

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

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

Материалы
VI Международной научно-практической
интернет-конференции

(Пермь, февраль – март 2016 г.)

Выпуск 3

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2016

УДК 744.0
П78

Представлены материалы VI Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации», прошедшей на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета в феврале – марте 2016 г. Ее целью стала межвузовская интеграция 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 для повышения качества геометро-графической подготовки студентов технических вузов.

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор *И.Д. Столбова*,
канд. техн. наук, доцент *Е.С. Дударь*,
ведущий инженер *Л.А. Кузнецова*

СОДЕРЖАНИЕ

Решение конференции.....7

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Головнин А.А.

Базовые алгоритмы компьютерной графики13

Ижуткин В.С.

Методические традиции и тенденции преподавания математики
с использованием информационных технологий31

Краюшкин В.А., Лешихина И.Е., Пирогова М.А.

Аппаратные средства САПР, их состав, направления развития47

Попов Е.В., Ротков С.И.

Кратко о сути компьютерной геометрии и графики62

Ротков С.И.

Концептуальная модель выживания кафедр
геометро-графической подготовки68

Сальков Н.А.

Журнал «Геометрия и графика» сегодня:
статус издания, входящего в список ВАК.....76

Вышнепольский В.И., Сальков Н.А.

О статьях в журнале «Геометрия и графика» и будущем82

Тихонов-Бугров Д.Е., Тозик В.Т.

Инженерная графика в рамках Болонского процесса87

Горнов А.О.

К пятилетнему юбилею конференции по качеству
геометро-графической подготовки:
до и после очередных дискуссий93

СЕКЦИЯ «ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ПРАКТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ»

Бойков А.А.

Автоматизация проверки инженерно-графических заданий99

Волошинов Д.В.

Единый конструктивный подход к решению задачи о нахождении
взаимного касания сфер произвольной размерности121

<i>Сальников Е.М.</i> 3D-рисунок как способ построения наглядного изображения	124
--	-----

**СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ
ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ»**

<i>Абросимов С.Н., Пахомова О.Ф., Тихонов-Бугров Д.Е., Уханева В.А.</i> Использование ракетно-космического компонента в графической подготовке в системе школа – вуз	130
<i>Абросимов С.Н., Рыбин Б.И.</i> Конструирование как творческая составляющая учебного процесса	143
<i>Александрова Е.П., Кочурова Л.В., Крайнова М.Н., Столбова И.Д.</i> Фонд оценочных средств качества графической подготовки	150
<i>Асекритова С.В., Морозов В.А.</i> Решение прикладных задач путем моделирования в среде Siemens NX	161
<i>Асекритова С.В., Токарев В.А., Шевелев Ю.П.</i> Компетентностный подход к преподаванию дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»	167
<i>Бойков А.А.</i> Верифицируемость инженерно-графических задач как необходимое условие эффективной самостоятельной работы	177
<i>Вольхин К.А.</i> Оценка графической грамотности студента-первокурсника строительного университета	191
<i>Глазунов К.О., Лызлов А.Н.</i> Вариативность решения задач начертательной геометрии	200
<i>Головкина В.Б., Мокрецова Л.О.</i> О перспективах развития кафедр графических дисциплин в технических вузах	210
<i>Головнин А.А.</i> Формирование терминологической культуры – важное условие успешного обучения геометрическому моделированию	215
<i>Горнов А.О., Козырев А.Д.</i> От 3D электронной модели сборочной единицы к рабочей документации детали	222
<i>Дударь Е.С., Носов К.Г.</i> Когнитивные аспекты применения элементарной геометрии при формировании электронной модели	233

<i>Дюмин В.А., Семенов В.А., Тихонов-Бугров Д.Е.</i> Графические задачи при проектировании надувных конструкций	239
<i>Зеленовская Н.В., Столер В.А.</i> Дистанционное обучение как современная технология предоставления образовательных услуг	247
<i>Иващенко В.И., Чемпинский Л.А., Ермаков А.И.</i> О значении нового подхода в преподавании графических дисциплин при подготовке специалистов для инновационного машиностроения в институте двигателей и энергетических установок	254
<i>Каменских Л.В., Мелкозерова Л.Я., Мошнинова Г.Н.</i> Использование современных технических средств при изучении графических дисциплин в техническом вузе	259
<i>Каменских Л.В., Мелкозерова Л.Я., Мошнинова Г.Н.</i> Развитие творческого потенциала студентов с использованием графических редакторов	266
<i>Крайнова М.Н., Кузнецова Л.А., Носов К.Г., Столбова И.Д., Шахова А.Б.</i> Кафедра «Дизайн, графика и начертательная геометрия» Пермского национального исследовательского политехнического университета: в ногу со временем	272
<i>Максименко Л.А.</i> О графической подготовке бакалавра в современном учебном процессе	285
<i>Мисько М.В., Столер В.А., Касинский Б.А.</i> Компьютерное тестирование как современная форма экспресс-контроля знаний	289
<i>Мусин Д.Т., Халуева В.В., Хамитова Д.В., Тазеев И.Р.</i> ИТ-технологии в преподавании графических дисциплин	297
<i>Ракитская М.В.</i> Элементы ТРИЗ в лекциях по начертательной геометрии	302
<i>Рукавишников В.А.</i> Кризис – время очищения и становления.....	314
<i>Смирнова Л.А., Мусин Д.Т., Сиразутдинов Ф.Р.</i> Об опыте использования цифровых технологий в научно-исследовательской работе студентов-энергетиков	321
<i>Соколова Л.С.</i> Геометрическая подготовка бакалавров в современных условиях	326
<i>Солодухин Е.А., Тихонов-Бугров Д.Е.</i> Об оценке качества графической подготовки студентов, обучаемых по конструкторско-технологическим направлениям	333

<i>Тен М.Г.</i>	Роль мультимедиа технологий в графической подготовке студентов заочной формы обучения	345
<i>Томилова О.В.</i>	Организация учебной деятельности студентов при обучении техническим дисциплинам на базе облачных услуг сервиса Autodesk A360	351
<i>Усанова Е.В.</i>	Формирование геометро-графической компетентности в e-learning	358
<i>Хейфец А.Л.</i>	Геометрическая точность компьютерных алгоритмов конструктивных задач	367

СЕКЦИЯ «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ДИЗАЙНА»

<i>Князева Е.В.</i>	Методические основы композиционно-художественного формообразования в пропедевтике дизайна	388
<i>Наместников А.Ю., Ахметшина Н.С.</i>	Из опыта обучения системному подходу в дизайне	400
<i>Наумова С.В.</i>	Современная шрифтовая культура и проблемы профессиональной подготовки графических дизайнеров	417
<i>Чагина Е.В.</i>	Рабочая программа дисциплины «Цветоведение и колористика»	424
<i>Чагина Е.В.</i>	Фонд оценочных средств по дисциплине «Цветоведение и колористика»	435

Решение конференции

В феврале – марте 2016 г. на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ) прошла VI Международная научно-практическая интернет-конференция КГП – 2016 «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации». Организатор конференции – кафедра «Дизайн, графика и начертательная геометрия» ПНИПУ.

Как единственный в России ежегодный научно-педагогический форум интернет-общения такого масштаба по проблемам качества геометро-графической подготовки (ГГП) конференция продолжила свое организационное и содержательное развитие, вызывая неослабевающий интерес профессионального сообщества.

Со времени проведения V интернет-конференции КГП – 2015 в России продолжились неоднозначные процессы, обусловленные не только введением новых образовательных стандартов ВПО и двухуровневой системы высшего образования, но и структурными реформациями в системе вузов, новыми нормативными актами, регулирующими оценку преподавательской деятельности. Дальнейшее утверждение инновационных подходов на основе информатизации образования не только расширило возможности модернизации ГГП, но и выявило проблемы и новые задачи на пути усиления ее междисциплинарных связей, повышения эффективности дистанционных технологий обучения. Актуализируются задачи обобщения языка и терминологии традиционной ГГП для более тесной взаимосвязи с основными понятиями в рамках функционирования электронных технологий построения изображений и документирования. Не снижается потребность в обеспечении отечественной промышленности квалифицированными инженерно-техническими кадрами, подготовленными на новой проектно-деятельностной методологической основе, предполагающей соответствующую оптимизацию принципов построения основных образовательных программ. Продолжает усиливаться взаимодействие вузов и промышленности, обновляется материально-техническая база университетов.

Цель конференции КГП – 2016 как профессионального форума практикующих специалистов высшей школы, заинтересованных в совершенствовании ГГП и дальнейшем сотрудничестве во имя повышения качества инженерного образования в России, – способствовать интеграции в облас-

ти интеллектуального и практического взаимодействия научно-педагогических коллективов кафедр, отдельных российских и зарубежных специалистов, представителей родственных и специализированных кафедр, проектных и производственных организаций для укрепления позиций КТП.

Число зарегистрированных участников конференции составило 130 человек из 23 регионов России, Беларуси, Болгарии, Германии, Казахстана. Представители 44 вузов России и зарубежья приняли участие в конференции, в том числе ученые Астраханского государственного технического университета, Балтийского государственного технического университета «Военмех», Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, Белорусского государственного аграрного технического университета, Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Восточно-Казахстанского государственного университета им. Д. Серикбаева, Донского государственного технического университета, Ивановского государственного энергетического университета им. В.И. Ленина, Казанского государственного энергетического университета, Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева, Казанского национального исследовательского технологического университета, Ленинградского областного института развития образования, МБОУ «Гатчинская СОШ № 9», Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, Московского государственного академического художественного института им. В.И. Сурикова, Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики, Московского технологического университета (Института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова), Национального исследовательского университета «МЭИ», Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета, Новосибирского государственного технического университета, Омского государственного технического университета, Пермского национального исследовательского политехнического университета, Рыбинского государственного авиационного технического университета им. П.А. Соловьева, Самарского государственного

аэрокосмического университета им. акад. С.П. Королева, Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, Сибирской автомобильно-дорожной академии, Сибирского государственного университета путей сообщений, Сибирского федерального университета, Софийского технического университета, Тверского государственного технического университета, Тульского государственного университета, Уральской государственной архитектурно-художественной академии, Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета), Уральского филиала Российской академии живописи, ваяния и зодчества Ильи Глазунова.

Тематика конференции определялась следующими секционными направлениями:

- ◆ исследования в области прикладной геометрии и практического решения задач инженерной графики;
- ◆ методика и практика современной геометро-графической подготовки студентов;
- ◆ теория и практика современного дизайна.

Работа интернет-конференции была организована, как обычно, в сессионном режиме на сайте <http://dgng.pstu.ru/conf2016/>. На конференции было представлено 80 докладов и выступлений в рубриках, также прошло их заинтересованное обсуждение. В ходе дискуссий поступило около 600 комментариев, вопросов и сообщений участников конференции. Было проведено обсуждение, а затем интернет-голосование по совместному принятию проекта решения конференции, а также обращению в государственные инстанции с оценкой глубины проблем геометро-графической подготовки в школе и, как следствие, технических университетах.

В очередной раз следует отметить работу и представительство на конференции коллектива кафедры «Инженерная и машинная геометрия и графика» (зав. кафедрой – проф. Д.Е. Тихонов-Бугров) и руководства БГТУ «Военмех». Необходимо отметить также представительство и активность в процессе обсуждения актуальных проблем геометро-графической подготовки в высшей школе участников из таких университетов, как ПНИПУ, НИУ МЭИ, КГЭУ, НГАСУ, СГУПС, РГАТУ.

Выделяя главное в докладах, многочисленных и разнообразных комментариях к ним, интегрируя выводы с предыдущими решениями конференций КГП, нужно отметить следующее:

1. Прогнозируя роль и дальнейшие задачи ГПП, надо иметь в виду усиление роли потребителей в формировании состава и уровня геометро-графических компетенций, а именно ускоренный переход в различных отраслях к интегрированным технологиям и средствам проектирования и сопровождения изделий промышленности и в строительстве (PLM, BIM и др.).

2. Обостряется проблема слабой геометрической подготовки абитуриентов, ставящая задачи повышения эффективности процесса начальной ГПП за счет новых проектно-деятельностных подходов и компенсации сокращения ресурсов на соответствующие дисциплины.

3. В условиях реорганизации кафедр ГПП и резкого сокращения часов на геометро-графическую подготовку инженерных специальностей отмечено пассивное отношение к профессиональному сообществу номинального руководства ГНМС, не проявляющего активности, не обобщившего материалы организованного ДПГУ в мае 2015 г. совещания заведующих кафедрами графики.

4. Остается неясной позиция реформированной системы УМО по укрупненным направлениям подготовки относительно форм ГПП и их представления в основных образовательных программах.

5. Задачи в рамках геометрической науки стали предметом постоянного и глубокого интереса участников конференций КГП и рассматриваются как их результаты в геометрии и как проблематика дальнейших исследований, в том числе в рамках магистратуры и аспирантуры.

6. Отмечена необходимость обучения преподавательских кадров новым технологиям ГПП (проектирование в единой системе автоматизированного моделирования) посредством интернет-общения на базе ведущих вузов, имеющих положительные практические результаты в e-обучении, с правом выдачи документов государственного образца о повышении квалификации.

7. Участники поддержали ряд научно-педагогических результатов, полученных в том числе постоянными авторами КГП и представленных в форме обобщающих докладов или серии статей, и отметили важность доведения проведенных исследований до защиты диссертаций по специальности 05.01.01.

8. Важной задачей в рамках ГПП стала отработка сквозного терминологического единства, начиная с ее базовой части (проеекционные ме-

тоды, начертательная геометрия) и заканчивая словарем прикладного программного обеспечения и его интерфейса. Кроме внутренних противоречий, здесь наблюдаются и междисциплинарные терминологические нестыковки.

9. Несмотря на очевидные потребности междисциплинарной интеграции, не отмечено встречного движения, кроме единичных примеров, в рамках дизайн-образования инженерной подготовки, дисциплин ГПП и специальных дисциплин, с одной стороны, а также дисциплин, связанных с подготовкой в области автоматизации проектирования, с другой стороны.

10. С удовлетворением и благодарностью редакции журнала «Геометрия и графика» отмечен факт повышения статуса журнала до уровня ВАК. Одновременно следует констатировать, что поддержка журнала его читателями и теми, кому он больше всего нужен, остается слабой, судя по количеству подписчиков.

11. Отмечена большая и регулярная работа ряда кафедр (НГТУ, ННГТУ, МТУ-ИТХ им. М.В. Ломоносова, ОмГТУ, БГТУ «Военмех» и др.) по подготовке студенческих олимпиад и периодических научно-практических конференций по графике.

Подводя итоги и обобщая результаты работы конференции, участники отмечали, что для сохранения базовых и инвариантных элементов ГПП при современном уровне информатизации образования и проектной практики, дополняя и подтверждая ранние рекомендации конференций КПП, следует:

1) сохранить и развивать формат данной научно-практической интернет-конференции и ее веб-платформы как основного инструментария взаимодействия и интеграции усилий преподавателей кафедр геометро-графической подготовки из разных регионов России, ближнего и дальнего зарубежья, а также журнала «Геометрия и графика» для решения общей задачи образовательного сообщества – повышения качества высшего инженерного образования;

2) при очевидном приоритете информационных технологий в современной жизни коллективам кафедр необходимо осознавать важность проведения научных исследований в области технологий формирования и обработки геометро-графической информации, что обеспечит выживаемость кафедр, сохранение научного направления и защиту диссертаций по специальности 05.01.01;

3) исходить из того, что технология смешанного обучения (в очно-дистанционной реализации – blended-learning) в современных условиях

будет одной из приоритетных, это, в свою очередь, требует не только электронизации методического обеспечения, но и реформатирования его в дробные информационные модули, а также разработки специализированных контрольных средств;

4) исходя из того, что в рамках ГПП практически утвердились технологии и методики, базирующиеся на информационных технологиях и 3D-моделях, сохранить целесообразность применения традиционного чертежа и методов ручной графики как средств оперативного проектно-конструкторского диалога и элементов общей культуры обучающихся;

5) в рамках инженерной графики с современных позиций проводить анализ традиционных учебных заданий, содержащих уже не лучшие конструктивные решения, устаревших морально и требующих переработки;

6) для дальнейшей популяризации конференции и сохранения приобретенного статуса КПП просить ПНИПУ организовать публикацию материалов VI Международной научно-практической конференции КПП – 2016 как ежегодного периодического издания с размещением на платформе РИНЦ, рекомендовать программному и организационному комитетам конференции совместно с редколлегией журнала «Геометрия и графика» подготовить для публикации в открытой печати обзорные статьи по материалам конференции;

7) направить данное решение всем ректорам вузов – участников данной конференции;

8) признать работу конференции успешной, поблагодарить администрацию Пермского национального исследовательского политехнического университета, кафедру «Дизайн, графика и начертательная геометрия» (зав. кафедрой – проф. И.Д. Столбова), членов организационного и программного комитетов за большую работу по организации и проведению конференции, просить ПНИПУ и в дальнейшем осуществлять эту очень важную для российского образования функцию – регулярную организацию форума КПП.

Председатель оргкомитета КПП – 2016,
проректор ПНИПУ по науке и инновациям,
д-р техн. наук, профессор

В.Н. Коротаяев

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

БАЗОВЫЕ АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

А.А. Головнин

Тверской государственной технической университет, Тверь

Приведен обзор базовых алгоритмов компьютерной графики, изучаемых будущими специалистами в области программирования графических систем.

Ключевые слова: компьютерная графика, базовые алгоритмы, обзор.

BASIC ALGORITHMS OF COMPUTER GRAPHICS

A.A. Golovnin

Tver State Technical University, Tver

An overview of the basic algorithms of computer graphics, studying of future professionals in the field of graphical programming systems, from the standpoint of reading them, future users of computer graphics programs.

Keywords: computer graphics, basic algorithms, review.

Введение

Компьютерные технологии так стремительно видоизменили рабочее место и инструмент проектировщика и конструктора, что остается лишь констатировать и повсеместно учитывать этот факт. Они не просто обеспечили более высокую эффективность проектно-конструкторской работы, но и утверждают принципиально новые возможности. В первую очередь это работа с естественным для человека трехмерным пространством (непосредственно с геометрической 3D-моделью, а не с ее проекциями) и обеспечение в процессе конструирования информационной поддержки всего жизненного цикла изделия. Кроме того, достигнут качественно новый уровень визуализации конструкторской документации: технология WYSIWYG, презентационная графика, аудиовизуальные документы и многое др. Мало того, возможности нового конструкторского инструмента стандартами ЕСКД возведены в ранг требований.

В то же время объяснима и обеспокоенность пользователя относительно подконтрольности этого инструмента, учитывая, что работа про-

грамм не видна так, как мы привыкли при ручных геометрических построениях карандашом с линейкой и циркулем. Естественно, желание найти компактные обобщения и представления теоретической основы программных технологий и теории компьютерной лексики для описания традиционного языка техники – чертежа. В этой же плоскости находится проблема оптимального сочетания методов и положений традиционных технологий инженерной графики и современных информационных технологий, ставя задачу оптимизации образовательных программ и межпредметных связей.

Представляется, что именно с этих позиций будет интересен обзор образовательного пространства будущих специалистов в области программирования графических систем как занимающихся тем, «что за кнопками» в программах подготовки наших студентов. Для этого обратимся к базовым алгоритмам компьютерной графики, которые рассматриваются в дисциплине «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование».

В частности, согласно ФГОС-3 дисциплина «Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование» относится к базовой части профессионального цикла по направлению подготовки 010200.62 «Математика и компьютерные науки», вместе с дисциплинами «Аналитическая геометрия» и «Дифференциальная геометрия и топология» участвует в формировании одних и тех же компетенций будущих бакалавров. С учетом совсем молодого по историческим меркам возраста компьютерной геометрии и графики ограничим информационную базу широко известными учебными изданиями, прошедшими апробацию в учебном процессе высших технических учебных заведений на протяжении одного – полутора десятка лет [1–3]. Обзор будет, конечно, неполным в силу динамического развития и постоянного совершенствования, обновления и пополнения содержания предмета обзора, к тому же опирающегося на учебную литературу, прошедшую этап включения в учебные программы и апробацию, что требует дополнительного времени.

1. Виды компьютерной графики и способы визуализации

Выделяют три вида компьютерной графики: растровую, векторную и фрактальную. Основным элементом изображения растровой графики является пиксель (англ. *pixel* – наименьший логический элемент двумерного цифрового изображения, элемент матрицы дисплеев, формирующих изображение), в векторной графике основной элемент – это линия (прямая или

кривая). Во фрактальной геометрии (от лат. *fractus* – сломанный, разбитый) основным элементом изображения является бесконечно самоподобная геометрическая фигура, каждый фрагмент которой повторяется при уменьшении масштаба. Также в отдельный, четвертый, вид графики часто выделяют и 3D-, или трехмерную, графику. «От двухмерной она отличается тем, что подразумевает построение проекции трехмерной модели сцены (виртуального пространства) на плоскость» [4].

Наряду с видом графики различают способ визуализации. Наиболее известными способами визуализации являются растровый и векторный. Первый используется в таких графических устройствах, как телевизор, дисплей, принтер; второй – в векторных дисплеях, плоттерах, каттерах. Следует различать вид геометрического моделирования и процесс вывода изображения на экран, т.е. вид компьютерной графики и способ визуализации. Чаще всего вид компьютерной графики не совпадает со способом визуализации, для их совмещения требуется конвертация. Смещение этих понятий может привести к ложным выводам о том, что геометрическая модель тождественна ее аксонометрической проекции, или о том, что метод проецирования лежит в основе трехмерной графики.

Программы САПР оперируют линиями, т.е. относятся к программам векторной графики. В качестве теоретической основы геометрического моделирования выступают вариационное исчисление, дифференциальная и аналитическая геометрия, численные методы, теория В-сплайнов, топология и разделы вычислительной математики, методы моделирования различных кривых, поверхностей и тел, а также вычисление их геометрических характеристик и алгоритмы выполнения операций над ними, установление вариационных зависимостей параметров геометрических объектов. Геометрическое моделирование изучает методы построения кривых линий, поверхностей и твердых тел, методы выполнения над ними различных операций и методы управления численными моделями [5].

2. Координатный метод в компьютерной графике

Координатный метод без преувеличения можно назвать основным методом компьютерной графики. В координатах задают положение и форму всех геометрических объектов, выполняют их преобразования. В компьютерной графике предусмотрены самые широкие возможности по использованию координат. Применяются всевозможные прямолинейные и криволинейные координаты, все известные в аналитической геометрии способы задания.

Однако следует отметить, что привычный аппарат декартовых координат нельзя применять для решения некоторых важных задач в силу следующих соображений:

а) в декартовых координатах невозможно описать бесконечно удаленную точку, однако, если ввести понятие бесконечности, то многие математические и геометрические концепции значительно упрощаются;

б) в декартовых координатах нельзя провести различия между точками и векторами в пространстве с точки зрения алгебраических операций;

в) для выражения преобразований точек невозможно использовать унифицированный механизм работы с матрицами;

г) в декартовых координатах невозможно использовать матричную запись для задания перспективного преобразования (проекции) точек.

Решение этих проблем возможно при использовании однородных координат, которые были введены Плюккером в качестве аналитического подхода к принципу двойственности Жергонна–Понселе. Однородные координаты являются мощным математическим инструментом, который связан с определением положения точек в пространстве и находит свое применение в различных разделах компьютерной графики: геометрическом моделировании, визуализации, машинном зрении и т.д. Однородные координаты явно или неявно используются в любом графическом пакете [6].

Однородные координаты на плоскости имеют простую геометрическую интерпретацию. Преобразование из однородных координат (x, y, z) в евклидовы $(x/z, y/z, 1)$ эквивалентно проекции точки на плоскость $z = 1$ вдоль линии, соединяющей точку с началом координат.

К координатам можно применять двумерные и трехмерные аффинные преобразования: повороты вокруг координатных осей, отражения относительно координатных плоскостей, перенос и композицию преобразований.

Общий вид аффинного преобразования на плоскости имеет вид

$$\begin{cases} X = Ax + By + C \\ Y = Dx + Ey + F \end{cases} \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix},$$

где (x, y) – двумерная система координат; (X, Y) – координаты старой СК в новой системе координат; A, B, C, D, E, F – константы.

Важнейшей операцией при визуализации трехмерной графики является *проектирование*. Под проектированием понимают преобразование, которое ставит в соответствие точкам трехмерного пространства точки на некоторой плоскости, называемой *картинной*.

Два основных вида проектирования – параллельное и перспективное – используются в компьютерной графике. Как произвольное аффинное преобразование, так и параллельное и перспективное проектирования могут быть записаны при помощи матриц однородных преобразований. Для сравнения приводим *матрицы канонического уравнения параллельного проектирования*, осуществляемого на плоскость Oxy вдоль оси Oz , и *канонического уравнения перспективного проектирования*:

$$P_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad P_c = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Обращает на себя внимание тот факт, что в программах компьютерной графики вычисления для получения параллельной и перспективной проекций похожи как по сути, так и по трудоемкости. Однако при ручных построениях алгоритмы значительно отличаются, особенно по трудоемкости.

3. Геометрические объекты

При описании геометрических объектов используются такие математические объекты и их свойства, как прямые и плоскости, кривые линии, двумерные кривые, поверхности, кривизна линий на поверхности, криволинейные координаты. Все эти вопросы всесторонне разработаны и подробно освещены в курсе аналитической геометрии. Можно говорить о том, что компьютерная графика в части описания геометрических объектов имеет в лице аналитической геометрии готовый к использованию математический аппарат. В компьютерной графике могут решаться системы линейных и нелинейных уравнений. Это позволяет определять точки пересечения линий, линии и поверхности, построение линий пересечения поверхностей и другие вычисления.

Одним из важнейших инструментов систем автоматизированного проектирования и программ компьютерной графики стали сплайны.

Сплайн – это гладкая кривая, которая проходит через две или более опорные точки, а также имеет расположенные вне ее управляющие точки, влияющие на форму сплайна. К наиболее общим типам сплайнов относятся кривые Безье и В-сплайны (B-spline curves). Неоднородные рациональные В-сплайны (non-uniform rational B-spline – NURBS) также являются типичным примером сплайнов. Сплайны состоят из вершин (vertices) и сегментов (segments). У каждой вершины сплайна имеются касательные векторы (tangents), на концах которых находятся управляющие точки, или маркеры (handles). С помощью маркеров касательных векторов можно управлять кривизной сегментов сплайна при входе в вершину, которой принадлежат касательные векторы, и при выходе из нее.

Кривые Безье были созданы для проектирования кузовов автомобилей в 60-х гг. XX в. Независимо друг от друга их разработали Пьер Безье из автомобилестроительной компании «Рено» и Поль де Кастельжо из компании «Ситроен».

Кривые Безье описываются в параметрической форме:

$$x = P_x(t), y = P_y(t),$$

где значение t выступает как параметр, которому отвечают координаты отдельной точки линии.

Многочлены Безье для P_x и P_y имеют следующий вид:

$$P_x(t) = \sum_{i=0}^m C_m^i t^i (1-t)^{m-i} x_i, \quad P_y(t) = \sum_{i=0}^m C_m^i t^i (1-t)^{m-i} y_i, \quad C_m^i = \frac{m!}{i!(m-i)!},$$

где C_m^i – сочетание m по i , а x_i, y_i – координаты точек ориентиров P_i . Значение m (1, 2, 3) можно рассматривать и как степень полинома, и как значение, которое на единицу меньше количества точек-ориентиров.

4. Методы построения поверхностей

В компьютерной графике самое широкое применение имеют плоскостные (полигональные) модели или полигональные сетки. Поверхность геометрического объекта выглядит в них как набор состыкованных друг с другом плоских полигонов. Традиционным считается иерархическое описание полигональной модели объекта, которое включает в себя списки ребер, вершин и полигонов объекта. Контур

полигона определяется вершинами, которые соединены отрезками прямых линий. В векторной форме полигон задается перечислением его вершин: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n, p_1\}$. Очевидно, что главный недостаток полигональных моделей заключается в необходимости задания большого количества полигонов для представления сложных, особенно криволинейных, поверхностей. Это приводит к тому, что в режиме реального времени при синтезе динамических изображений необходимо пересчитывать геометрические параметры у большого числа примитивов, поэтому наряду с плоскими поверхностями в графических системах применяются криволинейные примитивы, в частности поверхности второго порядка.

Достаточно часто отображаемые объекты, прежде всего природные, имеют довольно сложную форму, не позволяющую применить универсального аналитического описания в целом. Форму таких объектов можно задать в виде набора характерных (опорных) точек, которые принадлежат поверхности объекта. Опорные точки можно получить разными способами: путем сканирования с помощью 3D-сканеров, с помощью замеров на реальных объектах или назначения характерных точек самими разработчиками.

Наиболее известным примером такого описания поверхности является составленная геодезистами карта высот участка земной поверхности. Если соединить опорные точки, то получится совокупность плоских элементов, т.е. полигональная модель. Следует отметить, что для реалистичного отображения объекта его полигональная модель должна состоять из тысяч и десятков тысяч полигонов, что требует как значительного объема памяти, так и повышенных требований к производительности графической системы. Применение квадрик также не приносит успеха, так как в этом случае возникает проблема их гладкой стыковки в единую поверхность. В настоящее время применение кусочно-полиномиальных функций – сплайнов позволяет наиболее полно представить поверхности неаналитических форм.

Достаточно часто в геометрическом моделировании используется бикубическая поверхность Безье. Прохождение поверхности через угловые точки характеристического многогранника и необходимость соблюдать заданные на его границах наклоны касательных являются ограничениями при моделировании с помощью поверхностей Безье. Кроме сплайнов Безье, широкое применение в компьютерной графике получили базовые сплайны, или В-сплайны (би-сплайны). Значи-

тельные изобразительные возможности характерны для рациональных бикубических сплайнов. В компьютерной графике широко применяются рациональные В-сплайны на неравномерной сетке (non-uniform rational B-splines – NURBS), в описание которых входят числовые параметры формы или весовые коэффициенты, позволяющие управлять формой поверхности [3].

Использование аналитических поверхностей позволяет существенно повысить наглядность и эффективность изучения свойств этих поверхностей как в исследовательских работах, так и в учебном процессе [7, 8].

5. Многоугольники (полигоны)

С полигонами связано большое количество вычислений, в том числе тестов. Тесты могут не давать исчерпывающий ответ на поставленный вопрос, но могут ограничить область поиска и сократить время и машинные ресурсы. Например, человек, не задумываясь, ответит на вопросы на основании того, что он видит. В компьютерной графике поиск ответов на вопросы формализован.

Свойства плоских многоугольников:

1. *Пересечение прямой линии с полигоном.* Прямая пересекает полигон, если существует хотя бы одна пара вершин, лежащих от нее по разные стороны (это свойство предполагает сравнение для всех имеющихся пар вершин, а не только смежных).

2. *Выпуклость полигона.* У выпуклого полигона все углы при вершинах p_{i-1} , p_i , p_{i+1} имеют одинаковый знак. Другими словами, при обходе выпуклого полигона по замкнутому контуру в произвольном направлении каждая вершина p_{i+1} расположена относительно ребра $p_{i-1} p_i$ одинаково для всех значений i : слева при положительном направлении обхода и справа при отрицательном.

3. *Самопересечение полигона.* Полигон является самопересекающейся замкнутой ломаной линией, если у него существует хотя бы одна пара пересекающихся отрезков. Два отрезка пересекаются друг с другом, если концы одного находятся по разные стороны от прямой другого, и наоборот (тестироваться должны все пары несмежных ребер полигона).

Тесты ориентации точки относительно полигона следующие: выпуклый тест, габаритный тест, угловой тест. Перечисленные тесты, будучи проведенными до начала вычислений, существенно сокращают время вычислений и вообще оптимизируют работу компьютера.

6. Базовые растровые алгоритмы

Алгоритмы вывода прямой. Растровые алгоритмы используются для рисования линий на экране компьютера. Изображение отрезка на экране должно отвечать некоторым минимальным требованиям:

- отрезки должны выглядеть прямыми;
- концы отрезка должны находиться в заданных точках;
- яркость вдоль отрезка должна быть постоянной и не зависеть от длины и наклона.

В силу дискретности ни одно из этих условий не может быть точно выполнено на растровом дисплее [9].

Растровые алгоритмы построения прямой призваны получить максимально возможное приближение к этим требованиям при минимальных ресурсах.

Прямое вычисление координат. Пусть заданы координаты конечных точек отрезка (x_1, y_1) и (x_2, y_2) . Координаты внутренней точки отрезка вычисляются следующим образом: $y = F(x)$: $y = y_1 + (x - x_1) \times (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$.

Для того чтобы свести к минимуму вычисления в цикле, все операции над константами выносятся из тела цикла: $k = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$, $yy = y_1 - x_1 \cdot k$.

В цикле вычисляется $y = yy + x \cdot k$.

С учетом того что вычисление дробей происходит с определенной погрешностью, возможна ситуация, когда на последнем шаге цикла x окажется неравным x_2 .

Подход, позволяющий разрабатывать так называемые *инкрементные алгоритмы растеризации*, впервые был предложен в 1962 г. сотрудником компании IBM Дж.Е. Брезенхемом (Jack E. Bresenham). Алгоритм Брезенхэма – это один из старейших алгоритмов в компьютерной графике. Он позволяет определить, какие точки двумерного растра нужно закрасить, чтобы получить близкое приближение прямой линии между двумя заданными точками.

Инкрементные алгоритмы выполняются как последовательное вычисление координат соседних пикселей путем добавления приращений координат. Приращения рассчитываются на основе анализа функции погрешности. В цикле выполняются только целочисленные операции сравнения и сложения/вычитания без использования умножения и деления.

Это позволяет повысить эффективность использования цифровых ЭВМ, которые заточены под целочисленные вычисления. Достаточно заметить, что u уменьшается от u_0 , и за каждый шаг мы добавляем к x единицу и к y значение наклона $s = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$, которое можно вычис-

лить заранее. Более того, на каждом шаге мы делаем одно из двух: либо сохраняем тот же u , либо уменьшаем его на 1 [10].

Следует отметить, что для построения кривых 2-го порядка существует обобщение алгоритма Брезенхема.

Алгоритм Брезенхема вывода окружности. Для вывода контура круга можно построить алгоритм прямого вычисления координат, используя соотношение между координатами X и Y для точек окружности $X^2 + Y^2 = R^2$. Однако в этом случае необходимо вычислять квадратный корень (как элемент бесконечной последовательности приближений).

Алгоритм вывода окружности пошагово генерирует очередные точки окружности, выбирая на каждом шаге для занесения пикселя точку раstra $P_i (X_i, Y_i)$, ближайшую к истинной окружности, так, чтобы ошибка $E_i (P_i) = (X_i^2 + Y_i^2) - R^2$ была минимальной. Причем, как и в алгоритме Брезенхема для генерации отрезков, выбор ближайшей точки производится с помощью анализа значений управляющих переменных, для вычисления которых не требуется вещественной арифметики. При выборе очередной точки достаточно проанализировать знаки.

Для простоты и без ограничения общности генерируют $1/8$ окружности, центр которой лежит в начале координат. В вычислениях используется свойство окружности, что после закрашивания на экране пикселя самой верхней точки окружности на $1/8$ ее части следующий пиксель, который необходимо закрасить, может быть только один из двух соседних – справа или справа снизу. Остальные части окружности могут быть получены последовательными отражениями.

Аналогично можно построить эллипс.

Алгоритм Wu – это алгоритм разложения отрезка в растр со сглаживанием. Был предложен в 1991 г. У. Сяолинем (*Xiaolin Wu*), отсюда устойчивее в русском языке название алгоритма. Алгоритм сочетает высококачественное устранение ступенчатости и скорость, близкую к скорости алгоритма Брезенхема без сглаживания.

Отличие алгоритма Wu от алгоритма Брезенхема состоит в том, что в нем на каждом шаге устанавливается не одна, а две точки. В случае, если за основную ось принять ось X , то будут рассматриваться точки

с координатами (x, y) и $(x, y + 1)$. Величина ошибки показывает, как далеко ушли пиксели от идеальной линии по неосновной оси. В зависимости от этого будет распределяться интенсивность между этими двумя точками. Чем больше удалена точка от идеальной линии, тем меньше ее интенсивность. Сумма интенсивности двух пикселей всегда равна единица, т.е. это интенсивность одного пикселя, в точности попавшего на идеальную линию. Такое распределение на всем протяжении линии придает ей одинаковую интенсивность, создавая при этом иллюзию, что точки расположены вдоль линии не по две, а по одной.

7. Цвет в компьютерной графике

Современные САПР работают в цветном представлении изображений. Для описания цветов, которые получаются с помощью устройств, основанных на принципе излучения, используется аддитивная цветная модель RGB. В этой модели работают мониторы и бытовые телевизоры.

Кроме модели RGB, применяется модель HSV, в которой цвет описывается следующими параметрами: цветовой тон H (hue), насыщенность S (saturation), яркость, светлота V (value).

Для описания цвета при получении изображений на устройствах, которые реализуют принцип поглощения (вычитания) цветов, используется субтрактивная цветная модель CMYK. Цветовыми компонентами этой модели являются не основные цвета, а те, которые получаются в результате вычитания основных цветов из белого: голубой (cyan), пурпурный (magenta), желтый (yellow). Существуют также и другие цветные модели.

8. Визуализация изображений. Основные понятия

Изображение на экране монитора персонального компьютера выполняется растровой графикой путем закрашивания всех пикселей в определенный цвет. На задание цвета для каждого пикселя экрана в памяти компьютера может быть отведено 1 или 2 бита. В соответствии с этим получено 2- или 4-цветное изображение (мониторы CGA, единственные, содержащие в своем названии слово «цветной», были именно 4-цветными). При дальнейшем увеличении отведенной памяти в 1, 2, 3 байта может быть передано 256, 65 536 или 16 777 216 цветами [11]. Интересно, что человеческий глаз различает примерно 16 млн оттенков цветов.

Возможное разрешение мониторов непрерывно растет и составляет 7680×4800 пикселей (при привычном 1280×1024, хотя лет 10 назад

было 800×600). При таком количестве точек, которые необходимо закрасить, без специальных средств компьютер можно было бы загрузить одной только этой задачей. Задача решается как аппаратно (совершенствованием видеокарт, процессоров и т.п.), так и программно путем разработки эффективных счетных алгоритмов.

9. Алгоритмы удаления скрытых линий и поверхностей

Наиболее сложной в компьютерной графике является задача удаления невидимых линий и поверхностей. Алгоритмы удаления невидимых линий (поверхностей) служат для определения линий ребер, поверхностей или объемов, которые являются видимыми или невидимыми для наблюдателя, находящегося в заданной точке пространства.

Именно сложностью решения задачи удаления невидимых объектов обусловлено появление большого числа различных способов ее решения, многие из которых ориентированы на специализированные приложения. Для общей задачи удаления невидимых линий и поверхностей наилучшего решения не существует. При моделировании процессов, протекающих в реальном времени, например для авиатренажеров, необходимо применение быстрых алгоритмов, порождающих результаты с частотой видеогенерации (30 кадр./с). Если же речь идет о компьютерной мультипликации, то требуются алгоритмы, позволяющие генерировать сложные реалистические изображения. В таких изображениях могут быть представлены тени, прозрачность и фактура, в которых эффекты отражения и преломления цвета можно реализовать в мельчайших оттенках. Подобные алгоритмы требуют значительных временных затрат – от нескольких минут до нескольких часов. Если подходить строго, то учет таких эффектов, как прозрачность, фактура, отражение и т.п., не входит в задачу удаления невидимых линий или поверхностей. Гораздо естественнее считать их частью процесса визуализации изображения, который является интерпретацией или представлением изображения или сцены в реалистической манере.

Однако все алгоритмы удаления невидимых линий (поверхностей) включают в себя сортировку. Порядок, в котором производится сортировка координат объектов, вообще говоря, не влияет на эффективность применения этих алгоритмов. Основная сортировка ведется по величине геометрического расстояния от точки, ребра, поверхности или тела до точки наблюдения. Главная идея сортировки по расстоянию состоит в том, что чем дальше от точки наблюдения располагается объект, тем

больше возможность полного или частично заслонения его объектами, которые расположены ближе к точке наблюдения. После определения расстояний или приоритетов по глубине пространства проводится сортировка по горизонтали и по вертикали. Это необходимо для определения расположения рассматриваемого объекта относительно других объектов и решения вопроса: действительно ли данный объект будет заслонен объектом, расположенным ближе к точке наблюдения?

Алгоритмы удаления невидимых частей сцены можно классифицировать по следующим признакам:

1) выбор удаляемых частей: удаление невидимых линий, ребер, поверхностей, объемов;

2) порядок обработки элементов сцены: удаление в порядке, определяемом процессом визуализации, или в произвольном порядке;

3) в зависимости от системы координат: алгоритмы, работающие в пространстве объектов, когда каждая из N граней объекта сравнивается с остальными $N - 1$ гранями (объем вычислений растет как N^2); алгоритмы, работающие в пространстве изображения, когда для каждого пикселя изображения определяется, какая из N граней объекта видна (при разрешении экрана $M \times M$ объем вычислений растет как $M^2 \times N$).

Алгоритмы удаления линий. Алгоритмы удаления линий применяются в векторных устройствах. Для ускорения процесса визуализации они могут применяться и в растровых устройствах. Однако при таком применении не используется основное ценное качество растрового дисплея – возможность закраски поверхностей.

Наиболее известным ранним алгоритмом является алгоритм Робертса (1963 г.), который может работать только с выпуклыми телами в пространстве объектов. При этом каждый объект сцены представляется в виде многогранного тела, которое получается в результате пересечения плоскостей. Таким образом, тело описывается как список граней, состоящих из ребер, которые, в свою очередь, образованы вершинами.

Сначала из описания каждого тела удаляют нелицевые плоскости, которые экранированы самим телом. Затем для определения видимости каждое из ребер сравнивается с каждым телом. Таким образом, объем вычислений растет как квадрат числа объектов в сцене. Последними вычисляют новые ребра, которые получаются при пересечении тел друг с другом.

