предмета ознакомлением с его содержанием – замена интенсивного обучении экстенсивным.

Встает вопрос о том, кто должен заниматься пересмотром учебных программ. Ответ на него очевиден, любой здравомыслящий человек прекрасно понимает, что «сапоги должен тачать сапожник, а пироги печь – пирожник» [4]. Программы по инженерной графике, как и по другим общеобразовательным и общеинженерным дисциплинам, должны составлять и корректировать специалисты соответствующей области знаний. А что на самом деле? Ответ видится в материалах многих участников конференции.

5. Рабочие инструменты. Чем раньше располагал «чертежник», под этим словом мы подразумеваем всех, от студентов до инженеров? – карандаш, чертежные инструменты, бумага. Позвольте напомнить стандартный перечень чертежных инструментов – рейсшина, чертежная доска, треугольники, циркуль и Его Величество Карандаш. К слову, некоторые из них уже не выпускаются отечественной промышленностью. Рейсшина и чертежная доска имеются в наличии только в «засохшем виде» в наших чертежных залах. С появлением нового инструмента,

мощного инструмента – компьютера, многое изменилось не только в технике исполнения чертежа, но и в самой методике преподавания дисциплины. Неоднократно констатировалось, что элементарные чертежные операции с использованием компьютерных программ можно освоить за неделю ежедневной работы [4]. А вот как сделать, чтобы компьютер был помощником в учебном процессе, чтобы он просто интегрировался в учебный процесс?

Неоспорим тот факт, что в современной инженерной деятельности все более актуальным становится безбумажный процесс обработки информации, при котором на бумаге может фиксироваться окончательный вариант проектной документации (чертежи деталей, заготовок, схемы наладок, операционные эскизы, технологические карты и др.), а все промежуточные, рабочие варианты и необходимые численные данные хранятся на носителях ЭВМ и предоставляются пользователю, технологу на дисплее, в файлах и т.п. [4]. Но это же в деятельности на профессиональном уровне! А в учебной деятельности, мы уверены, есть место Карандашу! Мы убеждены, что для того, чтобы студент мог эффективно общаться с компьютером в среде графического редактора, необходимо, чтобы он владел рядом графических условностей и упрощений, воспроизводящих технические объекты, таких как условные изображения и обозначения графических элементов (резьбы, сварки, шероховатости и др.), владел основными правилами оформления чертежей (линии, основные обозначения, правила нанесения размеров и др.), умел читать чертежи. Таким образом, сохраняя традиции как ценность, следует признать, что на современном рубеже качественных изменений в методике и технологии геометро-графической подготовки именно инновации определяют отбор и сохранение традиций. Но в разумной мере. Мы уже неоднократно на этот аспект обращали внимание.

Порой бывают и такие парадоксы, как, например, в Белорусском национальном техническом университете на кафедре инженерной графики машиностроительного профиля – 90 % заданий выполняются в карандаше. А это – ведущий технический вуз республики. Парадоксально, но факт! В современных условиях модернизации высшего технического образования широкое внедрение в процессы проектирования и технологической подготовки производства средств вычислительной техники нисколько не умаляет значимости «бумажного» черчения с использованием таких традиционных средств, как карандаш, тушь, линейка, циркуль и т.д. Но в разумных пределах.

6. Учебники. И здесь идет инновационный процесс. Электоронные учебники, тестирующие программы… а вот легко ли по ним учиться? Положительным фактом является и создание мультимедийных учебников. Однако только преподаватель может чувствовать реакцию ученика, отзываться на нее и эффективно управлять ею. В связи с этим уже появляется возможность говорить о мере применения на занятиях технических средств и разного рода иллюстративного материала. Недостаток преподавательского мастерства и желания его совершенствовать нельзя восполнить никаким избытком технических средств.

Вместе с этим существует устойчивое мнение о том, что в полной мере замена традиционной системы распределения ролей не произойдет никогда, так же, как никогда не произойдет полной замены книги текстом на экране компьютера. Педагог постоянно выступает в двух ипостасях: прежде всего как создатель образовательных сред (никакие специалисты в области информационных технологий сделать это за него не в состоянии), а также как консультант [4]. Конечно, не стоит забывать, что главную роль играет сущность учебника, а не используемый носитель информации.

Современный учебный процесс требует качественного учебника как средства организации самостоятельной работы, а также средства формирования когнитивных умений и их применения на практике. В нашем случае он должен содержать информацию о стандартах машиностроения, приборостроения, строительства, процессе моделирования и др. В любом случае необходимо помнить, что основой достижений было, есть и будет мастерство людей. Сегодня речь идет о подготовке инженеров-профессионалов, способных возродить экономику, обладающих способностью не только творчески находить информацию, но и усваивать ее, уметь пользоваться ею. Образование, особенно профессиональное, необходимо рассматривать как прибыльную инвестицию [4].

Список литературы

1. Ярошевич О.В., Зеленовская Н.В. Интегрированное взаимодействие инженерной и компьютерной графики // Проблемы качества графической подготовки студентов технического вуза в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф. (г. Пермь, февраль – апрель 2010 г.). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 146–153.

2. Далингер В.А. Проблемы повышения качества подготовки инженерных кадров // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 9. – С. 55–56.

3. Ярошевич О.В. Формирование творческого потенциала специалиста в процессе обучения инженерной компьютерной графики // Проблемы качества графической подготовки студентов технического вуза в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф. (г. Пермь, февраль – апрель 2010 г.). – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та. – С. 146–153.

4. Проблемы инженерной педагогики в университетском комплексе [Электронный ресурс] // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 29–31 янв. 2014 г. – URL: http://conference.osu.ru/assets/files/conf_info/conf4/7.pdf#1.

НУЛЕВОЙ КОНТРОЛЬ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Мельник Ольга Петровна,
Скорюкова Янина Германовна,
Буда Антонина Герониевна

Винницкий национальный технический университет

Рассматривается взаимосвязь диагностической функции нулевого контроля знаний студентов 1-го курса по геометрии и черчению с методикой обучения дисциплинам геометро-графического профиля. Предлагаются методические приемы и разработки для адаптации традиционной системы обучения к существующему уровню подготовки студентов.

Ключевые слова: нулевой контроль, входной контроль, инженерная графика, методические разработки и методики по геометро-графическим дисциплинам.

ZERO CONTROL (VERIFICATION) AS AN INTEGRAL PART OF THE INSTRUCTION TECHNOQUE IN GEOMETRICAL GRAPHIC DISCIPLINES

Melnik Olga Petrovna,
Skorukova Yanina Germanovna,
Buda Antonina Geronievna

Vinnickyiy National Technical University

The paper examines the interdependence of the diagnostic function of zero knowledge control of students of the first year of study in geometry and plotting with the instruction technique in geometrical-graphic academic profile. Methods and development of adaptation of the traditional system of education to the existing level of students training are offered.

Keywords: zero control (verification), incoming inspection, engineering graphics, methodological development and methodology for geometrical graphic disciplines.

Постановка проблем. Изучение в технических вузах фундаментальных математических наук, в том числе начертательной геометрии, имеет большое значение в становлении будущего специалиста. Быстрое развитие информационных технологий сделало возможным создание новых технологий контроля качества подготовки студентов, в том числе и при изучении дисциплин, связанных с графической информацией.