Алгоритм плавающего горизонта чаще всего используется для удаления невидимых линий в случае трехмерного представления функций, описывающих поверхность в виде $F(x, y, z) = 0$.

Подобные функции возникают во многих приложениях в естественных науках, технике, математике и других дисциплинах.

Главная идея данного метода заключается в понижении размерности задачи – от трехмерной к двухмерной. Для этого исходную поверхность пересекают последовательностью параллельных секущих плоскостей, которые имеют постоянные значения координат x , y или z .

В дальнейшем алгоритм предусматривает упорядочивание плоскостей $z = \text{const}$ по возрастанию расстояния до них от точки наблюдения. Затем для каждой плоскости, начиная с ближайшей к точке наблюдения, строится кривая, лежащая на ней. Таким образом, для каждого значения координаты x в пространстве изображения определяется соответствующее значение y . Для удаления невидимой линии применяется следующий алгоритм. Если при некотором заданном значении x на текущей плоскости соответствующее значение y на кривой больше значения y для всех предыдущих кривых при данном значении x , то текущая кривая будет видимой в этой точке.

Фактически такой алгоритм удаления невидимых линий работает каждый раз только с одной линией.

Алгоритм удаления поверхностей с Z-буфером. Алгоритм был предложен Эдом Кэтмулом и представляет собой обобщение буфера кадра. Обычный буфер кадра хранит в пространстве изображения коды цвета для каждого пикселя. Идея алгоритма удаления поверхностей с Z-буфером состоит в том, чтобы для каждого пикселя дополнительно хранить величину глубины или координату Z . Когда очередной пиксель заносится в буфер кадра, происходит сравнение значения его Z -координаты с координатой Z пикселя, который уже имеется в буфере. Атрибуты нового пикселя и его Z -координата заносятся в буфер, если он ближе к наблюдателю, т.е. если Z -координата нового пикселя больше, чем координата старого.

Главное преимущество алгоритма заключается в его простоте, однако для его реализации требуется большой объем памяти.

Алгоритм, использующий список приоритетов. Алгоритмы, использующие список приоритетов, пытаются получить преимущество посредством предварительной сортировки по глубине или приоритету. Тогда можно записать все элементы в буфер кадра поочередно, начиная с элемента, наиболее удаленного от точки наблюдения. Более близкие к наблюдателю элементы будут «затирать» информацию о более далеких элементах в буфере кадра. Эффекты прозрачно-

сти можно включить в состав алгоритма путем не полной, а частичной корректировки содержимого буфера кадра с учетом атрибутов прозрачных элементов.

Метод иногда называют алгоритмом художника, особенно для простых элементов сцены, таких как многоугольники. Алгоритм аналогичен способу создания картины художником. Сначала художник рисует фон, затем предметы, лежащие на среднем расстоянии, и, наконец, передний план картины [12].

Алгоритм разбиения области Варнока. Алгоритм работает в пространстве изображения и анализирует область на экране дисплея (окно) на наличие в нем видимых элементов. В том случае, если в окне нет изображения, оно просто закрашивается фоном. Если же в окне имеется элемент, то проверяется, достаточно ли он прост для визуализации. Если объект сложный, то окно разбивается на более мелкие окна, каждое из которых проверяется на отсутствие и/или простоту изображения. Рекурсивный процесс разбиения может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнут предел разрешения экрана [1, 13, 14].

Алгоритм определения видимых поверхностей путем трассировки лучей. Оценка эффективности всех перечисленных алгоритмов удаления невидимых поверхностей зависит от определенных характеристик когерентности той сцены, для которой ведется поиск ее видимых участков.

В отличие от них, трассировка лучей является методом грубой силы (специфика обрабатываемого объекта не учитывается). В основе этого метода лежит идея о том, что наблюдатель видит любой объект посредством испускаемого неким источником света, который падает на этот объект и затем каким-то путем доходит до наблюдателя. Свет может достигать наблюдателя, отразившись от поверхности, преломившись или пройдя через нее. Проследив за лучами света, выпущенными из источника, можно убедиться в том, что не многие из них дойдут до наблюдателя. Следовательно, этот процесс был бы вычислительно неэффективен. Артур Аппель в 1968 г. первым предложил определение видимых или скрытых поверхностей отслеживать (трассировать) лучами обратного направления, т.е. от наблюдателя к объекту.

Впоследствии Кей и Уиттед реализовали алгоритмы трассировки лучей с использованием общих моделей освещения. Эти алгоритмы учитывают эффекты отражения одного объекта от поверхности другого, преломления, прозрачности и затемнения [15].

10. Кратко о презентационной графике

При формировании изображения сцен в презентационной графике используют законы геометрической оптики, преломляющие свойства материалов, эффекты смещения цветов и т.д. Производится также устранение ступенчатости.

Методы закрашивания объектов, моделируемых многогранниками и полигональными сетками, основаны на моделях отражения света. При изображении объектов обычно моделируют сочетание зеркального и диффузного рассеивания в пропорции, характерной для конкретного материала. Интенсивность отраженного света можно определить как сумму диффузного и зеркального компонентов (из физики) с учетом рассеяния света с расстоянием $I_{отр} = I_a K_a + I (K_d \cos q + K_s \cos pa) / (R + k)$, где константы K_d , K_s определяют отражательные свойства материала; R – расстояние от центра проекции до поверхности; k – константа, подбираемая эмпирически.

Этот метод предназначен для создания иллюзии гладкой криволинейной поверхности, описанной в виде многогранников или полигональной сетки с плоскими гранями. Простое увеличение числа граней приводит к существенному замедлению визуализации. Преодолеть это противоречие призваны методы Гуро и Фонга.

Метод Гуро основывается на идее закрашивания каждой плоской грани не одним цветом, а плавно изменяющимися оттенками, вычисляемыми путем билинейной интерполяции цветов примыкающих граней. Существенным недостатком метода Гуро является невозможность получения качественных бликов на блестящих поверхностях.

Закраска Фонга требует больших вычислительных затрат, однако она позволяет разрешить многие проблемы метода Гуро. При закраске Гуро вдоль сканирующей строки интерполируется значение интенсивности, а при закраске Фонга – вектор нормали. Затем он используется в модели освещения для вычисления интенсивности пикселя. При этом достигается лучшая локальная аппроксимация кривизны поверхности, следовательно, получается более реалистичное изображение. В частности, более правдоподобно выглядят зеркальные блики [16].

Выводы

Можно сказать, что обстоятельно исследованы сегменты геометрических преобразований и описаний кривых и поверхностей. Изучены, но все еще продолжают развиваться методы растрового сканирования,

отсечение, удаление линий и поверхностей, цвет, закрашка, текстура и эффекты прозрачности.

Нужно ли знание внутренних алгоритмов работы графических компьютерных программ САПР инженеру-конструктору? В профессиональной деятельности вряд ли. Но грамотному преподавателю для расширения кругозора и эрудиции на понятийном уровне ознакомление с ними необходимо. Кроме того, в программах компьютерной графики (возможно, не во всех) предусматривается возможность для программирования на уровне пользователя. Использование такой возможности в сочетании со знанием внутренних алгоритмов может повысить производительность и значительно расширить возможности использования программ. Есть примеры, когда преподаватели, владеющие графическими программами на уровне программирования в них, успешно передают эти знания своим студентам [7].

В то же время алгоритмы компьютерной геометрии – это один из разделов математики, которую, по меткому выражению М.В. Ломоносова, «уже затем учить надо, что она ум в порядок приводит».

Список литературы

1. Вельтмандер П.В. Машинная графика [Электронный ресурс]: учеб. пособие: в 3 кн. Кн. 2. Основные алгоритмы компьютерной графики / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 1997. – URL: http://ermak.cs.nstu.ru/kg_rivs/kg02.htm#tth_sEc0.10.1 (дата обращения: 14.01.2016).
2. Снижко Е.А. Компьютерная геометрия и графика: конспект лекций / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2005. – 132 с.
3. Косников Ю.Н. Поверхностные модели в системах трехмерной компьютерной графики: учеб. пособие / Пенз. гос. ун-т. – Пенза, 2007. – 60 с.
4. URL: <http://cpu3d.com> (дата обращения: 14.01.2016).
5. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2002. – 472 с.
6. Игнатенко А. Однородные координаты. Компьютерная графика и мультимедиа // Сетевой журнал. – 2003. – № 1 (5). – URL: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/51> (дата обращения: 10.02.2016).
7. Саморуков А.В., Хейфец А.Л., Самойлов С.П. Аналитические поверхности в курсе компьютерной графики для архитекторов [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Между-

нар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2011 г. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – С. 207–211. – URL: http://dgng.pstu.ru/media/files/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9A%D0%93%D0%9F-2011.pdf (дата обращения: 10.02.2016).

8. Хейфец А.Л. Развитие курса инженерной 3d компьютерной графики в новом учебнике [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2015 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 476–490. – URL: http://dgng.pstu.ru/media/files/%D0%A1%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9A%D0%93%D0%9F-2015.pdf (дата обращения: 14.02.2016).

9. URL: <http://algotlist.manual.ru/graphics/painting/line.php> (дата обращения: 21.02.2016).

10. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC_%D0%91%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%85%D1%8D%D0%BC%D0%B0 (дата обращения: 10.02.2016).

11. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D1%86%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0#HighColor (дата обращения: 11.02.2016).

12. URL: <http://www.mari-el.ru/mmlab/home/kg/Lecture10/1.html> (дата обращения: 14.01.2016).

13. URL: <http://sergeypacuk.narod.ru/glava2.html> (дата обращения: 14.01.2016).

14. URL: <http://compgraph.tpu.ru/warnock.htm> (дата обращения: 14.01.2016).

15. URL: <http://www.mari-el.ru/mmlab/home/kg/Lecture10/5.html> (дата обращения: 14.01.2016).

16. URL: <http://www.mari-el.ru/mmlab/home/kg/Lecture11/4.html> (дата обращения: 14.01.2016).

МЕТОДИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ И ТЕНДЕНЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.С. Ижуткин

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Представлено обобщение традиций и опыта преподавания математики в среде современных информационных технологий. Предлагается организация обучения в виде активной лекции – модели аудиторной лекции, которая может использоваться как при чтении обычной лекции, так и при индивидуальном изучении, а также в виде виртуального лабораторного практикума, основанного на ознакомлении с примерами и выполнении разнообразных упражнений с использованием информационных технологий.

Ключевые слова: электронное обучение, когнитивная визуализация, модель учебного процесса, математика.

METHODICAL TRADITIONS AND TENDENCIES TEACHING MATHEMATICS WITH USE INFORMATION TECHNOLOGIES

V.S. Izhutkin

Moscow Power Engineering Institute (MPEI), Moscow

A certain generalization of traditions and experience of teaching of mathematics in the environment of modern information technologies is presented. The organization of training in the form of active lecture – models of classroom lecture which can be used both when reading usual lecture, and at individual studying, and also the virtual laboratory practical work based on acquaintance with examples and performance of various exercises with use of information technologies.

Keywords: e-learning, cognitive visualization, model of educational process, mathematics.

Введение

В условиях сохраняющейся тенденции к сокращению аудиторного времени, выделяемого учебными программами на изучение курса высшей математики, информационные технологии открывают новые возможности для модернизации содержания обучения и методов преподавания.

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

ренние и внешние связи различных разделов курса друг с другом, с иными дисциплинами, а также будущей профессией.

Утверждение информационных технологий как инструментально-го средства и средства совершенствования содержания учебных дисциплин открыло для них аналогичные возможности, но поставило ряд схожих задач.

У визуальной (графической) геометрии – в дидактическом аспекте и в приложениях – есть несколько, образно говоря, пересечений с аналитическими моделями математики, которые проецируются и на задачи совершенствования преподавания графических дисциплин и математики. Здесь и проблемы межпредметных связей и совершенствования структур основных образовательных программ [1].

Мультимедийные обучающие системы позволяют гармонично объединить лекцию с демонстрацией учебного материала, практикум в виде компьютерного имитатора, тестирующую систему и все дополнительные материалы в едином интерактивном компьютерном учебнике.

В статье представлен программно-методический комплекс по изучению элементов высшей математики, обеспечивающий повышение эффективности математического образования студентов, в том числе нематематических специальностей.

Комплекс предназначен для компьютерной поддержки разделов общеобразовательного курса «Высшая математика». Доступны варианты представления математических понятий для разных специальностей с иллюстрацией применения изучаемого понятия соответственно специальности.

Положительный опыт использования компьютерных обучающих программ в математике базируется на следующих предпосылках: накоплен огромный опыт в формализации и алгоритмизации методов решения задач, их графической и анимационной интерпретации; применяются апробированные, хорошо реализуемые с помощью компьютера, дидактические приемы и методики преподавания.

При разработке программного комплекса по математике учитывались следующие основные психолого-педагогические теории усвоения знаний [2]. Стержневым фрагментом программного комплекса по численным методам является теория программированного обучения в линейной и разветвленной формах. Это предусматривает как правильный отбор и деление учебного материала на небольшие разделы, так и достаточно частый контроль знаний. При этом переход к следующему раз-

делу учебного материала возможен только после ознакомления учащегося с правильным ответом или характером допущенных им ошибок. В целом такой подход обеспечивает возможность для каждого обучаемого работать в своей индивидуальной манере, со свойственной ему скоростью усвоения.

Исходя из теории поэтапного формирования умственных действий и понятий, представляется целесообразным создание у обучаемых необходимой познавательной мотивации, а также разработка схем ориентировочных основ действий, позволяющая им успешно овладевать каким-либо действием. Предоставление студенту реальных задач из его профессиональной области является эффективным средством мотивации обучаемых.

Основу ассоциативно-рефлекторной теории составляет раскрытие содержания и последовательности деятельности обучающихся, что реализовано в программном комплексе с помощью единого педагогического сценария обучения, также установление ассоциаций – условно-рефлекторных связей с помощью напоминаний учебного материала как из изучаемого раздела, так и из других разделов математики.

Проблемное обучение реализовано в строго продуманной системе проблемных ситуаций, проблем и задач, соответствующих познавательным возможностям обучаемых. Теория проблемного обучения при разработке программного комплекса использовалась при создании обстановки интеллектуального затруднения в тестовых упражнениях с запланированными ошибками.

1. Модели компьютерного представления учебного материала в современном математическом образовании

Рассмотрим следующие модели компьютерного представления учебного материала в современном математическом образовании [3, 4]:

Модель аудиторной лекции – организация лекционного материала по математике в виде активной лекции.

При обучении математике совместный творческий процесс преподавателя и студента является наиболее плодотворным, когда при доказательстве теорем и выводе алгоритмов лектор формулирует цель доказательства, акцентирует внимание на условиях, на которых оно основывается, и получает результат. При этом преподаватель последовательно, строка за строкой, рассуждает вместе со студентами, развивая у них активное внимание и умение мыслить вслед за лектором. Осуществлению

активного обучения способствуют иллюстрации учебного материала соответствующими геометрическими построениями и примерами, диалог со студентами, когда не только задаются вопросы, но и предлагаются возможные варианты ответов, комментируются ошибки и неточности ответов студентов.

На основе вышеизложенного предлагается организация обучения математике в виде активной лекции – модели аудиторной лекции, которая может использоваться как при чтении обычной лекции, так и при индивидуальном изучении. Следует отметить, что компьютер постепенно предлагает выводы и доказательства – построчно или абзацами. При этом лекционный материал состоит не только из текстового и графического контентов, но и содержит анимационные эффекты. Возможность по запросу студента открывать необходимую информацию позволяет максимально приблизить обучение к традиционной форме, которое проводится под руководством преподавателя.

Использование математических матлетов, написанных на языке Java, позволяет студенту с помощью визуализации наглядно представить процесс решения, построения, вывода. Одним из вариантов реализации такого вида обучения является возможность постепенного появления информации на экране монитора вследствие движения курсора, моделирующего записи лектора на доске и зависящего от выбранной студентом скорости подачи материала. При этом студент может свободно «путешествовать» в предоставленной лекции, например, вернуться к началу доказательства или вывода, повторить непонятые участки, т.е. непосредственно участвовать в процессе формирования и представления учебного материала.

Виртуальный лабораторный практикум основан на ознакомлении с примерами решения задач и выполнении разнообразных упражнений. Планирование сценариев каждого примера и упражнения, которые также построены на основе Java-матлетов, осуществляется в соответствии с универсальной бихевиористской теорией обучения, согласно которой материал разбивается на мелкие дозы и подается поэтапно. После постановки задачи и задания начальных данных рассмотрение примеров предполагает пошаговое изложение материала с подробными пояснениями, чтобы у студента была возможность проследить процесс нахождения ответа. При этом элементы текста имеют взаимосвязь не только с графическими иллюстрациями, но и с помеченными данными и используемыми формулами. Применение таких технологий служит активизации учебной информации, делает ее более наглядной для вос-

приятия и удобной для усвоения по сравнению с ее традиционным представлением на бумажном носителе. Для обучающих упражнений характерно воспроизведение усвоенных ранее знаний от «буквальной копии» до применения в типовых ситуациях, что предполагает решение задач по усвоенному ранее образцу. При выполнении упражнения выполняются как тренирующие, так и контролирующие функции. Тренирующие функции используются для осмысления и закрепления полученной информации. Они неразрывно связаны с комментариями, которые осуществляют информацию обратной связи. Для оценивания степени усвоения материала применяются контролирующие функции. При подсчете ошибок используются следующие критерии: знание, понимание, вычисление и применение.

Следует отметить, что использование предлагаемых педагогических технологий влечет за собой изменения в организации учебного процесса. Активные лекции с использованием видеопроектора существенно увеличивают скорость подачи учебного материала, поскольку нет необходимости записывать его и на доске, и в тетради. Возможное уменьшение количества аудиторных лекционных занятий позволит перенести соответствующее количество часов на самостоятельную работу студентов с конспектом активных лекций. При проведении практических и лабораторных занятий снимается необходимость решения примеров преподавателями, при этом появляется возможность проконтролировать качество выполнения упражнений студентами по всем темам.

2. Иллюстративная и когнитивная функции компьютерной графики

В настоящее время одним из наиболее бурно развивающихся направлений новых информационных технологий является интерактивная компьютерная графика (ИКГ). Основная идея различий иллюстративной и когнитивной функций ИКГ, выделенная в работе [6] при описании использования ИКГ в научных исследованиях, хорошо вписывается в классификацию знаний и компьютерных систем учебного назначения.

Иллюстративные функции ИКГ реализуются в учебных системах декларативного типа, когда передача знаний осуществляется посредством заранее подготовленной информации с графическими, анимационными и видеоиллюстрациями. Когнитивная же функция ИКГ проявляется в системах процедурного типа, когда учащиеся добывают знания с помощью исследований на математических моделях изучаемых объ-

ектов и процессов. Следует отметить, что указанный процесс формирования знаний опирается на интуитивный механизм мышления человека, поэтому такого рода знания в существенной мере носят личностный характер. Приемы подсознательной умственной деятельности у каждого человека формируются по-своему.

Решение задач исследовательского характера является одним из известных эвристических подходов к развитию интуитивного профессионально ориентированного мышления. Применение учебных компьютерных систем процедурного типа в существенной мере интенсифицирует этот процесс, позволяя проводить различные эксперименты на математических моделях.

Методика и практика применения математических методов на базе ИТ постепенно смещают акценты с использования инструментальных навыков человека (решения алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений, неравенств и т.п.) к овладению искусством корректного составления математических моделей на основе вышеуказанных математических соотношений и последующего получения решений существующими программными средствами.

Именно ИКГ-изображения хода и результатов экспериментов на математических моделях позволяют каждому учащемуся сформировать свой образ изучаемого объекта или явления во всей его целостности и многообразии связей.

Целесообразно при проектировании глобального сценария программно-методического комплекса в начале учебной работы обеспечить мотивацию обучаемых, осуществить знакомство с общей структурой учебного материала (теорией алгоритмизации, поэтапного формирования умственных действий).

Важно при создании локальных сценариев (последовательности выполнения упражнений в ходе изучения отдельных учебных элементов) сначала планировать выполнение более абстрактных упражнений, а затем осуществлять материализованную деятельность (примеры и упражнения со схемами, чертежами и другими графическими иллюстрациями).

3. Программно-методический комплекс по изучению элементов высшей математики

Программно-методический комплекс (ПМК) по изучению элементов высшей математики базируется на следующих разделах высшей математики: «Элементы математического анализа», «Элементы линейной алгебры», «Элементы аналитической геометрии».

Раздел «Элементы математического анализа» содержит «Введение в анализ», «Дифференциальное исчисление функции одной независимой переменной», «Дифференциальное исчисление функции нескольких независимых переменных», «Неопределенный интеграл», «Определенный интеграл», «Ряды». В каждом подразделе представлен теоретический материал для изучения, примеры и упражнения.

Студент, изучив какой-либо раздел ПМК, может рассмотреть имеющиеся примеры или упражнения, соответствующие его специализации. Например, в параграфе «Функции одной независимой переменной» подраздела «Введение в анализ» есть тема «Степенная функция», в которой представлены примеры для студентов биолого-химического и электроэнергетического факультетов (рис. 1). В параграфах ПМК содержится теория (понятия, определения, теоремы) и апплеты с визуализацией преподаваемой теории – это апплеты-примеры и (или) апплеты-упражнения. Рассмотрим некоторые из них.

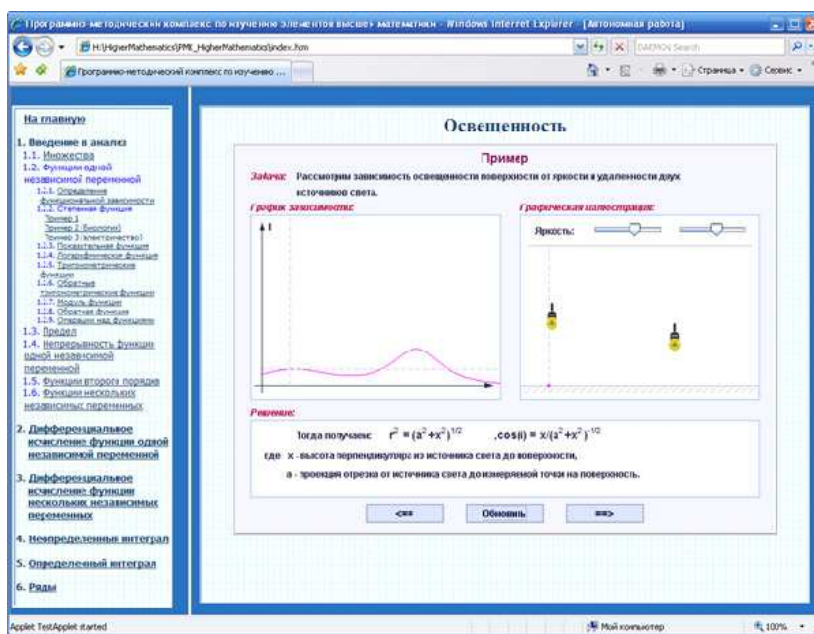


Рис. 1. Фрагмент содержания ПМК

В подразделе «Дифференциальное исчисление функции одной независимой переменной» раздела «Элементы математического анализа» представлен апплет (рис. 2), демонстрирующий дифференцирование сложной функции. В данном примере субъекту обучения предлагается выбрать правило дифференцирования и функции из таблицы производных.

Пример

Задача: Определите $\frac{d}{dx} [e^{2x} \cos \frac{x}{2}]$

Правила дифференцирования:

I. $(cu)' = c \cdot u'$, $c = const$
 II. $(u + v)' = u' + v'$
 III. $(u - v)' = u' - v'$
 IV. $(uv)' = v \cdot u' + u \cdot v'$
 V. $(\frac{u}{v})' = \frac{v \cdot u' - u \cdot v'}{v^2}$, $(v \neq 0)$

Формулы:

$(u \cdot v)' = v \cdot u' + u \cdot v'$
 $u = e^{2x}$ $v = \cos \frac{x}{2}$

Таблица производных

Решение:

Функция $e^{2x} \cos(\frac{x}{2})$ сложная. Воспользуемся правилом нахождения производной сложной функции IV. $(u \cdot v)' = v \cdot u' + u \cdot v'$.
 Пусть $u = e^{2x}$, $v = \cos \frac{x}{2}$.
 Найдем $u' = (e^{2x})'$.
 u - показательная функция. Выберите из таблицы производных показательную функцию. Далее кликните функцию, которая наиболее удовлетворяет вашей.

Рис. 2. Фрагмент примера, иллюстрирующий дифференцирование сложной функции

В подразделе «Дифференциальное исчисление функции одной независимой переменной» представлен апплет (рис. 3, а) для изучения дифференцирования сложной функции. В данном упражнении субъекту обучения предлагается выбрать правило дифференцирования, функции из таблицы производных, заполнить ячейки значения производных. Во время выполнения упражнения прослеживается правильность выполнения заданий и выводятся необходимые корректирующие сообщения («Правильно», «Неправильно»). В данном упражнении субъекту обучения предлагается выбрать правило дифференцирования, функции из таблицы производных, заполнить ячейки значения производных. Во время выполнения упражнения прослеживается правильность выполнения заданий и выводятся необходимые корректирующие сообщения («Правильно», «Неправильно»). В конце упражнения выводится сообщение о результате его выполнения (рис. 3, б).

В подразделе «Дифференциальное исчисление функции нескольких независимых переменных» представлен апплет (рис. 3, в) для изучения дифференцирования сложной функции нескольких переменных. В данном упражнении субъекту обучения предлагается выбрать вид функции, правило дифференцирования, функции из таблицы производных, заполнить ячейки значения производных. Во время выполнения упражнения

Упражнение

Задача: Определите $\frac{d}{dx} \left(\frac{e^{x^2} - 1}{e^x + 1} \right)$

Правила дифференцирования:

- I. $(cu)' = c \cdot u'$, $c = const$
- II. $(u \pm v)' = u' \pm v'$
- III. $(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$
- IV. $(\frac{u}{v})' = \frac{v \cdot u' - u \cdot v'}{v^2}$, $(v \neq 0)$

Формулы:

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{v \cdot u' - u \cdot v'}{v^2}$$

$$u = e^{x^2} - 1 \quad v = e^x + 1$$

$$u' = 2xe^{x^2}$$

$$(u \pm v)' = u_2' \pm v_2'$$

$$u_2 = e^{x^2} \quad v_2 = 1$$

$$u_2' = 2xe^{x^2} \quad v_2' = 0$$

Таблица производных

Решение:

Г. в. $u' = u_1' \cdot v_1' = 2x \cdot e^{x^2}$.

Найдем $v' = (e^x + 1)'$.

Функция $e^x + 1$ является

Пусть $u_2 = e^x$, $v_2 = 1$.

Найдем $u_2' = (e^x)' = , v_2' = 1' =$

Г. в. $v' = u_2' + v_2' =$

Степень введите через ^

a

Упражнение

Задача: Определите $\frac{d}{dx} \left(\frac{e^{x^2} - 1}{e^x + 1} \right)$

Ваш результат

Количество вопросов: 11
 Количество правильных ответов: 10
 Количество допущенных ошибок: 1
 на понимание: 0
 на вычисление: 0
 на применение: 1
Оценка: 4

Результат выполнения упражнения: 91%

Ваш результат

Решение:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{e^{x^2} - 1}{e^x + 1} \right) = \left(\frac{e^{x^2} - 1}{e^x + 1} \right)' = \frac{e^{x^2} + 1 \cdot 2xe^{x^2} - (e^{x^2} - 1) \cdot e^x}{(e^x + 1)^2}$$

б

Упражнение

Задача: Определить $\frac{df}{dy_i}$ для $f = \sum_{i=1}^N [y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)]^2$

Правила дифференцирования:

1. $(cu)' = cu'$
2. $(u + v)' = u' + v'$
3. $(u - v)' = u' - v'$
4. $(uv)' = vu' + uv'$
5. $(\frac{u}{v})' = \frac{vu' - uv'}{v^2}$
6. $[f(g(x))]' = f'(g(x)) g'(x)$

Формулы:

$$(u + v)' = u' + v'$$

$$[f(g(x))]' = f'(g(x)) g'(x)$$

$$f'(g(y)) = 2[y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)]$$

Таблица производных

Решение:

3. Теперь найдем $g'_{y_i}(y) = (y_i - (ax_i^2 + bx_i + c))'_{y_i}$

$$(ax_i^2 + bx_i + c)'_{y_i} = 0$$

$$(y_i)'_{y_i} = 1$$

Получаем $g'_{y_i}(y) = 1$

Итак, $\frac{df}{dy_i} = f'_{y_i} = 2[y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)]$

Правильно
Проверка

<== Обновить ==>

6

Рис. 3. Фрагменты выполнения упражнений подраздела «Дифференциальное исчисление функции нескольких независимых переменных»

прослеживается правильность выполнения заданий и выводятся необходимые корректирующие сообщения («Правильно», «Неправильно»). В подразделе «Определенный интеграл» представлен апплет (рис. 4), демонстрирующий вычисление определенного интеграла. В данном примере студенту предлагается выбрать правило интегрирования и функции из таблицы интегралов.

Раздел «Элементы линейной алгебры» базируется на следующих подразделах линейной алгебры: «Матрицы», «Определители», «Операции с матрицами», «Собственные значения и собственные вектора линейного преобразования матрицы», «Линейная зависимость», «Решение систем линейных уравнений», каждый из которых разбит на темы – параграфы.

В ходе работы с программным комплексом пользователю встретятся апплеты с визуализацией преподносимой теории, а также апплеты – примеры и упражнения для самостоятельного контроля обучающегося, построенные по вышеизложенным принципам.

Применение динамики в программно-методическом комплексе по изучению элементов линейной алгебры не только увеличивает скорость

Пример

Задача: Вычислить $\int_1^2 (2x^2+4)dx$

Правила интегрирования:	Основные формулы:
1. $\int a^n f(x) dx = a^n \int f(x) dx$ 2. $\int (f(x)+g(x)) dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$ $\int (f(x)-g(x)) dx = \int f(x) dx - \int g(x) dx$ 3. $\int f(ax) dx = \frac{1}{a} F(ax) + C$	1. $\int (f(x)+g(x)) dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$

Таблица основных интегралов

Решение:

Функция $z(x)=2x^2+4$ сложная. Мы видим, что её можно представить в виде суммы двух функций: $f(x)=2x^2$ и $g(x)=4$.

$z(x)=f(x)+g(x)$. Имеем $\int_1^2 z(x) dx = \int_1^2 (f(x)+g(x)) dx$.

Выберем второе правило интегрирования.

Пользуясь этим правилом, получаем $\int_1^2 z(x) dx = \int_1^2 (f(x)+g(x)) dx =$
 $= \int_1^2 f(x) dx + \int_1^2 g(x) dx = \int_1^2 2x^2 dx + \int_1^2 4 dx$

Рис. 4. Фрагмент примера, иллюстрирующий вычисление определенного интеграла

передачи информации учащимся и повышает уровень ее понимания, но и способствует развитию таких важных для специалиста любой отрасли качеств, как интуиция, профессиональное чутье.

Проследить процесс нахождения ответа можно после постановки задачи и задания начальных данных, когда студенту предлагается поэтапная технология обучения, шаг за шагом с подробными пояснениями. При этом существует связь элементов текста с помеченными данными и используемыми формулами. Применение таких технологий существенно активизирует учебную информацию, делает ее более доступной, наглядной для восприятия и удобной для усвоения. Рассматриваются основные виды матриц, а также основные определения элементов матрицы, правила операций с матрицами (рис. 5, 6). Использование динамики позволяет обучаемому более глубоко изучить данную тему. Это достигается путем приведения всегда нового примера и его конкретного решения.

Пользователю предоставляется возможность ознакомиться со способами вычисления определителей. Иллюстративные примеры помогают более быстро и эффективно усвоить материал. Для более глубокого изучения материала данного раздела обучаемому предлагается проследить ход

Пример

Рассмотрим правило умножения матриц

В общем виде:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mk} \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{k1} & b_{k2} & \dots & b_{kn} \end{bmatrix};$$

$$C = A \cdot B = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & a_{11} \cdot b_{1n} + a_{12} \cdot b_{2n} + \dots + a_{1k} \cdot b_{kn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

В частном случае:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 8 & 6 \\ 5 & 5 & 6 \\ 9 & 0 & 5 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 & 5 \\ 1 & 9 & 1 & 9 \\ 9 & 8 & 3 & 4 \end{bmatrix};$$

$$C = A \cdot B = \begin{bmatrix} 66 & 122 & 26 & 2 \cdot 5 + 8 \cdot 9 + 6 \cdot 4 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

<== Обновить ==>

Рис. 5. Графическая иллюстрация правила умножения матриц

Пример

Задача: Вычислить определитель матрицы 3-го порядка

В общем виде:

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} =$$

$$= a_{11} \cdot a_{22} \cdot a_{33} + a_{12} \cdot a_{23} \cdot a_{31} + a_{13} \cdot a_{21} \cdot a_{32}$$

В частном случае:

$$|A| = \begin{vmatrix} 4 & -1 & -2 \\ -7 & 1 & 7 \\ 2 & -4 & -3 \end{vmatrix} = 4 \cdot 1 \cdot -3 + -1 \cdot 7 \cdot 2 + -2 \cdot -7 \cdot -4$$

<== Обновить ==>

Рис. 6. Фрагмент примера вычисления определителя третьего порядка

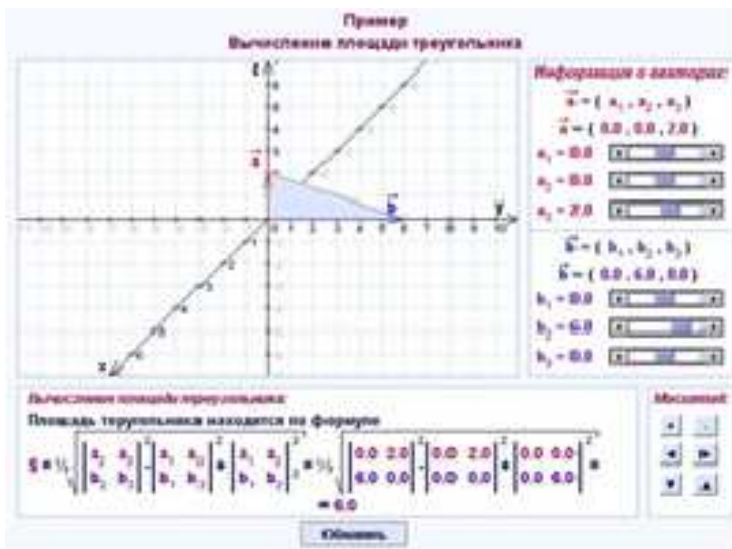


Рис. 9. Фрагмент примера вычисления площади треугольника в пространстве

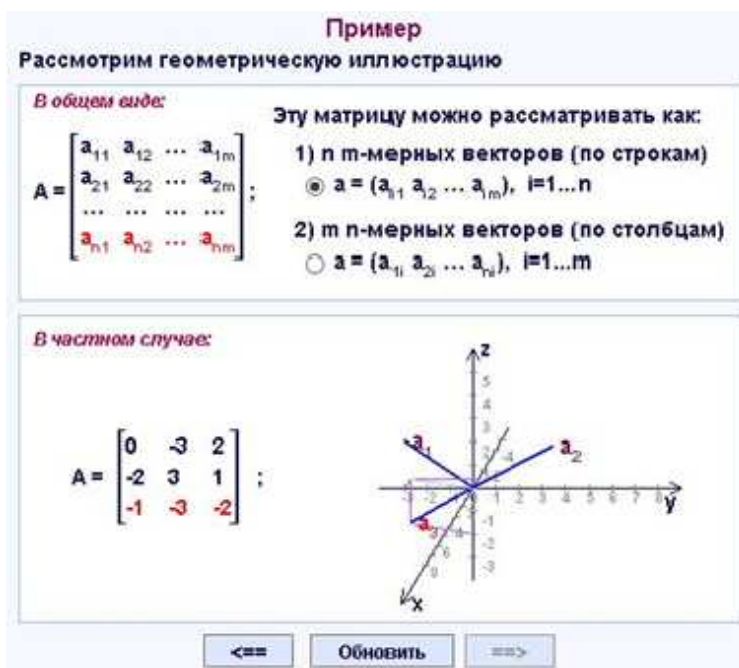


Рис. 10. Фрагмент апплета геометрической интерпретации матрицы

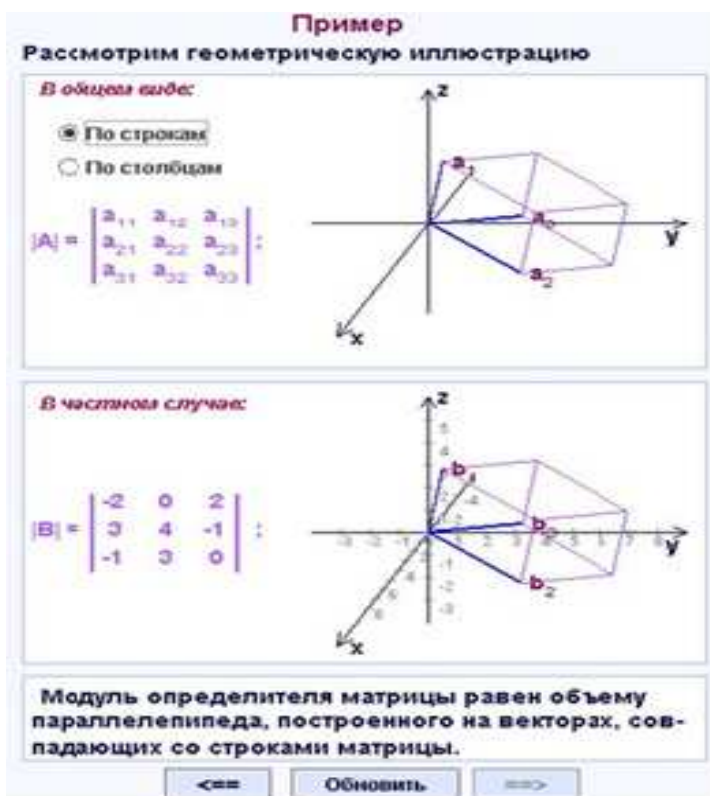


Рис. 11. Фрагмент апплета геометрической интерпретации определителя

Заключение

В статье представлено некое обобщение традиций и опыта преподавания математики в среде современных информационных технологий. Приведены результаты, полученные автором при разработке (2001–2006 гг.) электронных обучающих систем в Немецком центре искусственного интеллекта при университете Саарланда (Саарбрюкен, Германия) в системе ActiveMath (<http://www.activemath.org/Home/Team/viktor>; <http://www.activemath.org>).

ActiveMath является веб-базирующейся, обучающей средой (по математике), которая разработана в рамках проекта LEACTIVEMATH программы FP6-IST Европейского Союза. В этой среде существует возможность динамически предоставляет интерактивный материал курса, необходимый обучаемому (на различных языках, в том числе русском и английском). К достоинствам ActiveMath относится возможность персонального подхода к предоставленному материалу с выбором характерных для определенного уровня интерактивных элементов, выбрать которые

можно согласно их сложности или специальности либо соответственно учебной программе. Начав обучение, можно продолжить его в той же системе ActiveMath, даже если студент сменил страну или специальность.

В систему включены курсы «Методы оптимизации» (<http://www.activemath.org/Content/OptimizationMethods>), «Исследование операций», элементы курса «Математическая логика» для нескольких специальностей.

Параллельно разрабатывались автономные (вне системы ActiveMath) варианты обучающих систем по различным математическим дисциплинам: элементы курсов «Математический анализ», «Математическая логика», «Теория графов», «Дифференциальные уравнения». При этом программно-методические комплексы по курсам «Теория игр и исследование операций» и «Методы оптимизации», построенные на основе компьютерного моделирования учебного процесса, в течение многих лет успешно используются в учебном процессе.

Практическое использование показывает, что компьютерное моделирование учебного процесса изучения математики с использованием информационных технологий является эффективным средством индивидуализации обучения и активизации самостоятельной деятельности студентов, а также оказывает существенную помощь в работе преподавателю.

Список литературы

1. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Междисциплинарные аспекты ГПП и инженерной подготовки // Материалы Всерос. совещ. зав. кафедрами инженерно-графических дисциплин техн. вузов. – Ростов н/Д, 2015. – С. 27–34.

2. Ижуткин В.С., Токтарова В.И. Комплекс обучающих программ по математическому программированию на основе компьютерного моделирования учебного процесса // Математическое программирование и приложения: сборник тр. XIII Всерос. конф. – Екатеринбург, 2007.

3. Ижуткин В.С., Токтарова В.И. Компьютерное моделирование учебного процесса изучения математики // Системный анализ и информационные технологии: тр. 1-й Междунар. конф. – Переславль-Залесский, 2005. – С. 246–249.

4. Ижуткин В.С., Токтарова В.И. Принципы построения и реализации обучающих систем по численным методам // Educational Technology & Society. – 2006. – № 9 (1). – С. 397–410.

5. Поспелов Д.А. Фантазия или наука. На пути к искусственному интеллекту. – М.: Наука, 1982.

6. Зенкин. А.А. Когнитивная компьютерная графика / под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1991. – 192 с.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА САПР, ИХ СОСТАВ, НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

**В.А. Краюшкин, И.Е. Лешихина,
М.А. Пирогова**

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Рассмотрены вопросы организации, истории, современного состояния и перспектив развития аппаратного обеспечения современных систем автоматизированного проектирования (САПР), структура программного-аппаратного комплекса САПР, ведущие мировые производители технических средств и устройств CAD Workstation.

Ключевые слова: рабочая станция САПР, аппаратное обеспечение САПР, мультизадачные многопоточные процессоры, графическая система, 3D-манипуляторы, периферийное оборудование, видеокарта, сетевой интерфейс.

HARDWARE FOR CAD/CAM/CAE: MAIN COMPONENTS AND MODERN TRENDS

**V.A. Krayushkin, I.E. Leshikhina,
M.A. Pirogova**

Moscow Power Engineering Institute (MPEI), Moscow

The article is devoted to structures, actual state, history and trends of CAD/CAM/CAE systems hardware. The article gives an analysis of situation on global CAD Workstations market and architecture of modern CAD Workstation.

Keywords: CAD Workstation, CAD/CAM/CAE hardware, multi-core chips with multithreading, graphics processing unit (GPU), 3D space mouse, CAD peripheral units, graphics card, network interface.

Со времени выхода последней в русскоязычной IT-прессе статьи авторов, посвященной обзору состояния рынка рабочих станций САПР [1], прошло уже более 10 лет, многое в этой области существенно изменилось, и настало время вновь обратиться к теме аппаратного обеспечения САПР. Эта тема оказалась востребованной и при обсуждении проблем качества подготовки студентов технических вузов в области графики и геометрии, без которой невозможно подготовить полноценного инженера, специалиста-конструктора и проектировщика сложных изделий. Применение современных программно-технических комплексов САПР в учебном процессе, на занятиях по графике и геометрии, стало повсеместным, термины «инженерная компьютерная графика» и «автоматизированное проектирование» не-

разделимы, а преподавание основ графики и геометрии в техническом вузе в наши дни уже трудно представить без использования автоматизированных средств создания чертежно-конструкторской документации и геометрического моделирования.

Типовая (классическая) структура аппаратных средств САПР сложилась к середине 80-х гг. XX века, и с тех пор особых изменений собственно структура не претерпела (рис. 1). Изменения в отношении компонент структуры аппаратных средств САПР состоят в основном в улучшении характеристик функционирования.



Рис. 1. Типовое рабочее место САПР среднего уровня

Классическая структура аппаратного обеспечения рабочего места САПР – это архитектура CAD Workstation – рабочей станции САПР. Архитектура CAD Workstation включает в себя высокопроизводительный вычислительный блок для решения расчетных задач, быструю оперативную память, графический «акселератор» для решения задач визуализации CAD-моделей с выходом на высокоскоростной канал вывода графики, контроллер устройств ввода данных для работы с CAD-моделями, контроллер сетевых интерфейсов. Такая архитектура была принята уже для первых профессиональных CAD рабочих станций типа Apollo Domain, HP 9000 Series 700, Sun Workstation, SGI, IBM IntelliStation, DECstation – еще в 90-е гг. XX в. Каждая модель из упомянутых семейств рабочих станций САПР имела в своем составе мощный процессорный модуль (один или несколько процессоров передовых для того времени архитектурных решений для высокопроизводительной потоковой обработки данных), оперативную память с возможностью поддержания рабочей области в гигабайтовом диапазоне, мощный отдельный модуль графического акселератора или – для более поздних

моделей – внутреннюю высокопроизводительную видеокарту, специализированные интерфейсы ввода графической информации. Каждая из упомянутых выше CAD Workstation обязательно комплектовалась одним или даже несколькими профессиональными ЭЛТ-дисплеями. Уже в то время сложности задач 3D-моделирования в САПР требовали отказа от слабых 32-разрядных операционных систем. Именно по этой причине в 90-х гг. XX в. все рабочие станции профессиональных САПР оснащались 64-разрядными ОС Unix: Sun Solaris, HP UX, AIX, IRIX, Tru64 UNIX. Для индустриального профессионального применения САПР необходимость использования всех преимуществ 64-разрядных ОС диктовала обязательность применения в качестве ЦПУ станции 64-разрядных многопоточковых процессоров. В конце 90-х гг. XX в. такие процессоры разрабатывались как проприетарные ЦПУ для САПР-станций самими же компаниями – производителями рабочих станций или тесно аффилированными с ними в этих проектах компаниями – производителями ЦПУ: SPARC компании Sun Microsystems, MIPS, Motorola 6800 family, PA-RISC, Power, IA-64, Alpha AXP. Эти мультизадачные многопоточковые процессоры, поддерживающие 64-разрядные операционные системы, были на рубеже XX–XXI вв. единственно возможными решениями организации работы с САПР-данными, САПР-прикладными задачами. Для высокопроизводительных конечных операций по подготовке изображения 3D-модели САПР остающейся мощности даже таких передовых ЦПУ уже не хватало, и практически с самого начала САПР-станции включали интегрированное решение – графический акселератор, который и брал на себя всю работу по визуализации результатов работы САПР-приложений в режиме реального времени. Для качественной визуализации результаты работы акселераторов выводились на экраны входящих в базовое оснащение САПР-станций ЭЛТ-дисплеев с повышенными эргономическими характеристиками. В качестве устройств ввода информации в САПР-станции комплектовались (базово) трехкнопочными манипуляторами типа мышь, а для профессиональных 3D-САПР рабочих мест (опционально) – многокоординатными 3D-позиционерами (Spaceball, Spatial Tracker). Для хранения программного обеспечения, сохранения результатов вычислений и архивирования моделей САПР рабочие станции оснащались HDD-структурами RAID, достигавшими в локальном исполнении емкости 0,2–0,5 Тб. Для промышленного применения САПР станций необходимо было реализовывать эти индивидуальные рабочие места в составе индустриальных се-

тевых сред совместного функционирования. К середине 90-х гг. XX в. стандартные промышленные сети реализовывались на основе стека протоколов TCP/IP, а в качестве стандарта использовались спецификации IEEE 802.3 – IEEE 802.3u, контроллеры которых были обязательными в составе рабочих станций САПР.

На рубеже веков произошли существенные изменения в области аппаратного обеспечения, которые привели к еще большей типизации состава рабочих станций САПР при практически уже неизменной архитектуре, о которой было сказано выше. Технологические достижения микроэлектроники позволили освоить массовый выпуск мультиядерных 64-разрядных процессоров, микросхем быстрой DDR-II, DDR-III памяти, разработать решения для внутренних высокоскоростных интерфейсов, стандартизованные внешние каналы передачи данных высокой производительности для PC-архитектур. Переход на мультиядерные 64-разрядные ЦПУ для массовых архитектур PC привел с неизбежностью к появлению и массовых 64-разрядных ОС: сначала Linux, а затем и 64-разрядных версий Microsoft Windows. Все это обеспечило возможность портировать высокопроизводительные индустриальные САПР рабочие места на массовые платформы. Эти технологические достижения и темпы их освоения для массового применения привели к тому, что разрядности и производительности, необходимые для САПР, которые ранее были реализуемы только на базе специализированных процессоров и в составе специально выпускаемых для САПР рабочих станций, стали доступны и в сегменте массовых решений на базе PC-архитектур.

Лидерами в разработке массовых процессоров для PC-архитектур, реализующих 2, 4 и более ядер на одном кристалле, являются Intel и AMD. Именно эти две компании доминируют сейчас на рынке процессорных платформ персональных ЭВМ. ЦП Intel и AMD даже в самых бюджетных исполнениях обеспечивают реализацию многопоточной обработки и параллельных вычислений с данными 64–128 бит в адресном пространстве 48–64 бита. Однако для профессиональных рабочих станций процессоры Intel считаются более приоритетными, чем AMD. Для платформ PC на базе ЦП Intel и/или AMD в 64-разрядном исполнении разработаны и активно используются в первом десятилетии XXI в. 64-разрядные ОС, причем как уже хорошо освоенные клоны Linux, так и варианты наиболее популярного семейства ОС для ПЭВМ Microsoft Windows. Таким образом, в первой декаде XXI в. вы-

числительные мощности 64-разрядных архитектур ПЭВМ, дополненные полноценными 64-разрядными персональными ОС и применением быстродействующей DDR-памяти прямого доступа, по сути, сравнялись с рабочими станциями XX в., а если оценивать еще и доступность и стоимость новых ПЭВМ, то превзошли старые рабочие станции.

Портирование ядер промышленных САПР с UNIX-платформ старых рабочих станций на ПЭВМ нового поколения представляло собой сложную задачу. Однако наличие кросс-платформенных эмуляторов и унифицированных трансляторов позволило решить эту задачу практически для всех основных поставщиков промышленных САПР в кратчайшие сроки (1,5–3 года), а наличие и в прежние времена «усеченных» версий графических ядер для 32-разрядных платформ Wintel у всех ведущих САПР-вендоров еще более упростило ее выполнение. В то же время отсутствие к концу первой декады XXI в. аналогичного реального качественного прогресса в мире 64-разрядных промышленных Unix рабочих станций у всех основных производителей такого рода оборудования (HP, IBM, Sun Microsystems), и тем более уход с рынка CAD Workstation компаний SGI и Digital, означало только одно: теперь рабочие САПР-станции и для промышленного применения будут строиться на развитой платформе ПЭВМ.

Расчет и моделирование моделей САПР производится на ПЭВМ теперь с такой же производительностью, что и на классических CAD Workstation. Для сравнения можно ознакомиться с рейтингом (показателем производительности) различных платформ для типовых наборов примеров выполнения САПР-задач (например, OCUS Benchmark Version 6 [2]). Можно заметить, что все основные рекорды по производительности на типовых сложных тестах САПР получены уже не на UNIX CAD Workstation, а на ПЭВМ под ОС Windows. В принципе, теперь уже под терминами «рабочая станция» и «САПР рабочая станция» понимают именно 64-разрядную ПЭВМ, как правило, под управлением оптимизированной (на практике сертифицированной вендором САПР) под CAD-приложения 64-разрядной ОС MS Windows.

Визуализация результатов работы САПР по-прежнему остается сложной задачей, которая не может быть эффективно решена за счет ресурсов ЦПУ и ОЗУ. Как и прежде, в рамках классической структуры рабочей станции эту задачу возлагают на выделенную графическую систему. Для ПЭВМ роль выделенной графической системы играют видеокарты. В этой области для ПЭВМ архитектур также произошли су-

ществленные эволюционные изменения: канули в лету карты на интерфейсе AGP, PCI и пр. Все современные графические карты, карты, применяющие современные графические процессоры, используют только один тип интерфейса – PCI Express (PCIe или PCI-E). Модификации, вернее расширения этого интерфейса – PCIe 1.0, пропускают данные на скорости 250 Мбайт/с на одну линию, что почти вдвое превышает возможности обычных слотов PCI. Максимально поддерживаемое слотами PCI Express 1.0 количество линий – 32, что дает пропускную способность до 8 Гб/с, а слот PCIe с восемью рабочими линиями примерно сопоставим по этому параметру с быстройшей из версий AGP – 8x, что еще больше впечатляет при учете возможности одновременной передачи в обоих направлениях на высокой скорости. Наиболее распространенные слоты PCI Express x1 дают пропускную способность одной линии (250 Мбайт/с) в каждом направлении, а PCI Express x16, который применяется для видеокарт и в котором сочетается 16 линий, обеспечивает пропускную способность до 4 Гб/с в каждом направлении. Дальнейшим развитием спецификации PCI Express является спецификация PCI Express 2.0. Вторая версия PCIe вдвое увеличила стандартную пропускную способность, с 2,5 до 5 Гбит/с, так что разъем x16 позволяет передавать данные на скорости до 8 Гб/с в каждом направлении. В ноябре 2010 года окончательно утвердили спецификации третьей версии PCI Express. Хотя этот интерфейс обладает скоростью передачи 8 Гт/с вместо 5 Гт/с у версии 2.0, его пропускная способность снова возросла ровно вдвое по сравнению со стандартом PCI Express 2.0. Для этого применили иную схему кодирования передаваемых по шине данных, но совместимость с предыдущими версиями PCI Express при этом сохранилась. Дальнейшее развитие по заявлению PCI Special Interest Group (PCI SIG) связано со стандартизацией PCI Express 4.0 до конца 2016 г. [3]. Ожидается, что он будет иметь пропускную способность 16 GT/s и более, т.е. будет в два раза быстрее PCIe 3.0.

Столь высокие требования к производительности видеокарт требуют и высокой культуры изготовления компонентов и особенно видеопроцессора (GPU). К настоящему времени здесь также наблюдается доминирование только двух конкурирующих компаний: AMD и NVIDIA. Каждая из этих компаний развивает свою собственную архитектуру графического процессора и семейств GPU на основе разработанной архитектуры. Бурный рост предложений и непрерывное совершенствова-

ние технических характеристик видеокарт от AMD и NVIDIA только частично можно считать стремлением этих компаний удовлетворять запросы рынка САПР. Надо признать, что все-таки существенно большим «драйвером» совершенствования GPU в настоящее время является игровой рынок. С точки зрения наилучшей комбинации аппаратного обеспечения САПР рабочих станций видно, что первая разрабатывает свои профессиональные САПР-решения именно как изначально ориентированные на рынок САПР, в то время как AMD чаще приспособливает свои игровые (необходимо учитывать, что для какого сектора рынка разрабатывалась та или иная видеокарта). Дело в том, что расчеты 3D-объектов для САПР и для игр различаются: каждая из задач использует свои библиотеки и алгоритмы расчета 3D-объектов: САПР применяют чаще библиотеки OpenGL, а игровые приложения – чаще DirectX. Для задач САПР существенно важно то, что из всех реализаций графических карт, даже самых производительных, реальное значение имеют те, которые оптимизированы под использование OpenGL, в то время как карты игрового направления оптимизированы под Direct X, даже если они используют один и тот же GPU. Лидеры рынка графических карт – NVIDIA и AMD – выпускают высокопроизводительные модели своих графических карт, в которых реализована аппаратная поддержка обоих языков – и OpenGL (до 4.4–4.5 версий), и Direct X (до 12 версии включительно). Современные видеокарты для САПР рассматриваются только в передовых спецификациях PCIe3.0 (4.0) для применения под разъем PCI Express x16. Наличие в составе профессиональных графических карт для САПР большого (до нескольких тысяч) числа параллельных графических процессорных ядер и высокопроизводительной быстрой памяти GDDR5 требует обеспечения для таких устройств надежного и стабильного питания с потреблением в десятки ватт и дополнительного свободного места внутри корпуса компьютера. В настоящее время все профессиональные графические карты выполняются в так называемом двухслотном форм-факторе. Компания NVIDIA в профессиональной линейке карт Quadro активно переходит от устаревающей референсной структуры Fermi к новым – Kepler, Maxwell и Maxwell-2 и перспективным Tesla, реализуя со все большей производительностью OpenGL в этих семействах на базе использования своих оригинальных решений в CUDA. Новые NVIDIA Quadro Kxxxx, Mxxxx содержат на одной карте до 16 Гб памяти SDDR5, до 3000 процессорных ядер, магистраль доступа к графической памяти шириной до 384 бит и пропускной

способностью ≈ 300 Гб/с (технические характеристики суперкомпьютера, а не внутреннего устройства ПЭВМ, каковым, по сути, является видеокарта). Дальнейшее развитие в части производительности графических систем для САПР-приложений NVIDIA видит в освоении платформы NVIDIA MAXIMUS – мультипроцессорной мультикарточной архитектуры. Платформа NVIDIA MAXIMUS подразумевает параллельное и одновременное использование связки из двух и более профессиональных карт в составе одной рабочей станции с соответствующей поддержкой драйверов и системы управления потоком такой мультикарточной структуры. Практическим примером такого концептуального подхода служит популярная по обзорам связка из карты NVIDIA Quadro Kepler5000 и Tesla K20. Архитектурная концепция компании AMD для профессиональных графических карт – та же, что и для игровых карт AMD, – это GCN (Graphics Core Next): третья версия этой концепции, используемая в компании сейчас, – это 28-нанометровая технология, на которой реализована архитектура RISC SIMD и технология HyperZ (иерархическая Z-буферизация и Z-растеризация с 4 байтами на пиксель), доставшаяся в наследство от ATI Technologies. Новшества у AMD ожидаются в части перехода в 2016–2017 гг. на новый 14-нанометровый технологический процесс и реализации на этой основе четвертой версии (итерации) все той же GCN. Из простого сравнительного обзора лидеров в области графических карт – компаний NVIDIA и AMD – высокопроизводительные решения для повторного применения в САПР.



Рис. 2. Графические карты верхнего уровня
AMD FirePro и NVIDIA Quadro

Что касается предложений для рынка аппаратных средств САПР, то передовая (на текущий момент пока) двухслотовая карта от NVIDIA для САПР-приложений NVIDIA Quadro M6000, выполненная по технологии 28 nm и содержащая 8 млрд транзисторов, обладает следующими техническими характеристиками: она несет на борту 12 ГБ SDDR5 и 3072 потоковых процессора, обеспечивает ширину шины памяти в 384 бита и пропускную способность в 317 Гбайт/с. Все вместе в совокупности с поддержкой OpenGL позволяет выполнять графические вычисления с производительностью 7 Тфлопс. В то же время прямой конкурент – передовая (на текущий момент пока) двухслотовая карта от AMD для САПР приложений – AMD FirePro W9100, выполненная также по технологии 28 nm, – содержит 6,2 млрд транзисторов, несет на борту 16 ГБ SDDR5 и 2816 потоковых процессоров, обеспечивает ширину шины памяти в 512 бит и пропускную способность в 320 Гбайт/с. И только менее удачная оптимизация под OpenGL не позволяет этой карте уравниваться в рейтинге с NVIDIA Quadro M6000: AMD FirePro W9100 показывает на тех же тестах производительность всего 5,24 Тфлопс. Но и аппетиты у флагманов тоже внушительные: TDP (Thermal Design Power) у NVIDIA Quadro M6000 заявлено как 250 Вт, а у конкурента и того больше – 275 Вт (рис. 2).

Что касается мобильных версий графических систем, то и NVIDIA, и AMD имеют параллельные линейки мобильных аналогов своих семейств профессиональных карт. Как правило, мобильный аналог графической системы в два раза слабее по основным характеристикам, чем его стационарный прототип, что объясняется существенными ограничениями в мобильном исполнении по габаритам и энергопотреблению. Использование ноутбуков в качестве САПР-рабочих станций тем не менее оправдано и популярно, особенно для оснащения выездных команд конструкторов.

В состав классических рабочих UNIX CAD Workstation станций входили *SCSI – дисковые системы*, и, как правило, для оперативной работы по моделированию сложных деталей, особенно работы со сборками, предлагалось использовать системы хранения данных в варианте DAS, даже NAS. При этом отдельные диски в таких массивах характеризовались объемами до 148 Гб при высоких скоростях вращения шпинделя – 10 000 RPM. Ясно, что даже в варианте RAID 0 (тем более RAID 0 + 1 или RAID 5) общий объем массива редко доходил до терабайта, зато стоимость таких дисковых массивов была сопоставима со

стоимостью топовой рабочей станции и даже превосходила ее. Наличие большой памяти хранения на локальном рабочем месте при коллективной работе в проекте теперь вряд ли оправдано – для работы с актуальными моделями пользователю САПР достаточно иметь постоянный доступ к PDM-системе предприятия, СХД своей рабочей группы или даже просто достаточно будет возможности локальной дисковой системы рабочей станции ПЭВМ. В последнем случае в распоряжении пользователя будут один-два диска HDD SATA по терабайту каждый. При этом скорости на шпинделе диска в станции на основе ПЭВМ будут существенно ниже, чем в варианте SCSI для классических CAD Workstation, но зато доля стоимости дисков в общей стоимости аппаратного обеспечения станции будет намного ниже, а решение – локальный диск в составе ПЭВМ – становится стандартным для всех ПЭВМ и, следовательно, бюджетным, экономически выгодным. Общая тенденция тут такова: дисковое хранение результатов работы и обеспечение достоверного доступа к актуальной информации по 3D-проектированию теперь становится не локальной проблемой пользователя САПР-станции, а типичной задачей системного администрирования производственной IT-инфраструктуры. Наверное, стоит упомянуть и последние новации в части повышения производительности дисковой системы рабочей станции. Это использование дополнительного SSD-диска быстрой загрузки приложения и/или применение в качестве системного диска гибридного SSHD тома. Строго говоря, эта новация – общая для всех ПЭВМ, не только для CAD рабочих станций, но пока ничего более нового в части дисковой системы для рабочих станций САПР разработчиками аппаратного обеспечения и не предлагается.

Сетевые интерфейсы всех современных ПЭВМ (в том числе тех, на базе которых развертываются САПР рабочие станции) давно и обязательно включают адаптеры Ethernet 802.3 100BASE T2, которые и надо считать стандартом *de-facto* для рабочих станций. Применение адаптеров Ethernet 802.3 1000BASE T («гигабитный Ethernet») возможно, но оправдано только в том случае, если в рабочей группе поддерживается сегмент сети с гигабитной пропускной способностью среды на витой паре. Использование радиоканала (wi-fi) обеспечивает работу на скоростях до 75 Мбит/с, однако только в случае близкого расположения от точки доступа wi-fi. Использование на рабочих станциях САПР сетевого протокола беспроводной связи wi-fi не дает никаких особых преимуществ, кроме мобильности.

Периферийное оборудование для ввода данных в новых САПР-станциях по сравнению с классическими UNIX CAD Workstation также не претерпело существенных изменений, даже упростилось. Трехкнопочная мышь и клавиатура – вот стандартное оборудование, требуемое для комплектации рабочей станции для всех промышленных САПР. Такая комбинация аппаратных средств позволяет выполнять трехосевую навигацию, панорамирование и вращение по трем ортогональным осям в виртуальном рабочем пространстве 3D-редактора САПР. Для высокопрофессиональной работы тем не менее существует и альтернатива – манипулятор 3D под левую руку. Правая рука управляет плоскостными перемещениями указателя в виртуальном пространстве моделирования (в рабочей области) с помощью базовой трехкнопочной мыши, а точное, перемещение в 3D рабочей области выполняется с помощью левой руки с использованием специального 3D-пойнтера, современного аналога 3D SpaceBall времен UNIX CAD Workstation (рис. 3). Единственный массовый производитель такого рода трехмерной мышки – компания 3DConnexion [4].



Рис. 3. Манипуляторы 3D для современных САПР-станций

Мониторы для отображения результатов и оперативного управления процессом моделирования в составе современных САПР-станций теперь выполняются в LED- или ЖК-панели с диагональю от 22 и более и разрешением не менее 1920×1080. Качественные характеристики по разрешению, цветопередаче, контрастности, яркости, достигнутые производителями LED- и ЖК-матриц в первой половине первой дека-

ды XXI в., позволили отказаться от более эргономичных (по сравнению с ранними ЖК и LED), но и более громоздких и неэкономичных ЭЛТ-дисплеев. LED- и ЖК-панели используются теперь в рамках мониторов как стационарных, так и мобильных (ноутбук) САПР рабочих станций (рис. 4).



Рис. 4. Рабочая станция САПР с расширенными возможностями визуализации 2D-моделей для подготовки электронной конструкторской документации

Итак, типовая рабочая станция для САПР в настоящее время – это машина (в формате Tower или даже в виде ноутбука) на базе процессора Intel Core i7 / Intel Xeon E5 с тактовой частотой 2,6–3,0 ГГц, не ниже, с высокоскоростным ОЗУ объемом 16 Гб (32 Гб) на DDR3 или DDR4 SDRAM, сетевым интерфейсом Ethernet 100Mb/s или Gigabit Ethernet и графической системой NVIDIA Quadro M/K XXXX или T XXXX, или AMD FirePro V/M XXXX. Аппаратные ресурсы такой рабочей станции наиболее полно раскрывают функциональные возможности профессиональных промышленных САПР: CATIA, CREO, NX, Inventor, Компас, AutoCAD, Solid Works, SolidEdge, T-Flex CAD и др. Освоение компаниями Microsoft 64-разрядности для операционных систем Windows привело к тому, что UNIX и его клоны, Linux и прочие проприетарные программные среды высокопроизводительных рабочих станций прошлого окончательно уступили свое место системам MS Windows x64.

Современные рабочие станции САПР условно принято разделять на следующие группы (сегменты):

1. Рабочие станции САПР начального уровня (к ним, как правило, относят и станции в мобильном исполнении).

Области применения рабочих станций начального уровня в стационарном исполнении:

- 2D-моделирование изделий, работа с малыми сборками в 3D;
- дизайн и архитектурное проектирование начального уровня.

Мобильные графические станции в этом сегменте предназначены для тех, кто много перемещается, но хочет всегда иметь под рукой свое высокопроизводительное рабочее место.

Область применения рабочих станций начального уровня в мобильном исполнении:

- 3D-моделирование деталей, работа с малыми и средними сборками;
- дизайн и архитектурное проектирование;
- организация мобильного производительного рабочего места там, где это необходимо.

2. Области применения рабочих станций САПР среднего уровня:

- 3D-моделирование деталей, работа с малыми и средними сборками;
- дизайн и архитектурное проектирование;

3. Области применения «тяжелых» рабочих станций САПР-станции:

- высокопроизводительные вычисления с использованием специализированного ПО, инженерный анализ и имитационное моделирование;
- подготовка фотореалистичных изображений (рендеринг);
- обработка видео и наложение эффектов;
- работа со сверхбольшими сборками.

Производителями типовых рабочих для упомянутых сегментов в настоящее время являются компании – лидеры рынка ИТ: Hewlett Packard, Dell, Lenovo, которые в совокупности занимают большую часть рынка профессиональных САПР рабочих станций и, по сути, являются законодателями моды в этой области. Когда мы говорим «рабочая станция для САПР», то прежде всего имеем в виду HP модельный ряд Workstation (предлагаемую на отечественном рынке гамму модельного ряда hp Workstation [5]), Dell, модельный ряд Precision (предлагаемую на отечественном рынке гамму модельного ряда Dell Precision [6]), модельный ряд Lenovo Thinkstation (предлагаемую на отечественном рынке гамму модельного ряда Lenovo Thinkstation [7]). Если сравнивать предложения этих лидеров в сегментах рабочих станций САПР, то можно определить темпы замены и обновления моделей в каждом из сегментов (начальный уровень + мобильное исполнение, средний

уровень, «тяжелый» сегмент): смена внутри модельного ряда, освоение нового процессорного клона и/или графической системы происходит в пределах 2–3-летнего периода и, как правило, либо совпадает, либо следует за появлением качественно новых версий лидеров рынка ПО САПР. Что касается возможностей отечественных производителей профессиональных рабочих станций САПР, то здесь стоит упомянуть компании Arbyte (модельный ряд CAD Station WS [8]), Depo (Race series [9]), Aquarius (Pro series [10]) и Kraftway (Credo Pro [11]). Следует отметить, что все перечисленные отечественные производители рабочих САПР-станций выстраивают свои разработки в точном соответствии с основными мировыми тенденциями в этой области, которые мы попытались осветить в настоящей статье: оптимизированные под Windows x64 и Intel материнские платы (как правило, отечественной разработки с минимальной ориентацией на зарубежные референсы), использование Intel Xeon E5 как базового процессорного модуля, расширяемой до 256 Гб памяти DDR-III, графические системы на базе либо NVIDIA Quadro, либо AMD FirePro и т.д. При таком подходе, когда практически все основные компоненты рабочих станций отечественного производства (за исключением разве материнской платы и корпусов) неимпортозамещаемые, более того такие же, как и у лидеров рынка (HP, Dell, Lenovo и др.), можно с осторожностью относиться к появляющимся время от времени в отечественной IT-прессе заявлениям о существенных преимуществах отечественного производства САПР станций перед зарубежным. Преимущества станций производства тех же Arbyte, Aquarius, Depo и особенно Kraftway можно было бы искать не в существенном превосходстве тех или иных их технических характеристик (мощность вычислительного и графического модуля, энергопотребление, шумность, эргономика и т.д.), а в более полном, легком и качественном по сравнению с зарубежными поставщиками предоставлении сервиса, сопровождении, в более выгодных программах up-grade или trade-in, в стоимости по сопоставимым конфигурациям, наконец. Однако и здесь Dell, в меньшей степени Lenovo и HP, предлагают пока еще, сопоставимые, если не лучшие, условия. Возможно, при дальнейшем снижении курсовых показателей или при введении ограничений на ввоз готовых изделий IT отечественным производителям удастся получить принципиально более привлекательные на рынке, предоставить отечественной промышленности еще более выгодные условия сервисного обслуживания и апгрейда, но сохранится ли отечественный платежеспособный спрос на индустриальные САПР рабочие станции к этому времени?

Список литературы

1. Рабочие станции для САПР: первая пятилетка нового века [Электронный ресурс] // Открытые системы. – 2005. – № 3. – URL: <http://www.osp.ru/os/2005/03/185388> (дата обращения: 10.02.2016).
2. OCUS Benchmark Version 6. – URL: <http://www.proesite.com/OCUSB6> (дата обращения: 10.02.2016).
3. 3D news – новости Hardware (26.06.2015) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.3dnews.ru/916221> (дата обращения: 23.01.2016).
4. Что такое 3D-мышь? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.3dconnexion.ru/products/spacemouse> (дата обращения: 23.01.2016).
5. Рабочие станции HP [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.hpparts.ru/catalog-hp/rabochie-stantsii-hp> (дата обращения: 23.01.2016).
6. Рабочие станции Dell [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dellparts.ru/catalog-dell/rabochie-stantsii-dell-precision> (дата обращения: 23.01.2016).
7. Рабочие станции Lenovo [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lenovo-parts.com/catalog-lenovo/rabochie-stantsii-lenovo-thinkstation> (дата обращения: 23.01.2016).
8. Рабочие станции Arbyte [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.arbyte.ru/%D0%90%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/workplace.html> (дата обращения: 23.01.2016).
9. Рабочие станции Depo [Электронный ресурс]. – URL: http://www.depo.ru/category_c1923576-2158017.aspx (дата обращения: 23.01.2016).
10. Рабочие станции Aquarius [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.aq.ru/products/products/workstations> (дата обращения: 23.01.2016).
11. Рабочие станции Kraftway [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kraftway.ru/products/6/rabochie-stantsii/kraftway-credo-pro-kw11> (дата обращения: 23.01.2016).

КРАТКО О СУТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ГРАФИКИ

Е.В. Попов, С.И. Ротков

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
Нижний Новгород

Представлен взгляд авторов на суть компьютерной геометрии и графики как науки и учебной дисциплины.

Ключевые слова: компьютерная геометрия и графика, учебные дисциплины.

SUMMARY ON COMPUTER GEOMETRY AND GRAPHICS

E.V. Popov, S.I. Rotkov

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod

We describe in the paper our point of view on the computer graphics and geometry nature as a science and academic discipline.

Keywords: computer geometry and graphics, academic discipline.

Развернувшаяся на КГП – 2016 полемика о том, что «стоит за кнопками» и базовыми алгоритмами, заставила нас включиться в это обсуждение.

Действительно, все системы геометрии и графики мира, где, кем и как бы ни созданные, решают с точки зрения пользователя одни и те же функциональные задачи, оформленные в виде соответствующих кнопок на экране, с которыми работает пользователь, совершенно не отдавая себе отчет в том, что за кнопками стоят понятия формируемой геометрической модели проектируемого объекта, как одной из составляющих частей электронной модели изделия. Отметим также, что число функциональных кнопок и их структурный состав практически на зависят от того, какая это система. (И вообще кнопки возникли как проявление идеологии графического интерфейса пользователя (GUI) Дага Энгельбарта из научно-исследовательского института Стэнфорда, разработанной в 1960-е гг. Это могли бы быть вовсе не кнопки, а нечто другое, например интерактивный текст или просто пиктограммы.) Кроме того, составной частью любой системы мира являются внутренняя структура данных и соответствующие алгоритмы, базирующиеся на этих структу-

рах. Причем эти конкретно реализуемые алгоритмы могут существенно и принципиально отличаться от их теоретического изложения.

В компьютерной геометрии и графике пространственных объектов выделено всего пять типов моделей геометрии объекта:

- 1) точечная модель (point cloud);
- 2) каркасная модель (wire frame);
- 3) граничная модель (boundary representation);
- 4) конструктивная (модель твердого тела) (constructive solid geometry);
- 5) растровая или воксельная (pixel/voxel).

Определения моделей, область их применения, приводились в литературе неоднократно, например в [1–3]. Эти определения работают в любом пространстве измерений. Типы моделей расположены в порядке их усложнения. Каждая предыдущая модель может быть получена из последующей путем вычеркивания или неиспользования той или иной информации, что определяется внутренней структурой данных используемой системы или библиотеки функций. Кроме того, первые четыре модели объединяет один и тот же математический аппарат, основанный на классической аналитической математике. Необходимо также отметить, что эти четыре модели совершенно по-разному алгоритмически используются и реализуются при решении геометрических и графических задач в различных пространствах измерений. То, что хорошо в одномерном или двумерном пространстве, совершенно не проходит в трехмерном, не говоря уже о четырехмерном и более. Увеличение числа измерений кардинально меняет природу, физику и алгоритмы вычислительного процесса.

Растровая или воксельная модель получается путем деления пополам пространства моделирования секущей плоскостью частного положения при $\Delta X_i \rightarrow 0$, где ΔX_i – размер вокселя. Каждому вокселю ставится в соответствие либо 0, если воксель не принадлежит исследуемому или моделируемому материальному телу, либо 1 – в противном случае. Простейшим примером создания воксельной (растровой) модели является упомянутый в полемике алгоритм Брезенхема отображения прямой или кривой на растровом дисплее в двумерном пространстве.

Методы решения геометрических и графических задач при использовании растровой или воксельной модели принципиально отличаются от методов и средств решения при использовании предыдущих типов моделей. Тот же алгоритм Брезенхема (или, вернее, не сам алгоритм, а растровое представление) при решении задач геометрических

построений дает существенный выигрыш по отношению к методам решения функциональных уравнений при вычислении точек пересечения сложных кривых, однако не позволяет решить эту задачу точно или по крайней мере с точностью до единицы разрядной сетки ЭВМ. (Следует заметить, что тот же Брезенхем не сопоставил свой алгоритм с методами решения вычислительных задач.) Растровые модели существенно облегчают выполнение булевых операций. Недостатком является большой объем памяти, что в нынешних условиях и скорости развития ЭВМ не является таким уж большим недостатком.

Главное преимущество воксельной модели состоит в однообразии вычислительного процесса для пространств любой размерности. В самом деле, $2 = 2^1$, $4 = 2^2$, $8 = 2^3$ и т.д., где 2 – основание двоичной системы счисления, используемой в любой вычислительной машине, а показатель степени – размерность пространства измерения и моделирования. Структура данных описывается соответственно бинарным деревом, квадродеревом, октодеревом и т.д., а методы поиска и отображения данных, выделения и анализа подмножества вокселей по тем или иным критериям являются не изменными по отношению к размерности пространства, что является принципиальным моментом при создании систем геометрии и графики, особенно когда идет речь о моделировании и отображении геометрии особо сложных по структуре и размерам объектов и конструкций, с которыми многие известные системы не справляются в силу своих алгоритмических и структурных особенностей, скрытых от пользователя.

Первые четыре типа моделей, будучи созданными на основе классической математики и ориентированными на вычислительные машины классического неймановского типа, не допускают распараллеливания вычислительного процесса на кластерах или суперкомпьютерах, что приводит к неэффективному решению очень многих задач, в частности прочности и пластичности конструкций, газовой динамики, ядерных, аэрокосмических и прочих (время решения, подготовки, контроля и отображения данных становится недопустимо большим).

Воксельная модель дает возможность при уменьшении размера вокселя до сколь угодно малых значений решать физически непрерывные процессы дискретными способами и алгоритмами, например, свести размер конечного элемента при прочностном расчете конструкции до размеров вокселя (задача геометрическая и графическая). Используемые при этом древовидные структуры алгоритмически допускают их

использование на суперЭВМ (типа Ломоносов в МГУ или Лобачевский в ННГУ). В воксельной модели реализуются философские принципы единства и борьбы противоположностей, непрерывного и дискретного и т.д.

Анализ очень многих работ показывает, что тенденция развития систем компьютерной геометрии и графики, алгоритмов и программ, реализующих различные вычислительные задачи, стоящие за «кнопками», будут развиваться именно в направлении дискретной математики (об этом один из авторов вкратце докладывал на совещании в Дивноморском), а это, в свою очередь, потребует пересмотра и переосмысления очень многих ранее решенных геометрических и графических проблем и задач.

Такого переосмысления требуют и дисциплины, составляющие триаду ГПП: начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика. Основанием для переосмысления являются изменившиеся технологические условия в связи с развитием ЭВМ и информационных технологий. Аналитическим материалом для осмысления являются публикации коллег и выступления на конференциях, в том числе на КПП различных лет.

Если в случае с инженерной графикой «в ручном ее понимании» всем ясно, что, не отбрасывая ручные технологии построения изображений, надо уменьшать долю усилий на ее изучение, то с начертательной геометрией и компьютерной графикой дело обстоит иначе.

Пятидесятилетний опыт работы с информационными технологиями и с компьютерной геометрией и графикой с момента их становления как науки дает нам основание считать, что эти две дисциплины (начертательная геометрия и компьютерная графика) следует рассматривать в информационной и алгоритмической связке, не разделяя их ни в учебном, ни в научном смысле. Совместное использование методов и средств дает в практической деятельности очень хорошие результаты. Было создано значительное количество программных продуктов различного предназначения. Ярким примером этого является применение «Калибров» из Каспийского моря. Подобную геометро-графическую задачу, основанную на НГ и КГ, мы решали несколько десятков лет тому назад.

Компьютерная графика может быть определена как информационная технология отображения пространства большей размерности на двухмерное пространство, вне зависимости от того, на какой физический носитель (экран, бумага и т.п.) идет отображение и какие при этом решаются геометрические и графические задачи.

Геометрическое моделирование есть информационная технология создания геометрической составляющей электронной модели изделия путем преобразования данных из пространства меньшей размерности в пространство большей размерности, т.е. решения обратной задачи.

Эти две информационные технологии невозможно отделить друг от друга: где кончается одна технология, начинается другая. Это две стороны одной медали под названием «электронная модель изделия».

Сопоставьте это с начертательной геометрией, а точнее с методами и средствами решения геометрических и графических задач.

Становится ясно, что *начертательная геометрия* является теоретическим базисом информационной технологии генерации и обработки геометрической и графической информации, а не только грамматикой языка чертежей.

Заметим также, что чертеж на бумажном носителе никто никогда не отменит, потому что он является юридически значимым документом с подписями и печатями, даже если он сделан в электронном виде и допускается в соответствии с ГОСТ использование проекционных изображений с простановкой размеров, допусков и посадок в виде аксонометрии. При любой аварийной или техногенной ситуации разбор полетов начинается с бумажного чертежа.

Учет смены парадигмы проектирования изделий и технологических средств, какими являются ЭВМ, нашли отражение в названии нашей научной специальности 05.01.01. Вспомните, как она называлась в предыдущих редакциях номенклатуры научных специальностей: «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Прикладная геометрия и инженерная графика» и, наконец, «Инженерная геометрия и компьютерная графика». Остается неизменным только одно – *технические науки*. Таким образом, ВАК очень чутко отслеживает тенденции развития научных специальностей, и не только нашей. Не зря специальность 05.01.01 открывает всю группу 05 «Технические науки». Все остальные специальности базируются на методах и средствах геометрии и графики, дополненные своими методами и способами решения научных задач.

Нынешнее название специальности 05.01.01 при правильном понимании текущих событий в вузах дает юридическое и административное обоснование для отстаивания интересов кафедр и профессорско-преподавательского состава. Когда кафедра имеет в названии словосочетание «начертательная геометрия и черчение», то у любого ректора

к кафедре будет отрицательное отношение. Название «Инженерная геометрия и компьютерная графика» вводит кафедры под действие президентских документов о критических направлениях развития науки и промышленности и о важнейших технологиях двойного действия с соответствующими последствиями по финансированию учебного и научно-исследовательского процесса. Кроме того, это название позволяет защитить наши базовые дисциплины – НГ, ИГ и КГ – и уйти от непомерных appetites кафедр информационного профиля, которые не очень сведущи в наших геометро-графических делах.

Обсуждаемая нами проблема ГПП студентов и специалистов на данном этапе развития как профессорско-преподавательского состава, так и кафедр в целом должна быть приведена к единому для всего нашего геометро-графического сообщества консенсусу. Все три составляющие ГПП (НГ, ИГ и КГ) должны рассматриваться в своем триединстве с ориентацией не на сегодняшний день, а на много лет вперед (об этом уже писалось на КГП – 2014 и КГП – 2015 со ссылкой на книгу Е.П. Велихова, В.Б. Бетелина и А.Н. Кушниренко).

Список литературы

1. Ротков С.И. Разработка методов и средств геометрического моделирования и компьютерной графики пространственных объектов для CALS-технологий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.01.01. – Н. Новгород, 1999. – 280 с.

2. Попов Е.В. Метод натянутых сеток в задачах геометрического моделирования: дис. ... д-ра техн. наук: 05.01.01. – Н. Новгород, 2002. – 300 с.

3. Тюрина В.А. Разработка методов преобразования каркасной модели в задаче синтеза образа 3D-объекта по его проекциям: дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01. – Н. Новгород, 2003. – 170 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЫЖИВАНИЯ КАФЕДР ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

С.И. Ротков

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
Нижний Новгород

Рассматриваются проблемы текущей деятельности кафедр геометро-графической подготовки технических вузов.

Ключевые слова: инженерная геометрия, компьютерная графика, публикации, подготовка кадров.

CONCEPTUAL MODEL OF SAVING FOR GEOMETRY&GRAPHICS CHAIRS

S.I. Rotkov

Nizhny Novgorod University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod

The working problems of geometry and graphics chairs in technical universities is discussed.

Keywords: engineering geometry, computer graphics, papers, education of lecturers.

В материалах предыдущих конференций КГП – 2014 и КГП – 2015 мы неоднократно писали о низкой публикационной активности сотрудников кафедр геометро-графического профиля. Это привело к целому ряду отрицательных последствий в деятельности кафедр.