Качество усвоения студентами любой учебной дисциплины, в том числе начертательной геометрии, являющейся основой геометрического

моделирования инженерных объектов, напрямую зависит от целого ряда причин. В качестве основных факторов, влияющих на уровень усвоения материала в дальнейшем, можно выделить:

– уровень школьной подготовки абитуриентов – студентов 1-го курса,

– качество используемых методик обучения и учебно-методических материалов,

– уровень квалификации преподавателей,

– личная мотивация.

Если на три последние причины преподаватель может оказывать воздействие, то первая причина дана априори и во многих случаях при получении низкого конечного результата является основной. Дадим краткий анализ состояния вопроса.

Причинам слабой геометрической подготовки абитуриентов, вопросу заметного сокращения учебных часов по геометрии средней школы, по курсу начертательной геометрии и инженерной графики в настоящее время уделяется большое внимание [1–4].

К сожалению, преподавание предмета «Черчение» во многих средних школах нашего региона отсутствует. Невысокие школьные знания по математике, геометрии ставят преподавателей в несколько затруднительное положение, поскольку в короткие сроки необходимо повысить уровень среднестатистического студента для усвоения основных понятий начертательной геометрии в частности и инженерной графики в целом. По мнению преподавателей средних и высших учебных заведений, а также психологов и педагогов-исследователей, это приводит к тому, что учащиеся вузов часто не справляются с задачами, имеющими отношение к процессам пространственного мышления и анализу.

С целью изучения уровня школьной подготовки студентов 1-го курса как одного из основных факторов влияния на восприятие студентами учебного материала преподавателями кафедры компьютерного эколого-экономического мониторинга и инженерной графики проводится нулевой (пропедевтический) контроль знаний по геометрии и черчению студентов 1-го курса специальностей «Инженерная механика», «Автомобильный транспорт», «Оптотехника», «Автоматизированные компьютерные системы управления», «Метрология и измерительная техника».

В качестве заданий входного нулевого контроля была использована разработка рабочей группы научно-методической конференции «Инно-

вационные аспекты геометро-графического образования», которая состоялась в Севастополе в мае 2012 г., содержащая:

– 10 тестовых вопросов по геометрии;

– одно задание на построение вписанной (описанной) окружности в треугольник;

– 10 тестовых вопросов по черчению;

– задание на взаимосвязь аксонометрического изображения с видами;

– задание на завершение построения аксонометрической проекции;

– задание на построение трех видов по аксонометрической проекции.

Выполнение контрольных заданий рассчитано на 45 минут. Результаты выполнения контрольной работы (примеры для двух специальностей представлены на рис. 1, 2), наглядно свидетельствует о чрезвычайно низком уровне знаний абитуриентов – студентов 1-го курса по геометрии и черчению: количество справившихся с заданиями в целом не превышает 50 %.

Низкие базовые знания студентов по геометрии в условиях тотального уменьшения аудиторных часов, отводимых на изучение геометро-графических дисциплин, продолжают обусловливать актуальность поиска оптимальных методик обучения студентов.

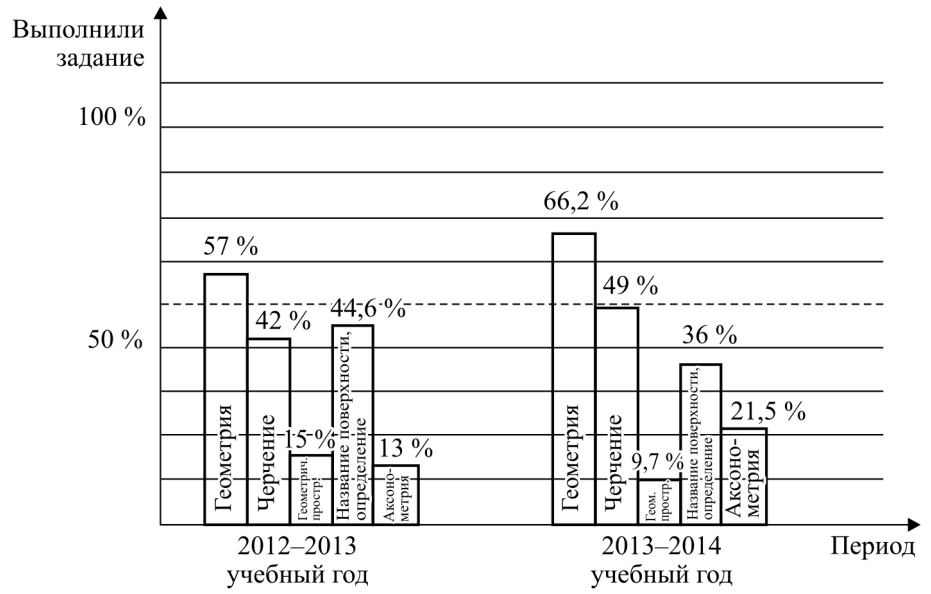


Рис. 1. Результаты нулевого контроля
для специальности «Инженерная механика»

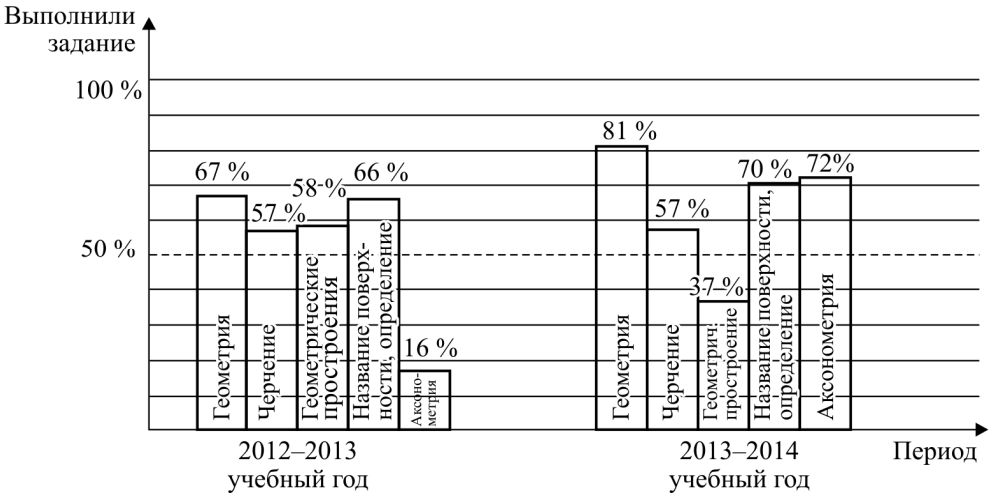


Рис. 2. Результаты нулевого контроля для специальности «Автомобильный транспорт»

Постановка задачи. Учитывая вышеизложенное, авторы поставили перед собой задачу адаптации существующей методики обучения начертательной геометрии и инженерной графике с учетом выполнения ею функций:

– обеспечения взаимосвязи полученных студентами фундаментальных геометрических знаний с изучаемым материалом;

– способствования восполнению у студентов отсутствующих базовых знаний в кратчайшие сроки;

– мониторинга и диагностики качества геометро-графической подготовки студентов.

Основной материал. Для выполнения поставленной задачи авторы предложили дополнить существующую методику следующими методическими приемами и разработками.