Начнем с диссертационных советов. Обстоятельства сложились так, что диссертационный совет МАИ (ТУ) прекратил свое существование, по крайней мере на три года. О причинах этого писать не будем, пусть москвичи разбираются между собой сами. Последствием ликвидации совета является фактический развал одной из ведущих научно-педагогических школ в области геометрии и графики. Анализ публикаций московских геометров и графиков в различных базах данных (РИНЦ и пр.) показывает, что в данный момент в Москве нет оснований для формирования диссертационного совета по специальности 05.01.01, так как все статьи ни прямо, ни косвенно не относятся не только к техническим наукам, но и далеки от геометро-графической тематики.

Объединенный диссертационный совет ОмГТУ и СибАДА находится в подвешенном состоянии по причинам технического характера. Его учредительные документы «зависли» где-то в недрах ВАК, и никто

не знает, как скоро они продвинулся в сторону подписания приказа об открытии совета.

Наш совет (ННГАСУ) просто чудом проскочил через сито ВАК: настолько жестким стал процесс создания диссертационного совета. Это относится ко всем без исключения советам, а не только по нашей специальности.

Достаточно жесткие условия Положения ВАК РФ о диссертационных советах и диссертациях привели к резкому сокращению круга потенциальных оппонентов по докторским и кандидатским диссертациям, а также к привлечению родственных кафедр вузов к работе в качестве ведущих организаций при рассмотрении работ в диссертационных советах. С учетом требования Положения о том, что информация о публикациях оппонентов по диссертации должна быть выложена в сети Интернет в определенные сроки, это только осложняет подготовку специалистов высшей квалификации, в том числе по нашей специальности. Обращение к москвичам, которых мы считали ведущими специалистами в области геометрии и графики, о привлечении их к работе в качестве официальных оппонентов, привел к ответу, что их не устраивает списочный состав диссертационного совета ННГАСУ и в силу этого они взаимодействовать с нами не будут. В связи с этим хочется напомнить классический ответ И.В. Сталина писателю А.А. Фадееву: «Работайте с теми, какие есть. Других писателей у меня нет». К сожалению, у нас в России других советов нет, равно как и нет других докторов наук, профессоров, членов совета, которые могут быть членами совета, учитывая не только публикации членов совета, но и естественный уход из жизни уважаемых специалистов (как это только что произошло с д.т.н., проф. В.Я. Волковым из Омска).

Д.Е. Тихонов-Бугров и В.Т. Тозик в докладе на КГП – 2016 предложили свое идеалистическое видение решения проблем со ссылками на публикации в «Известиях» от 2014 г., статьи в которой были отголосками совместного заседания Комитета по образованию, Комитета по науке и Минобрнауки от 14.02.2014 г. Всем руководителям, которые участвовали в этом мероприятии (В.А. Никонов, В.М. Филиппов, Л.М. Огородова и пр.), был задан вопрос руководителями институтов РАН и ректорами вузов: для кого мы готовим кадры? От ответа все они ушли, но чувствовалось, что им не очень комфортно от этого вопроса и его обсуждения. Если мы готовим кадры для иностранных государств, основываясь на принципе свободного перемещения кадров и знаний, то требования к учебному и научному процессу могут быть основаны на положениях

Болонского соглашения, которое, кстати, является документом *рекомендательным* (см. оригинал соглашения как на русском, так и на английском языках), а не обязательным к исполнению, как это установлено действующими нормативными документами. Если мы готовим кадры для себя, то Болонское соглашение в своих действиях можно пропустить мимо, пусть министерство и другие органы заботятся об этом, а мы будем и должны, каждый на своем месте, решать свои проблемы так, как считаем нужным и необходимым.

Действительно, проблема, как выживать нашим кафедрам, дисциплинам, специальности в тех условиях, в которые мы поставлены? Когда читаешь различные статьи, в том числе и в материалах КГП – 2016, у большинства заведующих кафедр и профессорско-преподавательского состава возникают одни и те же вопросы и примерно один алгоритм решений и действий, ограниченный решениями и действиям вышестоящего руководства (ректорат, деканат и пр.): уменьшение часов, отсутствие подготовленных кадров ППС и пр.

Один из способов поиска решений, в том числе прорывных, – уход в другую плоскость поиска (см. ТРИЗ), т.е. взгляд на проблему со стороны. Не хочу никого обидеть, но практически у всех коллег привычный, как говорится, замыленный взгляд. Да, мы все читаем курсы ГГП (НГ, ИГ, КГ), да, у всех нас те или иные ограничения, ФГОС, куча бумажной документации и трата на это сил и времени. Все это, к сожалению, надо делать.

Практически все кафедры нашего профиля, за редким исключением, относятся к обучающим кафедрам, с соответствующим к ним отношением со стороны руководства вуза. Примеров тому не счесть. Тут и объединение наших кафедр с выпускающими, где преподавателей ГГП «подминают» под себя представители других специальностей, и расформирование, и прочие административные препоны.

Одна из причин, на наш взгляд, состоит в том, что мы все стоим на позиции незыблемости наших дисциплин, а это далеко не так.

Кафедра, ее коллектив должны развиваться и расти качественно. Пока мы двигаемся, мы живем.

Следующий момент – перевод наших кафедр в разряд выпускающих. Мы не зря не раз написали о том, что название специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика» должно быть в названии кафедры. Есть и юридический аргумент для этого – Номенклатура научных специальностей ВАК РФ и написание различ-

ных обосновывающих документов со стороны заведующего кафедрой в адрес ректора, ученого совета и пр.

Давайте попробуем посмотреть на наши базовые дисциплины с совершенно другой стороны, и мы увидим, что тут может быть найдено решений для дальнейшего развития кафедр геометро-графической подготовки.

Компьютерная графика может быть определена как информационная технология отображения пространства большей размерности на двумерное пространство, вне зависимости, на какой физической носителе (экран, бумагу и т.п.) идет отображение и какие при этом решаются геометрические и графические задачи.

Геометрическое моделирование есть информационная технология создания геометрической составляющей электронной модели изделия путем преобразования данных из пространства меньшей размерности в пространство большей размерности, т.е. решения обратной задачи.

Эти две информационные технологии невозможно отделить друг от друга, где кончается одна технология и начинается другая. Это две стороны одной медали под названием «электронная модель изделия».

Сопоставьте это с начертательной геометрией, а точнее с методами и средствами решения геометрических и графических задач.

Становится ясно, что начертательная геометрия является теоретическим базисом информационной технологии генерации и обработки геометрической и графической информации, а не только грамматикой языка чертежей.

Заметим также, что чертеж на бумажном носителе никто никогда не отменит, потому что он является юридически значимым документом с подписями и печатями, даже если он сделан в электронном виде и допускает в соответствии с ГОСТ использование проекционных изображений с простановкой размеров, допусков и посадок в виде аксонометрии. При любой аварийной или техногенной ситуации «разбор полетов» начинается с бумажного чертежа.

На самом деле мы учим не строго геометро-графическим дисциплинам, а технологии формирования и обработки геометро-графической информации, вне зависимости от носителя этой информации (бумаги или экрана). А это уже основание для совершенно других решений и действий. Стандарты, методики и способы преподавания, инструменты меняются со временем и обстоятельствами, а технологические принципы остаются неизменными.

Перевод ГПП в плоскость ИТ дает совершенно другую возможность для заведующего кафедрой. Если в том положении, как есть, вами управляют (выпускающие кафедры и другие структуры), потому что вам говорят, что и как вы должны делать, поскольку им так надо, то в предлагаемом варианте уже вы будете определять, что и как вам делать так, как вам удобнее, а это, согласитесь, совершенно разные вещи. Это, в свою очередь, дает основание для требования часов, техники и прочих вещей.

Для обеспечения этого процесса от заведующего кафедрой и членов коллектива требуется соответствующий публикационный уровень, и не только в нужных журналах, но и в материалах конференций нужного уровня, поскольку это будет доказательством того, что кафедра геометрической подготовки, как бы она не называлась, ведет научно-исследовательскую работу именно в этом направлении. Доказательную базу нужно организовывать. Публикации членов кафедры влияют на финансовое положение кафедры, так как это является основой для получения грантов, федеральных денег и других источников финансирования, заключения хозяйственных договоров с предприятиями, а также основой для переговоров с генералитетом (научным, промышленным, образовательным, военным и т.д.), в том числе для решения тех проблем, которые обозначены в статье Д.Е. Тихонова-Бугрова и В.Т. Тозика.

В списке ведущих журналов ВАК РФ от 01.12.2015 г. изданий, в которых могут публиковаться научные работы по специальности 05.01.01, всего 11 позиций (таблица). Это означает, что публикации по диссертационным работам по указанной специальности, опубликованные в других изданиях, будут классифицированы как прочие, с вытекающими отсюда последствиями для прохождения диссертации как в диссертационном совете, так и в ВАК РФ.

Если к этому добавить прогнозируемое требование о соответствии преподавателей кафедр по базовому образованию, специальности по защите диссертации и публикациям тем дисциплинам, которые ведет кафедра, в том числе и наши геометрические дисциплины, то мы все скоро останемся не только без часов на читаемые предметы, но и без научной и педагогической специальности, и, как следствие, без работы вообще. После этого спорить о том, кто и чей взгляд на предмет начертательной геометрии, компьютерной и инженерной графики является определяющим, будет абсолютно бессмысленно. «Эффективные менеджеры» разгонят, расформируют или трансформируют наши кафедры, если на них не будет достаточного количества докторов и кандидатов наук, удовлетворяющих требованиям времени.

Список журналов ВАК РФ, в которых могут публиковаться
научные работы по специальности 05.01.01

№	Название издания	Группы научных специальностей
28	Автоматизация в промышленности	05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.02.00 – Машиностроение и машиноведение; 05.11.00 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление
194	Вестник компьютерных и информационных технологий	05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.12.00 – Радиотехника и связь; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление
379	Вестник Тверского государственного университета. Прикладная математика (Тверь)	01.01.00 – Математика; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление
430	Вестник Южно-Уральского государственного университета. Строительство и архитектура (Челябинск)	25.00.00 – Науки о Земле; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление; 05.23.00 – Строительство и архитектура
497	Геометрия и графика	01.01.00 – Математика; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление; 13.00.00 – Педагогические науки
714	Информационные технологии	05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.11.00 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы; 05.12.00 – Радиотехника и связь; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление
903	Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений	01.01.00 – Математика; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.11.00 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы; 05.17.00 – Химическая технология; 25.00.00 – Науки о Земле
989	Открытое образование	05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 13.00.00 – Педагогические науки
1077	Программная инженерия	01.01.00 – Математика; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.07.00 – Авиационная и ракетно-космическая техника; 05.11.00 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление

Окончание таблицы

№	Название издания	Группы научных специальностей
1079	Программные системы и вычислительные методы	05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика
1564	Информационные технологии в проектировании и производстве (Ижевск)	01.01.00 – Математика; 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика; 05.11.00 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы; 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление

Далее следует отметить, что двухуровневая структура образования (бакалавриат, магистратура) позволяет нашим кафедрам по-другому перераспределить усилия преподавателей. Мы все знаем недостатки бакалавриата как системы и об этом неоднократно писалось (приходят студенты с очень низким уровнем школьных знаний; вводится прикладной бакалавриат с уровнем продвинутого рабочего; бакалавры мало знают и пр.). Да, все так. Не от нас с вами все это зависит: много направлений, специальностей, ФГОСов. Если кафедра становится выпускающей в области ИТ, то никто не мешает организовать магистратуру по инженерной геометрии и компьютерной графике, а там можно читать предметы, которые действительно нужны специалисту (магистру). Список необходимых изучаемых дисциплин занимает несколько страниц. Читай, веди практику, сколько хочешь. Конечно, есть свои ограничения, но уже совершенно другого порядка. Если студент думает о своем будущем, то он будет действовать и учиться так, чтобы попасть в магистратуру. Таким образом, мы, преподаватели, будем отбирать в магистратуру лучших, а не всех подряд. Если проводить аналогию с промышленным предприятием, а вуз структурно ничем не отличается от завода, то предлагается при сохранении крупносерийного производства (бакалавриат) сосредоточить усилия на мелкосерийном производстве (магистратура).

Совершенно очевидно, что наиболее сильные магистранты идут в аспирантуру по специальности 05.01.01, которая может быть организована только в рамках направления «Информационные технологии».

Организация бакалавриата по инженерной геометрии и компьютерной графике невозможна в принципе.

Таким образом, мы можем решить все наши кадровые и организационные проблемы. Именно по этой причине создан и функционирует диссертационный совет как составная часть кафедральной инфраструктуры.

Хочется привести еще один аргумент в пользу пересмотра наших позиций. В книге Е.П. Велихова, В.Б. Бетелина и А.В. Кушниренко «Наука, образование, промышленность и инвестиции в России» (М.: Наука, 2009) приведены цитаты из мемуаров академика С.П. Тимошенко: «...Мы вступили в войну с подготовленным инженерным корпусом благодаря наличию старой царской профессуры, позволившей в короткий срок восстановить инженерные кадры...». Не кажется ли вам, коллеги, что мы все с вами выступаем в данный момент именно в роли старой царской профессуры?

Направления развития кафедр, способы и методы управления коллективом, анализ научной и публикационной активности кафедр, кадровые проблемы и многие другие вещи, связанные с нашей с вами деятельностью, должен, по идее, определять и регулировать головной НМС. Однако уже на какой по счету конференции, и не только КГП, руководство НМС присутствует в списке участников, и не более того. Ни одного мало-мальски обозначающего участие комментария, тем более статей. Волей-неволей приходится брать командование на себя.

Вопросы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации по специальности 05.01.01, методы и способы преподавания геометро-графических дисциплин, помимо научных проблем компьютерной геометрии и графики, будут обсуждаться на 26-й Международной конференции по компьютерной графике и визуализации ГРАФИКОН – 2016 с 19 по 23 сентября 2016 г. в ННГАСУ (Нижний Новгород). Более подробно читайте о ней на сайте конференции www.2016.graphicon.ru.

ЖУРНАЛ «ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА» СЕГОДНЯ: СТАТУС ИЗДАНИЯ, ВХОДЯЩЕГО В СПИСОК ВАК

Н.А. Сальков

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

Рассказывается о том, как возникла идея создать именно геометрический журнал. Даются пояснения, для чего именно создавался журнал «Геометрия и графика», кто может присылать для публикаций свои статьи и по каким наукам журнал признан ВАК как публикующий работы соискателей научных степеней кандидата и доктора наук. Дается обзор авторов журнала и редакционного совета. Поясняется, как осуществляется рецензирование присылаемых статей, какие из них принимаются для опубликования. Приводятся критерии, по которым журнал может войти в список ВАК. Прилагается список рубрик, имеющих место в настоящее время.

Ключевые слова: геометрия и графика, ВАК, ученая степень, РИНЦ, импакт-фактор, SCOPUS.

THE JOURNAL “GEOMETRY AND GRAPHICS” TODAY: THE STATUS OF NATIONAL PUBLICATION

N.A. Sal'kov

Moscow State Academic Art Institute named after V.I. Surikov, Moscow

Describes how came the idea to create a geometric magazine. Provided explanations for what created the journal “Geometry and graphics”; who can send publication, and what are the Sciences magazine is recognized of WAC as publishing the works of competitors of scientific degrees of candidate and doctor of Sciences. Given the geography of the authors of the journal and the Editorial Board. Explains how reviewed articles, which ones are accepted for publication. Given the notion of out on what criteria the magazine was able to enter the list of WAC. Attached is the list of headings in the present time.

Keywords: geometry and graphics, WAC, academic degree, Russian science citation index, impact factor, SCOPUS.

Журнал «Геометрия и графика» был создан нами для исследователей в области геометрии и графики, преподавателей вузов, лицеев и колледжей, а также для всех, интересующихся геометрией. Публикуемые в журнале статьи посвящены проблемам геометрии, черчения, компьютерной графики, преподавания графических дисциплин и других тем, связанных с геометрией и графикой. Это первый в России и единственный геометрический журнал, где соискатели ученых степеней докторов и кандидатов наук теперь могут публиковать основные научные результаты своих диссертаций.

Журнал создан в 2012 г. и выходит с 2013 г. при поддержке ведущих российских исследовательских и образовательных центров, таких как: Московский государственный университет тонких химических технологий (МИТХТ) им. М.В. Ломоносова, Московский государственный академический художественный институт (МГАХИ) им. В.И. Сурикова, Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК).

Авторами журнала являются специалисты в области геометрии и графики из России, Германии, Италии, Болгарии, Беларуси, Казахстана, Молдовы, Украины (более ста человек).

Редакционный совет и редакционная коллегия журнала состоят из высококвалифицированных специалистов, представляющих разные регионы России (Москва, Санкт-Петербург, Омск, Пермь, Крым) и страны зарубежья (Германия, Израиль, Австрия, Болгария, Беларусь). В редакционный совет входят специалисты из разных областей знаний (инженерная геометрия, теория конструирования поверхностей, начертательная геометрия, проективная геометрия, параметрическая геометрия, аналитическая геометрия, конформные преобразования, педагогика высшей школы, геометрия многомерного пространства).

Членами редакционного совета являются почти исключительно доктора технических и педагогических наук, профессора. Подобный состав редакционного совета обеспечивает освещение в журнале различных актуальных проблем, относящихся не только к инженерной геометрии, но и к другим дисциплинам. Члены совета поддерживают связь с авторами, рецензируют присланные материалы, осуществляют их доработку и редактирование.

Осуществляется двойное (две рецензии) независимое (анонимное) рецензирование поступающих материалов с целью их экспертной оценки. Рецензентами являются ведущие специалисты в области геометрии и графики, доктора и кандидаты наук – специалисты по тематике рецензируемых материалов. Публикуемые в журнале статьи сопровождаются расширенными аннотациями и ключевыми словами к ним на русском и английском языках, имеют списки литературных источников на русском языке и транслитерированные, оформленные в соответствии с издательскими нормами и правилами; название статьи при этом также дается на английском языке.

Что помогло журналу войти в список рецензируемых изданий (список ВАК)?

В соответствии с требованиями к рецензируемым научным изданиям, утвержденными Приказом Минобрнауки России № 793 от 25.07.2014:

1) журнал зарегистрирован как средство массовой информации (свидетельство о регистрации средства массовой информации Роскомнадзора ПИ № ФС77-50523 от 04.07.2012);

2) в журнале публикуются научные статьи, аналитические обзоры;

3) журнал издается более 2 лет, обязательные экземпляры доставляются по адресатам в соответствии с Законом № 77-ФЗ от 29.12.1994;

4) периодичность – 4 раза в год;

5) наименование и содержание рубрик журнала соответствует Номенклатуре специальностей научных работников;

б) осуществляется рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих тематике, с целью их экспертной оценки, все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи;

7) имеется сайт журнала (www.naukaru.ru), на котором размещена вся требуемая информация;

8) журнал зарегистрирован в РИНЦ;

9) журнал имеет ISSN 2308-4898;

10) журнал имеет подписной индекс агентства «Роспечать» – 25181;

11) обеспечивается постоянное хранение поступивших и опубликованных статей, полнотекстовые варианты номеров журнала размещены на сайте www.znaniium.com, текущие и отдельные статьи в электронном виде могут быть заказаны и получены на сайте www.naukaru.ru.

На сайте журнала размещены:

1) требования к материалам, представляемым для опубликования;

2) правила и процедура рецензирования;

3) условия публикации;

4) научные специальности, соответствующие тематике журнала.

Указанные данные постоянно публикуются в каждом выпуске журнала.

В конце ноября 2015 г. журнал включен в обновленный Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, № 497 (<http://vak.ed.gov.ru/87;jsessionid=raEiXwPZp0uC6qqhq0qZS1Y8>).

Научные специальности, по которым принимаются статьи, следующие:

- 1) 01.01.00 – Математика;
- 2) 05.01.00 – Инженерная геометрия и компьютерная графика;
- 3) 05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление;
- 4) 13.00.00 – Педагогические науки.

Статьи по этим специальностям, конечно же, должны иметь геометрическую составляющую.

Статьи в журнале публикуются бесплатно. Такова политика издательства «ИНФРА-М».

Программа развития журнала предусматривает повышение научного уровня публикаций, расширение привлечения ведущих отечественных и зарубежных ученых в качестве авторов, публикацию статей зарубежных ученых на английском языке, развитие сайта журнала и его англоязычного варианта.

Включение журнала «Геометрия и графика» в Перечень рецензируемых научных изданий, публикующих основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, дает возможность привлекать к участию интересных авторов, расширять педагогический кругозор читателей и тем самым повышать уровень их педагогической культуры и мастерства. Редакция считает, что включение журнала «Геометрия и графика» в перечень рецензируемых научных изданий положительно отразится на его содержании, позволит разнообразить тематику публикаций и повысить престиж и авторитет издания.

Как возникла идея создать такой журнал? Дело в том, что никогда в России не было журнала, который был бы полностью посвящен геометрии, в бумажном варианте. Были в свое время различного рода сборники научных трудов, издаваемые различными институтами и выходящие очень нерегулярно. Регулярность в СССР имел только киевский сборник трудов «Прикладная геометрия и инженерная графика», выходящий два раза в год и к России не имеющий никакого отношения как раньше, так тем более и теперь.

Стало, как говорил герой в фильме «Белое солнце пустыни», «за державу обидно». Химических журналов – несколько, физических, экономических, педагогических – навалом, а геометрического – ни одного!

Здесь нужно добавить, что изучение геометрии развивает пространственное воображение, логику мышления, способствует интеллектуальному развитию личности человека. Можно сказать, служит лакмусовой бумажкой эвристического мышления, поэтому педагогика преподавания геометрических и графических дисциплин также требует пристального внимания.

Несмотря на значительный прогресс в геометрии, компьютерной графике и преподавании графических дисциплин, остается много нерешенных задач, что формирует значительное поле для теоретических и практических исследований. Именно на публикацию подобных исследований нацелен наш журнал.

Рубрики, имеющие место в журнале, следующие:

- 1) «Научные проблемы геометрии»;
- 2) «Методические вопросы преподавания»;
- 3) «Инженерная графика и черчение»;
- 4) «Компьютерная графика»;
- 5) «Подготовки и проведение олимпиад»;
- 6) «История науки и техники. Биографии».

По мере поступления научных статей будут формироваться и другие рубрики.

Нужно сказать, что редколлегия считает невозможным публиковать статьи, попадающие в статус скандальных. Да, свое мнение автор иметь может, но он не может оскорблять кого-либо или унижать чье-то достоинство. Редколлегия не будет также публиковать в журнале «Геометрия и графика» статьи, принижающие геометрию или какую бы то ни было ее ветвь: это не является целью журнала. Цели журнала – повышение популярности научных исследований в области геометрии и графики, а не сведение счетов с ними; способствовать становлению российской научной школы инженерной геометрии и компьютерной графики путем последовательного выстраивания корпуса знаний по наиболее актуальным проблемам в геометрических ветвях знаний и обеспечения фундамента для взаимопроникновения идей различных исследователей в этой области.

Нашими среднесрочными целями являются обеспечение высокого научного уровня журнала и издание статей одновременно на русском и английском языках для выхода на международный уровень. Уже сегодня все статьи нашего журнала имеют DOI (уникальные циф-

ровые идентификаторы), по которым они доступны в любое время в любой точке мира.

Объектами исследований в работах, публикуемых в нашем журнале, являются научные проблемы, концепции, модели, методы, история развития в геометрии, инженерной и компьютерной графике, программах учебных дисциплин, преподавании, графических программах для компьютеров. Важным является исследование отраслевых особенностей применения геометрии и компьютерной графики в строительстве, машиностроении, разработке программного обеспечения и т.д. Кроме того, на наш взгляд, сейчас весьма актуальны статьи, посвященные историческим аспектам развития геометрии и графики в России и за рубежом.

Что касается импакт-фактора журнала, то он должен быть вычислен и начислен в ближайшее время, может быть, после выхода в свет первого номера этого года, а то и раньше.

Возникают вопросы: что же дальше? войдет ли журнал в SCOPUS? Мы надеемся на это, как надеялись и на вхождение в список ВАК. Многие очень сильно сомневались в этом, говорили, что это невозможно. Мы же – редсовет и редколлегия – верили в невозможное. И сейчас верим. Будущее покажет.

О СТАТЬЯХ В ЖУРНАЛЕ «ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА» И БУДУЩЕМ

В.И. Вышнепольский¹, Н.А. Сальков²

¹Московский государственный университет тонких химических технологий
им. М.В. Ломоносова, Москва

²Московский государственный академический художественный
институт им. В.И. Сурикова, Москва

Рассматривается журнал «Геометрия и графика» с точки зрения наполнения его статьями, редакторской работы, оформления статей.

Ключевые слова: журнал, ВАК, геометрия, оформление.

ABOUT ARTICLES IN THE MAGAZINE “GEOMETRY AND GRAPHICS” AND THE FUTURE

V.I. Vyshnepolskiy¹, N.A. Sal'kov²

¹Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technologies, Moscow

²Moscow State Academic Art Institute named after V.I. Surikov, Moscow

Discusses the content of the journal “Geometry and Graphics” articles, working with them, making articles.

Keywords: journal “Geometry and Graphics”, VAC, geometry, design.

Введение

Сейчас, когда журнал «Геометрия и графика» вошел в список рецензируемых изданий, редакционный портфель значительно увеличился. Каждый из авторов присылаемых статей знает, что во всех институтах без исключения (даже в МГАХИ им. В.И. Сурикова!) в настоящее время требуют работы не то что ринцевские, но и ваковские и скопусовские. Таким образом, например, первый номер этого года уже отправлен в издательство, а второй заполнен полностью. К середине февраля уже выполнен полугодовой план. Теперь редколлегия журнала имеет возможность формировать номер из наиболее интересных статей, а не включать в выпуск то, что пришло только что. Сейчас редколлегия имеет возможность при получении более интересной статьи убирать из журнала менее интересную и переносить ее в последующие номера.

1. О статьях

Требования к содержанию и оформлению статей, а также образцы оформления литературы представлены на сайте Naukaru.ru (<http://naukaru.ru/journal/requirementsforarticles/Geometriya-i-grafika>), однако многие авторы в той или иной мере нарушают предъявляемые требования, поэтому мы решили напомнить, как правильно оформлять статьи, присылаемые в журнал:

1. УДК (см. сайт: <http://naukapro.ru/metod.htm>), без него неизвестно, к какому разделу науки принадлежит статья.

2. Авторы должны сообщить свою фамилию, имя и отчество полностью, а также ученую степень, ученое звание, должность.

3. Полное название института и его почтовый адрес. Пример оформления следует смотреть в нашем журнале.

4. Название статьи.

5. Аннотация. Она должна быть объемом 200–250 слов (не меньше, но и не больше).

6. Ключевые слова.

Перечисленное все вместе занимает страницу на листе формата А4 с полями по 30 мм слева и справа и по 20 мм сверху и снизу, напечатанное кеглем 12 через 1,5 интервала.

Перевод всего вышеперечисленного на английский язык занимает еще одну страницу.

Таковы требования издательства и путь вхождения в Scopus.

2. О списке литературы

Необходимо опираться на уже изданные публикации. При этом если автор включает в список статей только свою фамилию, то создается впечатление, что он варится в собственном соку и не знает, что творится вокруг. Этого необходимо избегать и включать в литературу также и других авторов, не менее достойных упоминания. Требуется, чтобы наименований литературы было не менее 24–30 (а то и более), в том числе порядка 8 из журнала «Геометрия и графика». Это для того, чтобы он смог сохранить свой высокий статус, раз уж принято подсчитывать всевозможные рейтинги. Конечно же, нужно ссылаться и на авторов сборника статей КГП.

Оформление литературы теперь дается по последнему ГОСТ 7.1–2003 и издательством отслеживается очень жестко, поскольку правка

неправильно оформленного списка литературы занимает очень много времени; неправильно оформленные статьи не будут приниматься в работу. Оформление литературы также можно найти на сайте Naukaru.ru (<http://naukaru.ru/journal/requirementsforarticles/Geometriya-i-grafika>).

Список литературы в конце статьи оформляется сначала на русском языке, потом латиницей (references) с включением английских названий статей и журналов.

У всех статей из списка литературы должен указываться DOI (если есть) – идентификатор цифрового объекта (digital object identifier), стандарт обозначения представленной в Сети информации об объекте. Это необходимо для того, чтобы без проблем найти в сети Интернет любую необходимую статью.

Одним из главных требований к оформлению списка литературы является расположение ссылок в алфавитном порядке фамилий авторов публикаций; статьи одного и того же автора – также в алфавитном порядке (см. примеры). Исправление списка влечет за собой изменения в тексте, поэтому также отнимает много времени, поэтому статьи будут направляться на доработку до тех пор, пока это требование не будет выполнено в полном объеме.

Так как мы теперь зависим от РИНЦ, необходимо очень тщательно оформлять каждую ссылку, иначе система (а она в РИНЦ автоматическая) не включит (уже много таких случаев) ссылку как относящуюся именно к той статье, к которой она в действительности относится.

Если авторов два и более, то в начале ссылки указывается фамилия первого автора.

ПРИМЕРЫ

Один автор (строго по алфавиту)

1. Савельев Ю.А. Графика мнимых чисел / Ю.А. Савельев // Геометрия и графика. 1970. Т. 1. №. 1. С. 22–23. DOI: 10.12737/465.

2. Савельев Ю.А. Графическое векторное исчисление / Ю.А. Савельев // Геометрия и графика. 2015. Т. 2. №. 4. С. 3–6. DOI: 10.12737/8291.

3. Савельев Ю.А. К определению числа корней уравнений / Ю.А. Савельев // Геометрия и графика. 1970. Т. 1. №. 1. С. 24–25. DOI: 10.12737/466.

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

нов-Бугров // Геометрия и графика. 2014. Т. 2. №. 1. С. 46–52. DOI: 10.12737/3848.

Два-три автора

Шахова А.Б. Качество графической подготовки студентов технических вузов в соответствии с современным состоянием единой системы конструкторской документации / И.Д. Столбова, А.Б. Шахова // Геометрия и графика. 2014. Т. 2. №. 2. С. 27–31. DOI: 10.12737/5587.

Больше трех

Козлова И.А. Построение линии пересечения некоторых сложных поверхностей / Т.В. Гусева [и др.] // Геометрия и графика. 2015. Т. 3. № 2. С. 38–45. DOI: 10.12737/12167.

Ссылки на статьи в сборнике «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации» (каждый год выпускается только один том, о чем и надо указывать без названия города).

Тихонов-Бугров Д.Е. К попытке оптимизации компоновки чертежа при обучении инженерной графике / Д.Е. Тихонов-Бугров, Е.А. Солодухин // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2015. – № 2. – С. 14–16.

Иногда система РИНЦ не учитывает ссылки с переносами, поэтому для исключения такого вида ошибок необходимо отключать сервис расстановки переносов.

Вся литература, включая references, занимает в статье не менее 3 страниц. Таким образом, вместе с начальными данными из 2 страниц уже набирается объем в 5 страниц.

Уважаемые авторы, очень хочется, чтобы ваша статья немного превышала суммарный объем аннотаций и списка литературы. Думаем, 8–9 страниц основного текста должно хватить.

В преамбуле к своей статье надо указать (примерно как в диссертации), что было сделано и придумано до вас, иначе вы выглядите первопроходцем, основоположником, классиком.

3. О тематике статей

Анализируя структуру статей, входящих в журнал, редколлегия отмечает, что основное их количество относится к методике проведения и выполнения аудиторных и самостоятельных работ, т.е. к рубрике «Методические вопросы преподавания». В этом нет ничего плохого, но, как мудро высказался один из коллег, через десять-пятнадцать лет эти статьи

не будут интересны, поскольку методика постоянно меняется, а вот научные, в том числе историко-научные, статьи будут интересны всегда.

Как писал когда-то Лев Гумилев: «И ведь мало кому приходит в голову, что в свое время прошлое тоже было современностью. Значит, видимое постоянство современности – обман, и сама она ничем не отличается от истории. Все хваленое настоящее – лишь момент, тут же становящийся прошлым, а вернуть сегодняшнее утро ничуть не легче, чем эпоху Пунических или наполеоновских войн. И как это ни парадоксально, именно современность мнима, а история – реальна. Для нее характерна смена эпох, когда внезапно рушится равновесие народов и держав: малые племена совершают великие походы и завоевания, а могучие империи оказываются бессильными; одна культура сменяет другую, а вчерашние боги оказываются никчемными истуканами. Чтобы понять исторические закономерности, работали поколения настоящих ученых, книги которых до сих пор находят своего читателя».

Действительно, гораздо проще описать, как преподаватель ведет занятие, чем создать нечто новое в геометрии. Тут можно согласиться с профессором Ротковым Сергеем Игоревичем, который отметил низкую публикационную активность сотрудников кафедр геометрографического профиля. Из-за этого, в частности, прекращают свою жизнь не только кафедры, которые присоединяют к как бы профильным, – уничтожаются диссертационные советы по геометрии, что приведет в конечном итоге и к ликвидации кафедр начертательной геометрии по всей России.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА В РАМКАХ БОЛОНСКОГО ПРОЦЕССА

Д.Е. Тихонов-Бугров¹, В.Т. Тозик²

¹Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

Рассматривается ситуация в образовании, возникшая в результате вступления России в Болонский процесс, отмечаются современные тенденции. Анализируется положение инженерной графики в подготовке бакалавров.

Ключевые слова: болонский процесс, инженерная графика, качество образования, проектное обучение.

ENGINEERING GRAPHICS IN THE FRAMEWORK OF THE BOLOGNA PROCESS

D.E. Tikhonov-Bugrov¹, V.T. Tozik²

¹Baltic State Technical University "Voenmeh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

²Saint Petersburg National Research University of Information
Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg

This is the situation in education resulting from the accession of Russia to the Bologna process, modern trends. Analysis of the situation with engineering graphics in preparation of bachelors is made.

Keywords: the Bologna process, engineering graphics, the quality of education, project-based learning.

Россия официально присоединилась к Болонскому процессу 19 сентября 2003 г. До сих пор этот процесс находится в переходном состоянии не только у нас, но и в Европе. Причинами такого состояния являются как политическая ситуация и экономические трудности, затронувшие все без исключения европейские страны, так и неоднозначное отношение к нему потребителей из промышленности и других профессиональных сообществ. Все это говорит о том, что переходное состояние затягивается надолго. На конференции в Берне в 2005 г. министры образования европейских стран вынуждены были констатировать, что бакалавры имеют неопределенные перспективы трудоустройства.

Выражаясь просто, в большинстве европейских стран работодатели не готовы к приему на работу лиц с таким образованием.

Эйфория отечественных чиновников по поводу того, что участие в Болонском процессе не только позволит сэкономить, но и улучшит качество образования, обеспечит мобильность и конкурентоспособность выпускников отечественных вузов, тает на глазах, хотя профессиональное сообщество с самого начала предупреждало о несбыточности этих желаний. Да и задача признания наших дипломов окончательно провалилась с введением санкций. А теперь зададим не совсем риторический вопрос: кому и какую пользу приносит расширенный выход наших специалистов на зарубежные рынки труда?

Периодически на тематических конференциях Болонского сообщества провозглашаются студентоориентированное высшее образование, концепция обучения в течение всей жизни с введением промежуточных квалификаций, «сосредоточенное обучение», лично ориентированное обучение. Все эти качества в той или иной степени были давно присущи отечественному образованию, являются хорошо забытым старым.

В официальных документах к настоящему времени окончательно сформулировано наличие трех ступеней высшего образования:

- ◆ 1-я ступень (3–4 года обучения) – бакалавр (в документах Болонского соглашения не говорится о том, что первая ступень должна обязательно носить название «бакалавр»);
- ◆ 2-я ступень (5 лет) – магистр;
- ◆ 3-я ступень (3 года) – доктор.

Следует заметить, что переход на Болонскую систему породил (по крайней мере в нашей стране) небывалую бюрократизацию, несмотря на провозглашенную самостоятельность вузов. Кроме этого, усилилось расслоение вузов с появлением тех, кто не принял систему или, вернее, добился права ее не принимать. В Европе это, например, Кембридж, у нас – Московский и Санкт-Петербургский университеты.

За время, прошедшее с подписания Болонской декларации, отношение к ней в Европе несколько изменилось. Это касается прежде всего медицинского, юридического и инженерного направлений подготовки. Например, в итальянских университетах [1] по этим ключевым направлениям применяется образовательная схема 5 + 2 вместо 4 + 2.

В мировой образовательной практике тем временем делается упор на выращивание и воспитание творцов. В Китае и многих других странах успешно работают программы «Воспитание талантов». Ведущие

вузы развитых стран усиливают проектную составляющую учебного процесса, неразрывно связанную с производственной практикой, моделируют производственную деятельность. Учебное инженерное проектирование, например в Массачусетском технологическом университете, составляет не менее 10 %.

А что у нас? В силу нехватки времени отказались как от фундаментальной двухлетней физико-математической подготовки, так и от широкого спектра дисциплин инженерного проектирования с опорой на производственную практику, которая для некоторых специальностей доходила до 28 недель. Для бакалавриата характерно резкое уменьшение часов как на физико-математическую подготовку, так и на проектно-производственное обучение. Попытка сгладить последствия «оболонивания» приводит к появлению очередного чуда безумных новаций горе-реформаторов – провозглашению прикладного бакалавриата, якобы востребованного промышленностью, которому присваивается некая мобильность. Говорят о целевой подготовке магистров. В то же время бывший министр призывает отказаться от выращивания творцов в пользу грамотных потребителей. Знаменитый банкир требует срочно разделяться с остатками отечественной системы образования, дабы не стать дауншифтерами.

На этом фоне появляются девять трендов министра Д. Мантурова, провозглашенные на лекции [2], прочитанной для ярославских студентов. Отметим данные о кадровом дефиците промышленности, составляющие 25 тысяч человек, и самое главное – потребности в специалистах инженерах-универсалах, необходимости изменения образовательных программ под задачи производственного сектора, актуальность географического распределения не только производства, но и проектирования.

По зубам ли такие задачи образованию, построенному по Болонскому принципу? Усиливает ли наше высшее образование бакалавриат по-болонски? В газете «Известия» 26 февраля 2014 г. была опубликована статья «Бакалаврам запретят занимать руководящие посты в госаппарате» [3], в которой бакалавриат квалифицируется как ступень неполного высшего образования. Против такого бакалавриата высказались в Государственной думе представители Роскосмоса, Росатома, Российской академии наук. Всех взволновал проект Приказа Минобрнауки «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования», появившийся на сайте министерства в декабре 2015 г. Из 55 специальностей, существовавших в 2013 г., в 2016 предполагается

оставить 3! Двадцать семь специальностей объединены в одну – «Обеспечение государственной безопасности».

Неутешительная статистика [4] говорит о том, что недобор инженеров-конструкторов в оборонно-промышленном комплексе составляет 22 %, инженеров-технологов – 17 %. Промышленность совместно с вузами ищет выход, понимая, что так же как с ЕГЭ, дело по развалу инженерного образования зашло слишком далеко, а в ближайшее время радикальных шагов по его улучшению, похоже, не предвидится. В Роскосмосе запрос на специалистов в 4 раза больше, чем на бакалавров. Понятно, что современные программы бакалавриата не в состоянии удовлетворить требования предприятий.

Предложения указанных организаций заключаются в следующем:

1) сохранить существующий специалитет до 2018 г.;

2) с 2019 г. ввести инженерный бакалавриат с увеличением срока обучения до пяти лет с добавлением годичной магистратуры, в которую направлять 60–70 % бакалавров; введение технологической магистратуры после 5 лет обучения поддерживает и президент МГТУ им. Баумана, академик И.Б. Федоров [4].

Борьба за специалитет продолжается, однако уверенности в удачном исходе нет. Посмотрим, как выразился В.А. Садовничий, «оболонят» ли Россию? Сформулируем немного иначе: «оболонят» ли ее окончательно?

На этом фоне, в этих рамках (или тисках) живет и выживает (пока) инженерная графика. С кем приходится работать преподавателям кафедры инженерной графики? Со школьниками, в основной массе не изучавшими графику (черчение) в школе, которые интенсивно «накачивались» типовыми, достаточно узконаправленными тренировочными задачами для сдачи ЕГЭ по 3–4 предметам. Остальные предметы находятся в качестве балласта, мешающего подготовке к ЕГЭ приложения. Можно понять учителей, которые говорят о том, что можно забыть о всестороннем образовании. В результате вузовский преподаватель должен ликвидировать недостатки базовой подготовки: помимо основной программы, найти лимит времени на изложение основ проекционного черчения и разделов геометрии, не вошедших в ЕГЭ, но необходимых для изучения начертательной геометрии.

Кстати, о начертательной геометрии. Составители ФГОС под влиянием бесконечной дискуссии между сторонниками и противниками начертательной геометрии, при попустительстве соответствующей Методической комиссии исключили ее из ряда стандартов. Однако при этом часов

на замену начертательной геометрии некой теорией геометрического моделирования или наглядной многомерной геометрией не выделили.

Это обстоятельство, в частности, способствовало последовавшему массовому присоединению кафедр графики к самым разнообразным подразделениям вузов, что свело графическую подготовку почти к нулю. Началось репрофилирование кафедр графики. Известен случай, когда вместо кафедры инженерной графики была создана кафедра графических технологий, по меткому выражению одного преподавателя – «кафедра фотошопа». Человек, поставленный во главе данного подразделения, не имеет отношения ни к геометрии, ни к проектированию и конструированию, являясь дипломированным философом. В результате в течение года было ликвидировано более 40 электронных дистанционных учебников, среди которых и первые в России учебники по инженерной графике и начертательной геометрии с возможностью анимации и погружения в виртуальное 3D-пространство моделей. В свое время эти учебники были отмечены премией Президента России.

На графическую подготовку бакалавров техники и технологии по разным стандартам выделяется один-два семестра. Провести неформальную графическую подготовку человека, выбравшего техническую специальность, за 36 или за 54 аудиторных часов представляется невозможным. Разговоры о том, что современные технологии позволяют эффективно разрешить проблемы, связанные с акцентом на самостоятельную работу студента, не подтверждаются практикой. Большинство обучаемых не умеют самостоятельно добывать информацию, не владеют техникой личной работы и остро нуждаются во взаимодействии с преподавателем. Именно это обстоятельство вынуждает многие кафедры вводить такую форму дополнительных занятий, как самостоятельная работа под руководством преподавателя.

В [6] отмечается, что, конечно, «горячие головы» могут утверждать, что начертательная геометрия совсем не нужна, что изучение стандартов ЕСКД можно в значительной степени сократить за счет самостоятельной работы студентов, а компьютерная графика также может выполняться не в аудитории, а дистанционно, тем самым возлагая ответственность за полученные знания и навыки на плечи обучаемого. Тогда действительно можно все это сохранить до 68 аудиторных часов. Очевидно, что обучение бакалавров в течение одного семестра – профанация учебного процесса. Минимальное количество аудиторных часов, позволяющее вести

учебный процесс с элементами проектного обучения, равно 108, что далеко не всегда обеспечивается при подготовке бакалавров.

Вывод напрашивается сам: следует провести разделение на ступени подготовки с учетом заявления министра о неприменении элементов Болонской системы, ослабляющей наше образование, и с учетом пожеланий промышленности и лидеров технического образования. Чтобы соблюсти формальности, достаточно ввести инженерный бакалавриат с продолжительностью обучения пять (а то и 5,5) лет для всех инженерных специальностей и технологическую магистратуру продолжительностью один год. Придется потратиться. Но на образовании не экономят даже в тяжелые времена.

За это предстоит бороться. Пожелаем успехов всем нам – профессиональному сообществу, работодателям, депутатам.

Список литературы

1. Тозик В.Т. Инженерное образование в современной России (инновации, модернизация, индустриализация...подсечное земледелие) [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки. – 2014. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2014/papers/74> (дата обращения: 24.01.2016).

2. Мантуров Д.В. Современное инженерное образование [Электронный ресурс]. – URL: <http://enginrussia.ru/other/lektsiya%20Denis%20Manturov.pdf> (дата обращения: 21.01.2016).

3. Бакалаврам запретят занимать руководящие посты в госаппарате [Электронный ресурс] // Известия. – 26.02.2014. – URL: <http://izvestia.ru/news/566318/ixzz2wdCB7GNu> (дата обращения: 24.01.2016).

4. Иванов В.Г., Зиятдинова Ю.Н., Сангер Ф.А. Современное инженерное образование: единство в многообразии // Высшее образование в России. – 2015. – № 8-9.

5. Федоров И.Б., Медведев В.Е. Подготовка научно-инженерной элиты для оборонно-промышленного комплекса России // Высшее образование в России. – 2015. – № 8-9.

6. Абросимов С.Н. Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» за 68 часов. Возможно ли это? [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки. – 2011. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2011/papers/80> (дата обращения: 24.01.2016).

К ПЯТИЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ КОНФЕРЕНЦИИ ПО КАЧЕСТВУ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ: ДО И ПОСЛЕ ОЧЕРЕДНЫХ ДИСКУССИЙ

А.О. Горнов

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Дана авторская оценка основных итогов пятилетия конференции КГП. Представлены размышления по результатам работы в 2016 г.

Ключевые слова: пятилетний юбилей КГП, самый представительный профессиональный форум, проблемы инженерной подготовки и консолидации позиций ГГП.

THE FIVE-YEAR ANNIVERSARY CONFERENCE ON THE QUALITY OF GEOMETRICAL GRAPHIC PREPARATION: BEFORE AND AFTER REGULAR DISCUSSIONS

A.O. Gornov

Moscow Power Engineering Institute (MPEI), Moscow

The author's assessment of the main outcomes of the fifth anniversary conference GGE and reflections on the results in 2016.

Keywords: 5-year anniversary, the most representative professional forum, problems of engineering education and consolidation of positions of GGE.

Время действительно идет быстро. Этот форум 2016 г. будет шестым, значит, что КГП вступает в свою вторую пятилетку, и это, несомненно, повод подвести итоги. Скорее всего, каждый постоянный участник КГП оценит их по-своему. Но, надеюсь, общим для нас будет ощущение удовлетворения от совместной работы, все большего интереса наших коллег к участию в КГП и пользы от профессионального и человеческого общения не только в прямом эфире, но и в порядке двусторонних встреч по интересам, «без прессы». Да и кто назовет более представительный по составу (в России), глубине и продолжительности дискуссий профессиональный форум, с таким неравнодушным подходом его участников к общим делам, в том числе организационным. В этот раз оргкомитет, например, принял предложение дать возможность авторам дополнять информацию о себе кратким резюме. А это поможет лучше понять источники той или иной позиции авторов в рамках нашей прикладной области знаний, имея представление об их методических предпочтениях, педагогическом, науч-

ном и проектно-конструкторском опыте, круге профессиональных и других интересов.

За эти годы сформировалось и стало продуктивным взаимодействие двух профессиональных информационно-дискуссионных площадок – электронной и традиционной, журнальной. Наверняка это и далее будет способствовать поддержанию и укреплению статуса журнала «Геометрия и графика», уже ставшим ваковским.

Среди итогов пятилетки нельзя не упомянуть добрым словом слаженную работу непосредственных организаторов и опытных рулевых дискуссионным процессом на конференции – коллег с кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия» ПНИПУ. Постоянно совершенствуется и сам сайт в умелых руках его администрации. К началу новой пятилетки КГП его администрация сделала всем отличный подарок, обеспечив вход в архив публикаций авторов и возможности организации оперативной переписки участников по e-mail.

Работа в Перми начинается задолго до февральских дней и заканчивается в сентябре редакционной подготовкой и изданием сборника материалов конференции (рисунок), который два года назад стал официальным изданием, зарегистрированным в РИНЦ, с электронным вариантом которого в pdf-формате все, конечно, знакомы.



Рис. Сборники материалов конференций КГП

Важно, что наши интересы в эти годы не ограничивались выданными стандартными «кредитами» на дисциплины ГП, а затрагивали широкий спектр, иногда неожиданных, тем и вопросов.

Уже видно, что основная роль преподавателя будет меняться. Он не может по-прежнему быть основным ретранслятором информации и тем более конкурировать в этом с современными информационными

технологиями. Его роль – быть навигатором в информационном и знаниевом пространстве в процессе учебной деятельности, в которой необходимо усиление самостоятельного начала студента. При этом надо стремиться, как следует из позиции многих авторов, моделировать в учебном процессе отдельные фрагменты видов деятельности в технике. Но для этого выпускник школы должен более уверенно владеть инструментом описания важнейшей характеристики мира, в котором он живет, – его геометрией и соответствующим разделом математики. И в средней, и в высшей школе необходимо продолжать поиск содержания и форм учебного процесса, увлекающих, а не принуждающих учащихся.

Не за горами время, когда информационные технологии перейдут на технобиооснову. На базе нанотехносоставляющей ИТ станет возможной персональная локализация огромных баз знаний и формализуемых алгоритмов, для доступа к которым обучаемому не будет нужен посредник. Пусть это еще не де-факто, но готовиться к этому надо. Конечно, образовательная сфера не может целиком опираться на гипотезы, но и постоянно догонять практику не должна. Поэтому уже сейчас нужен педагог с разносторонней эрудицией, расширению которой у всех участников способствует наше общение. На слуху проблемы импортозамещения, которые, несмотря на уверенные голоса политиков, очень непростое дело. Их фундаментальное решение уже давно должно было бы начинаться в образовательной сфере, с настройки у преподавателей и обучаемых ментальности инноваций, мотивирующей продуктивную деятельность учащихся с первого курса. И пока мы будем мыслить категориями дисциплин, а не категориями процессов и деятельности, проблему вряд ли можно решить. Для этого надо постоянно корректировать и «импортозамещать» проникшие инородные элементы образовательной структуры и не засорять ее ничего не решающими по сути, именно по сути, формализациями и переформулировками. Следует обобщать лучший отечественный опыт и инновационные идеи, оперативно, а не десятилетиями, проверять их на практике, для чего надо снять административные «наручники», в которых, при существующей материальной поддержке преподавательского труда, можно только плодить тут же теряющие актуальность многочисленные бумаги.

Эффективное межпредметное взаимодействие, которое актуально не только для ГПП, является одной из задач и состоит не в том, что бы

смешивать методы отдельных дисциплин на абстрактной основе. Отдельные дисциплинарные знания и методы должны взаимодействовать в процессе решения учебных задач прикладного характера, моделируя инженерную деятельность в той или иной сфере. Такая постановка и определит фактическую эффективность и востребованность, теоретическую актуальность и перспективность тех или иных моделей и подходов. А академические обобщения лучше лягут на предварительно подготовленную почву на стадии магистратуры.

Наверное, в нашей образовательной области организационная проблема – одна из самых острых, поэтому прошлогодняя благородная инициатива ДТГУ, реализованная в Дивноморском, номинально должна дать импульс усилению авторитета НМС. А пока то позитивное, что нарабатывается общими усилиями, так и остается, судя по всему, в нашей среде (это, конечно, хорошо), не доходя (это плохо) до руководящих структур и руководителей ВПО. Нет необходимых обратных связей. А реализовать прогрессивное в разомкнутой системе можно только, если руководитель в одном лице – и реформатор, и законодатель, и инвестор, и администратор, и исполнитель, и ревизор, и альтруист. Анализ архивов наших докладов и комментариев на КГП все еще оставляет ощущение, что мы намного лучше излагаем свои мысли и точки зрения, чем вникаем и осмысливаем то, что предлагается коллегами. Это не способствует консолидации точек зрения, выделению главного, порождает ненужные и непродуктивные повторы и кажущиеся противоречия, не позволяет объединить усилия на решении общих задач. Правда, выделить и обобщить их не просто, но именно для этого и нужен мудрый консолидирующий орган, как бы «профессиональный пассионарий», для которого общее дело важнее собственных предпочтений, а эту функцию, как представляется, наряду с КГП, должен выполнять НМС.

Не скрою, впечатления от только что прошедшей конференции неоднозначные и даже противоречивые. Показалось, что настроение коллег тоже разное и в целом не отличается особым оптимизмом. Наверно, это и есть результат оптимизации кафедр и учебного процесса и номинального повышения оплаты труда преподавателей. Количество зарегистрировавшихся коллег, а затем наблюдавших за процессом на КГП – 2016, кажется, было больше обычного, не только среди тех, кому по статусу это не положено, но и среди обычно активных участников. Но жизнь, и профессиональная в частности, не простая штука. Не хочется делать далеко идущих выводов. Как все некатастрофиче-

ские процессы, интерес к участию в форуме, если судить по количеству участников, да и по другим показателям, можно, хотя и грубо, аппроксимировать экспонентой, прогнозируя их устойчивое значение. С разных позиций можно оценивать остроту и содержание терминологических и понятийных споров. Но приходит на ум такая аналогия. Словарь терминов и приемов в сфере разработки, например, оружия, не совпадает со словарем командира на поле боя. Естественно, что соответствующие кнопки и рычаги они называют одинаково. И не думаю, что главный конструктор подсказывает полковому командиру, как тактически использовать оружие в конкретном бою. Кроме того, именно боевая практика подсказывают направление модернизации изделий, а не наоборот. А терминологический интерфейс разработчиков и практиков должен быть продуктом взаимовлияния и взаимопонимания.

Учитывая высказанные мнения и комментарии на квалификационную тему, хочу привести реплику крупного отечественного ученого в области электрических систем – В.А. Веникова (1912–1988) – относительно бывшей некогда практики планирования докторских диссертаций: «Не надо их планировать; докторская диссертация – это попутный продукт большой научной работы...». Таким образом, не надо специально писать докторские диссертации! Критерии для диссертации докторского уровня в области техники и технологий должны быть просты: «открыто новое научное направление» или «решена важная народно-хозяйственной задача». Представляется, что в педагогике опираться на подобные оценки сложнее. Объективным результатом, что является главным признаком научности, здесь могут быть, как представляется, только новые и глубокие, подкрепленные научными методами, обобщения или образовательные парадигмы, а не частные субъективные методики и результаты или обзоры на фоне других, тоже субъективных, ничем не худших и не лучших – тоже успешно реализованных и тоже в локальных условиях.

По-разному можно оценить и перспективность предложений по сохранению кафедр ИГ (условно) на фоне процесса их в лучшем случае интеграции с другими кафедрами. Тут для осмысления и реализации видны две цели: сохранение кафедр за счет резкого подъема компетентности ППС и усиление базовой прикладной роли кафедр в ГГП, понимаемой широко. В любом варианте, особенно в первом, задача не из простых. Потом найдется ли достаточно потребителей на вторичный продукт (бакалавров, магистров), если их производство наладить? Скорее, если уж решать проблему самосохранения, то надо ставить обе

задачи в их взаимосвязи, стараясь сохранить потребителей ГПП подготовки в лице общетехнических специальных кафедр. Но без движения им навстречу будем иметь то, что имеем.

Существует еще один вариант, который потребует не меньшей квалификации ППС, – переход на позиции инженерной пропедевтики, включая ГПП со всеми технологиями и дизайн. С одной стороны, это инструмент для доработки наследства средней школы, а с другой – погружение в среду специфической инженерной ментальности, для чего нужна широкая и одновременно глубокая эрудиция преподавателей. А поле для становления такого подхода огромно. Но все это имеет смысл, если оно кому-то нужно из потребителей нашей продукции, включая государство. Наша задача – предлагать.

Еще раз скажем про военные аналогии. Не могу не привести пример эффективности борьбы за общее дело, когда у нас то тут, то там возникают «боевые» столкновения по инициативе тех, кто ищет одну победу на всех. Может быть, дело наше общее, но цели в нем разные? И красивая аналогия с конем, приведенная коллегами, воспринимается как-то неоднозначно. Действительно, коня можно привести к водопою, но можно ли его заставить пить, если вода не очень вкусная, и упрекать его за это? А вкус хорошему напитку придает родниковый аромат, а не привкус от почти непроточного водоема. Надо освежать предметную часть заданий. Облик объектов техники изменился, в том числе за счет новых материалов и технологий.

Опции сайта КПП существенно обогатились, но пока не полностью освоены участниками, а это информационный резерв для повышения взаимопонимания в дальнейшем. В действительности есть, что обдумать и в чем разобраться. Будем, однако, оптимистами. Все равно наступит время очередной «посевной», и надо будет брать кредит альтруизма.

СЕКЦИЯ «ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ПРАКТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

А.А. Бойков

Ивановский государственный энергетический университет
им. В.И. Ленина, Иваново

Приводится обзор систем автоматической и автоматизированной проверки решений инженерно-графических заданий. Исследуются вопросы автоматизации проверки. Приводятся результаты разработки системы автоматической проверки решений в формате DXF и внедрения ее в состав интернет-системы.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, самостоятельная работа, верифицируемость, автоматическая проверка.

AUTOMATION OF CHECKING OF SOLUTIONS OF ENGINEERING AND GRAPHIC TASKS

A.A. Boykov

Ivanovo State Power University named by V.I. Lenin, Ivanovo

A review of the automated systems of engineering and graphics task solution checking was made. Problems of the automation of checking were investigated. The results of development and introduction into a web-system of the system of automatic checking of tasks solutions presented in DXF were shown.

Keywords: descriptive geometry, engineering drawing, independent work, verifiability, automatic checking.

Введение

В статье [1] было дано определение верификации и были выделены группы задач верификации инженерно-графических заданий, а также было показано применение геометро-графических тренажеров для проверки элементарных навыков проекционного моделирования (первая группа задач верификации). Значительно больший интерес представляет другая группа – верификация решений инженерно-графических заданий.

В настоящей работе будет приведен обзор систем автоматической и автоматизированной проверки инженерно-графических заданий, обобщена задача автоматической проверки и показан общий подход к созданию систем автоматической проверки инженерно-графических заданий.

1. Обзор систем проверки инженерно-графических заданий

1. В работе В.В. Кислякова и С.В. Осовеца [2] (2000) сообщается о применении программного комплекса для решения и проверки заданий по начертательной геометрии. Комплекс работает под управлением операционной системы MS-DOS и состоит из четырех блоков: блока представления начального условия, рабочего редактора, блока контроля и демонстрации правильного решения. К сожалению, в статье не приведена методика автоматической проверки и копии экранов действующей системы.

2. В работе В.В. Карабчевского [3] (2002) показана методика автоматической проверки решений заданий по начертательной геометрии средствами системы AutoCAD. Для примера выбрана задача построения проекций перпендикуляра к плоскости общего положения (рис. 1, *а*). Проверку выполняет программа на языке AutoLISP, которая вычисляет координаты отрезков (проекций перпендикуляра), просит пользователя указать построенные им отрезки и сравнивает координаты с эталонными. Система корректно справляется с ситуацией, когда проекции фигур смещены: «для сравнения результата, полученного пользователем, с результатами расчета следует откорректировать значения точек, задающих начала и концы отрезков, указанных пользователем..., так как данные о примитивах хранятся в мировой системе координат, начало координат на эюре Монжа может быть произвольно расположено на плоскости XU мировой системы координат».

Недостатки методики следующие: при решении пользователь не обозначает проекции перпендикуляра, а система не проверяет обозначений; проекции перпендикуляра должны строиться как отрезки, хотя среди инструментов есть и другие фигуры – прямые, лучи; проверка чувствительна к направлению отрезков.

3. В пособиях С.А. Задруцкого и др. [4] (2003) и [5] (2006) показан редактор (рис. 1, *б*) геометрических моделей RZNG (DrawCAD) для самостоятельного тренажа и контроля навыков решения задач начертательной геометрии. Редактор предоставляет студенту набор инструментов (точки, отрезки, окружности) для проекционного модели-

рования. Параметры фигур вводятся с клавиатуры (в режиме командной строки). Выбор объектов и построение некоторых из них может выполняться визуально.

В контрольном режиме студент открывает исходные данные задачи и решает ее при помощи ограниченного числа команд, этим обеспечивается совпадение верно построенных фигур с эталонными. Система проверяет решение, если результатом построений является точка, отрезок или фигура, состоящая из точек и отрезков. Формулировки задач не предполагают альтернативных решений. Обозначения добавляются автоматически и не требуют проверки.

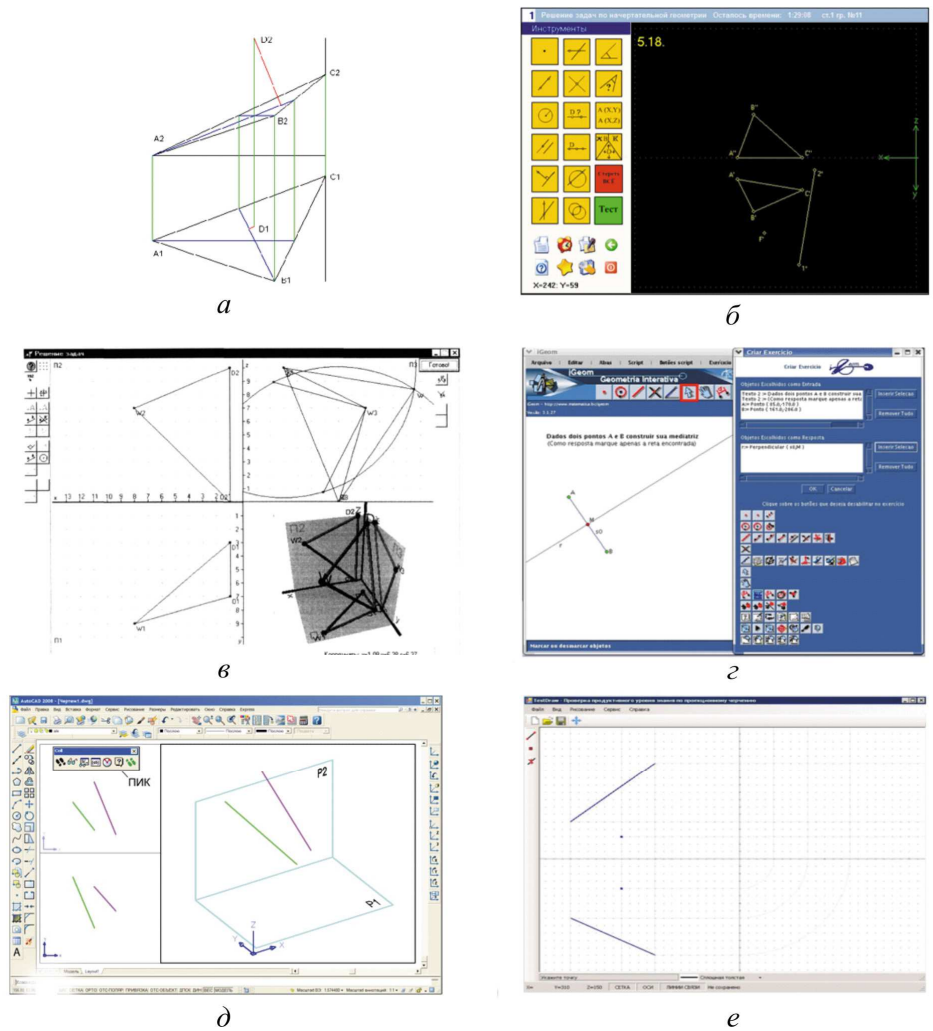


Рис. 1. Скриншоты систем автоматической и автоматизированной проверки к обзору

4. В работе А.Н. Губанова [6] (2003) демонстрируется работа модуля (рис. 1, в) для решения и автоматической проверки на примере задачи об определении натуральной величины плоской фигуры методом прямоугольного треугольника. Трехмерные модели точек и отрезков представлены в интерфейсе системы проекциями – видами и аксонометрией. Проверка осуществляется на основе сравнения координат точек и длин отрезков с заданным порогом точности, причем сравнение трехмерных фигур осуществляется отдельно, плоских – отдельно. Для проверки в эталон включены все возможные плоские треугольники. Правильно построенным считается треугольник, если он совпадает с любым из эталонных. Проверка обозначений в системе не предусмотрена.

5. В пособии Ц.Ц. Доржиева [7] (2004) на примере задачи построения линии пересечения двух поверхностей показывается методика, в которой решение строится в режиме вопрос-ответ: система задает вопрос – просит построить фигуру либо указать ее на экране, студент – строит или указывает. Методика также основывается на использовании связи системы AutoCAD и языка программирования AutoLISP.

6. В монографии Ю.В. Савельева [8] (2005) показывается обучающая система по начертательной геометрии, работающая по принципу деления задачи на этапы. Переход от этапа к этапу происходит при выборе правильного действия из списка, в случае ошибки студент вынужден возвращаться на предыдущий этап и повторять попытку.

7. В работе S. Isotani, L.O. Brandao [9] (2008) рассматривается использование системы динамической геометрии iGeom (рис. 1, г), которая позволяет строить графические модели (конструкции) на плоскости из точек, прямых и окружностей, использовать измерения и некоторые аффинные преобразования и проверять конструкции учеников. Система предназначена для задач планиметрии. Создание проверяющей модели включает в себя следующие шаги:

- 1) построение фигур;
- 2) указание фигур, считающихся исходными;
- 3) указание фигур, которые требуется построить в задании;
- 4) указание команд, которые ученик может и не может использовать;
- 5) сохранение задачи.

Проверка правильности построенной учеником конструкции осуществляется в результате выполнения двух процедур: установления соответствия между проверяемой и проверяющей (template) конструкциями и расчета расстояния между ними. Вычисление расстояния основано

на том, что всякая фигура представляется кортежем из n величин, причем расстояние можно искать только между фигурами одного класса. В этом случае расстояние между фигурами вычисляется как линейное расстояние в n -мерном евклидовом пространстве. Расстояние между фигурами разных классов считается равным $+\infty$.

При установлении соответствия выбираются пары фигур из проверяемой и проверяющей конструкций, находящиеся на наименьшем расстоянии. Фигуры, для которых соответствие установлено, убираются из конструкции, и процесс повторяется до установления соответствий всех фигур.

Расстояние между конструкциями рассматривается как сумма расстояний между соответствующими элементами конструкций. Эквивалентными считаются конструкции, расстояние между которыми равно 0; правильными – расстояние между которыми лежит в пределах допуска ε . Для проверки параметрических связей конструкция сдвигается и процесс повторяется. Если параметрические связи соответствуют эталону, сдвиг не изменяет расстояния, в противном случае проверяемая конструкция содержит ошибки.

8. В работе А. Л. Хейфеца [10] (2010) (рис. 1, δ) рассматривается автоматизированный коллоквиум на базе системы AutoCAD и программ AutoLISP для проверки решений задач трехмерного моделирования. После получения задания студент отвечает на четыре вопроса, ответ на каждый вопрос требует выполнения геометрических построений, построив искомый объект, студент указывает его курсором.

9. В работе А.С. Бобровских [11] (2011) предложены методика проверки и язык описания алгоритмов задач начертательной геометрии. Методика сводится к тому, что в базе данных хранится алгоритм решения задачи. Он может быть воспроизведен системой визуализации, т.е. использоваться в режиме демонстрации решения задачи. Алгоритм также может использоваться в качестве эталонной последовательности при проверке действий обучаемого. Предполагается пошаговый контроль действий пользователя, подкрепленный изображением, формируемым визуализатором.

10. В работах Ю.В. Полозкова, В.И. Луцейковича, Д.Г. Козинеца [12, 13] (2011) предлагается методика организации решения и проверки графических моделей на базе создаваемого редактора (рис. 1, ϵ). Информационная структура модели содержит уровни: чертеж – область – плоскость проекций – примитив. В качестве примитивов высту-

пают точки, отрезки, прямые, окружности и дуги, сплайны. Для обеспечения сравнения все изображения жестко связаны с используемой системой координат. Применяются два метода проверки результатов:

1) метод проверки заранее заданных условий – подразумевает использовать именованные объекты (точки), координаты которых известны;

2) метод сравнения векторных изображений – основан на сравнении координат точек и единичных отрезков, из которых состоит изображение.

Система проверки работает с плоской моделью, закрепленной в поле редактора позиционно и метрически. Обозначения фигур не предполагаются.

11. В работах K. Goh, S. Shukri, R. Manaо [14, 15] (2013) развивается идея проверки графических моделей общего вида, создаваемых в CAD-системах, на основе анализа графических файлов (DXF), которые для удобства проверки должны быть преобразованы в более компактный и подходящий для извлечения параметров фигур формат SVG. Сравнение модели с эталонной осуществляется подобно тому, как это показано в работе S. Isotani, L.O. Brandao.

Сравнительные характеристики систем проверки приведены в таблице. Анализ работ показывает, что имеются два основных подхода: использование CAD-редактора (AutoCAD и язык программирования AutoLISP) [2, 5, 8] или разработка собственного редактора [1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11]. В некоторых работах осуществляется пошаговая проверка [5, 6, 9], при этом основу проверки составляет сравнение выполненной студентом команды с командой, определенной на текущем шаге алгоритма. В системах, осуществляющих проверку результата решения [3, 4, 7, 8], студент имеет дело с заранее подготовленным исходным пространством (плоским или трехмерным), выполняет построения в соответствии с заданием. Основу проверки составляет сравнение характеристик эталонных и построенных фигур. В системе [4] модель содержит одновременно плоские и трехмерные фигуры, а сравнение осуществляется в пределах заданной точности. В работе [8] исходные данные упражнений генерируются случайным образом. В работе [7] операция сравнения заменяется на вычисление расстояния между проверяемой и эталонной моделью. В работах [3] и [7] проверка обозначений не требуется, поскольку фигуры обозначаются по мере их построения.

Наиболее значительные результаты демонстрируют системы [3], [7] и [10], в которых реализованы обобщенные принципы и отработана методика автоматической проверки.

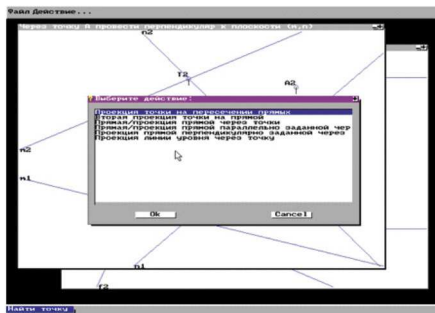
Характеристики систем автоматического контроля навыков решения графических заданий

Год	Автор	Вид задач	Редактор	Проверка	Язык модели	Реализация
2000	В.В. Кисляков, С.В. Осовец [2]	Задачи начертательной геометрии	Специальный	–	–	–
2002	В.В. Карабчевский [3]	Перпендикуляр к плоскости	AutoCAD	Результат решения	2D	Прототип
2003	С.А. Задруцкий и др. [4, 5]	Задачи начертательной геометрии с точками, прямыми и отрезками	Специальный	Результат решения	3D	Система со множеством задач
2003	А.Н. Губанов [6]	Натуральная величина треугольника	Специальный	Результат решения	2D + 3D	Отдельные задачи
2003	А.А. Бойков и др. [16]	Задачи начертательной геометрии с точками, прямыми и отрезками	Специальный	Результат решения	3D	Система со множеством задач
2004	Ц.Ц. Доржиев [7]	Пересечение поверхностей	AutoCAD	Пошаговая	2D	Отдельные задачи
2005	Ю.В. Савельев [8]	Задачи начертательной геометрии	Специальный	Пошаговая	Выбор	Система со множеством задач
2008	S. Isotani, L.O. Brandao [9]	Задачи планиметрии	Специальный	Результат решения	2D	Система со множеством задач
2010	А.Л. Хейфец [10]	Упражнения на построение трехмерных моделей	AutoCAD	Результат решения	3D	Система со множеством задач
2011	А.С. Бобровских [11]	Задачи начертательной геометрии	Специальный	Пошаговая	–	Отдельные задачи
2011	Ю.В. Полозков и др. [12, 13]	Задачи начертательной геометрии	Специальный	Результат решения	2D	Прототип
2013	K. Goh, S. Shukri, R. Manao [14, 15]	Чертежи в формате DXF	AutoCAD	Результат решения	2D	Прототип

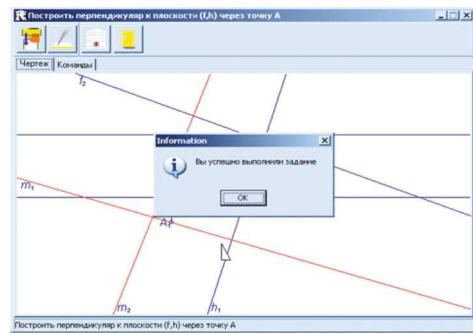
В ИГЭУ исследования по автоматизации контроля решения графических задач начались в 2001 г. Студенты старших курсов В. Сосновиков и М. Крылов под методическим контролем Е.П. Милосердова разработали систему для решения задач начертательной геометрии, работающую подобно системе [6]: алгоритм решения задачи был представлен графом, на каждом шаге студент выбирал действие из списка и, если выбор делался правильно, переходил к следующему шагу. Недостатком подхода была ограниченность числа шагов (в отличие от ре-

ального процесса решения, где возможно выполнение любых построений) и необходимость дополнять список действий ошибочными альтернативами.

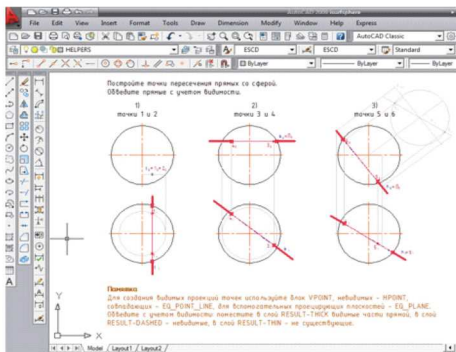
В 2002 г. автором настоящей работы был предложен вариант геометрического редактора на основе списка команд и архитектура системы автоматической проверки позиционных задач начертательной геометрии. Был создан прототип системы с текстовым интерфейсом для MS-DOS, затем – с оконным интерфейсом (рис. 2, а). В 2003 г. была создана система проверки навыков решения (рис. 2, б), которая включала в себя редактор задач (с расширенным набором инструментов и возможностью сохранения задач в базе данных) и систему контроля (с сокращенным набором команд и возможностью загрузки задач из базы данных).



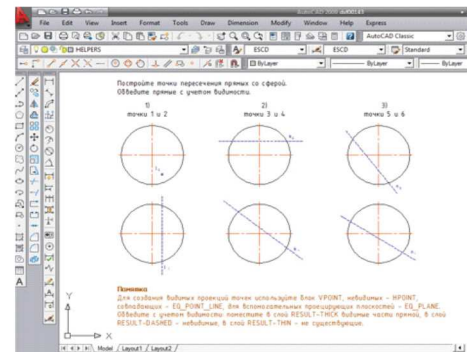
а



б



в



г

Рис. 2. Скриншоты систем автоматической проверки

В процессе решения студент выбирал команды из списка и указывал их параметры (обозначения добавлялись автоматически). При этом он мог строить любые точки, прямые, отрезки и решать задачу способом, наиболее приближенным к реальному процессу решения [16]. Сис-

тема преобразовывала проекции в объекты трехмерного пространства, контроль правильности осуществлялся сравнением с эталонными фигурами. Имелась возможность проверять задачи с альтернативными правильными результатами.

Опыт использования системы показал, что трехмерность проверяемой модели затрудняет обобщение методики на метрические задачи (например, в методе прямоугольного треугольника создаются фигуры, которые не принадлежат моделируемому трехмерному пространству) и задания с заменой плоскостей проекций. Кроме того, было принято решение развивать методы автоматической проверки, ориентируясь на интернет-технологии для последующего внедрения в системы с удаленным доступом.

В 2008 г. была разработана методика проверки решений, представленных в виде истории команд-построений на плоскости [17, 18]: проверка выполняется системой геометрического доказательства на основе шаблонов – параметрических описаний, автоматизирующих структурный анализ истории команд и позволяющих системе узнавать шаги алгоритма решения. В 2011 г. была разработана методика проверки решений заданий с лекальными кривыми, в частности заданий на построение проекций линии пересечения поверхностей.

Практическая реализация была отложена ввиду отсутствия подходящего геометрического редактора, который мог бы быть внедрен в интернет-страницу.

Проведенный анализ систем показывает, что до сих пор не решены проблемы проверки метрических задач, заданий на преобразование чертежа, заданий с поверхностями и развертками и др.

2. Обобщение задачи автоматической проверки решений инженерно-графических заданий

В соответствии с классификацией [20] задача проверки инженерно-графического задания может считаться формальной только для частных случаев, в общем же ее следует считать неформальной, поэтому первым шагом к решению задачи автоматизации стало описание процесса проверки преподавателем (рис. 3, а).

Решение студента и условие задачи используются преподавателем для формирования ментальных проверяемой и эталонной моделей. Грубые ошибки в решении обнаруживаются еще на этапе формирования ментальной модели, нарушая ее целостность. Ментальные модели срав-

ниваются, и выявляются ошибки. Сравнение может осуществляться непосредственным соотнесением эталонного образа с проверяемым (при наличии образца), последовательным определением свойств отдельных элементов по признаку *да/нет* (к примеру, при проверке проекций точки пересечения прямой и плоскости такими свойствами являются принадлежность точки прямой и плоскости) либо выявлением заданной последовательности построений (шагов алгоритма). Проверка включает в себя комплекс процедур распознавания образов, формирования пространственной модели, в общем случае – пространства иной размерности, чем пространство фигур языка описания моделей, соотнесения моделей между собой, формализация результатов в виде оценки.

Таким образом, для решения задачи автоматической проверки необходимо рассмотреть вопросы представления геометрической модели (язык модели) и сравнения геометрических моделей.

3. Представление решений инженерно-графических заданий

В книге Б.И. Аргунова и М.Б. Балка, посвященной построениям на плоскости [21], дается определение задачи на построение, для решения которой «требуется построить... некоторую фигуру, если дана некоторая другая фигура и указаны некоторые соотношения между элементами искомой фигуры и элементами данной фигуры». Это определение легко обобщается на пространство более высокой размерности. Решением инженерно-графической задачи будем считать геометрические модели, формируемые в процессе решения.

Конструктивно-геометрической моделью будем называть пятерку $M = (E, O, R, A, G)$, которая включает множество O геометрических объектов пространства E и отношений R между объектами, определяющих структуру модели, причем каждый объект из O отнесен к какому-либо и только одному элементу из A , называемого алфавитом, а каждое отношение из R отнесено к какому-либо и только одному элементу из G , называемого грамматикой.

Будем считать, что построение осуществляется в соответствии с принципами формирования геометрической модели [22]: «на выбранные непроецируемые фигуры накладываются геометрические отношения, объединяющие их в составные фигуры». В некоторых случаях геометрические отношения используются только на этапе определения параметров фигуры (параметры прямых при определении координат общей

точки), но не включаются в саму модель, поэтому будем различать две формы представления фигур в модели – статическую и динамическую.

Статическое представление фигуры – это определение ее перечислением значений параметров (формы и положения). Динамическое представление фигуры – это определение ее перечислением параметров и отношений, связывающих фигуру с другими фигурами.

Преобразование динамического представления в статическое будем называть *редукцией*. Очевидно, редукция возможна лишь в случае, если все фигуры, с которыми данная связана отношениями, представлены статически и отношения допускают формирование фигуры. *Статическими* будем называть фигуры, представленные статически и динамически, если их представление может быть редуцировано. *Динамическими* фигурами (*составными*) будем называть фигуры, представленные динамически, при этом их представление не может быть редуцировано.

Модели, создаваемые в параметрических САПР, представляют собой динамические фигуры. Если модель, формируемая в геометрическом редакторе, не параметрическая, то выполнение команд представляет собой пошаговую редукцию динамического представления (параметры команды) в статическое (параметры фигуры).

В истории развития методов автоматизации инженерно-графических работ можно выделить два этапа: автоматизация с использованием языков программирования в период 1960–80-х гг., нашедшая отражение в инженерно-графическом образовании с появлением учебных пособий типа [23], и широкое внедрение систем автоматизации проектирования после появления в начале 1980-х гг. первой версии редактора AutoCAD. Следовательно, геометрическая модель может быть представлена как программа на некотором языке программирования либо в виде файла в формате геометрического редактора. Форматы редакторов реализуют так называемое векторное представление геометрических фигур, которое восходит к понятию дисплейного файла [24, 25], т.е. представляет собой «программу дисплейного процессора», поэтому обе формы представления моделей можно считать эквивалентными. Тем не менее необходимо ввести ограничение: будем рассматривать такие геометрические программы высокого уровня, которые не содержат в явном виде иных инструкций (вычислительных, управления ресурсами и др.), кроме операторов построения фигур. Этому определению вполне соответствуют файлы геометрических редакторов.

4. Сравнение геометрических моделей

Целью сравнения является установление факта совпадения ($\Phi \equiv \Phi$) или равенства ($\Phi \cong \Phi$) фигур. Традиционным способом такого сравнения в геометрии еще со времен античности служит способ совмещения (наложения): здесь условием равенства фигур является возможность отображения точек одной фигуры на другую. Поскольку число точек большинства фигур бесконечно, на практике применяют различные условия равенства: сравнение координат точек, длин отрезков, мер углов и др.

Пусть даны эталонная модель $T = (ET, OT, RT, AT, GT)$ и модель $S = (ES, OS, RS, AS, GS)$, требующая проверки. Размерность пространств, алфавит и грамматика в общем случае различны. Множества RS и GS могут быть пустыми (простое перечисление фигур). Система автоматической проверки должна осуществить сравнение S с T .

Сравнение состоит в установлении соответствия проверяемой модели S эталонной модели T и выявлении качественных и количественных различий между ними. Источниками различий служат элементы модели S (фигуры или связи), противоречащие эталону, и элементы модели T , отсутствующие в S . Проверяемая модель правильна, если соответствие является отображением T в S и среди объектов в S , не имеющих прообразов в T , нет каких-либо ошибок.

В общем виде автоматическая проверка конструктивно-геометрической модели представляет собой совокупность трех процедур (рис. 3, б):

1. Предварительное преобразование проверяемой модели S в промежуточную модель S' , которое может иметь целью восстановление связей, потерянных при сохранении модели в графическом редакторе, структурный анализ и выделение фигур из групп примитивов, преобразование в модель с пространством большей или меньшей размерности.

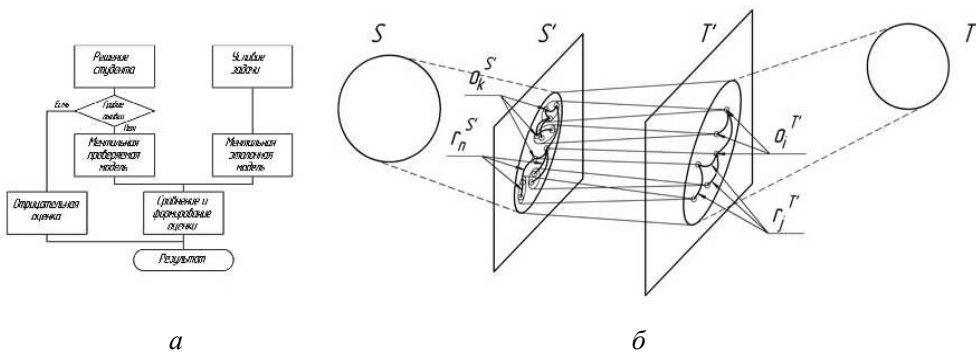


Рис. 3. Моделирование процесса проверки решений инженерно-графических задач

2. Предварительное преобразование эталонной модели T в промежуточную модель T' , в результате которого размерность пространств эталонной и проверяемой моделей станет одинаковой. Например, в работе В.В. Карабчевского [2] осуществляется преобразование T в T' , трехмерные координаты точек A, B, C, D служат для расчета координат эталонных отрезков проекций перпендикуляра.

3. Установление непрерывного соответствия между пространствами ET' и ES' , в результате чего становится возможным установление соответствия между моделями S' и T' , которое в общем случае предполагает поиск для всякого объекта в OT' образа в OS' , и для всякой связи в RT' соответствующей в RS' . Если для какого-то объекта или связи образ не может быть найден, отображение считается неполным и свидетельствует о неправильности (полной или частичной) модели S .