1. Разработка и использование комплектов подготовительных тестов, позволяющих увязывать базовые геометрические знания с материалом изучаемых тем курса начертательной геометрии.

Например, первой графической работой для закрепления тем «Точка», «Прямая», «Плоскость» является «Анализ ребер и граней многогранника». При выполнении этой работы часть студентов сталкиваются с трудностями пространственного мышления. С этой целью студенту перед выдачей графического задания предлагается часть вопросов теста.

Приведем примеры тестов.

Тест 1. Для показанной 3D-модели куба (рис. 3) дайте ответы на вопросы:

1.1. Сколько граней имеет куб?

1.2. Сколько ребер имеет куб?

1.3. Сколько граней показанного куба принадлежит профильной плоскости проекций?

1.4. Сколько ребер куба перпендикулярно фронтальной плоскости проекций?

1.5. Сколько граней куба параллельно горизонтальной плоскости проекций?

1.6. Определите грань, которая параллельна грани *ABCD*.

1.7. Определите грань, которая перпендикулярна грани *AA'BB'*.

1.8. Сколько взаимно перпендикулярных граней имеет куб?

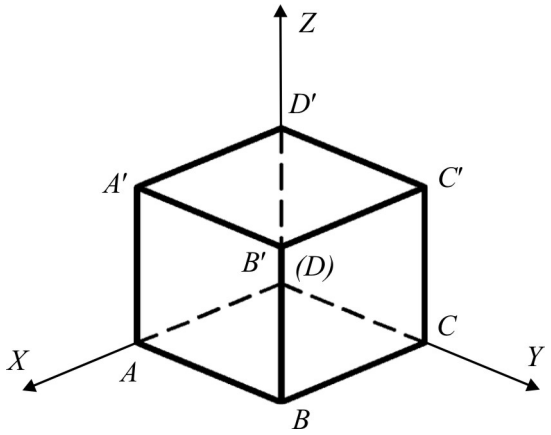


Рис. 3. 3D-модель куба

Тест 2. По аксонометрической проекции пирамиды представьте ее три проекции, правильно установите положение ребер и граней многогранника (рис. 4):

2.1. Сколько граней имеет пирамида?

2.2. Сколько ребер имеет пирамида?

2.3. Какое ребро пирамиды параллельно П1, П2, П3?

2.4. Какая грань пирамиды параллельна П1, П2, П3?

2.5. Какое ребро является высотой пирамиды?

2.6. Какие ребра пересекаются в основании пирамиды?

2. Разработка и использование комплекта тестов для закрепления изучаемого материала.

Например, для закрепления тем, имеющих отношение к позиционным задачам, студенту предлагаются тесты в виде ряда вопросов к определенному чертежу. Ниже приводится пример теста такого типа.

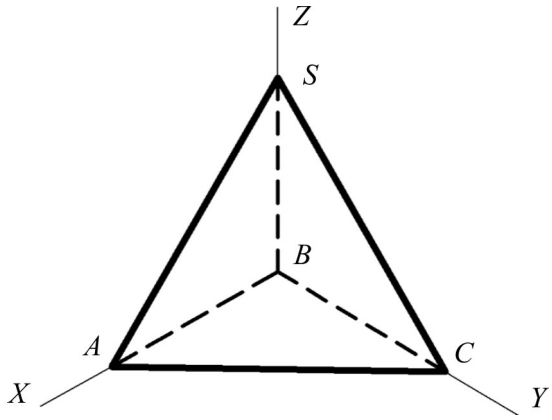


Рис. 4. Аксонометрическая проекция пирамиды

Тест 1. Куб, ортогональные проекции которого показаны на рисунке, пересекает фронтально-проецирующая плоскость. Определите:

1) под каким углом к граням куба расположена секущая плоскость,

2) на сколько граней (ребер) уменьшился в результате пересечения многогранник – и дайте название новому многограннику.

Например, для закрепления тем «Поверхности», «Пересечение поверхности плоскостью», «Развертки» предлагаются тесты следующего содержания:

Тест 1. Из совокупности аксонометрических представлений выберите поверхность, которая:

1) является развертываемой и закономерной,

2) имеет осевое сечение в виде прямоугольника,

3) имеет диагональное сечение в виде эллипса.

Тест 2. Дайте название геометрической фигуры основания пирамиды, для развертки которой достаточно иметь:

1) одну сторону основания,

2) две стороны основания,

3) три стороны основания.

Тест 3. Из совокупности разверток поверхностей выберите поверхность с наклонной осью.

При закреплении темы «Методы преобразований» студентам предлагается тест, позволяющий закрепить знание раздела «Геометрические места элементов пространства».

Тест 1. Результатом пересечения каких линий является центр описанной окружности для треугольника?

1) биссектрис треугольника,

2) медиан треугольника,

3) срединных перпендикуляров треугольника.

Тест 2. Результатом пересечения каких линий является центр вписанной окружности для треугольника?

1) биссектрис треугольника,

2) медиан треугольника,

3) высот треугольника.

3. Персонификация содержательной части всех видов заданий для аудиторного контроля и внеаудиторной самостоятельной работы с учетом уровня подготовки студентов.

Так, при проведении коллоквиумов используется два комплекта заданий, один из которых содержит упрощенные задания, позволяющие, однако, получить не более 75 % от общего возможного количества баллов. Такой же подход применен и при разработке комплектов заданий для текущих и итоговых видов контроля.

Задания на расчетно-графические работы также носят дифференцированный по сложности характер, но в случае выполнения упрощенного задания предусмотрена возможность получения максимальной балльной оценки за счет очной защиты.

4. Использование дистанционных курсов студентами очной формы обучения, где учебный материал представлен в оригинальной авторской интерпретации с примерами пошагового выполнения задач начертательной геометрии, а также задач создания и оформления различной графической и текстовой конструкторской документации.

Разработано несколько дистанционных курсов для изучения дисциплин «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», «Инженерная графика», на базе которых были проведены исследования эффективности использования дистанционных курсов студентами дневной формы, возможности интеграции дистанционных занятий с традиционными формами обучения. Результатом такого эксперимента явилось повышение качества обучения студентов на 7 % по сравнению с обучением по традиционной методике.

Выводы и перспективы. Трехгодичный опыт проведения нулевого контроля знаний студентов и учет его результатов в учебном процессе убедил авторов в следующем:

1. В необходимости нулевого контроля как неотъемлемой части системы обучения геометро-графическим дисциплинам.

2. В необходимости развития методических приемов использования результатов нулевого контроля как одного из инструментов обеспечения качества обучения.

3. В необходимости дополнения традиционной формы элементами дистанционной формы обучения.

Можно также отметить, что такой подход повышает мотивацию студентов к изучению указанных дисциплин, поскольку минимизируются психологические барьеры в случае непонимания материала. В перспективе предполагается более детально исследовать этот вопрос.

Список литературы

1. Козлова И.В. Мониторинг качества графической подготовки студентов [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов технического вуза в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф. (г. Пермь, февраль – апрель 2010 г.). – URL: http:// dgng.pstu.ru/conf2010/papers/42/.

2. Варушкин В.П., Крайнова М.Н. Входной контроль и управление качеством обучения бакалавров [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/63/.