Соответствие объектов и связей в S' и T' подразумевается сложным и производится с учетом как геометрических (соответствие значений параметров формы и положения), так и целого ряда дополнительных свойств. Инициатором установления соответствия является эталонная модель T , которая находится в полном распоряжении разработчика и создается таким образом, чтобы содержать минимальное достаточное число фигур. Это позволяет довольно гибко выбирать фигуры или даже группы фигур в проверяемой модели в качестве образа.

В свете доклада А.Л. Хейфеца «Геометрическая точность компьютерных алгоритмов конструктивных задач» необходимо дать также теоретическое обоснование возможности автоматической проверки. Пусть задание состоит в построении фигуры A , связанной совокупностью отношений с фигурами a, \dots, n .

Необходимое условие: задание следует считать решенным в том случае, если построенная студентом фигура имеет наименование A и модель содержит указанные отношения либо они могут быть выведены из совокупности имеющихся отношений.

Следствие. Проверить правильность решения возможно лишь при условии, что язык моделирования содержит фигуру A , все фигуры a, \dots, n , и все соответствующие отношения и правила вывода.

Ни одна из систем, приведенных выше в качестве примера, не удовлетворяет необходимому условию, кроме [7]. Метод проверки на основе анализа отношений подробнее изложен в [18].

Будем искать более мягкое условие, достаточное для проверки.

Достаточное условие. Если все фигуры a, \dots, n – статические, тогда могут быть определены значения всех параметров фигуры A в ре-

зультате редукции. Задание следует считать, в принципе, решенным, если построенная студентом фигура имеет наименование A и подходит по параметрам к эталону.

Условие основывается на том, что практическая составляющая задания состоит в построении именно этой фигуры, а каким именно образом она будет получена, неважно. Очевидно, существует шанс случайного построения фигуры A , но предполагается, что им можно пренебречь. Однако уже в такой формулировке можно назвать примеры, когда формально правильное решение система отвергнет (окружность, составленную из кусков сплайна Безье) или когда неправильное решение *совпадет* с ответом (на одной из олимпиад студент нашел нужную точку, просто поделив отрезок на три части, хотя требовалось использовать довольно сложные отношения).

Тем не менее и такая формулировка не позволяет проверять задания, например, на построение лекальных кривых. Так, линия пересечения двух поверхностей второго порядка – алгебраическая кривая четвертого порядка – отсутствует в языке моделирования геометрических редакторов. При решении задания студент, скорее всего, использует сплайн, т.е. фигуру иную, нежели A . Ни о каком точном соответствии параметров говорить нельзя, поэтому введем особый вид фигур – *полифигуры*, в отношении которых будем считать, что фигуры совпадают, если совпадают все контрольные точки и некоторое число промежуточных точек находится в непосредственной близости (в пределах допуска).

Во всех случаях возможность проверки решения обеспечивается тем, что предварительно доказано (разработчиком эталона), что именно фигура A является решением.

5. Автоматизация сравнения моделей

Проверку осуществляет проверяющая машина (термин «машина» употреблен по аналогии с геометрической машиной в [26]).

Проверяющая машина – совокупность данных и алгоритмов, устанавливающая соответствие проверяемой модели эталону, информационная структура которой может быть представлена в виде кортежа (P_O, F_O, P_R, G_R, V) , где P_O – словарь алфавита, множество троек вида $(a^i_{T'}, a^j_{S'}, f^i)$, $a^i_{T'}$, $a^j_{S'}$ – соответственно элементы алфавитов $A_{T'}$ и $A_{S'}$, а f^i – оператор сопоставления, F_O – множество таких операторов, P_R – словарь грамматики, множество троек вида $(r^i_{T'}, r^j_{S'}, g^i)$, где $r^i_{T'}$, $r^j_{S'}$ – соответственно, элементы грамматик $G_{T'}$ и $G_{S'}$, а g^i – оператор сопостав-

ления, G_O – множество таких операторов, V – собственные атрибуты проверяющей машины, управляющие порядком ее работы.

Обобщенный алгоритм проверки наложением:

1. Осуществляется сортировка объектов O_T и выделяется список B_T таких, которые могут быть использованы для вычисления преобразования пространства E_T .

2. Для каждого b_i в B_T b_i помечается и в соответствии с тройкой $(b_i, a^i_{S'}, f^i)$ выполняется поиск кандидата $o^i_{S'}$ в O_S , кандидат помечается; пара $(b_i, o^i_{S'})$ добавляется в определитель преобразования.

3. Если определитель не полон, шаг 2 повторяется.

4. Если определитель полон, вычисляются параметры преобразования.

5. Для каждого не помеченного в O_T объекта a_i в соответствии с тройкой $(a_i, a^i_{S'}, f^i)$ выполняется поиск кандидата $o^i_{S'}$ такого, что вычисление оператора $f^i(a_i, o^i_{S'})$ подтверждает отображение (с ошибкой или без).

6. Если кандидат найден, то $o^i_{S'}$ помечается.

7. Если кандидаты исчерпаны или отображения выполнены с ошибками, но есть еще тройки $(a_i, a^i_{S'}, f^i)$, шаг 5 повторяется для следующего подходящего символа алфавита $a^i_{S'}$.

8. Если кандидаты и тройки исчерпаны и ни один объект не помечен, то a_i добавляется в список объектов, отображенных с ошибками, шаг 5 повторяется для следующего элемента эталонной модели.

9. Для каждого отношения r_i из R_T проверяется, найдены ли образы объектов o_j и o_k .

10. Если образы не найдены, отношение r_i добавляется в список ошибок, и выполняется шаг 9 для следующего отношения.

11. Если образы найдены, то в соответствии с тройкой $(r_i, r^i_{S'}, g^i)$ выполняется поиск отношения $r^i_{S'}$, связывающего образы объектов o_j и o_k , и вычисляется оператор $g^i(r_i, r^i_{S'})$.

12. Если проверяемая модель не содержит ни одного явного отношения ($G_S = 0, R_S = 0$), то система пытается реконструировать отношение $r^i_{S'}$ для объектов o_j и o_k : $r^i_{S'} = \text{гесоп}(r_i, o_j, o_k)$. Если это возможно, то вычисляется $g^i(r_i, r^i_{S'})$, если нет – отношение r_i добавляется в список ошибок, и выполняется шаг 9 для следующего отношения.

13. По результатам вычисления отношение помещается либо в список успешно отображенных, либо в список отображенных с ошибкой. Затем следует выполнение шага 9 для следующего отношения.

14. Если список B_T не пуст, то возможно повторение шагов 4–13 для новых параметров отображения.

6. Проверка некоторых задач

Широкий круг задач начертательной геометрии может быть проверен с использованием простого метода наложения (что и демонстрировали системы [2, 3] и автора настоящей работы). На рис. 4, а показан чертеж и проверяющая модель задачи пересечения прямой и плоскости. Проверяющая модель состоит из проекций точек M_1 , M_2 и четырех лучей (основная и штриховая линия на двух видах). Начало координат и ось сохранены в качестве определителя преобразования. Прочие объекты чертежа, кроме точек и кусков прямой, при проверке считаются лишними и игнорируются.

Самым простым примером динамической фигуры является безосный чертеж. Будем называть модели *комбинированными*, если фигуры множества O такой модели относятся к разным системам отсчета. Фигуры множества O комбинированной модели можно разделить на классы так, что фигуры каждого класса относятся к своей системе отсчета. Множество фигур делится на компоненты, и соответствие устанавливается покомпонентно. При этом для каждой компоненты определяется собственный определитель преобразования. Пример проверяющей и проверяемой модели задачи с безосным чертежом приведен на рис. 4, б. Здесь индексы проекций среди атрибутов фигур используются для деления модели T на видовые компоненты: в состав видовой компоненты включаются фигуры с соответствующим индексом и фигуры, связанные отношениями только с фигурами компоненты. При проверке задачи определителем отображения первой компоненты выступает проекция A_1 , второй – A_2 . Виды могут быть произвольно смещены вверх или вниз.

В ряде случаев выгодно использовать проверяющую модель в пространстве иной размерности, чем проверяемая. В этом случае эталонная либо проверяемая модель – преобразуется. Например, плоский эталон не позволяет проверить чертежи задач на построение прямой и плоскости параллельно заданной плоскости (рис. 4, в). Проверка может быть выполнена, если применять трехмерную эталонную модель. Проверяемая модель S преобразуется следующим образом:

1) объекты-проекции с одинаковыми именами объединяются в именованные группы (на рис. – $A(A_1, A_2)$, $B(B_1, B_2)$ и т.д.);

2) выполняется обратная задача начертательной геометрии – формирование пространственных фигур (A , B , M и др.) на основе проекций.

GS' и RS' оставляются пустыми.

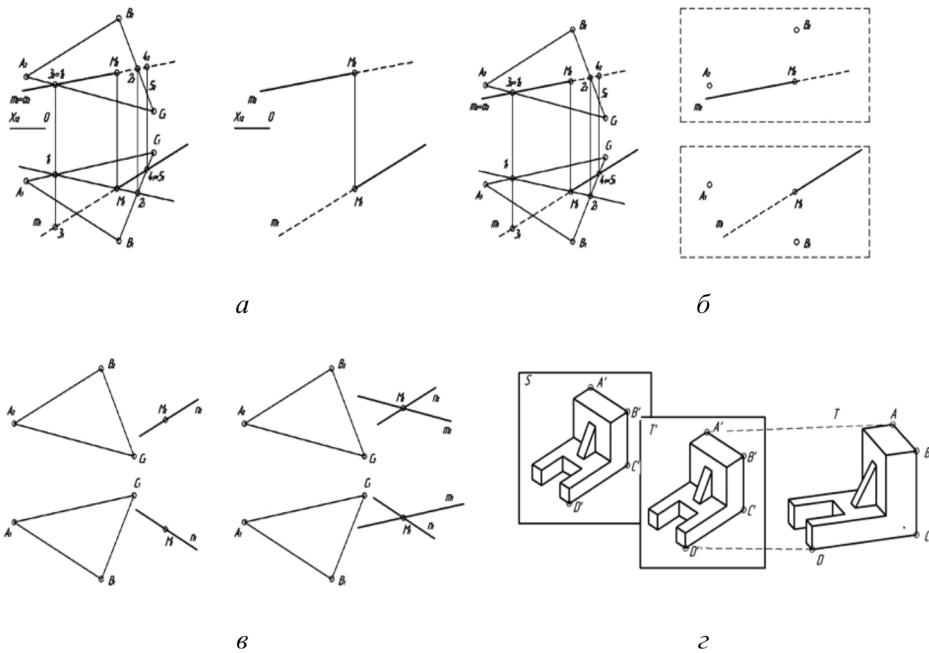


Рис. 4. Примеры чертежей и эталонов

В ряде случаев более выгодно преобразование проверяющей модели T . Так, при проверке аксонометрических проекций трехмерная проверяющая модель отображается в плоскую модель T' и устанавливается соответствие с S . На рис. 4, z показана четверка некомпланарных точек эталона ($A-D$), которая используется в качестве определителя преобразования.

7. Особенности применения реальных языков описания моделей

Модель, созданная в какой-либо реальной системе геометрического моделирования, представляется предложениями соответствующего языка. Это создает ряд дополнительных трудностей обработки таких моделей.

Первая проблема связана с особенностями языка моделирования: 1) одна и та же фигура в языке реальной системы моделирования может быть представлена несколькими способами; 2) не все фигуры реальной системы моделирования, представлены в том виде, как это удобно для автоматической проверки (например, фигурой, наиболее близкой к традиционному изображению прямых в начертательной

геометрии, в геометрических редакторах является отрезок, что создает коллизии – отрезок проверяемой модели может быть отрезком, лучом или прямой); 3) некоторые фигуры задач в реальных системах моделирования отсутствуют и состояются из групп фигур, имеющих среди инструментов редактора (например, фигура проекция точки представляется окружностью, областью заливки внутри окружности, двумя текстовыми полями – названием и индексом проекции); 4) многие языки реальных систем моделирования (например, DXF) не содержат средств для представления связей (их можно восстановить, например принадлежность, касание, но нельзя с уверенностью утверждать, что особое расположение фигуры заняли не вследствие какой-либо случайности).

Перечисленные трудности относятся к категории задач распознавания образов, для их преодоления применяются две стратегии:

1) восходящий разбор – анализ фигур, составляющих проверяемую модель (на языке реальной системы моделирования), выделение групп и объединение их в символы, соответствующие фигурам эталонной системы, анализ геометрических свойств фигур и восстановление утерянных связей – принадлежность, параллельность, перпендикулярность, касание и др.; восходящий разбор является частью преобразования S в S' ;

2) нисходящий разбор – анализ фигур, составляющих эталонную модель и целенаправленный поиск среди фигур проверяемой модели (на языке реальной системы моделирования) групп, соответствующих эталонным фигурам, и атрибутов у фигур, соответствующих эталонным связям.

Вторая проблема связана с разработкой эталонных моделей, которые должны быть представлены на некотором идеальном языке. Программирование их вручную затруднительно, и фактически требуется особый геометрический редактор. Разработка такого редактора сама по себе чрезвычайно сложна. В качестве промежуточного решения можно использовать набор инструментов CAD-системы, расширенный фигурами, приближенными к предметной области. Подобное расширение допускает в настоящее время любая CAD-система (блоки в системе AutoCAD, фрагменты – в «Компасе» и др.). Вставка их в эталонную модель транслируется в соответствующие символы языка (внешний вид фигур-заместителей при этом не обязательно соответствует каким-либо

требованиям или стандартам). Преобразование таких моделей в эталонные является частью преобразования T в T' .

Заключение

Результаты исследования позволили создать систему автоматической проверки чертежей в формате DXF [27]. Пример проверяющей модели и сгенерированный системой чертеж для решения приведены на рис. 2, в–г. Проверку осуществляет php-модуль, внедренный в состав интернет-системы. Эталоны создаются в редакторе AutoCAD с применением специальных блоков – проекция точки, прямой, плоскости и др. Чертеж задачи создается на лету удалением всех фигур из слоев результата и промежуточных построений. Решение (тоже в формате DXF) должно быть загружено в интернет-систему, где мгновенно выполняется проверка.

Достоинства: не нужно разрабатывать графический редактор, доступны все инструменты мощного редактора, эталон создается в том же редакторе, при создании эталона и при решении есть возможность использовать специальные блоки, в одном DXF-файле можно разместить несколько заданий – получается одна комбинированная задача.

Практика показала и недостатки подхода: сложность интерфейса редактора AutoCAD, необходимость изучения инструментов, которые в значительной мере превышают необходимый в учебном курсе набор, недоступность системы на домашних компьютерах (не у всех была возможность скачать и установить лицензионный AutoCAD), необходимость сохранять в формате DXF вместо DWG, необходимость скачивать и загружать файлы в браузере – это помешало мотивировать студентов к использованию инструмента верификации. Фактически, студенты решали задачи и проверяли себя только в рамках факультативного занятия, но ни один из них не решал задачи дома.

Дальнейшее расширение возможностей системы проверки было приостановлено, в настоящее время ведется разработка визуального геометрического редактора на основе технологий, отработанных при создании геометро-графических тренажеров. Предполагается, что программный код системы проверки без значительных модификаций будет использован в связке с новым визуальным редактором.

При решении задачи автоматизации применен достаточно общий подход, что позволяет использовать основной алгоритм и методы для автоматизации проверки решений других классов заданий.

Список литературы

1. Бойков А.А. Верифицируемость инженерно-графических задач как необходимое условие эффективной самостоятельной работы [Электронный ресурс]. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2016/papers/68> (дата обращения: 17.03.2016).
2. Кисляков В.В., Осовец С.В. Программный комплекс для постановки и решения задач по начертательной геометрии [Электронный ресурс] // Материалы электрон. конф. ЭНИТ – 2000, Ульяновск, 17–19 мая. – URL: <http://masters.donntu.org/2004/fvti/proglyadova/library/article3.htm> (дата обращения: 17.01.2016).
3. Карабчевский В.В. Автоматическая генерация решения задач начертательной геометрии как средство формирования эталонов в подсистеме тестирования // Науч. тр. Донец. нац. техн. ун-та. Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем (МАП – 2002). – Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2002. – Вып. 52. – 248 с.
4. Задруцкий С.А., Резанко А.А., Столер В.А. Решение задач по начертательной геометрии графоаналитическим способом с применением ПЭВМ. – Минск: Изд-во БГУИР, 2003. – 52 с.
5. Решение задач по начертательной геометрии с применением ПЭВМ (программа DrawCAD) / С.А. Задруцкий [и др.]. – Минск: Изд-во БГУИР, 2006. – 52 с.
6. Губанов А.Н. Автоматизированная система обучения основам геометрического моделирования в САПР: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12. – Самара, 2003. – 135 с.
7. Доржиев Ц.Ц. Разработка и методические рекомендации по применению автоматизированной обучающей системы (АОС) по начертательной геометрии в учебном процессе. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – С. 36–43
8. Савельев Ю.В. Вычислительная графика. – Екатеринбург, 2005. – С. 102–106.
9. Isotani S., Brandao L.O. An algorithm for automatic checking of exercises in a dynamic geometry system: iGeom // Computers & Education. – 2008. – Vol. 51. – P. 1283–1303.
10. Хейфец А.Л. Автоматизированный коллоквиум как новая форма контроля знаний по графическим дисциплинам [Электронный ресурс]. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2010/papers/39> (дата обращения: 17.03.2016).

11. Бобровских А.С. Разработка обучающей системы для алгоритмов начертательной геометрии с использованием технологии автоматного программирования // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 38–43.

12. Козинец Д.Г., Полозков Ю.В. Программно-методический комплекс поддержки процесса графической подготовки и контроля знаний по начертательной геометрии // Инновационные технологии в инженерном образовании: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 27–28 апреля 2011 г. – Минск, 2011. – С. 247–249.

13. Полозков Ю.В., Луцейкович В.И. Концепция интерактивного программного комплекса обучения и контроля знаний по начертательной геометрии // Вестник Полоц. гос. ун-та. Сер. Е. – 2013. – № 15. – С. 48–57.

14. Goh K., Shukri S., Manao R. Automatic assessment for engineering drawing // J. Soft Computing and Software Engineering. – 2013. – P. 497–507.

15. Goh K., Manao R. Assessing engineering drawings through automated assessment: discussing mechanism to award marks // International Journal of Smart Home. – 2013. – Vol. 7, № 4. – P. 327–336.

16. Бойков А.А., Милосердов Е.П., Федотов А.М. Средства компьютерного обучения графическим дисциплинам // Проблемы научно-методического и организационного обеспечения учебного процесса по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике: сб. тр. Всерос. семинара-совещания заведующих кафедрами графических дисциплин. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2005. – С. 27–29.

17. Бойков А.А. Разработка методов обучения и контроля в автоматизированном учебном комплексе // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2008. – № 7. – С. 47–49.

18. Бойков А.А., Федотов А.М. Применение шаблонов для анализа геометрических построений при решении задач начертательной геометрии в автоматизированной системе // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 3. – С. 29–35.

19. Бойков А.А. Построение линий пересечения поверхностей в системе обучения начертательной геометрии // Состояние и перспективы развития электротехнологии: сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф. (XVI Бенардосовские чтения). – Иваново, 2011. – Т. 3. – С. 366–368.

20. Котов И.И., Полозов В.С., Широкова Л.В. Алгоритмы машинной графики. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.

21. Аргунов Б.И., Балк М.Б. Геометрические построения на плоскости: учеб. пособие. – М.: ГУПИ Министерства просвещения РСФСР, 1957. – 268 с.
22. Автоматизированное проектирование / В.С. Полозов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1983. – С. 28–54.
23. Курс начертательной геометрии на базе ЭВМ / А.М. Тевлин [и др.]. – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с.
24. Гилой В. Интерактивная машинная графика: структуры данных, алгоритмы, языки. – М.: Мир, 1981. – 384 с.
25. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики. – М.: Мир, 1976. – 576 с.
26. Вальков К.И. Введение в теорию моделирования. – Л.: ЛИСИ, 1973. – С. 67–73.
27. Бойков А.А. Тренажер на базе веб-системы и САПР-редактора // Новый университет. Техн. науки. – 2013. – № 7. – С. 55–57.

ЕДИНЫЙ КОНСТРУКТИВНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ О НАХОЖДЕНИИ ВЗАИМНОГО КАСАНИЯ СФЕР ПРОИЗВОЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Д.В. Волошинов

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург

Рассматривается единый конструктивно-геометрический подход к решению задач о касании сфер произвольной размерности.

Ключевые слова: конструктивное геометрическое моделирование, ортогональная окружность, симплекс.

SINGLE CONSTRUCTIVE APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF FINDING A MUTUAL TANGENCY OSPHERES OF ARBITRARY DIMENSION

D.V. Voloshinov

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Communications,
Saint Petersburg

The article deals with a single constructive geometric approach to the problem of tangency of spheres of any dimension.

Keywords: constructive geometrical modeling, orthogonal circle, simplex.

Как известно, задача о нахождении центра сферы, касательной к четырем заданным сферам, решается исходя из нахождения точки взаимного пересечения трех гиперболоидов, каждый из которых является геометрическим местом точек, равноудаленных от одной из пар сфер, участвующих в геометрической операции [1].

Рассмотрим альтернативный конструктивный способ решения той же задачи с использованием метода построения ортогональных сфер (гиперсфер). Реализованный в системе плоско-проекционных моделей, данный способ без каких-либо принципиальных сложностей распространяется на задачу нахождения гиперсферы, касательной к другим гиперсферам произвольной размерности, без необходимости использования квадрик (или гиперквадрик), за исключением сфер (гиперсфер).

Принцип построения касательных сфер поясним на примере касания окружности к трем заданным окружностям на плоскости (задача Аполлония). В пространствах более высоких размерностей принцип выполняемого построения остается тем же.

Пусть на плоскости заданы сферы a , b и c (рисунок). Построим окружность d , ортогональную к данным окружностям [2].

Найдем точки пересечения общих касательных, проведенных к каждой паре исходных сфер: ab для a и b ; ac для a и c ; bc для b и c . Как известно, точки пересечения касательных системы трех окружностей лежат на одной прямой $axis$. Построим теперь радикальные оси rda для окружностей a и d , rdb для b и d и rdc для c и d .

В пересечении с осью $axis$ прямая rda образует точку pa , rdb – точку pb , rdc – точку pc . Опустим из точки pa касательные на окружность a , из pb – на окружность b и из pc – на окружность c .

С центрами в этих точках и радиусами, равными длинам соответственных касательных, строим окружности dpa , dpb и dpc . Из чертежа видно, что эти окружности ортогональны окружности d и прямой $axis$, а также соответственным окружностям a , b и c . Точки пересечения окружностей dpa и a , dpb и b , dpc и c позволяют построить искомые окружности k_1 и k_2 , касательные к трем заданным окружностям a , b и c . Задача решена. Оставшиеся варианты касания окружностей строятся по той же схеме.

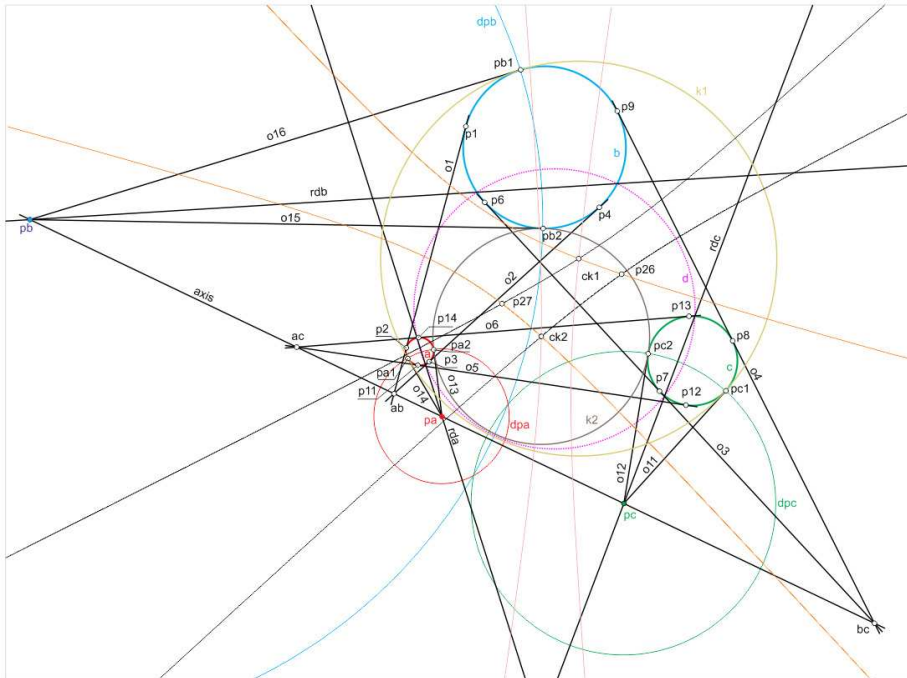


Рис. Решение задачи

На чертеже также показаны точки центров найденных окружностей: ck_1 для k_1 и ck_2 для k_2 . Из него также видно, что центры окружностей лежат на пересечении гипербол, являющихся геометрическими местами точек, равноудаленных от пар исходных сфер. Данные коники в описанном алгоритме не используются.

Перенос описанного метода на сферы пространств высших размерностей принципиальной трудности не составляет. Методы построения радикальных пространств, необходимых для решения задач в пространствах высшей размерности, подробно описаны в [2].

Список литературы

1. Хейфец А.Л. Геометрическая точность компьютерных алгоритмов конструктивных задач // Проблемы качества графической подготовки: традиции и инновации: материалы VI междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2016 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016.

2. Волошинов Д.В. Геометрический факультатив. Чем озадачить заинтересованного студента? // Проблемы качества графической подготовки: традиции и инновации: материалы VI междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2016 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2016.

3D-РИСУНОК КАК СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ НАГЛЯДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Е.М. Сальников

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
Новосибирск

Описан метод построения наглядного изображения «3D-рисунок». Приведено определение понятия «3D-рисунок». Указаны достоинства и недостатки данного метода построения изображения. Представлен опыт обучения школьников выполнению объемных рисунков.

Ключевые слова: наглядное изображение, 3D-рисунок, черчение.

3D PICTURE AS A METHOD OF VISUAL IMAGE CONSTRUCTION

E.M. Sal'nikov

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk

This article describes a method of a visual image constructing which is called “3D drawing”. The paper gives the definition of “3D picture” concept and the assessment of advantages and disadvantages of the method. Also the author shares his experience in teaching 3D drawing to schoolchildren.

Keywords: visual image, 3D drawing, drafting.

Сначала геометрия, потом стереометрия, черчение и, наконец, начертательная геометрия с инженерной графикой – таков обычный путь к пониманию закономерностей отображения пространства на плоскости. К сожалению, не каждому удается пройти его успешно. Зачастую многое остается непонятым, хотя понимание жизненно необходимо для множества профессий. Ключ к пониманию лежит в хорошем пространственном мышлении, которое необходимо развивать с ранних лет. Однако возникает вопрос: как заинтересовать детей и подростков в развитии пространственного мышления, когда это развитие обеспечивают «скучные» и «неинтересные» уроки в школе, такие как черчение и геометрия, тем более когда можно погулять или поиграть в компьютер? Большой редкостью, с нашей точки зрения, является желание подростка заниматься саморазвитием в данной области. Одним из способов повышения мотивации к графической деятельности как детей, так и взрослых может быть приобщение их к искусству создания 3D-рисунков.

3D-рисунок – термин, первое упоминание о котором в российском пространстве сети Интернет мы обнаружили в 2008 г. [1]. С этого времени создание объемных рисунков как направление искусства получило широкое распространение в нашей стране. Синонимами термина можно считать 3D street painting, Madonnari [2], chalk art [3], 3D drawing (дословно – 3D-рисунок) [4], 3D-изображения [5], трехмерные и объемные рисунки [6, 7].

Определение понятия «3D-рисунок» нам удалось найти только в описании 3D уличного или мелового искусства: «это нарисованная на улице двухмерная работа, которая создает оптическую иллюзию “трехмерности” из определенной точки» [8].

С нашей точки зрения, 3D-рисунок – это изображение объекта, построенное с применением центрального проецирования, на одной или нескольких плоскостях, которое только с единственной заданной точки зрения кажется неискаженным, что создает оптическую иллюзию трехмерности.

В настоящее время 3D-рисунки достаточно широко представлены в виде различных арт-объектов, они являются предметом для организации различных выставок, съездов и фестивалей. В своей работе мы предлагаем рассмотреть 3D-рисунок как один из способов построения наглядного изображения, применяемого в профессиональной деятельности архитектора.

Отличие 3D-рисунка, представляющего арт-объект, от наглядного изображения заключается в метрической определенности.

3D-рисунок, выполненный от руки в глазомерном масштабе, так же, как и технический рисунок, позволяет понять геометрические особенности объекта, но при этом о его размерах можно судить очень приблизительно.

3D-рисунок является результатом центрального проецирования объекта на одну или несколько плоскостей. Таким образом, построение изображения сводится к нахождению центральных проекций характерных точек объекта, как точек пересечения проецирующих лучей с соответствующими плоскостями проекций.

Изучение принципов построения 3D-рисунка позволило нам сформулировать правила черчения его как метрически определенного изображения [9]:

1. Длина b 3D-рисунка вертикального отрезка a равна $b = aL/(h - a)$, где h – высота точки зрения, а L – расстояние от точки зрения до вертикального отрезка (рис. 1).

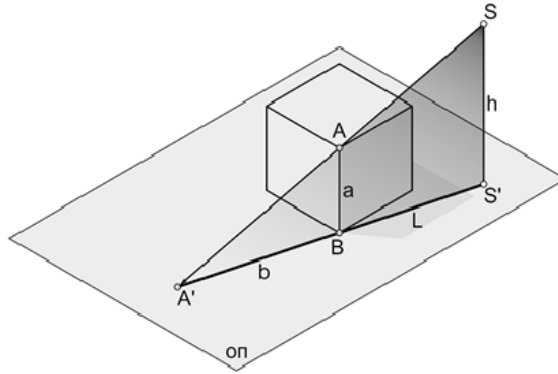


Рис. 1. Определение длины b 3D-рисунка вертикального отрезка a

2. 3D-рисунки всех параллельных прямых сходятся в соответствующих точках схода на основной плоскости (плоскость, на которой изображается 3D-рисунок), кроме прямых, принадлежащих плоскостям, параллельным основной плоскости.

3. 3D-рисунки всех вертикальных прямых сходятся в проекции точки зрения на основную плоскость.

4. 3D-рисунки прямолинейных отрезков в пространстве являются прямолинейными отрезками

5. 3D-рисунки прямолинейных отрезков, находящихся в плоскостях, параллельных основной плоскости, в пространстве параллельны самим прямолинейным отрезкам в пространстве.

6. 3D-рисунки геометрических фигур, принадлежащих плоскостям, параллельным основной плоскости, подобны самим геометрическим фигурам.

7. 3D-рисунки геометрических фигур, принадлежащих основной плоскости, не изменяются относительно своего размера и положения.

8. 3D-рисунок переносного радиуса R : $R = [r(L + b)]/L$, где r – это отрезок, параллельный основной плоскости, находящийся на высоте a . R – 3D-рисунок натурального радиуса r (рис. 2).

На рис. 3 приводится пример построения 3D-рисунка куба, а на рис. 4 – примеры фотографий 3D-рисунков, построенных с использованием описанных правил.

Особенности 3D-рисунка:

1. Иллюзия присутствия объекта в пространстве.
2. Правильно воспринимается только из заданной точки зрения или же в области допустимой погрешности вокруг нее. Размер области

изменяется в зависимости от размера 3D-рисунка: чем он больше, тем больше область погрешности. Именно поэтому огромные 3D-рисунки очень просто увидеть, причем смотря на них обоими глазами.

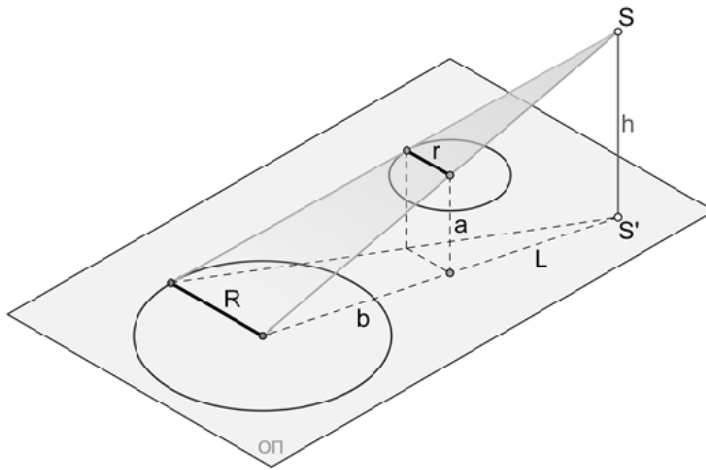


Рис. 2. Натуральный и переносной радиусы r и R

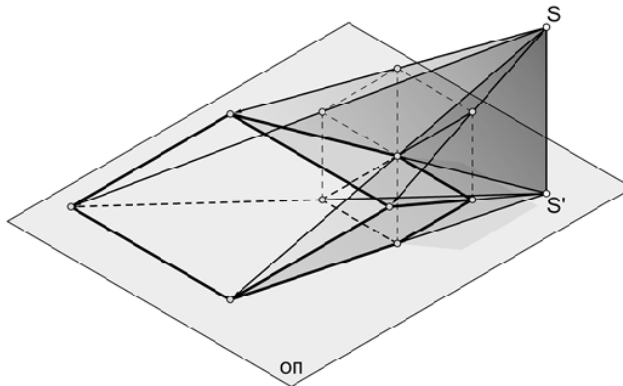


Рис. 3. Построение 3D-рисунка куба

3. Восприятие небольших 3D-рисунков для некоторой категории граждан представляет сложность, которая легко разрешается с помощью оптических приборов.

4. У людей, занимающихся 3D-рисунками, с опытом появляется способность так же легко воспринимают информацию с любой точки зрения.

5. Чем ниже точка зрения и выше объект, тем больше размер 3D-рисунка. Некоторые 3D-рисунки на асфальте имеют площадь более 2000 м^2 [10].

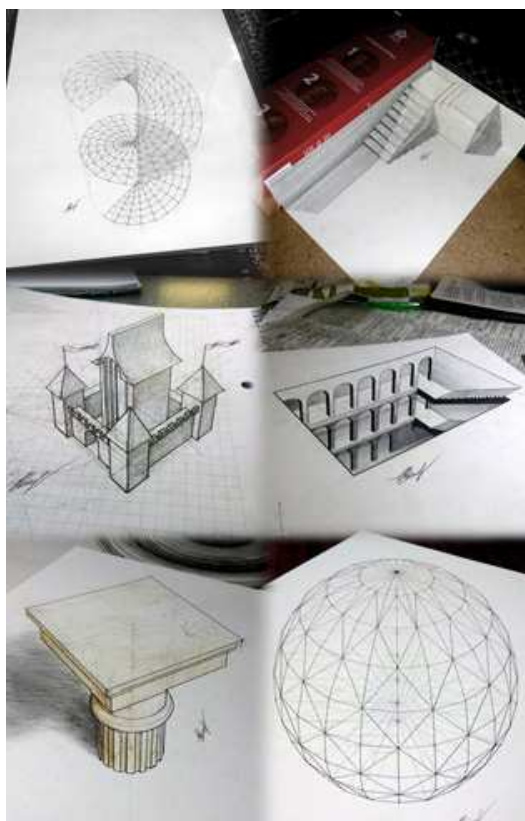


Рис. 4. Примеры 3D-рисунков

3D-рисунок – способ построения наглядного изображения, популярность которого растет. Оригинальность и точность получаемой иллюзии привлекает к данной теме людей совершенно разных возрастов. Этому подтверждением является анализ нескольких групп в социальной сети «ВКонтакте» [11]. Среди групп, имеющих в названии слово «черчение», первой является «Черчение 3D-рисунков» [12], в которой на данный момент примерно 6,6 тыс. участников, и их количество постоянно растет, при этом группа существует всего 10 месяцев. Вторая группа – «3DART – как рисовать 3D-рисунки» [13]. В ней на данный момент почти 70 тыс. человек, что в целом показывает перспективность данного направления в искусстве. Достаточно часто работы из первой группы публикуются во второй, вызывая удивление и вопросы.

В последнее время стало обычным делом, когда разновозрастная молодежь обращается с просьбой научить рисовать (чертить) 3D-рисунки.

Опыт проведения факультатива в 8-м инженерном классе по черчению 3D-рисунков показал, что подросткам понравилось это направление

деятельности. Группой активных школьников из этого класса была выполнена исследовательская работа «Моделирование пространственных объектов на плоскости», посвященная основам черчения 3D-рисунков. Данная работа неоднократно участвовала в различных конференциях и была удостоена 2-го места на научной конференции для школьников «Развитие инженерной мысли: от прошлого в будущее» (рис. 4).

Список литературы

1. Ларина Ю. Художник с улицы [Электронный ресурс] // Коммерсант. – URL: <http://www.kommersant.ru/doc/1966740> (дата обращения: 24.02.2016).
2. Maksiov A. 3D-рисунки на асфальте или 3D street painting [Электронный ресурс]. – URL: <http://maksiov.livejournal.com> (дата обращения: 24.02.2016).
3. Мадоннари [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мадоннари#cite_note-D0...B8.D0.BA_.D1.81_.D1.83.D0.BB.D0.B8.D1.86.D1.8B-1 (дата обращения: 24.02.2016).
4. 30 beautiful 3D drawings – 3D pencil drawings and art works // Wedneel. – URL: <http://webneel.com/3d-drawings-pencil-art> (дата обращения: 24.02.2016).
5. Как творит Моданнари [Электронный ресурс] // Моск. немец. газета. – URL: <http://www.ru.mdz-moskau.eu/kak-tvorit-madonnari> (дата обращения: 24.02.2016).
6. Карантин И. Трехмерные рисунки на асфальте [Электронный ресурс] // Netlore: антология светового фольклора. – URL: <http://www.netlore.ru/trekhmernye-risunki-na-asfalte> (дата обращения: 24.02.2016).
7. Роспись-обманка [Электронный ресурс] // Арт-Ультра. – URL: <http://artultra.ru/rospis-sten/rospis-obmanka.php> (дата обращения: 24.02.2016).
8. 50 absolutely stunning 3D street art (paintings) // Hongkiat Technology Design Inspiration. – URL: <http://www.hongkiat.com/blog/absolutely-stunning-3d-s> (дата обращения: 24.02.2016).
9. Черчение 3D-рисунков. Метод Е.М. Сальникова: пат. РФ № 3304 / Е.М. Сальников. Заявл. 06.03.15; опубл. 06.03.15. – 12 с.

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА В ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ В СИСТЕМЕ ШКОЛА – ВУЗ

**С.Н. Абросимов¹, Д.Е. Тихонов-Бугров¹,
О.Ф. Пахомова², В.А. Уханева³**

¹Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

²Ленинградский областной институт развития образования,
Санкт-Петербург

³МБОУ «Гатчинская СОШ № 9», Гатчина

Рассматриваются проблемы школьного и вузовского отечественного образования с позиций профессионалов, отвечающих за графическую подготовку. Показана ситуация, возникшая в результате исключения графики из основной программы школы. Демонстрируется опыт графической подготовки за счет школьного компонента и олимпиад на базе ракетно-космической тематики. Показано, что в результате сотрудничества БГТУ «Военмех» и других вузов Санкт-Петербурга с Ленинградским областным институтом развития образования и школами удается привлекать талантливых абитуриентов в вузы.

Ключевые слова: инженерная графика, черчение, компьютерная графика, олимпиада, конструирование, ракеты, космос.

THE USE OF ROCKET-AND-SPACE COMPONENTS IN A GRAPHICAL PREPARATION IN SCHOOL-UNIVERSITY SYSTEM

**S.N. Abrosimov¹, D.E. Tikhonov-Bugrov¹,
O.F. Pakhomova², V.A. Uhaneva³**

¹Baltic State Technical University "Voenmeh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

²Leningrad District Institute of Development Education, Saint Petersburg

³School № 9, Gatchina

This article discusses the problems of school and University national education from the perspective of professionals responsible for graphics preparation. The situation arising from the expulsion of the graphics from the main program of the school is shown. Experi-

ence of graphics training at the expense of the school components and Olympic competitions of rocket-and-space-based themes demonstrates. It is shown that as a result of cooperation «Voenmekh» University and other higher educational institutions of St. Petersburg to Leningrad District Institute of Development Education and schools manage to attract talented applicants to universities.

Keywords: engineering graphics, drawing, computer graphics, Olympiad, designing, missiles, space.

Полностью поддерживая тезис о том, что надо лечить экономику, а не залечивать ни в чем не повинное отечественное образование, заметим, что, возможно, главной причиной стремления влиться в Болонский процесс являлось не желание интернационализации нашего образования, а желание на нем сэкономить. Сэкономили на высшей школе. Трудно не согласиться с Андреем Фурсовым [1], который утверждает, что в высшей школе воспитанные на ЕГЭ студенты в основном демонстрируют культурно-образовательную варваризацию и утрату информационной безопасности общества. Компетенции – плохо связанные между собой прикладные информкомплексы, или «умелости», – подменяют реальные знания. Бакалавриат – абортивная форма высшего образования, в судорожных поисках места которой в профессиональной деятельности приходится организовывать доучивание на местах, выдумывать некий технологический бакалавриат – смесь ПТУ с техникумом. Причем не только сэкономили, но и приблизились к мечте известного персонажа о подготовке квалифицированных потребителей, а совсем не творцов.

Надо понимать, что образование сегодня – это намного больше, чем образование, это будущее, и, обрезанное по смыслу или по простоте, оно ослабляет национальную безопасность России [2]. А главная задача нашего образования в понимании некоторых финансовых воротил – необходимость срочной ликвидации остатков отечественной системы, как мы услышали на последнем Гайдаровском форуме.

Досталось и средней школе. Оставим в стороне снижение пороговых значений показателей ЕГЭ по основным предметам, упрощение программ по физике и математике, отсутствие в регионе «технических» классов (согласитесь, что физико-математические – не то). Нас волнует графическая подготовка. Черчения давно нет в основной программе. Ссылка на его присутствие в предмете «Технология» несостоятельна. Постоянные обращения в высшие инстанции учителей, вузовских пре-

подавателей, специалистов в области развития образования, промышленных предприятий, даже ВПК, не возымели никакого действия.

Обучение основам технической графики ведется только за счет школьной компоненты, за счет элективов или силами внешкольных образовательных учреждений. Родители, ориентирующие детей на получение технического образования, понимающие, с какими трудностями столкнуться при обучении на младших курсах вузов люди, не имеющие соответствующей базовой подготовки, ищут возможности обеспечения начальной подготовки в области графики. Понятно, что родительского желания недостаточно. Ребенка надо заинтересовать. Один из способов сделать это – проводить обучение с привлечением тематики, связанной с романтикой и, конечно, с достижениями государства. Такой тематикой, на наш взгляд, является ракетно-космическая, так как в наибольшей степени продукция данной отрасли соответствует мировым стандартам или превосходит их. Не следует забывать и о патриотическом воспитании на примере достижений отечественной техники.

Значение ракетно-космической техники в современном мире, ее влияние на науку, технику (глобальную техносферу), социум, современную цивилизацию, будущее человечества огромно. Меняется актуальность многих профессий. Уходят в прошлое когда-то престижные виды занятий, но есть такие редкие профессии, обладатели которых всегда вызывают уважение, они не всегда открыты для общества, к таким относят деятельность людей, работающих в космической отрасли. Надо показать учащимся через учебные предметы, внеучебную деятельность огромные перспективы ракетно-космических исследований. Их воздействие на фундаментальную науку, международное сотрудничество в космосе, многогранный характер влияния ракетно-космической деятельности на современную цивилизацию ставит вопрос о новых стандартах в социальных взаимоотношениях, служит фактором объединения человечества для решения как земных проблем, так и задач освоения космоса.

Велика роль ракетно-космической техники в развитии современного информационного общества (навигационные, геодезические, системы связи и др.) в образовании глобальной информационной сферы.

Обычно при рассмотрении экологической проблематики (надо заметить, что она по праву занимает значительное место в средней школе) подчеркивается негативное воздействие ракетно-космической техники на природную среду. При этом забывают, что благодаря аэрокосмиче-

ским методам экологического мониторинга человечество получило высокоэффективные способы наблюдения за окружающей средой, без применения которых решение экологических проблем невозможно.

Изучение биографий выдающихся создателей ракетно-космической техники помогает школьникам понять необходимость нестандартного подхода к решению технических проблем, способствует развитию рефлексии – основы для развития инновационных способностей учащихся.

Все перечисленные факторы учитывала В.А. Уханева при написании учебного пособия «Черчение и моделирование на компьютере» [3], построенного на соответствующих примерах. Уже во введении школьники знакомятся с теоретическим чертежом лунохода, моделью орбитальной станции «Спираль».

При обучении работе с графическим пакетом используются: модель орбитального самолета «МАКС»; чертеж первого искусственного спутника Земли; модели космических кораблей «Восток», «Союз», «Клипер». Попутно и ненавязчиво рассказывается о реактивном шаре Герона. Также приводятся сведения о деятельности К.Э. Циолковского, С.П. Королева, Ю. Гагарина, В. Терешковой, А. Леонова.

Гатчинская школа № 9 активно сотрудничает с учреждениями дополнительного образования. Изучение способов формирования чертежа, методов его построения вручную и на компьютере, приемы чтения чертежей дети могут изучать в школе только в виде элективных курсов, в объеме 8 или 14 часов.

В МБОУ ДОД «Гатчинский центр дополнительного образования детей» утверждены планы обучения черчению на 3 года. Курс «Школа чертежника» начинается в 7-м классе: учащиеся осваивают работу с чертежными инструментами, изучают примеры плоскостных построений с нанесением размеров. Основной материал изучения – геометрическое черчение, анализ формы и основы проецирования, составление и чтение чертежа, построение изометрической проекции предметов.

В 8-м классе – «Школа чертежника, второй год обучения». Изучаются разрезы и сечения на чертеже. Во второй половине года – начальные сведения о сборочных чертежах, вычерчивание, составление и чтение сборочных чертежей узлов. Составлено специальное расписание, по 2 урока в неделю.

В 9-м классе курс «Черчение» является базовым для физико-математической и спортивно-технологической специализации по 1 уроку

в неделю: в программе – проецирование, чтение чертежей деталей, разрезы и сечения, понятие о сборочном чертеже и детализации. Другие специализации, например химико-биологическая или экономическая, проходят этот курс на базе ГЦДОД. В 9–11-х классах на базе МБОУ ДО «Информационно-методический центр “Новый Свет”» проходит курс «Черчение и моделирование на компьютере, КОМПАС-3D LT» в объеме учебного пособия [3] по программе [6]. 10-й класс – «Инженерная и компьютерная графика, проектирование и моделирование», 11-й класс – «Начертательная геометрия и проектирование объектов».

В 5–6-х классах проходят занятия по конструированию по программе развивающего обучения. Предусмотрены игровые и занимательные формы, техническое рисование и конструирование на плоскости из элементов.

В 6-м классе – геометрические тела, развертки, моделирование объемных конструкций, построения с помощью чертежных инструментов.

Занятия по дополнительному образованию проводятся в своей школе, а конкурсные мероприятия – на базе ДОД. Сложились традиции участия в олимпиадах и конкурсах. Ежегодно по черчению проходит областная олимпиада по 4 номинациям: классическое черчение для 8 и 9-х классов; конкурс конструкторов и компьютерное черчение.

На базе ПГУПС проводится олимпиада по черчению классическому и компьютерному. В Аничковом дворце проходит Санкт-Петербургская олимпиада по компьютерному черчению. В прошлом году на базе МБОУ ДО ИМЦ «Новый Свет» была разработана и проведена дистанционная олимпиада по компьютерному черчению. Инициативные учащиеся подают заявки и принимают участие в конкурсе «АСы компьютерного моделирования».

Проектные работы учащиеся представляют на фестивале ГУАП «Ветер перемен», конкурсе ДО «Мир вокруг нас», конкурсе проектов в ИМЦ «Новый Свет», на международной конференции «Школьная информатика и проблемы устойчивого развития», которую проводит ГУАП.

Учащимся старших классов применение метода проектов в обучении на базе ДО позволяет реализовать свои мечты, так как, несмотря на работу строго по тематическому плану, в содержательной части программы «Инженерная и компьютерная графика» предусмотрено широкое удовлетворение интересов ребенка и расширение его компетенций в выбранной профессиональной области.

По плану в 9-м классе предлагаются направления для проектирования, связанные с тематикой областной Олимпиады по черчению в но-

минации «Конкурс конструкторов». Кураторами этой олимпиады являются специалисты кафедр «Инженерная и машинная геометрия и графика» и «Ракетостроение» Балтийского государственного технического университета «Военмех», которые и определяют концепцию и содержание данного мероприятия.

В процессе подготовки проекта учащиеся:

- ◆ знакомятся с видами, конструкцией и условиями эксплуатации существующих космических аппаратов;
- ◆ изучают историю создания определенного вида объектов;
- ◆ определяют область своих интересов в заданном направлении, выбирают прототипы и разрабатывают проектную документацию.

Объем проектной документации представляется в виде рисунков и чертежей:

1. Общий вид объекта, представленный в красочном исполнении (рисунок).
2. Разрез с выявлением некоторых узлов конструкции – технический рисунок или эскиз.
3. Конструктивные узлы – изометрическая проекция или чертежи (в зависимости от сложности может быть представлен один или два узла).
4. Чертежи отдельных деталей с размерами и оформлением по нормам ГОСТов.

Регламент по объему представляемой документации позволяет детям проявлять свою инициативу, придумывать формы, функции и назначение объектов. Даже если в дальнейшем учащиеся не выбирают специальности, связанные с космической техникой, они получают опыт поисковой работы в заданном направлении, знакомятся с историей и современным состоянием в определенной области. Таким образом, последовательно усложняясь, учебное проектирование подготавливает учащихся к выбору инженерной профессии, а освоенные классический и компьютерный курсы черчения позволяют успешно учиться и быстро найти работу.

Опыт работы над учебными проектами помогает ориентироваться в потоке научно-технической информации по специальности и создавать базу для дальнейшего совершенствования в профессии. Схема взаимодействия школы с учреждениями дополнительного образования показана на рис. 1.

Творческая образовательная среда, обеспечивающая возможность проявления и развития технических способностей обучающихся, обеспечивается и поддерживается специалистами ГБОУ ДОД «Центр “Интеллект”».



Рис. 1. Схема взаимодействия школы с организациями дополнительного образования

В Ленинградской области накоплен немалый опыт проведения и организации муниципального и регионального этапов олимпиады по инженерному проектированию и компьютерной графике (черчению), ориентированной на престижность конструкторского и технического творчества [4, 5]. Важнейшей целью проведения данной олимпиады является выявление и развитие у обучающихся интереса к научно-техническому творчеству, содействие профессиональному самоопределению обучающихся на региональном рынке труда.

В данной олимпиаде принимают участие представители 18 районов в количестве более 100 обучающихся из общеобразовательных организаций Ленинградской области. Если учесть, что в области как раз и есть 18 муниципальных районов, то можно порадоваться такому охвату учащихся. Но надо честно признать, что в 61 городском поселении и 138 сельских поселениях, входящих в упомянутые 18 районов, далеко не все школы культивируют графику.

Подготовка и участие в олимпиаде помогают обучающимся лучше узнать историю развития техники, по достоинству оценить достижения отечественной космонавтики, понять огромное значение космических исследований для развития науки и техники, проявить свои творческие способности и изобретательность.

Школьники представляют и защищают свои проекты, посвященные знаменательным датам космонавтики, например: 150-летию со дня рождения Циолковского и 50-летию запуска первого искусственного спутника

земли, 50-летию полета в космос Ю.А. Гагарина, созданию лунохода, памяти выдающегося конструктора ракетно-космической техники В.П. Глушко, 100-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея, 70-летию Победы в Великой Отечественной войне.

Независимое жюри, в которое входят специалисты ГАОУ ДПО «ЛОИРО», РГПУ им. А.И. Герцена, БГТУ «Военмех», серьезно оценивает творческие работы учащихся: оригинальность темы и ее воплощение, функциональность конструкции, отдельные конструктивные решения, новизну решения поставленной задачи, качество конструкторской документации. Школьники приобретают бесценный опыт публичной защиты своих проектов. Защита проходит в присутствии не только членов жюри, но и всех участников олимпиады и учителей. Каждый присутствующий может задать вопрос и выразить свое отношение к представленной работе.

Олимпиада по инженерному проектированию и компьютерной графике стимулирует целенаправленную работу по развитию зрительной памяти, образного мышления и пространственных представлений школьников. Кроме того, она способствует формированию аккуратности, точности, настойчивости и упорства в достижении поставленной цели и других положительных качеств, необходимых не только в учебном процессе, но и в предстоящей практической деятельности обучаемого контингента.

Начиная сотрудничество с ЛОИРО и центром «Интеллект» в рамках областной олимпиады, преподаватели БГТУ «Военмех» ставили перед собой следующие задачи:

- ◆ способствовать сохранению графики в школе во всех возможных формах;
- ◆ наладить эффективную обратную связь, обогащающую как содержательную часть олимпиады, так и программы обучения во внешкольных образовательных учреждениях;
- ◆ сформировать в профессиональном сообществе устойчивое мнение о необходимости введения школьного предмета «Основы графической культуры», включающего в себя элементы начертательной геометрии, проекционное черчение, технический рисунок, элементы компьютерной графики;
- ◆ организовать эффективное сотрудничество с учителями с целью обеспечения необходимой базовой подготовки абитуриентов;

◆ в целях патриотического воспитания пропагандировать достижения отечественной ракетно-космической техники, ученых, связанных с регионом и «Военмехом»;

◆ познакомить школьников с реальной конструкторской документацией ракетно-космической отрасли;

◆ выявлять и курировать талантливых детей, оригинально мыслящих, обладающих фантазией, имеющих конструкторские задатки.

Конкурс конструкторов имеет три составляющие. Первая – домашнее задание, результаты которого представляются в виде презентации. Тематика связана с событиями в области ракетно-космической техники. Главное требование – аналитический подход к данной теме. Например, когда речь шла о В.П. Глушко, предлагалось рассказать об изюминке конструктивного решения при создании «Бурана», «Прогресса», «Салюта», «Мира». Или развить тему: «Двигатель РД 107 и его аналоги. Почему их покупают американцы?». При изучении творчества В.Н. Челомея предлагалось дать анализ одного из решений по стратегическим вызовам национальной безопасности и т.п.

Вторая составляющая – чисто конструкторская. Необходимо было выполнить либо сборочный чертеж устройства по рабочим чертежам и словесному описанию, либо рабочий чертеж детали, отсутствующей в сборке. В качестве объектов использовались элементы пневмо- и гидроарматуры (сравнительно несложные), части конструкций космических аппаратов (иллюминаторы, солнечные батареи, корпуса спутников).

Третья часть – вариативная. Здесь предлагаются вопросы, связанные с историей ракетной техники, например: *Поставьте себя на место Луи Дамблана, предложившего ракетную почту. Как бы Вы решили такую задачу? Проиллюстрируйте свой проект.* Иногда в качестве проверки конструкторской смекалки предлагаем решить чисто бытовую проблему (механизм открывания форточки, автопоилка, держатель для зонта и др.). На рис. 2 в качестве примера дана схема обратного клапана, над сборочным чертежом которого работали конкурсанты.

На рис. 3 представлен сборочный чертеж заправочной горловины, из которого изымалась одна из деталей. Нужно было создать ее рабочий чертеж.

Особенности конкурса мастеров компьютерной графики базируются на том понимании, что современная инженерная графика практически невозможна без соответствующей компьютерной поддержки.

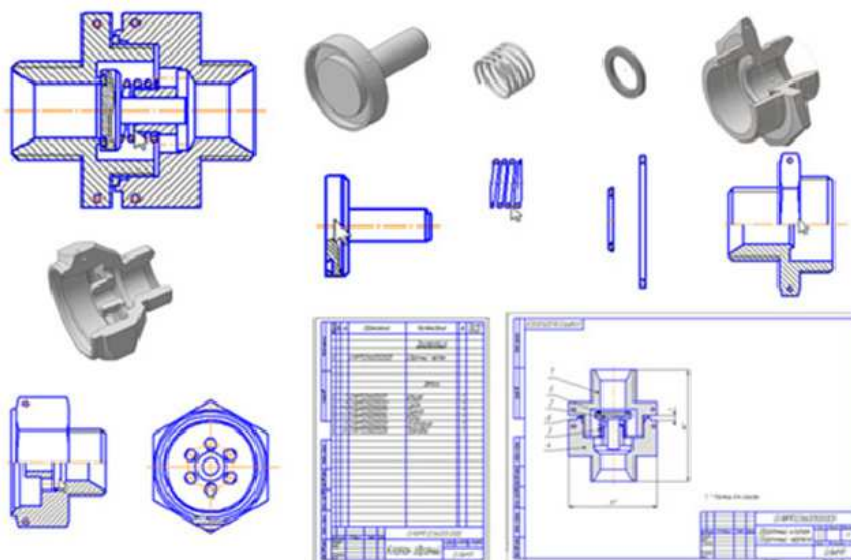


Рис. 2. Схема обратного клапана

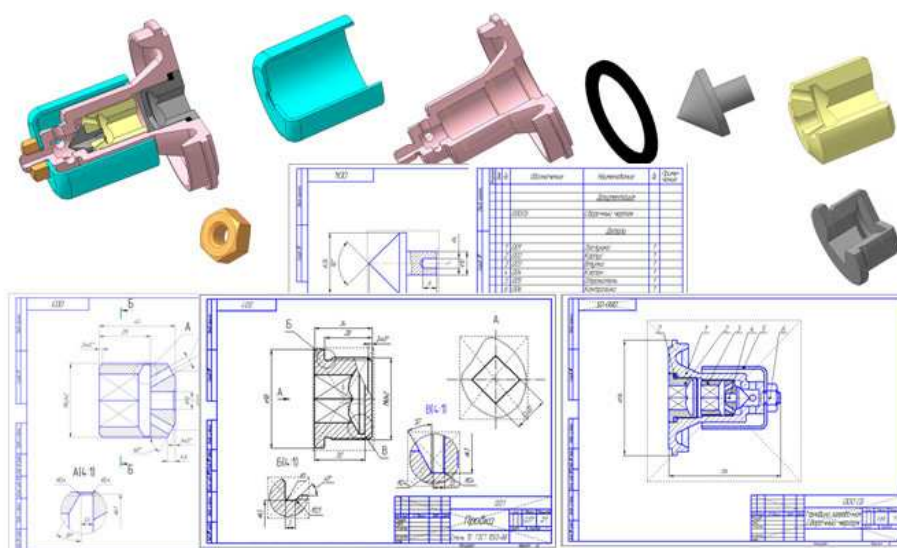


Рис. 3. Сборочный чертеж заправочной горловины

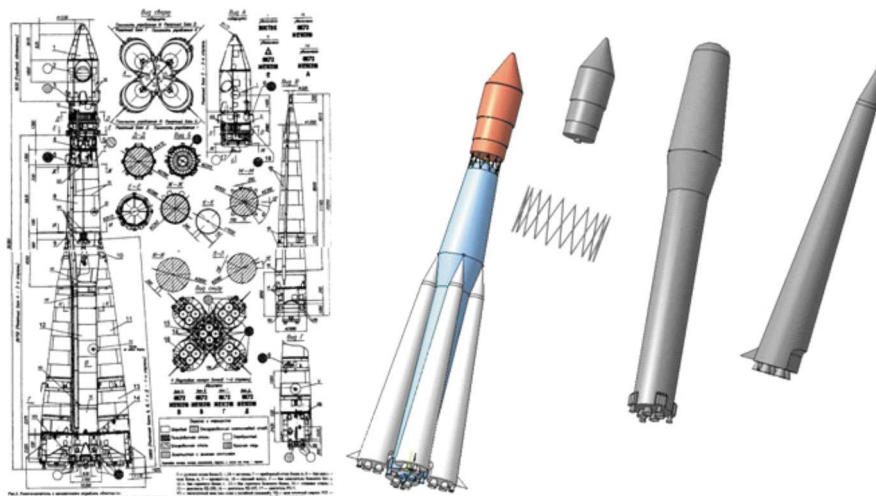
Компьютерная графика также присутствует и при выполнении заданий в рамках конкурса конструкторов (анализ существующих разработок, геометрическое моделирование разрабатываемых элементов конструкций, выполнение чертежей отдельных составляющих предлагаемых конструкций, разработка сборочных чертежей, формирование презентации).

Однако самостоятельной и очень популярной частью олимпиады по инженерному проектированию и компьютерной графике является конкурс компьютерного геометрического моделирования. Учитывая ракетно-космическую тематику, как правило, входными данными для конкурса являются объекты этой отрасли (космические аппараты и их составляющие, средства их выведения (по крайней мере, их внешний облик), элементы стартовых комплексов, космический инструмент и целый ряд других объектов ракетного и космического назначения).

На рис. 4, *а* в качестве примера (в достаточно приближенном виде с точки зрения проработки геометрических особенностей конструкции) показана разработка геометрической модели лунохода. При этом нужно было выполнить геометрическую модель аппарата в целом и главных его составляющих.



а



б

Рис. 4. Разработка модели:
а – лунохода; *б* – РН «Восток»

На рис. 4, б также приведена разработка модели РН «Восток» (в целом) и отдельных ее составляющих, состыкованных вместе с помощью известных операций сопряжений геометрического моделлера. Определенная геометрическая приближенность моделей по отношению к истинным геометрическим формам конструкций определяется временными затратами, отводимыми на конкурс (в целом 2 дня по 3 часа и с учетом того, что в конкурсе принимают участие школьники 9 и 10-х классов).

Главной содержательной составляющей конкурса по компьютерному моделированию является правильное прочтение геометрической информации и умение распорядиться ей для дальнейшего инженерного использования. При этом важным обстоятельством является последовательность действий (в рамках геометрического моделлера) при формировании геометрической модели заданного объекта. Это связано как с количеством геометрических операций, так и с предвидением последующего возможного редактирования модели. В связи с этим при оценке работы жюри учитывает не только правильность модели (т.е. соответствие исходным данным), но и ее сценарную часть (размер «дерева» построения модели).

В некоторых заданиях изменение геометрических форм уже предусматривается на начальном этапе. Все это направлено на развитие знаний по инженерной геометрии и умения использовать их при выполнении практических работ.

Другой составляющей конкурса по компьютерной графике является разработка чертежа по созданной ранее модели, включающая следующие этапы: заготовку чертежа, простановку размеров и последующее его оформление. Представления об этих действиях основаны на знаниях, приобретенных при изучении черчения в рамках школьной программы в тех школах, где их руководители и преподавательский состав сознательно и творчески выполняют свои обязанности.

В целом система средняя школа – вуз, пожалуй, на сегодняшний день является лучшей формой повышения эффективности учебного процесса, особенно при приобретении инженерных знаний. Более того, такая интеграция необходима не только при проведении профильных олимпиад, но и при рядовой работе (стажировке школьных преподавателей в вузах, проведении мастер-классов со стороны профессорско-преподавательского состава вузов, организации дистанционного обучения, консультаций и ряда других мероприятий). Ракетно-космическая тематика способствует эффективности этой работы.

Список литературы

1. Фурсов А.И. Россия на пороге нового мира. Холодный восточный ветер. – М.: Книжный мир, 2016.
2. Сальков Н.А. Об американизации российского образования // Материалы V Междунар. интернет-конф. КГП – 2015. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015.
3. Уханева В.А. Черчение и моделирование на компьютере. – СПб.: Первый класс, 2013.
4. Тихонов-Бугров Д.Е., Уханева В.А. Как построен этот мир, посмотри! // Школа – вуз – предприятие: проблемы целевой подготовки специалистов для оборонно-промышленного комплекса: материалы науч.-метод. конф. / БГТУ. – СПб., 2009.
5. Пахомова О.Ф., Уханева В.А. Черчение и моделирование на компьютере, КОМПАС-3D LT. Программа для учащихся 9-го класса // Вестник ЛОИРО. – 2009. – № 2.
6. Уханева В.А. Черчение и моделирование на компьютере, КОМПАС-3D LT. Программа для учащихся 9-го класса [Электронный ресурс]. – URL: <http://edu.ascon.ru/main/schools> (дата обращения: 10.01.2016).

КОНСТРУИРОВАНИЕ КАК ТВОРЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

С.Н. Абросимов, Б.И. Рыбин

Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Отмечена целесообразность использования в учебном процессе практических работ, содержащих элементы конструирования. Перечислены направления конструкторской деятельности, отмечены степень их углубленности и возможность использования на разных этапах обучения в рамках курса «Инженерная и компьютерная графика». Указанные работы позволяют развивать навыки конструирования и несут в себе творческое начало.

Ключевые слова: конструирование, инженерная геометрия, компоновочная геометрия, компьютерная графика, творчество.

DESIGN ENGINEERING AS A CREATIVE COMPONENT OF THE TRAINING PROCESS

S.N. Abrosimov, B.I. Rybin

Baltic State Technical University "Voenmekh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

Feasibility of using practical exercises with some elements of design engineering within the framework of the training process was pointed out. The areas of design engineering activities, their depth and applicability for various training stages in the framework of training course "Engineering and Computer Graphics" were listed. The above exercises make it possible to develop design engineering skills and carry creative elements.

Keywords: design engineering, engineering geometry, layout geometry, computer graphics, creativity.

Часто студенты, проходящие обучение в техническом вузе по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика», получают в качестве исходных данных информацию об уже сформированной конструкции, требующей дальнейшей разработки в плане выпуска конструкторских документов.

В качестве исходного материала могут выдаваться учебные задания с фрагментами чертежей, чертежи общего вида, сборочные чертежи, выполненные на бумажном носителе или в электронном виде. В помощь студенту предлагаются учебная литература, методические разработки, справочники, стандарты ЕСКД (например, [1–3]). Практически

в любом случае выполняемые работы в основном имеют исполнительский характер, т.е. не содержат творческих действий.

В настоящее время, в условиях многочисленных вызовов, такой подход явно недостаточен. Сегодня необходимо формулировать и выдавать такие задания, которые содержали бы творческую составляющую, развивающую мышление, заставляющую продумывать возможные варианты решения.

В связи с этим можно отметить основные направления конструкторской деятельности, используемые в учебных целях:

- ◆ восстановление частично или полностью «утерянной» геометрической информации конструкции или ее части (в рамках компоновочной и конструктивной геометрии);

- ◆ изменение присоединительных элементов (посадочных мест и их геометрических характеристик, параметров соединений);

- ◆ изменение схем уплотняющих элементов и их параметров;

- ◆ изменение компоновочной схемы с оценкой занимаемого объема и массы;

- ◆ изменение компоновочной схемы в условиях жестких ограничений по месту и зоне расположения;

- ◆ конструирование в условиях максимально отсутствующей информации (по принципиальной схеме);

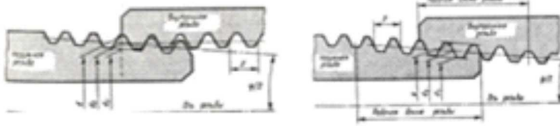
- ◆ дополненная реальность MCAD (сравнение с прототипами, уточнение обстановки, что особенно важно для крупных комплексов (стартовые сооружения, башни обслуживания и т.д.)).

Восстановление «утерянной» геометрической информации является важным компонентом конструкторской деятельности. Потеря геометрической информации может быть намеренной, исходя из учебных целей, или невольной, при разборке сборочных единиц или их разрушении, связанном с эксплуатацией [4].

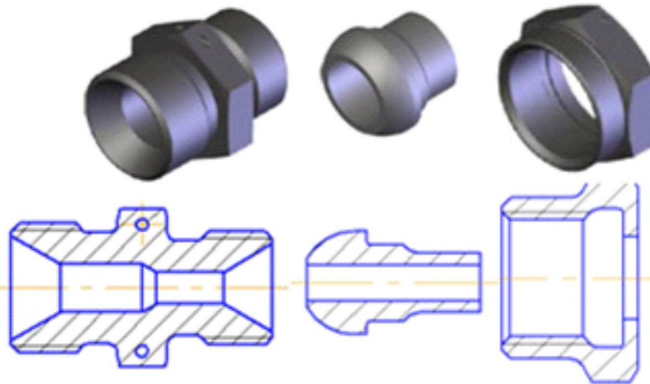
Наиболее простой вариант – наличие в оставшейся (не разрушенной) части детали информации о геометрии и ее параметрах.

Однако иногда приходится домысливать геометрические формы, которые оказались уничтоженными или имели значительную деформацию. Указанная работа может быть осложнена необходимостью микроконструирования, т.е. приданием деталям или их композициям дополнительных свойств, например: обеспечение герметичности соединения (рис. 1), обеспечение герметичности ввода движения (рис. 2), стопорение соединений (рис. 3) или иные конструкторские обременения.

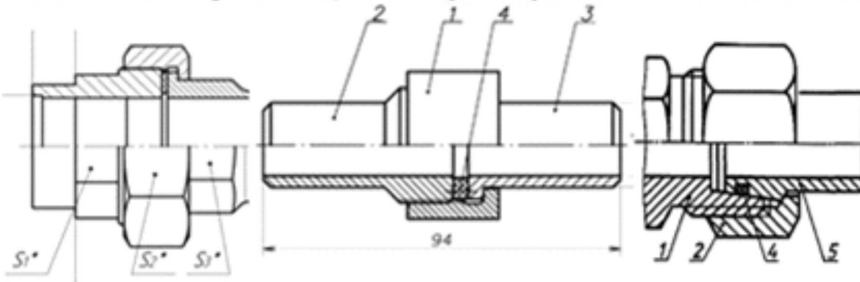
Изменение параметров соединяемых резьбовых деталей



Использование посредника в виде сферического ниппеля



Использование прокладок (плоских, узких, узких в коническом ниппеле)



Использование узких прокладок с подготовкой посадочных поверхностей)

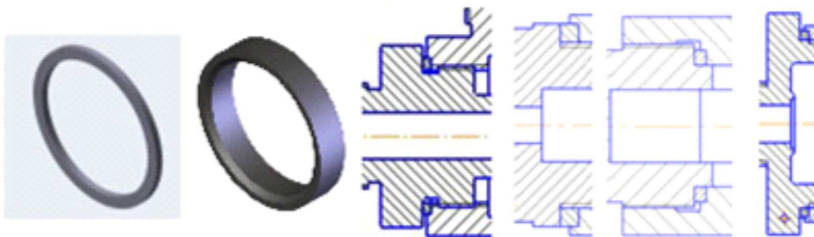


Рис. 1. Конструкторские решения по обеспечению герметичности соединений

Изменение конструкции узла герметизации для ввода движения

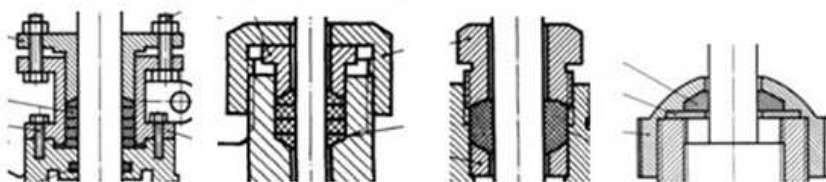
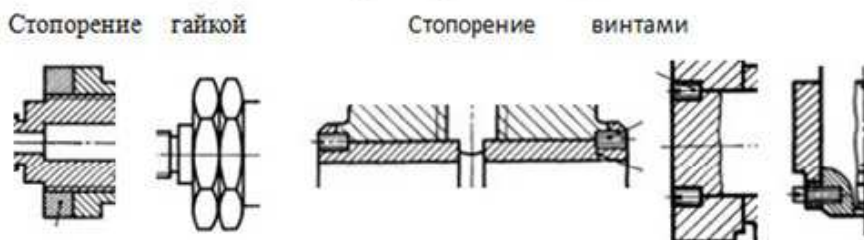


Рис. 2. Вариантное моделирование узла ввода движения и соответствующего его уплотнения

Способы стопорения резьбовых соединений



Стопорение фасонными и разрезными шайбами

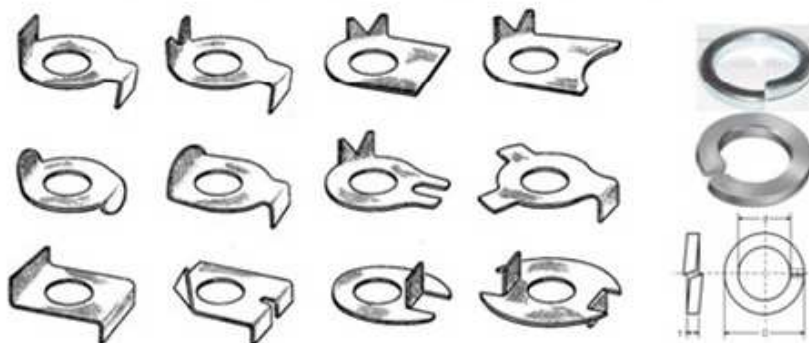


Рис. 3. Конструкторские решения по стопорению соединений

Такая работа имеет творческую составляющую. Восстановление «утерянной» части геометрии детали или отсутствующей полностью, дополнение новыми конструкторскими решениями выстраивает цепочку действий, базирующихся на имеющейся предыстории (аналог, прототип или стандартное решение).

При работе со сборочными единицами также возможна потеря ее отдельных геометрических составляющих. Это могут быть детали, гео-

метрическая форма которых практически однозначно определяется обстановкой, т.е. геометрией окружающих ее и находящихся в наличии деталей [4]. В этом случае возможно только уточнение их определенных геометрических характеристик по справочным материалам.

При отсутствии реальной геометрической информации работа уже переходит в русло конструирования. И здесь приходится решать более широкий круг задач, а именно:

- ◆ какие составляющие части изделия (сборочной единицы) взаимодействуют между собой и какие геометрические особенности они имеют;

- ◆ установление характера взаимодействия составляющих частей изделия (подвижные, неподвижные, разборные, неразборные и т.п.);

- ◆ определение качественных характеристик взаимодействия элементов конструкции (точность сопряжения, параметры шероховатости и т.п.);

- ◆ оценка характера и условий износа, влияющего на работоспособность деталей и в целом сборочной единицы;

- ◆ необходимость смазки поверхностей, установление типа смазки и условий ее подачи в зону трения;

- ◆ возможный учет технологических особенностей изготовления деталей;

- ◆ решение комплекса вопросов по собираемости изделия;

- ◆ оценка возможности модернизации деталей и изделия в целом для увеличения срока работы, уменьшения массы, изменения марки материала и т.п.;

- ◆ анализ целесообразности использования антифрикционных или антикоррозийных покрытий;

- ◆ возможность использования унифицированных и стандартных элементов.

Данный перечень вопросов, которые приходится решать (он в значительной степени связан с геометрией как отдельных деталей, так и всей конструкции) может быть расширен или уточнен. Более того, при решении значительной части этих вопросов имеет смысл использовать CAD/CAE/CAM-технологии. Возможно, целый ряд поставленных задач может оказаться за пределами области знаний конкретных обучаемых, но это не значит, что эти вопросы не следует ставить или их обговаривать.

При отсутствии геометрической информации о более чем двух деталях практически приходится выстраивать так называемую концептуаль-

ную геометрическую модель сборочной единицы, с возможными геометрическими вариантами ее составляющих. Концептуальная геометрическая модель изделия включает в себя компоновочную часть и геометрию возможно известных, унифицированных или стандартных геометрических элементов (конструктивная часть или конструктивная геометрия) [5].

Одним из возможных вариантов заданий (сложных в исполнительском плане) может быть конструкторская разработка изделия по заданной кинематической схеме, в которой нет конкретно выполненных деталей. Их нужно предложить, осмыслив конструкцию и сделав соответствующие оценки.

В задании необходимо по кинематической схеме (рис. 4) разработать простое изделие, состоящее из двух и более деталей, изобразив конструкцию на чертеже общего вида или сборочном чертеже в зависимости от содержательной части задания. Исходные данные могут содержать другие кинематические схемы, большее количество звеньев и, следовательно, большее количество соединяемых элементов с набором ограничений по геометрии и исполняемым функциям. Также может быть указано на необходимость применения стандартизованных элементов и размерных рядов. В задании могут присутствовать различные варианты.

На рис. 4 для примера показаны исходные данные в качестве кинематических схем и словесного описания проектируемого изделия.

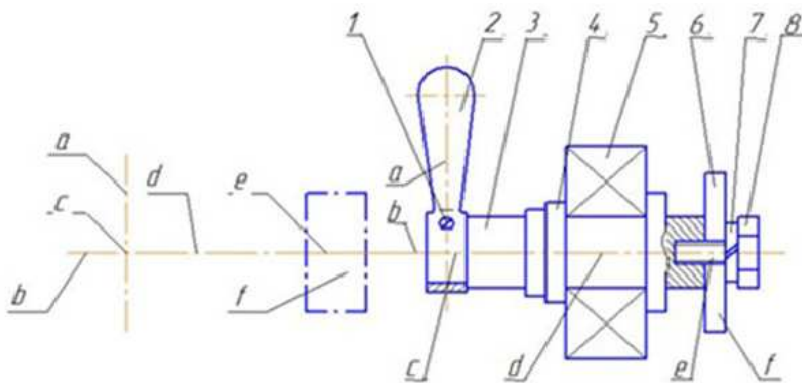


Рис. 4. Конструирование по кинематической схеме

К примеру, представим две взаимно перпендикулярных оси. Одна из них – ось рычага (тумблера), другая – ось вала. Рычаг и вал могут быть регулируемыми или переключающими устройствами, разновидности их в технике встречаются часто.

В исходных данных оговариваются некоторые параметры, среди которых могут быть следующие:

- ◆ рычаг и вал представляют собой разъемное неподвижное соединение;
- ◆ рычаг может иметь различную форму (круглый, профильный, прямой криволинейный и т.п.);
- ◆ вал должен иметь ступенчатую цилиндрическую поверхность для размещения и крепления подшипника скольжения или качения;
- ◆ вал должен иметь неподвижное, разъемное соединение с регулирующим элементом.

Формирование такой конструкции с выполнением сборочного чертежа или чертежа общего вида неизбежно потребует от исполнителя проявления конструкторской фантазии и ознакомления с технической литературой. То и другое очень важно для становления будущего технического специалиста.

В целом прикладная нагрузка (по мнению авторов) на чисто теоретический материал, изучаемый в рамках базовой геометрии, и введение дополнительных условий и ограничений, в рамках инженерной и компьютерной графики, способствует проявлению интереса к техническим приложениям, фундаментальной частью которых является геометрия.

Список литературы

1. Справочное руководство по черчению / В.Н. Богданов, И.Ф. Малежик, А.П. Верхола [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989.
2. Орлов П.И. Основы конструирования: справ.-метод. пособие: в 2 кн. / под ред. Н.П. Учаева. – 3-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1988.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.
4. Абросимов С.Н., Рыбин Б.И. Скицирование и восстановление геометрической информации в образовательном процессе // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы 5-й Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 522–529.
5. Абросимов С.Н. Проектное обучение в курсе «Основы автоматизированного проектирования» // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы 5-й Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 469–475.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ КАЧЕСТВА ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

**Е.П. Александрова, Л.В. Кочурова,
М.Н. Крайнова, И.Д. Столбова**

Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, Пермь

Рассматриваются методические аспекты разработки фонда оценочных средств дисциплины на примере базовой графической подготовки студентов.

Ключевые слова: графическая подготовка, фонд оценочных средств, учебная дисциплина.

THE FUND OF ASSESSMENT MEANS THE QUALITY OF GRAPHIC TRAINING

**E.P. Aleksandrova, L.V. Kochurova,
M.N. Kraynova, I.D. Stolbova**

Perm National Research Polytechnic University, Perm

Discusses the methodological aspects of the development of the fund of assessment means of discipline for the basic graphic training of students.

Keywords: graphic training, fund of assessment means, academic discipline.

Одним из важнейших компонентов учебно-методического обеспечения в соответствии с ФГОС ВПО является фонд оценочных средств подготовки бакалавров и магистров. Эти оценочные средства должны обеспечить гарантированное качество подготовки выпускника, в том числе путем разработки объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, профессиональных и общекультурных компетенций [1]. Результаты контрольно-оценочной деятельности являются основным источником информации о качестве подготовки обучающихся. С этой целью при разработке вузовских образовательных программ (ОП) по направлению подготовки необходимо предусмотреть возможность проведения мониторинга образовательных результатов на всех стадиях образовательного процесса.

Базовая графическая подготовка, проводимая на общеобразовательных кафедрах геометро-графических дисциплин, относится к реализации дисциплинарной составляющей ОП, в рамках которой вузы самостоятельно устанавливают конкретные формы и процедуры

текущего и промежуточного контроля знаний по каждой учебной дисциплине.

Согласно Приказу Минобрнауки РФ «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» от 19 декабря 2013 г. № 1367 [2] рабочая программа дисциплины должна содержать фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по учебной дисциплине (далее – ФОС УД) предназначен для контроля знаний, умений и владений студентов по дисциплинам, входящим в образовательные программы, реализуемые в вузе, и представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

Задачи ФОС УД:

◆ стимулирование повседневной систематической работы студентов при освоении учебной дисциплины;

◆ контроль и управление процессом приобретения студентами необходимых знаний, умений, владений и уровня сформированности компетенций, определенных в рабочей программе учебной дисциплины;

◆ контроль и управление достижением образовательных целей учебной дисциплины, определенных в виде набора компонентов (знаний, умений и владений) заявленных общекультурных и профессиональных компетенций;

◆ оценка достижений студентов в процессе изучения учебной дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;

◆ обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс вуза.

ФОС УД должен обеспечить:

◆ проведение *промежуточной аттестации*, оценочными средствами которой выступают теоретические вопросы к зачету/экзамену, практические задания к зачету/экзамену, требования к курсовой рабо-

те/проекту; промежуточная аттестация по учебной дисциплине, как правило, проводится с учетом результатов текущего и рубежного контроля успеваемости студентов;

♦ текущий контроль (*обязательный вид контроля, предусмотренный нормативными документами*) проводится для своевременного вскрытия недостатков обучения при освоении учебной дисциплины, к которому относятся систематические проверки знаний и умений студентов, сформированных при изучении лекционного материала, выполнении практических заданий, написании контрольных работ и т.п.; данный вид контроля, как правило, проводится преподавателем, ведущим занятие в учебной группе, и вузом не регламентируется;

♦ рубежный контроль (*рекомендуемый вид контроля*), как правило, охватывает содержание крупного раздела (несколько тем) учебной дисциплины и проводится после завершения изучения одного или нескольких модулей дисциплины; может проходить в форме независимого оценивания в рамках компьютерного тестирования при наличии стандартизованных оценочных материалов в ФОС вуза или в виде локального тестирования преподавателем, проведения письменных контрольных работ, выполнения кейсов, индивидуальных творческих заданий (проектов) и т.п.; рубежный контроль рекомендуется проводить фронтально для студентов одного направления подготовки с использованием возможностей централизованного ФОС вуза.

Для организации всех видов контроля в рамках дисциплины должны быть разработаны формы контроля, а также критерии и индикаторы их оценивания (табл. 1).