3. Тихонов-Бугров Д.Е. Оценка результатов геометро-графической подготовки первокурсников [Электронный ресурс] // // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием (г. Пермь, сентябрь – ноябрь 2012 г.). – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2012/papers/21/.

4. Бабенко В.М., Мухина О.В., Шаповалова Г.Я. Входной контроль как метод проверки уровня школьной геометро-графической подготовки студентов // Инновационные аспекты геометро-графического образования: материалы всеукраинской науч.-метод. конф. – Севастополь, 2012. – С. 31–37.

5. Мельник О.П., Скорюкова Я.Г., Слободянюк О.В. Інженерна графіка. Дистанційний практикум. Ч. 1. Прямокутні зображення тривимірних об’єктів: навч. посіб. – Вінниця, 2010. – 151 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ

Князева Елена Валерьевна
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Представлен перечень методического обеспечения по художественно-графическим дисциплинам, разработанный на основе самостоятельной работы студентов-дизайнеров.

Ключевые слова: самостоятельная работа, художественно-графические дисциплины, методическое обеспечение.

INDEPENDENT WORK ORGANIZATION FOR DESIGN STUDENTS

Knyazeva Elena Valeryevna
St. Petersburg State Polytechnic University

The paper presents methodical rules and techniques of artistic and graphic disciplines, developed on a basis of independent work of design students.

Keywords: independent work, art and graphics discipline, methodical aspects.

Модернизация российского образования требует инновационных подходов к подготовке специалистов. Выпускник вуза должен быть востребованным и конкурентоспособным, поэтому в процессе обучения необходимо сформировать навыки самостоятельного мышления, выбора оптимального варианта решения поставленной задачи, научить студента осуществлять информационный поиск.

В связи с переходом на двухуровневую систему образования возрастает роль и объем самостоятельной работы студентов, в том числе обучающихся по специальности «Дизайн». Подготовка в высшей школе согласно новым стандартам направлена не на формирование специалиста, а на творческое саморазвитие будущего специалиста.

Исследования последних лет, связанные с проблемами творческого саморазвития студентов, позволяют установить, что педагогические условия современного учебного процесса должны способствовать переходу от одного типа деятельности (познавательной) к другому (профессиональному) с соответствующей сменой потребностей, мотивов, действий, результатов. Необходимо подчеркнуть, что включение студента в профессиональную деятельность является составляющей частью процесса саморазвития творческой индивидуальности [1].

Для эффективной организации такой работы преподавателю необходимо решить несколько взаимосвязанных задач. Во-первых, в самостоятельной работе должны в наибольшей степени раскрыться сильные индивидуальные стороны студента. Таким образом, первая задача преподавателя заключается в том, чтобы определить средства организации и стимулирования процесса выполнения самостоятельной работы в изучении дизайна так, чтобы студенты могли проявить себя с новой для себя стороны, профессионально самоопределиться и оптимально использовать свои сильные качества. Во-вторых, помимо высокого уровня квалификации специалист-дизайнер должен обладать инициативностью в поиске новых решений, умением нестандартно мыслить, отстаивать свою точку зрения и быстро адаптироваться в динамично изменяющейся общественной среде. Следовательно, вторая важнейшая задача преподавателя при организации самостоятельной работы – помочь студентам понять и изучить требования к ним как специалистам в профессиональной среде.

При этом необходимо разграничить два вида самостоятельной работы – внеаудиторную и инициативную самостоятельную работу – участие в олимпиадах, научно-практических конференциях и т.д. Рассмотрим каждый вид самостоятельной работы отдельно.

Внеаудиторная самостоятельная работа. В соответствии с учебным планом начиная с 1-го курса студентам-дизайнерам читается ряд инженерно-графических и художественно-графических дисциплин: «Начертательная геометрия и технический рисунок», «Пропедевтика (Основы композиции)», «Цветоведение и колористика», «Живопись», «Рисунок» и др. Данные дисциплины формируют базис профессионально-графической культуры будущих специалистов.

Особенность профессии дизайнера связана с тем, что она ориентирована прежде всего на практическую деятельность. Все задуманное дизайнером должно быть исполнено в материале.

Основой для самостоятельной работы чаще всего является тщательно продуманная методика предварительной аудиторной работы. Например, при изучении курса «Пропедевтика (Основы композиции)» самостоятельная работа базируется на лекционно-теоретической и практической аудиторной частях. Многогранность курса, а также необходимость развить знания по многим разнообразным направлениям композиции предполагает хорошую подготовительную учебно-иллюстративную базу. При проведении лекции-беседы студентам разъясняются основные

термины и понятия, каждая лекция сопровождается мультимедиапрезентацией и демонстрацией журналов по дизайну, разбором и обсуждением профессиональных и студенческих работ. Несложное практическое задание по каждой теме, выполняемое в аудитории под руководством преподавателя, дает студенту представление о приемах и технике исполнения работы. Самостоятельная работа предваряется индивидуальным обсуждением задания с каждым студентом: анализируется предложенная тема, рассматривается несколько вариантов эскизов, обосновывается творческий подход, метод, техника исполнения задания, подбор материалов и структур. Приветствуется обсуждение эскизов студентов друг с другом и предложение различных дизайнерских решений.

В процессе выполнения заданий студенты приобретают первичные композиционные знания. Для более полного освоения изучаемого материала, студенты выполняют наглядные пособия, изготавливая их самостоятельно из различных материалов. Выполнение различных плоскостных и объемных композиций дает возможность наглядно представить свои идеи [2, 3].

Курс «Цветоведение и колористика» также состоит из лекционной и практической части. Каждая лекция сопровождается мультимедиапрезентацией с большим набором иллюстративного материала, что повышает эффективность обучения.

Главным методом освоения дисциплины является выполнение практических заданий на основе теоретического материала. Сегодняшнее проектирование требует широкого использования графических компьютерных технологий, поэтому курс построен таким образом, что все задания могут выполняться как вручную, традиционными художественно-графическими средствами: акварельные краски, гуашь, акварельные карандаши, восковые мелки с использованием различных сортов бумаги (ватман, акварельная бумага и др.), так и с помощью компьютерных художественно-графических программ (CorelDraw или Photoshop). Студенты работают с помощью простого набора инструментальных средств, одновременно приобретая навыки работы с графическим пакетом и решая задачи плоского и объемного цветомоделирования.

Данный подход в обучении дает возможность студенту непосредственно увидеть различия в выполнении заданий при выполнении как традиционным способом с помощью краски и кисти, так и с помощью компьютерных программ.

В результате данного вида самостоятельной работы автором статьи был собран, проанализирован и откорректирован обширный объем

материала (работы студентов-дизайнеров 1-го курса кафедры «Инженерная графика и дизайн» СПбГПУ за 2005–2010 гг.) и Невского института управления и дизайна (НИУД), кафедра «Дизайн», 2007–2012 гг.

На основе собранного материала разработано методическое обеспечение – система учебно-программной документации и учебно-методических средств обучения, необходимых для качественной реализации образовательной программы [4]. Создано *учебное пособие «Пропедевтика (Основы композиции)»* [5]. Тематические разделы пособия знакомят с первичными графическими закономерностями композиции, художественно-выразительными средствами построения, принципами организации и средствами гармонизации композиции. Освещены вопросы использования цвета в композиции и цветовой гармонии. Раскрывается типология композиционных средств и особенности их взаимодействия. Рассмотрены способы трансформации и принципы формообразования, графические структуры на плоскости. Значительное внимание уделено графическим композиционным приемам и основным аспектам образной выразительности. Иллюстративный материал представлен работами студентов-дизайнеров, выполненными под руководством авторов пособия.

Практические задания дифференцированы в зависимости от направления дизайна (графический или средовой) и включают следующие темы: «Плоскостная композиция», «Графика», «Ритм», «Рельеф», «Визуальная трансформация и иллюзорные композиции», «Цвет в композиции», «Включение графики в объемную композицию», «Объемная композиция», «Построение глубинно-пространственной композиции» и др.

Набор учебно-демонстрационных плакатов. Под руководством автора статьи студентами скомпонованы и оформлены 15 плакатов по различным темам курса «Пропедевтика». Каждый плакат – студенческая работа (рис. 1), участвовавшая в выставке или в смотре-конкурсе, проведенным на кафедре, и вошедшая в методический фонд кафедры. Данный педагогический подход позволяет погружать студентов в профессиональную или смоделированную профессиональную деятельность уже на 1-м курсе [5, 3].

Учебное пособие «Цветоведение и колористика» [6]. Тематические разделы знакомят с историей учения о цвете, освещены вопросы физической природы цвета и света, рассмотрены особенности цветового зрения, цветовых контрастов и приемов цветовой гармонизации. Приводятся иллюстрации плоских и объемных цветовых моделей. Значительное внимание уделено физиологии восприятия цвета и его психологическому

воздействию. Рассмотрены основные аспекты применения цвета в графическом и средовом дизайне. В приложении представлены примеры практических заданий с методическими рекомендациями по их выполнению. Варианты художественно-графических заданий дифференцированы в зависимости от индивидуальных способностей студентов, от начального уровня подготовки и направления дизайна (средовой или графический).

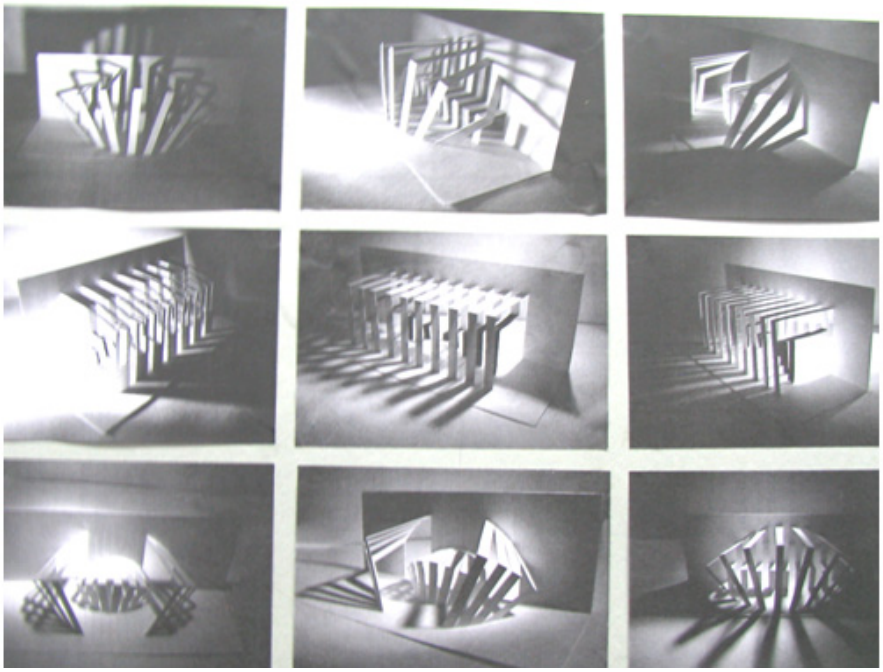


Рис. 1. Пример подачи студенческой работы
на тему «Ритм в объемной композиции»

В ходе разработки методического обеспечения учитывались межпредметные связи, что позволило повысить эффективность усвоения геометро-графических и художественно-графических дисциплин. Например, в курсе «Пропедевтика» при выполнении заданий по созданию рельефных форм и объемных композиций, а также при выполнении цветовых многогранников в курсе «Цветоведение и колористика» использовались знания из курса начертательной геометрии. В результате студентами были созданы наглядные средства обучения – иллюстративный материал и объемные геометрические модели [3, 6], которые нашли свое применение при обучении в рамках курса «Начертательная геометрия и технический рисунок», тема – геометрические поверхности, взаимное пересечение геометрических поверхностей (рис. 2).

Рис. 2. Наглядные средства обучения. Макеты геометрических тел
с применением различных техник: покраска, коллаж, цветная бумагопластика

Разработанное методическое обеспечение было апробировано и внедрено в практику учебного процесса на кафедре «Инженерная графика и дизайн» СПбГПУ, отдельные методические разработки – на кафедре «Дизайн» НИУД. Методическое обеспечение используется в учебном процессе для очной и очно-заочной формы обучения.

Инициативная самостоятельная работа. Второй вид самостоятельной работы – это инициативная самостоятельная работа, не предусмотренная учебными планами. К такой работе следует отнести участие в научно-практических конференциях, в олимпиадах, в Неделе науки, в выставках и смотрах-конкурсах и др.

Доклад студента на научно-практической конференции, а также участие в Неделе науки в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете – результат не учебного задания, выполненного в течение семестра под руководством преподавателя, а результат самостоятельного поиска актуальных проблем дизайна в современной ситуации.

Студентам было предложено выполнять доклады индивидуально или небольшими группами. Это позволяет им подготовиться к кооперации с коллегами по работе в коллективе, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и сформировать в процессе работы профессионально важные качества: самостоятельность, ответственность, работоспособность, логическое мышление, четкость, общительность, самодисциплину, выдержку в стрессовых ситуациях, а также умение вести дискуссию и отстаивать свою точку зрения.

Темы студенческих докладов, представленных на Неделе науки в СПбГПУ и на научно-практических конференциях в НИУД:

1. Психологические аспекты зрительного восприятия цвета в графическом дизайне (Е. Новикова, графический дизайн, диплом I степени).

2. Психологические аспекты зрительного восприятия формы в графическом дизайне (А. Брутман, графический дизайн, диплом I степени).

3. Исторический анализ плаката (А. Бурова, графический дизайн, диплом II степени).

4. Психологические аспекты зрительного восприятия фактуры в средовом дизайне (А. Домацких, средовой дизайн). Студентка использовала в презентации свои работы по созданию тонально-графических форм, передающих свойства разных материалов с различными техниками исполнения – печать, процарапывание, мармирование и т.д.

5. Художественная открытка – краткий исторический обзор (Д. Рубахина, графический дизайн).

6. Упаковка: цвет, форма, материал (Н. Любимова, А. Лукьянова, графический дизайн).

7. Исторический анализ развития геометро-графических методов (Н. Белгородцева).

8. Леонардо да Винчи (А. Любочка).

Примечательно, что тему доклада студенты выбирали самостоятельно и в период работы над докладом показали прекрасную осведомленность в подборе материала по выбранной теме, а также использовали большой комплекс информационных технологий:

– интернет как средство получения информации при составлении доклада и подбора материала;

– обработка информации на компьютере с помощью различных графических программ;

– мультимедийная обработка (презентация, фотографии и т.д.).

В результате уже на 1-м курсе работа студента включает в себя следующий объем: устный доклад, слайд-презентацию и публикацию. Тезисы докладов напечатаны в ежегодных сборниках: «Неделя науки» СПбГПУ и «Актуальные вопросы совершенствования системы высшего профессионального образования» НИУД.

Таким образом, применение в учебном процессе разработанного методического обеспечения позволило улучшить качество учебного процесса, вызвать живой интерес студентов к освоению графических дисциплин и повысить успеваемость.

Самостоятельная работа, направленная на формирование активной, мыслящей и творческой личности, становится главным резервом повышения качества подготовки будущих специалистов. Успешность

такой работы во многом зависит от того, насколько преподаватель сумел заинтересовать студента, стимулировать его к поиску новых знаний, создал учебно-методические пособия, рекомендовал источники информации, организовал познавательную деятельность наиболее рациональным образом.

В работе [7] приведен пример одной из публикаций моих студентов, выполненной в ходе инициативной самостоятельной работы.

Список литературы

1. Лагунова М.В., Рыскулова М.Н. Бригадная форма взаимодействия как условие творческого саморазвития студентов // Высшее образование сегодня: Реформы. Нововведения. Опыт. – 2010. – № 2. – С. 83–86.

2. Князева Е.В. Организация самостоятельной работы у студентов-дизайнеров в техническом университете // Формирование профессиональной культуры специалистов XXI века в техническом университете: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. гос. политехн. ун-та, 2009. – С. 59–61.

3. Князева Е.В. Разработка методического обеспечения для студентов-дизайнеров [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – URL: http://dgng.pstu.ru/conf2011.

4. Теория и практика высшего профессионального образования / К.К. Гомоюнов, В.Н. Козлов, В.И. Никифоров, А.И. Сурыгин. – СПб.: Изд-во Санкт-Петерб. гос. политехн. ун-та, 2008. – 140 с.

5. Изюмова М.В., Князева Е.В. Пропедевтика. Основы композиции: учеб.-метод. пособие / Нев. ин-т управления и дизайна. – СПб., 2012. – 138 с.

6. Князева Е.В., Журкин А.А. Цветоведение и колористика: учеб. пособие / Нев. ин-т управления и дизайна. – СПб., 2011. – 75 с.

7. Любимова Н.А., Лукьянова А.А., Князева Е.В. Упаковка: цвет, форма, материал // Актуальные вопросы совершенствования системы высшего профессионального образования: сб. науч. тр. / Нев. ин-т управления и дизайна. – СПб., 2010. – № 2. – С. 101–112.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРОВ ЛАБОРАТОРИЙ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Королева Светлана Владимировна

Тульский государственный университет

Рассматривается методика дизайн-проектирования интерьеров технического характера на примере испытательно-лабораторного центра и экоаналитической лаборатории Инновационно-технологического центра Тульского государственного университета. Представлены особенности процесса проектирования, ориентированного на следование эргономическим требованиям в использовании отделочных материалов, электрооборудовании, электроосвещении и вентиляции. Применяются новейшие технологии, позволяющие облегчить процесс визуализации разработанного интерьера, а также представить проект и комплект необходимых чертежей в заданных масштабах. Для реалистичного трехмерного моделирования интерьеров используется программный продукт Autodesk 3DS Max; построение чертежей выполнено в программе ArchiCAD, компоновочное решение представлено в графическом редакторе CorelDraw. Представлен необходимый комплект архитектурно-строительных чертежей, сопровождающий визуализацию интерьеров. Рассматриваются правила оформления чертежей на конкретном примере.

Ключевые слова: технические основы дизайн-проектирования, трехмерное моделирование, эргономика интерьеров, архитектурно-строительные чертежи.

TECHNICAL DESIGN BASICS IN DESIGNING THE INTERIOR LABORATORIES INNOVATION TECHNOLOGY CENTER TULA STATE UNIVERSITY

Koroleva Svetlana Vladimirovna

Tula State University

The technique of designing interiors for example, test-lab center and eco-analytical laboratory of center of Tula State University. The features of the design process, based on adherence to ergonomic requirements in the use of materials, electrical equipment and electrical, heating and ventilation. Uses the latest technology to facilitate the process of visualization designed interior, as well as present the project and set the necessary drawings given scale. For a realistic three-dimensional modeling software used interior Autodesk 3DS Max; construction drawings executed in the program Archi-CAD, layout solution presented in the graphical editor CorelDraw. Presents the necessary set of architectural drawings accompa-nying the visualization of interiors. Covers rules of design drawings on a concrete example.

Keywords: technical basis for the design, three-dimensional modeling, interior ergonomics.

Студенты направления 072500 «Дизайн», профиля «Дизайн интерьера» в рамках курсового задания по дисциплине «Художественное проектирование интерьера» разрабатывали интерьеры инновационно-технологического центра ТулГУ, в состав которых входили помещения экоаналитической лаборатории и испытательно-лабораторного центра.

Инновационно-технологический центр Тульского государственного университета предназначен для проведения лекционных и практических занятий на технологическом оборудовании вуза. Комплекс позволяет размещать производства, выполнять лабораторные исследования, предоставлять на льготных условиях в аренду оборудованные офисные помещения (оргтехнику, мебель, телефон, интернет). В состав центра входят учебно-технологический центр, испытательно-лабораторный центр, помещения администрации, выставочный конференц-зал, экоаналитическая лаборатория и др.

Экоаналитический центр занимается изучением экологических факторов окружающей среды, наблюдением и анализом атмосферного воздуха промышленного региона, комплексной системой наблюдения за состоянием окружающей среды, оценкой и прогнозом ее изменения под воздействием природных факторов и влиянием человеческой жизнедеятельности. Центр объединяет несколько помещений: кабинет администратора, кабинет заведующего лабораторией, аналитический зал (приборная), весовая лаборатория. Разрабатываемые помещения разделяются на две основные группы: лаборатории и помещения офисного типа. К лабораториям относятся: аналитический зал (приборная), весовая лаборатория. Офисные пространства включают кабинет администратора и кабинет заведующего лабораторией.

При проектировании помещений экоаналитической лаборатории были учтены необходимые условия, так как эргономика химических лабораторий имеет свою специфику. Очень важным условием является правильное размещение в лаборатории освещения. Благодаря большим окнам лаборатория имеет достаточное дневное освещение. В вечернее время помимо потолочных ламп над каждым рабочим местом размещается источник направленного света. В аналитических лабораториях применяются в основном лампы дневного света. Лабораторные столы располагаются таким образом, чтобы свет на рабочую поверхность был направлен с левой стороны или же спереди.

Обязательное условие – достаточное кондиционирование. Для химических лабораторных опытов используется специальное вентиляци-

онное оборудование, устраиваются закрытые шкафы со стеклами. В них имеется отверстие, ведущее в вытяжной канал, и дверцы, делающие доступной внутренность шкафа.

К отделочным работам экоаналитической лаборатории были также предъявлены конкретные требования, следование которым являлось обязательным условием дизайн-проектирования. Необходимо использование бесшовного напольного покрытия, стойкого к химическим реактивам, теплоустойчивого, водонепроницаемого и не допускающего сорбции вредных веществ, с хорошей сопротивляемостью истиранию, обладающего низкой электропроводностью. Стены следовало облицовывать кафельной плиткой, в отделке потолка использовать негорючие материалы. В результате изучения аналогов современных материалов, применяющихся в лабораториях подобной специфики, были применены следующие образцы: потолочная плитка Retail Armstrong, на стенах – кафельная плитка, на полу – наливной пол Levil Coat (современный высокотехнологичный полимерный материал на основе эпоксидных и полиуретановых смол). Данный материал устойчив к химическим веществам, испарениям и высокой температуре.

При выборе лабораторной мебели были учтены эргономические требования, нацеленные на повышение работоспособности человека, исключение производственных травм. В эргономике специальной мебели основными составляющими являются функциональность, безопасность, чистота и стерильность. Для соблюдения данных требований мебель должна быть вместительной и наделена надежным каркасом, регулируемым по высоте. В отделке поверхностей применяются гипоаллергенные средства. Сглаженные углы столов предотвращают травматические ситуации. Обязательное условие мебели химических лабораторий – поверхности должны выдерживать частую уборку с помощью дезинфицирующих средств.

По причине проведения многочисленных опытов, связанных с выделением химических реагентов, важное внимание в проектировании интерьера лаборатории уделялось воздухообмену. Воздухообмен в помещениях принят в соответствии с нормативными данными. Запроектирована общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением и местная вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Для создания оптимальных параметров микро-

климата в теплый период года в лабораторных помещениях запроектирована система кондиционирования воздуха.

Кабинет заведующего экоаналитической лаборатории представляет собой помещение офисного типа и совмещает несколько функций. Помимо основного назначения пространства рабочее место руководителя, помещение выполняет представительскую роль, служит местом переговоров и совещаний, а также используется в качестве зоны отдыха. Также главной эргономической задачей являлась легкая доступность бумажной документации, а также удобство пользования компьютером и оргтехникой. С этой целью был подобран необходимый комплект офисной мебели: рабочие компьютерные столы, мягкая мебель, шкафы для документации. При проектировании кабинета руководителя лаборатории использовался бежевый колорит в отделке стен и выборе мебели. В отделке потолка применялся подвесной потолок Armstrong. Пол выстелен ламинатом. Стены оштукатурены под покраску и оформлены декоративным камнем, что придает интерьеру статусный вид. Использование данного материала очень практично, так как он технологичен, легок в креплении и удобен в эксплуатации.

Испытательно-лабораторный центр занимается проведением опытов и испытаний строительных материалов в лабораторных условиях. Задачей проекта явилась разработка интерьеров испытательно-лабораторного центра, который включает в себя как офисные помещения, так и специализированные лаборатории для химических и электрических испытаний. К офисным интерьерам относятся: кабинет руководителя, комната экспертов (комната отдыха). Лабораторные помещения – электролаборатория, строительная лаборатория и лаборатория точных измерений.

Основным условием проекта стал конкретный перечень используемого оборудования и материалов, установленный заказчиком. В состав необходимых требований строительной лаборатории вошло специальное оборудование: лабораторные столы, вытяжные зонты, стеллажи и др. В лаборатории точных измерений применяются лабораторные столы, стеллажи и электромонтажные столы.

В проектировании интерьеров испытательно-лабораторного центра также учитывались эргономические требования. Необходимое оборудование расположено с учетом рабочего процесса, строительные материалы были испытаны в лабораторных условиях. Учтена рабочая

площадь – средняя норма площади на каждого работающего составляет около 14 м^2, длина стола не менее 1,5 м. В отделке интерьера применен белый цвет и его оттенки. Оборудование выкрашено в синий цвет. Преобладание светлого колорита в помещении обусловлено несколькими причинами: во-первых, недостаточной высотой комнаты и небольшими размерами, во-вторых, необходимостью по условию рабочего процесса соблюдать стерильность в помещении.

В дизайн-проектировании интерьеров инновационно-технологического центра применялись новейшие технологии, позволяющие облегчить процесс визуализации разработанного интерьера, а также представить проект и комплект необходимых чертежей в заданных масштабах. Для реалистичного трехмерного моделирования интерьеров использовался программный продукт Autodesk 3DS Max, чертежи выстраивались в программе ArchiCAD (рис. 1–4).

Рис. 1. Разработка интерьеров Инновационно-технологического центра ТулГУ. Испытательно-лабораторный центр. Автор: Н. Шепелева. Преподаватель: С.В. Королева

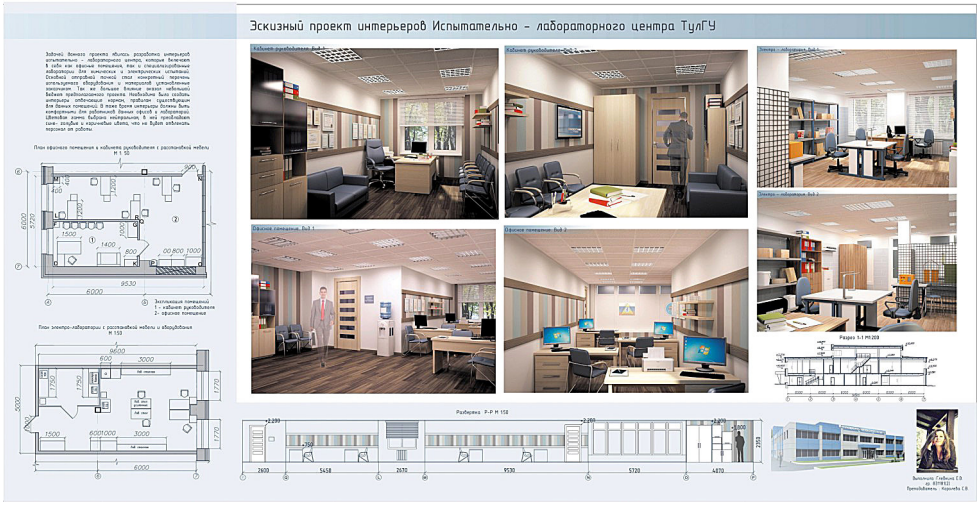


Рис. 2. Разработка интерьеров Инновационно-технологического центра ТулГУ. Испытательно-лабораторный центр.
Автор: Е. Глебкина. Преподаватель: С.В. Королева

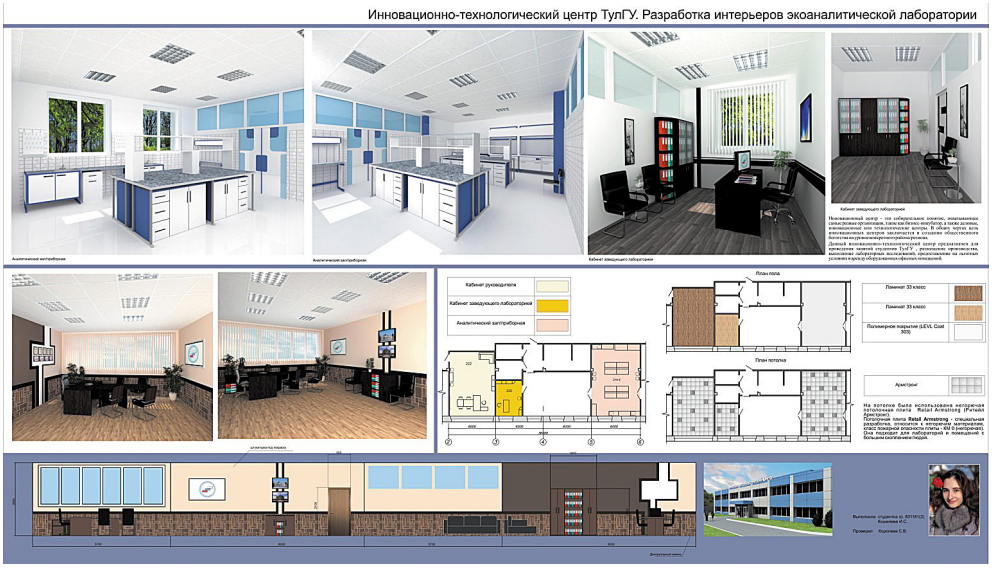


Рис. 3. Разработка интерьеров Инновационно-технологического центра ТулГУ. Экоаналитическая лаборатория.
Автор: И. Кошелева. Преподаватель: С.В. Королева

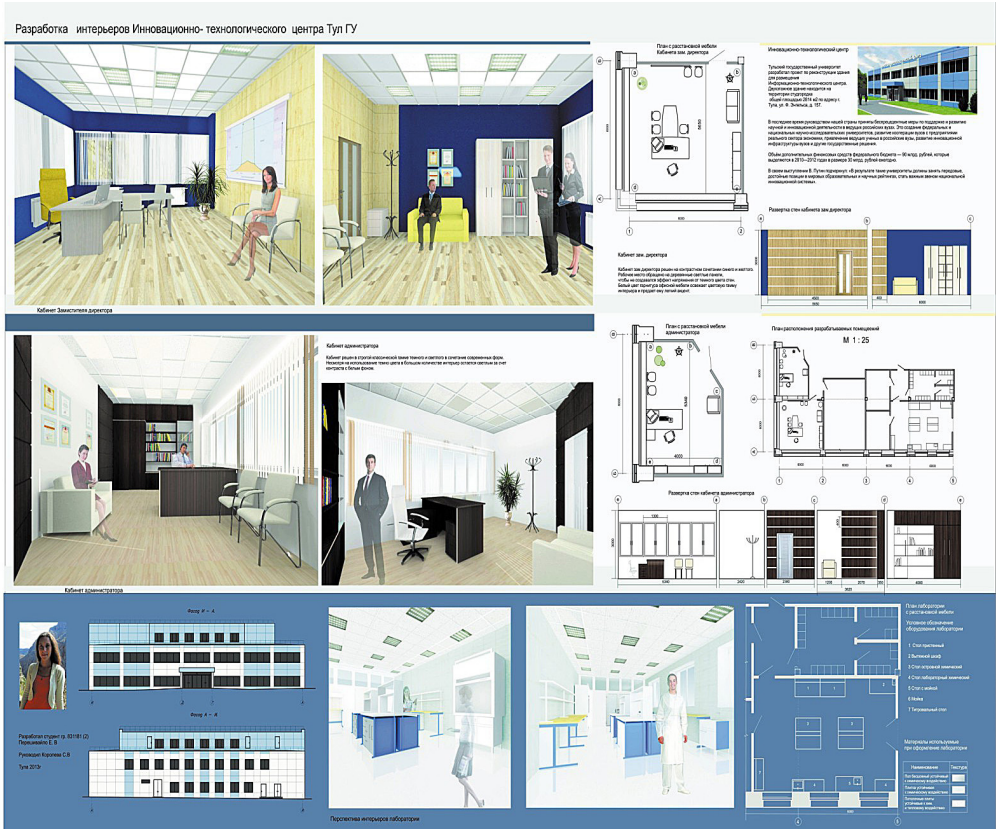


Рис. 4. Разработка интерьеров Инновационно-технологического центра ТулГУ. Экоаналитическая лаборатория.
Автор: Е. Перешивайло. Преподаватель: С.В. Королева

Для реалистичной передачи изображения интерьеров использовано программное обеспечение Autodesk 3DS Max, позволяющее визуализировать интерьеры одновременно в трех ортогональных проекциях и аксонометрии. Благодаря данной программе возможно в масштабе 1:1 увидеть трехмерную сцену в разных ракурсах. Плагин V-Ray позволяет визуализировать трехмерное изображение с фотографичной точностью, автоматически просчитывая падающие от предметов тени в пространстве. Редактор материалов Material Editor позволяет редактировать и присваивать разнообразные материалы как предметам мебели, так и отделке стен помещения.

Графический программный продукт ArchiCAD предоставляет возможность выстраивать чертежи. В построении планов благодаря инструменту «Объект» и с помощью менеджера библиотек автоматически расставляются предметы мебели. Все библиотечные элементы сопровожда-

ются кратким описанием, чтобы облегчить их поиск и идентификацию. Также программа позволяет строить чертежи, выставляя необходимую толщину линий и типы штриховок. Для этого необходимо применить инструменты «Линия» и «Штриховка». Предварительно начертив планы помещения, выполняли разрез, с помощью инструмента «Разрез».

Визуализация интерьеров сопровождалась необходимым комплектом архитектурно-строительных чертежей, в состав которого входил генплан, поэтажные планы здания, продольный и поперечный разрезы, чертежи фасадов, планы разрабатываемых помещений с оборудованием, планы пола и потолка разрабатываемых помещений, развертки стен по координационным осям.

Существуют установленные правила выполнения архитектурно-строительных чертежей. Выбор масштабов зависит от содержания здания. Для генерального плана применялся масштаб 1:500. Планы этажей, чертежи фасадов и разрезов выстраивались в масштабе 1:50. Планы разрабатываемых помещений с оборудованием, планы пола и потолка, развертки стен разрабатываемых помещений по координационным осям выполнялись в масштабе 1:25.

На чертежах планах нанесены координационные оси. Поперечные оси чертежей планов маркированы арабскими цифрами слева направо, а продольные – прописными буквами русского алфавита. Диаметр кружков соответствует масштабу чертежа: 10 мм – для 1:50, 12 мм – 1:25. Размерные линии нанесены так, чтобы не затруднялось чтение чертежа. Первая размерная линия проведена с отступом от внешнего края чертежа плана не менее 21 мм. Расстояние между размерными линиями 7 мм. На внутренних размерных линиях обозначены линейные размеры. Все размеры проставлены в миллиметрах без обозначения размерности.

Разрезы изображены в виде сечения вертикальной плоскостью, проходящей через оконные и дверные проемы. Построен продольный и поперечный разрез. На чертежах разрезов нанесены координационные оси и расстояния между ними.

Современный дизайн-проект лабораторных помещений, специализирующихся на химических и электрических испытаниях, представляет собой комплексную работу, включающую визуализацию интерьеров и комплект чертежей, а также отвечающую необходимым эргономическим и функциональным требованиям.

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

Материалы
IV Международной научно-практической
интернет-конференции

(г. Пермь, февраль – март 2014 г.)

Корректор *Н.А. Панова*

Подписано в печать 1.10.2014. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 25,75. Тираж 100 экз. Заказ № 174/2014.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.