Таблица 1

Формы контроля, индикаторы и критерии качества обучения

Форма контроля	Индикаторы	Критерии оценивания результата (п – пороговый; с – средний; в – высокий)	Вид контроля
1	2	3	4
1. Самотестирование	1. Процент верных ответов при самотестировании	50 % – п	Текущий
		70 % – с	
		90 % – в	
2. Контрольное тестирование	2. Процент верных ответов при контрольном тестировании	60 % – п	Текущий или рубежный
		75 % – с	
		90 % – в	

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
3. Контрольная работа	3. Оценка за контрольную работу	3 – п	Рубежный
		4 – с	
		5 – в	
4. Отчет по лабораторной работе	4.1. Срок сдачи	После срока – п	Текущий или рубежный
		Вовремя – с	
		Досрочно – в	
	4.2. Оценка за лабораторную работу	3 – п	
		4 – с	
		5 – в	
5. Графические работы	5.1. Срок сдачи	После срока – п	Текущий или рубежный
		Вовремя – с	
		Досрочно – в	
	5.2. Самостоятельность выполнения	Под руководством преподавателя – п	
		До двух консультаций – с	
		Самостоятельно – в	
	5.3. Оценка качества выполнения	3 – п	
		4 – с	
		5 – в	
	5.4. Мотивация	Отрицательный настрой – п	
		Осознает необходимость выполнения – с	
		Положительный настрой – в	
	5.5. Доля использования электронных ресурсов	Выборочно – п	
		50 % – с	
		Более 75 % – в	
6. Выполнение дополнительных заданий для повышения качества ГП	6.1. Мотивация	По предложению преподавателя – п	Текущий или рубежный
		Для достижения лучшего результата – с	
		Стремление к саморазвитию – в	
	6.2. Уровень сложности	Простой – п	
		Средний – с	
		Высокий – с	
	6.3. Оценка качества выполнения	3 – п	
		4 – с	
		5 – в	
7. Портфолио	7.1. Оценка достижений в рамках предметного обучения	3 – п	Промежуточный по итогам освоения дисциплины
		4 – с	
		5 – в	
	7.2. Мотивация	Пассивное обучение – п	
Осознание необходимости освоения предметной области – с			

Окончание табл. 1

1	2	3	4
		Активное обучение на основе творческого подхода – в	
8. Курсовая работа	8.1. Самостоятельность выполнения	Под руководством преподавателя – п	Промежуточный по итогам освоения дисциплины
		До двух консультаций – с	
		Самостоятельно – в	
	8.2. Оценка качества выполнения	3 – п	
		4 – с	
		5 – в	
8.3. Доля использования электронных ресурсов	Выборочно – п		
	50 % – с		
	Более 75 % – в		
9. Экзамен (зачет)	9. Оценка за экзамен (зачет)	3 – п	Промежуточный по итогам освоения дисциплины
		4 – с	
		5 – в	

В табл. 1 приведены средства оценивания результатов обучения, используемые в процессе графической подготовки. Для контроля качества освоения учебных результатов применяются следующие процедуры: самотестирование, контрольное тестирование, контрольная работа, отчет по лабораторной работе, оценка графических работ и дополнительных заданий для повышения рейтинга. В качестве итоговых мероприятий (проведение промежуточной аттестации по дисциплине в рамках ОП), оценивающих качество предметной подготовки в целом, используются такие формы контроля, как результаты защиты курсовой работа, экзамен и портфолио. В табл. 1 также приведены индикаторы, в соответствии с которыми оцениваются достигаемые результаты обучения (знания, умения, владения, компетенции) и определяется уровень их освоения (пороговый, средний, высокий) для дальнейшего формирования и оценивания компетентностной модели выпускника в рамках прохождения ОП по выбранному направлению подготовки.

ФОС учебной дисциплины разрабатывается на основе рабочей программы дисциплины, в которой указаны планируемые к освоению компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, выступающие в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 2). При разработке оценочных средств необходимо выдерживать их соответствие структурному содержанию учебной программы и для каждого запланированного результата предусматривать контролирующие меро-

приятия. Это выступает гарантией качества реализации учебного процесса по дисциплине и обеспечивает требуемый уровень сформированности компонентов дисциплинарных компетенций.

Таблица 2

Соответствия видов контроля структурному содержанию дисциплинарных компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВЫ)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			
	ТК, ТГ	КР	РГ	ГР, ПР	ОЛР
1	2	3	4	5	6
Усвоенные знания					
Р1–1з. Знать основные приемы и способы получения изображений с помощью компьютерных технологий	ТК				
Р1–2з. Знать приемы редактирования чертежей в среде графического редактора			РГИ1		
Р1–3з. Знать основы трехмерного моделирования			РГИ2		
Р2–1з. Знать основные методы получения изображения объекта, его простейшие геометрические составляющие – прямые, плоскости	ТГ1 ТГ2				
Р2–2з. Знать алгоритмы решения геометрических задач с участием поверхностей	ТГ3		РГП1		
Р2–3з. Знать классификацию конструкторской документации и основные положения ГОСТов ЕСКД при оформлении чертежей различного типа	ТГ4		РГП2		
Освоенные умения					
Р1–1у. Уметь находить требуемую техническую информацию с помощью компьютерных сетей			РГИ1		
Р1–2у. Уметь представлять, хранить, обрабатывать и передавать графическую информацию с помощью компьютера					ОЛР1
Р1–3у. Уметь выполнять геометрические построения и графические изображения средствами компьютерной графики					ОЛР2 ОЛР3
Р2–1у. Уметь решать метрические и позиционные задачи		КР1		ГР1 ГР2	
Р2–2у. Уметь выполнять чертежи любых геометрических форм с необходимыми изображениями, надписями, обозначениями		КР2		ГР3 ГР4	
Р2–3у. Уметь работать с нормативным материалом при оформлении технической документации				ПР	
Приобретенные владения					
Р1–1в. Владеть современными инструментальными средствами (включая графические пакеты)				ГР4 ГР5	

1	2	3	4	5	6
Р1–2в. Владеть приемами использования компьютерных технологий при конструировании формы объекта				ГР4 ГР5	
Р1–3в. Владеть опытом трехмерного моделирования геометрических объектов					ОЛР4
Р2–1в. Владеть способами решения инженерно-геометрических задач, навыками отображения пространственных форм объекта на плоскость				ГР3	
Р2–2в. Владеть приемами поиска требуемой технической информацией				ПР	ОЛР3
Р2–3в. Владеть навыками выполнения типовых чертежей, оформления проектно-конструкторской документации				ПР	ОЛР4

Примечание: ТК – текущий контроль знаний по теме; ТТ – текущее тестирование по теме; РТ – рубежное тестирование по модулю; КР – рубежная контрольная работа по модулю; ГР, ПР – индивидуальные графические, проектные работы; ОЛР – отчет по лабораторной работе.


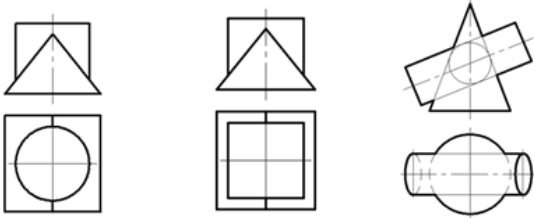


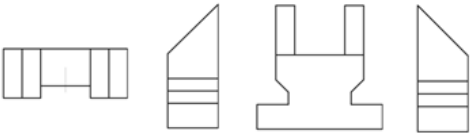
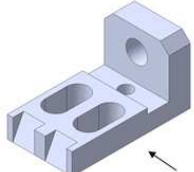
Представленный контролирующий компонент системы графической подготовки содержит достаточно широкий спектр форм контроля, включающий традиционные, интерактивные, активные, деятельностно-ориентированные процедуры. При выборе форм контроля для каждого контролируемого результата учитывалось проявление компетенций в деятельностном поведении обучаемого [3].

Так, знаниевые компоненты формируется в основном при работе с теоретическим материалом (лекционным), а аудиторной формой их экспресс-контроля традиционно являются разнообразные виды тестирования (бланочные или компьютерные).

Для курса инженерной графики разработана система программно-дидактических тестов закрытого типа, представленная дидактическими единицами, находящимися между собой в соподчинении. Количество дидактических единиц обеспечивается преобразованием содержания изучаемого модуля в определенное множество тестовых заданий. И в вопросах, и в ответах используются картинки. Причем при наполнении содержанием тестовых заданий используются различные формы представления графических объектов. Чередование в тестовых заданиях 2D-изображений объектов и наглядных 3D-моделей позволяет более широко оценивать знания студента и развитость его пространственного мышления. В табл. 3 приведены примеры разработанных тестовых заданий по темам «Поверхности» и «Изображения».

Таблица 3

Примеры тестовых заданий по темам «Поверхности» и «Изображения»

Варианты тестовых заданий	Варианты ответов
<p>Модель можно расечь плоскостью по эллипсу на рисунке:</p>  <p>Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3</p>	<p>А: рис. 1 В: рис. 2 С: рис. 3</p>
 <p>Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3</p> <p>На каком рисунке линия пересечения поверхностей имеет прямолинейный участок?</p>	<p>А: рис. 1 В: рис. 2 С: рис. 3</p>
<p>Модель можно расечь плоскостью по равнобокой трапеции на рисунке:</p>  <p>Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3</p>	<p>А: рис. 1 В: рис. 2 С: рис. 3</p>
<p>Используя заданный «вид спереди», укажите «вид слева» (проекционная связь подразумевается)</p> 	 <p>А Б В Г</p>
<p>Для рационального построения чертежа выберите необходимые изображения детали, дающие полное представление о ее конструкции</p>	 <p>А: вид слева Б: фронтальный разрез В: ступенчатый разрез Г: вид сверху</p>

Проблемной задачей является организация контролирующих мероприятий, оценивающих достижения студентов при самостоятельном выполнении индивидуальных графических заданий проектной направленности и учебных проектов. При оценке тематических заданий должна учитываться как профессиональная составляющая учебной деятельности (программный материал), так и инструментальная поддержка этой деятельности, обеспечивающая в значительной мере достижение запланированного уровня компонентов профессиональных компетенций (умений, владений).

На сегодняшний день вопросы оценки уровней сформированности компетенций как предмета контроля результатов обучения остаются далеки от полного их решения. Вследствие этого организаторы учебного процесса самостоятельно решают задачу использования наряду с известными оценочными технологиями, зарекомендовавшими себя как наиболее успешные, нетрадиционных, оценивающих метод проектов или освоение новейших компьютерных технологий. Авторы в данном случае используют экспресс-контроль и конечную защиту обозначенных работ на основе балльной оценки и рейтинговой системы подсчета результатов.

В качестве экспресс-контроля для оценки качества создания студентом электронной 3D-модели объекта выбран параметрический контроль, характеризующий соответствие определяющего параметра условию поставленной задачи. Так, для модели (шахматной фигуры), изображенной на рис. 1, в качестве контролируемого параметра выбрана самая узкая часть пешки, которая имеет определенное численное значение при той совокупности исходных параметров, которые были заданы для выполнения виртуальной модели. Это численное значение студент определяет сам, а преподаватель по этому значению может проверить правильность реализованного студентом алгоритма геометрических построений. Аналогичный контролируемый параметр предлагается и для детали, изображенной на рис. 2. Такой экспресс-контроль позволяет оценить качество выполненных студентом построений.

Представленный контролирующий компонент системы графической подготовки содержит достаточно широкий спектр форм контроля, включающий традиционные, интерактивные, активные, деятельностно-ориентированные процедуры. При выборе форм контроля для каждого контролируемого результата учитывалось проявление компетенций в деятельностном поведении обучаемого [3].

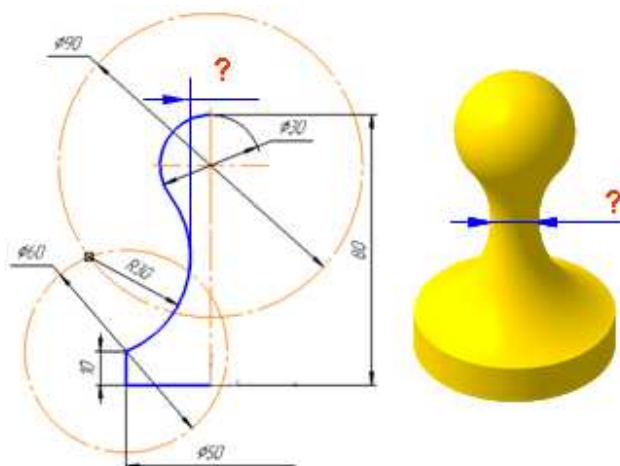


Рис. 1. Параметрический контроль модели шахматной фигуры

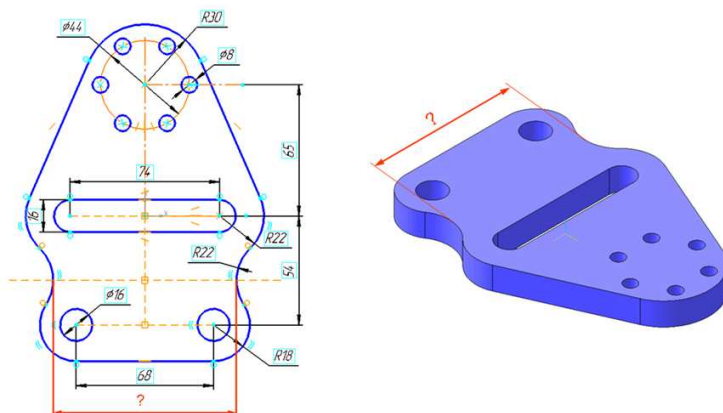


Рис. 2. Параметрический контроль детали «Фланец фигурный»

Так, знаниевые компоненты формируются, в основном, при работе с теоретическим материалом (лекционным), а их аудиторной формой экспресс-контроля традиционно являются разнообразные виды тестирования (бланочные или компьютерные).

Выбирать контролируемый параметр для создаваемой модели следует так, чтобы его значение можно было получить не простым нажатием кнопки компьютера, а выполнением некоторых дополнительных операций, требующих особого осмысления. Такая форма контроля оказывает существенную поддержку при наличии большого количества студентов на лабораторных занятиях и дефицита времени на индивидуальное общение с каждым студентом на консультациях.

Внедрение в образовательный процесс практико-направленных комплексных заданий (проектных разработок) носит комплексный характер и приближает студентов к реальной проектно-конструкторской деятельности, при их выполнении проявляется высшая группа образовательных результатов, описывающих *владения*. В этом случае также требуется использование оценивающих процедур. Наиболее приемлемой формой оценки проектной разработки является презентация и защита студентом (или группой студентов) выполненного проекта [4].

Представленные в работе результаты позволяют сделать выводы, что при проектировании современного оценочного процесса следует:

- ◆ координировать содержание учебных программ и процедур контроля в соответствии с планируемыми образовательными результатами (*знаниями, умениями, владениями*);
- ◆ при создании ФОС по возможности необходимо опираться на компьютерные технологии, позволяющие оперативно формировать электронные данные образовательной статистики;
- ◆ определять статистические параметры оценочных материалов и критерии достижения результатов, формируя объективные шкалы оценок;
- ◆ комплектовать индивидуальный портфолио студента по результатам систематического оценивания в течение всего периода предметного обучения.

Список литературы

1. Глубокова Е.Н. Фонды оценочных средств в структуре учебно-методического обеспечения подготовки прикладных бакалавров // Непрерывное педагогическое образование в современном мире: от исследовательского поиска к продуктивным решениям (к 20-летию НИИ НПО РГПУ им. А.И. Герцена): сб. материалов Междунар. науч. конф., 3–4 октября 2013 г. – СПб., 2013. – Ч. 3. – С. 243–247.

2. Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры: Приказ Минобрнауки РФ от 19 декабря 2013 г. № 1367.

3. Ефремова Н.Ф. Компетенции в образовании: формирование и оценивание: метод. пособие / Федер. ин-т пед. измерений. – М.: Национальное образование, 2012. – 415 с.

4. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Носов К.Г. Метод проектов в организации графической подготовки // Высшее образование в России. – 2015. – № 8–9. – С. 22–31.

РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ SIEMENS NX

С.В. Асекритова, В.А. Морозов

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

В рамках исследовательской и самостоятельной работы студентов разработана стратегия развития аэропортового комплекса регионального уровня на этапе компьютерного моделирования его макета. Электронный макет спроектирован в среде Siemens NX.

Ключевые слова: самостоятельная работа студентов, электронный макет, моделирование в среде Siemens NX.

SOLVING OF APPLIED PROBLEMS BY MODELING IN SIEMENS NX ENVIRONMENT

S.V. Asekritova, V.A. Morozov

Rybinsk State Aviatin Technical University, Rybinsk

In terms of research and independent work of students developed a strategy for the development of the airport complex at the regional level at the stage of computer simulation of its layout. E-the layout is designed in Siemens NX environment.

Keywords: independent work of students, electronic layout, modelled in the Siemens NX environment.

Конструкторская и технологическая подготовка в вузе будущих специалистов, владеющих современными технологиями в области проектирования, начинается с первого года обучения на этапе графического образования. Разнообразие систем автоматизированного проектирования, предлагаемых российскими и зарубежными компаниями для учебных заведений, дает возможность студентам познакомиться с наиболее интересными графическими редакторами.

Компьютерное моделирование, безусловно, помогает учащимся справляться с решением задач разного уровня сложности, особенно тем, чья графическая подготовка оставляет желать лучшего. В то же время федеральные государственные образовательные стандарты обязуют преподавателей графики формировать у студентов такие общекультурные компетенции, как способность к обобщенному анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. К счастью преподавателя, даже на младших курсах всегда находятся инициа-

тивные и мыслящие студенты, которые способны справиться с более серьезной задачей прикладного характера. Например, на первом курсе – разработать электронный макет модульного терминала локального аэропорта.

При разработке проекта модульного терминала локального аэропорта использовались компьютерные технологии проектирования системы автоматизированного проектирования NX компании Siemens Industry Software [1]. Система NX занимает ведущее место среди трехмерных систем автоматизированного проектирования и производства для предприятий аэрокосмической, автомобильной промышленности, машиностроения, а также производителей высокотехнологической продукции, потребительских товаров и специального оборудования.

Предсказать сценарий развития маленького провинциального аэродрома с одной взлетной полосой до полноценного аэропорта, способного принимать регулярные рейсы и обладающего всеми необходимыми ресурсами для обслуживания пассажиров, крайне трудно. Ожидая рост инвестиционной привлекательности региона в целом, тем не менее, мы не можем моментально вложить средства в развитие одного инфраструктурного объекта даже при условии временно возрастающего пассажиропотока [2, 3].

В начале своего функционирования аэропорт не так загружен, и мы не можем точно сказать, когда и в каком масштабе предстоит проводить расширение терминала или строительство нового. Проектирование развития среды становится более существенной задачей по отношению к проектированию конечного комплекса.

Для постепенного проектирования аэропорта был создан электронный 3D-макет в масштабе 1:100 с необходимыми упрощениями, достаточными для того, чтобы составить общее представление о проектируемом терминальном комплексе, расположении его элементов и их связях друг с другом (рис. 1, а).

Модель терминального комплекса включает в себя расширяемое модульное трехэтажное здание с подъездными путями и резервными площадками. Сюда также входят элементы сопровождения – модели самолетов и автомобилей.

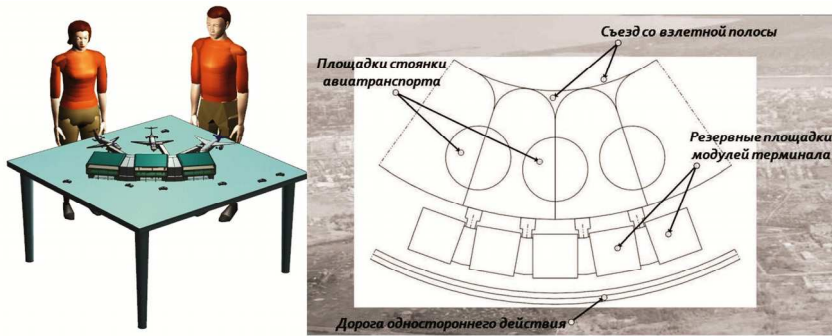


Рис. 1. Электронный макет терминального комплекса аэропорта, установленный на демонстрационном столе (а), и планировка территории аэропорта (б)

Электронный макет терминального комплекса состоит из нескольких групп сборочных единиц:

- план территории;
- модули терминала;
- телескопические трапы;
- самолеты и автомобили.

Каждая сборочная единица, в свою очередь, состоит из набора деталей. Таким образом, электронный макет комплекса представляет собой сборку из множества подборок, которые состоят из отдельных электронных геометрических моделей (ЭМД). Для этих целей в Siemens NX существуют приложения «Моделирование» и «Сборка».

Первый основной элемент сборки – планировка территории [4, 5]. На нем запланированы зоны для размещения модулей здания и площадки, места стоянки самолетов. Файл создан при помощи опции «Эскиз» в приложении «Моделирование» Siemens NX (рис. 1, б).



Рис. 2. Электронная модель сборочной единицы «модуль – А» (а); добавление компонента «эскалатор» в сборку «модуль – А» (б)

Вторая группа элементов – модули здания. При визуализации данного модуля использованы дополнительные настройки источников света и настройки истинной закраски (рис. 2, *a*). На начальном этапе работы аэропорта построены и задействованы лишь один конструкционный модуль терминала (модуль – А) и одна пара телескопических трапов, которые являются третьей группой элементов. Метод сопряжения по концентрическим окружностям (сопряжение по общей оси вращения) деталей позволяет располагать и поворачивать телетрапы так, как это необходимо для той или иной модели самолета, которая будет размещена на площадке.

В свою очередь, сборочная единица «телескопический трап» состоит из своего набора деталей. Создавалась сборка как методом «снизу – вверх», так и методом «сверху – вниз» [6].

Если предстоит установить дополнительную систему подъемников-эскалаторов в модуль, то нужно заменить конкретные детали межэтажных перекрытий и добавить компонент «эскалатор» в сборку (рис. 2, *б*).

Последняя группа элементов – модели самолетов и автомобилей (рис. 3, *a*).

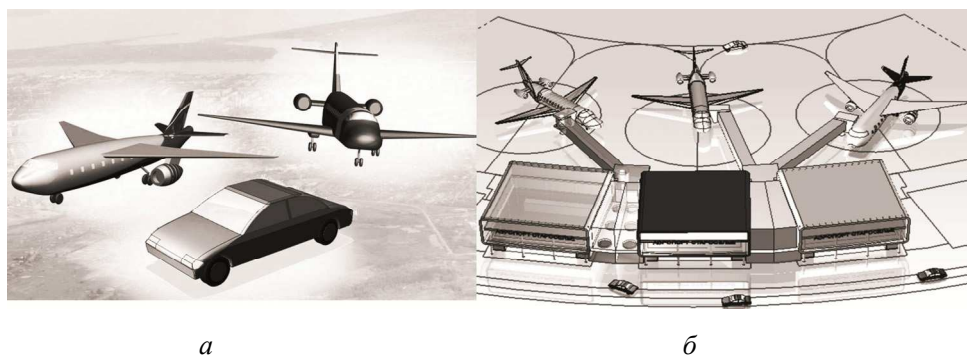


Рис. 3. Электронные модели сопровождения (*a*); наращивание мощностей и площадей аэропорта с помощью готовых модулей (*б*)

Они размещаются независимо друг от друга по эскизу планировки территории.

Электронная геометрическая модель сборочной единицы «самолет» [7] состоит из электронных геометрических моделей: корпуса, шасси, иллюминаторов, лобового стекла, окраски.

Подобным образом создавалась электронная модель сборочной единицы «автомобиль».

В соответствии с идеей развития аэропорта в начале его создания на макете размещается первая очередь терминала по следующей иерархии добавления частей:

- позиционирование плана территории;
- размещение стационарных модулей терминала;
- установка динамических модулей терминала (телескопические трапы);
- подстановка динамических объектов (самолеты, автотранспорт).

Проект терминального комплекса аэропорта предполагает сценарий расширения, и процедура вставки этих четырех групп деталей повторяется. Рис. 3, *a* демонстрирует динамику наращивания мощностей аэропорта и территориальных площадей по мере его развития. Модульная система проектирования позволяет унифицировать этот процесс.

В результате разработан план развития терминального комплекса аэропорта на этапе создания компьютерной модели его макета (рис. 4).

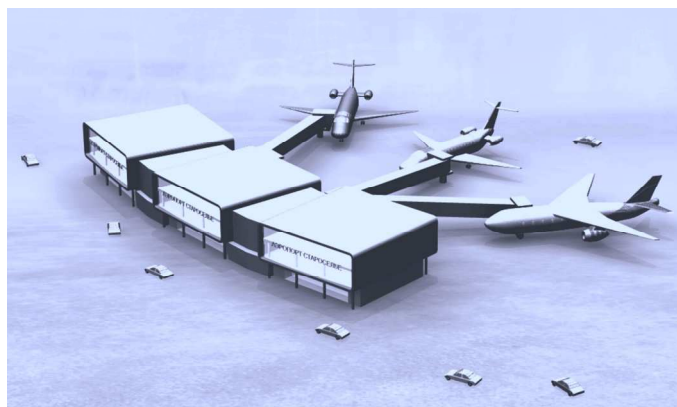


Рис. 4. Электронный макет терминального комплекса аэропорта

Представление конструкции из большого количества деталей в сборке облегчает задачу визуализации всего узла, понимания взаимосвязей между его элементами, позволяет преждевременно вносить редакцию в те или иные детали и следить за тем, как изменяется конструкция.

Чтобы выпускники вузов могли обладать такими профессиональными компетенциями, как способность и готовность использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области, необходимо всячески стимулировать и поощрять заинтересованность учащихся, предлагая им разнообразные формы работы, ставя перед ними конкретные задачи, желательно прикладного характера.

Список литературы

1. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
2. Взгляд изнутри: сутки в аэропорту Майами [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=KLbOZvhCBVE> (дата обращения: 21.02.2016).
3. Пекинский аэропорт. Китайцы творят чудеса [Электронный ресурс]. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=1d6A_VGbyd8 (дата обращения: 19.02.2016).
4. Домодедово. Московский аэропорт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.domodedovo.ru/ru/main/themap/airportmap.html> (дата обращения: 19.02.2016).
5. Sydney Airport. T1 and T2 Arrivals Departures map. – URL: <http://www.sydneyairport.com.au/find/airport-maps.aspx> (дата обращения: 19.02.2016).
6. Лабораторная работа № 6. Создание сборки. Оформление сборочного чертежа / сост. С.В. Асекритова; РГАТУ им. П.А. Соловьева. – Рыбинск, 2013.
7. Шульженко М.Н. Конструкция самолетов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

**С.В. Асекритова, В.А. Токарев,
Ю.П. Шевелев**

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

Рассмотрены особенности практики преподавания дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» на кафедре графики РГАТУ имени П.А. Соловьева на основе компетентностного подхода. Сделан акцент на комплексном использовании традиционных методов решения инженерно-графических задач с помощью чертежных инструментов и методов современных информационных технологий.

Ключевые слова: компетенция, компетентность, практика преподавания, начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, САПР.

COMPETENCE APPROACH IN TEACHING “DESCRIPTIVE GEOMETRY. ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHICS”

**S.V. Asekritova, V.A. Tokarev,
Yu.P. Shevelev**

Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk

In the article the features of the practice of teaching of discipline “Descriptive Geometry. Engineering and Computer Graphics” at the Department of Graphic Art of RGTU named after P.A. Solovyov on the basis of competence approach. The emphasis is on integrated use of traditional methods to solve engineering graphics problems using drawing tools and methods of modern information technology.

Keywords: competence, competency, practice teaching, descriptive geometry, engineering and computer graphics, CAD.

В последнее десятилетие наблюдается резкая переориентация оценки результата образования с понятий «подготовленность», «образованность», «общая культура», «воспитанность» на понятия «компетенция», «компетентность» студентов. Так, в пятом разделе федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования 3+ (ФГОС ВО 3+) регламентируются требования, по которым «в результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции».

Компетенция (от лат. *competentio, competo* – добиваюсь, соответствую, подхожу) – это личная способность специалиста решать определенный класс профессиональных задач. Поэтому сегодня принято считать, что «компетенция» выступает в качестве основополагающего понятия модернизации содержания образования, так как объединяет в себе интеллектуальную и навыковую составляющие результата образования, интегрирует знания, умения и навыки [1].

Если проанализировать ФГОС ВО 3+ в части инженерно-графической подготовки специалистов уровня бакалавриата для промышленных предприятий, то можно обобщенно выделить три профессиональные компетенции. Во-первых, выпускник должен «обладать способностью применять методы графического представления объектов профессиональной деятельности, например, объектов машиностроения, схем и систем». Во-вторых, выпускник должен «обладать способностью представлять техническую документацию в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации». И, наконец, в-третьих, выпускник должен «обладать умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническими заданиями».

Необходимые знания и опыт для приобретения вышеперечисленных компетенций студенты получают в процессе графической подготовки, осваивая дисциплины «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика».

В настоящее время с широким внедрением во все сферы человеческой деятельности современных информационных технологий принципиально расширена процедура по созданию, передаче, применению и корректировке графических данных при проектировании, изготовлении и поддержке жизненного цикла изделия. Такой подход к преподаванию графических дисциплин с успехом реализуется на кафедре графики РГАТУ им. П.А. Соловьева (рис. 1) [2]. Как следует из рис. 1, особое внимание при изучении дисциплины уделяется компьютерной графике, которая пронизывает весь учебный процесс освоения дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Цель изучения раздела «Начертательная геометрия» дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» состоит в том, чтобы развить у студентов пространственное воображение,



Рис. 1. Структура образовательного процесса по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

умение представить реальные объекты на основе двухмерных изображений на плоскости и одновременно научить студентов решать позиционные и метрические задачи.

В начертательной геометрии пользуются, главным образом, кинематическим способом образования поверхностей. Основным методом начертательной геометрии является метод ортогонального проецирования объекта, как правило, на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Изображения в этих плоскостях носят название «комплексный чертеж».

Решение задачи на построение линии пересечения двух поверхностей (сфера и конус вращения) представляет собой довольно трудоемкий процесс (рис. 2, а). Задача решается способом вспомогательных секущих плоскостей частного положения, который заключается в последовательном пересечении поверхностей горизонтальными плоскостями уровня Г. Плоскости Σ и λ используются для нахождения особых точек линии пересечения.

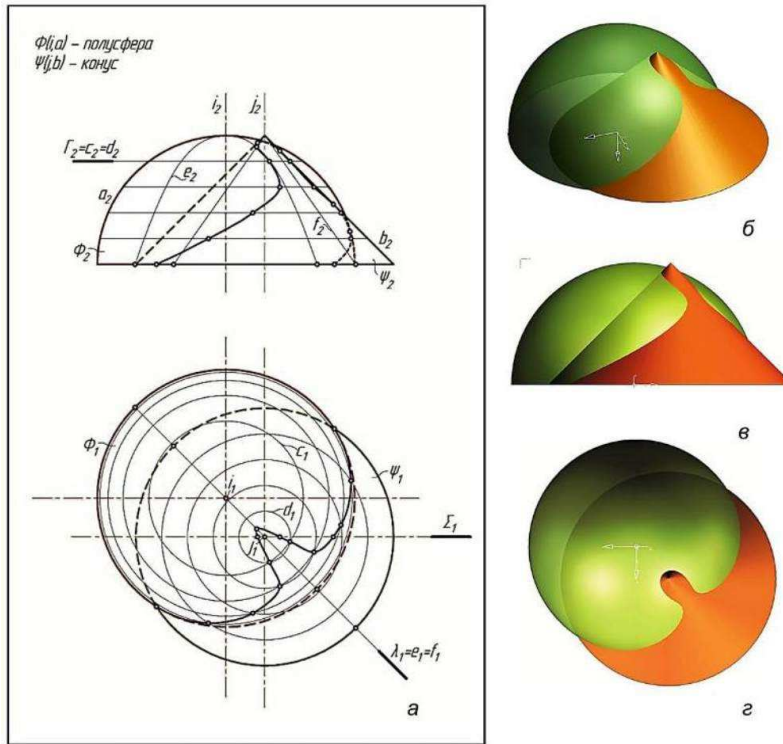


Рис. 2. Пересечение поверхностей: *a* – комплексный чертеж; *б* – трехмерная геометрическая модель; *в* – модель, вид спереди; *г* – модель, вид сверху

Очевидны недостатки визуализации и точности построения искомой линии пересечения двух поверхностей, в частности, особых точек. Визуальное восприятие поверхностей затруднительно, некоторые линии каркаса конкурируют между собой.

На кафедре графики для углубления и закрепления получаемых знаний при изучении теоретических основ начертательной геометрии по построению изображений используются методы компьютерной графики (см. рис. 1). С этой целью практически с первых занятий студенты начинают осваивать использование простых команд графических редакторов САПР для создания трехмерных электронных моделей геометрических объектов.

Чтобы построить параметризованную модель, им достаточно научиться задавать координатные плоскости, в них размещаются поверхности, которые созданы с помощью типовых элементов формы «Цилиндр», «Конус», «Сфера», «Блок». Эти элементы можно обрезать, объединять, пересекать. Студенты учатся создавать модели также на основе

базовых кривых (окружностей, линий, дуг) с помощью операций построения «Вращение» и «Вытягивание». При желании можно изменять отображение 3D-моделей (окраску, прозрачность).

Трехмерная модель имеет преимущество перед 2D-изображением, поскольку создает более полное представление об объекте [3]. Визуализация изделия занимает первое место в длинном списке преимуществ трехмерного моделирования. Ведь плоский чертеж статичен, а модель можно поворачивать и изучать с любой точки, меняя масштаб просмотра по своему желанию, добавлять источники освещения и создавать реалистичную визуализацию.

Удобные инструменты трехмерного моделирования и анимации обеспечивают легкость и скорость, с которыми создаются трехмерные модели конструируемых изделий. Широкие возможности их редактирования и различные способы получения плоских изображений этих изделий (видов, разрезов, сечений), ассоциативно связанных с моделями, обеспечивает огромную экономию времени по сравнению с «ручным» черчением.

На рис. 2, б представлена трехмерная геометрическая модель пересекающихся поверхностей, построенная по условиям задачи (рис. 2, а). Представленная модель наглядна, примененная частичная прозрачность полусферы определяет взаимное расположение поверхностей, различие окраски обеспечивает четкость линии пересечения. На рис. 2, в представлена трехмерная геометрическая модель пересекающихся поверхностей в положении «вид спереди», на рис. 2, г – в положении «вид сверху». При сравнении ортогональных проекций с изображениями модели наблюдаются значительные неточности формы линии пересечения поверхностей: на горизонтальной проекции (см. рис. 2, а) линия пересечения имеет не такую правильную форму, как на изображении модели, особенно в районе особой точки. Допущена ошибка при определении видимости в месте сближения линии пересечения с очерком конуса.

Преимущества визуализации трехмерной модели перед комплексным чертежом очевидны. Наличие модели позволяет проверить правильность решения задач, сравнивая ортогональные проекции с соответствующими расположениями модели.

Приведенные примеры подтверждают целесообразность работы с трехмерными электронными моделями геометрических объектов при изучении теоретических положений начертательной геометрии. При рассмотрении позиционных задач, работая с трехмерной моделью объекта, можно изменять исходные параметры с целью нахождения оптимального решения, «моделировать» механизм решения задачи.

Внедрение компьютерной графики при изучении сложной теоретической дисциплины «Начертательная геометрия» облегчает изучение этой дисциплины и способствует развитию у студентов пространственного воображения.

Изучая раздел «Проекционное черчение» (см. рис. 1), студенты разрабатывают в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД изображения (виды, разрезы и сечения) графических конструкторских документов. Как и в разделе «Начертательная геометрия», наряду с традиционными методами построения изображений используются современные программы систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющие разрабатывать трехмерные электронные геометрические модели изделий, в том числе на основе 2D-изображения [4].

Заканчивая изучение раздела «Проекционное черчение», студенты получают навыки владения основным набором команд электронного моделирования разных по сложности деталей. С помощью опции «Эскиз», создающей двухмерную геометрию нужного профиля, они строят поверхности заматания, используя эскизы в качестве сечений – поверхности свободной формы, а также наряду с твердыми телами тела листовые.

При выполнении заданий студенты наряду с примитивами учатся использовать позиционно зависимые конструктивные элементы, такие как отверстие, бобышка, карман, ребро жесткости и др. Использование конструктивных элементов и операции с ними (зеркальное тело, массив) в процессе создания модели значительно сокращает время проектирования и выполнения студентами аудиторных и домашних заданий.

Выполняя стандартные изображения детали, такие как простые и сложные разрезы и сечения в карандаше, студенты всегда могут проверить правильность выполненного задания с помощью приложения «Черчение», достаточно предварительно построить электронную геометрическую модель детали.

В разделе «Инженерная графика» студенты изучают способы разработки конструкторских документов (чертежей) с использованием методов начертательной геометрии и требований к их оформлению, которые регламентированы государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). На начальном этапе освоения этого раздела применяются традиционные, «карандашные» методы разработки конструкторских документов с целью приобретения студентами навыков использования норм и требований ЕСКД к графическим и текстовым конструкторским документам (рабочему чертежу детали,

чертежу общего вида, сборочному чертежу, спецификации) в части оформления изображений, простановки номинальных значений размеров и оформления технических требований. Это позволяет студентам приобрести профессиональную компетенцию «обладать способностью представлять техническую документацию в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации».

В соответствии с последними изменениями стандартов ЕСКД на передовых предприятиях при проектировании изделий промышленности разрабатываются электронные конструкторские документы. В 2006 году введены Межгосударственные стандарты ЕСКД: ГОСТ 2.051–2006 «Электронные документы»; ГОСТ 2.052–2006 «Электронная модель изделия» и ГОСТ 2.0503 «Электронная структура изделия», которые устанавливают единые требования для разрабатываемых электронных конструкторских документов [5].

Параллельно с «карандашным» способом разработки конструкторских документов изделий студенты изучают методы получения электронных геометрических моделей сборочных единиц, а также изделий создания электронных конструкторских документов на основе 3D-моделей (см. рис. 1).

На рис. 3, а представлены электронная геометрическая модель сборочной единицы «приспособление» и созданный на ее основе сборочный чертеж.

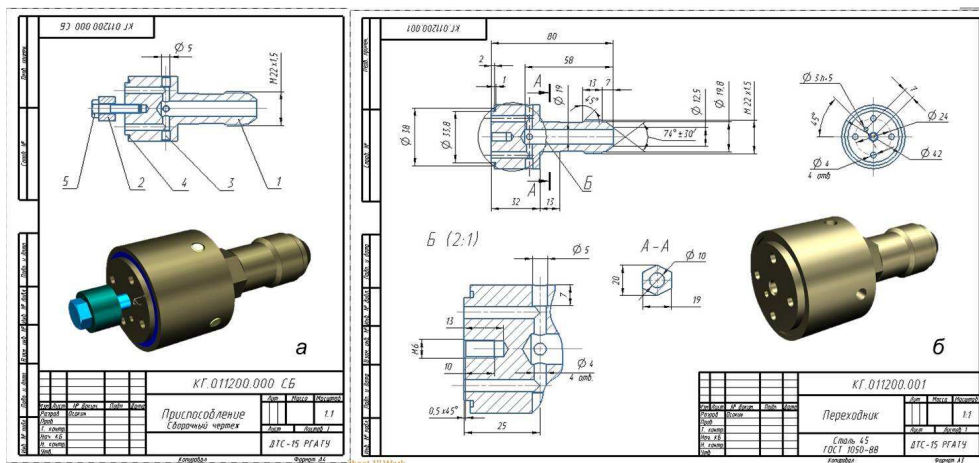


Рис. 3. Электронная геометрическая модель сборочной единицы «приспособление» и созданный на ее основе сборочный чертеж (а); электронная геометрическая модель детали «переходник» и созданный на ее основе рабочий чертеж (б)

Электронные чертежи создаются для всех оригинальных деталей, входящих в сборочную единицу. На рис. 3, б представлены электронная геометрическая модель детали «переходник» и созданный на ее основе рабочий чертеж.

В зависимости от специфики образовательных программ направлений бакалавриата и специалитета на кафедре графики РГАТУ имени П.А. Соловьева студентам предлагаются для разработки электронных конструкторских документов программные продукты наиболее известных компаний: АСКОН (КОМПАС), Autodesk (AutoCAD, Inventor, 3ds MAX) и Siemens PLM Software (NX), которые позволяют решать в электронном виде задачи всех этапов проектирования, изготовления и поддержки жизненного цикла изделия.

Как правило, изучение студентами дисциплины заканчивается индивидуальными творческими исследовательскими разработками, участием в различных конкурсах и выполнении курсовой работы. Введению курсовых работ на кафедре графики способствовало приобретение на авиационном предприятии соответствующей специальной оснастки: для кузнечных специальностей – штампов листовой штамповки, для литейных – пресс-форм для литья по выплавляемым моделям, для общемашиностроительных – кондукторов; также были разработаны и изданы соответствующие учебные пособия. Эти изделия используются в качестве прототипов при разработке комплекта конструкторских документов курсовых работ (см. рис. 1).

В курсовой работе, выполняемой студентами-литейщиками на основе чертежа отливки (рис. 4, а), разрабатывается комплект конструкторских документов пресс-формы. В него входят: эскизный чертеж нижней матрицы пресс-формы, эскизный чертеж общего вида пресс-формы, электронные геометрические модели нестандартных деталей пресс-формы (рис. 4, б), компьютерные чертежи этих деталей, электронная модель пресс-формы (рис. 4, в) и ее компьютерный сборочный чертеж, а также спецификация этого изделия.

Знания, которые получают студенты при изучении дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», служат основой для выполнения расчетов конструкций изделий (САЕ), разработки техпроцессов производства этих изделий (САМ) и управления проектами (PDM, PLM, MRP) в специальных дисциплинах, изучаемых на последующих курсах университета (см. рис. 1) [6, 7].

Используемая на кафедре графики РГАТУ им. П.А. Соловьева методика преподавания дисциплины «Начертательная геометрия. Инже-

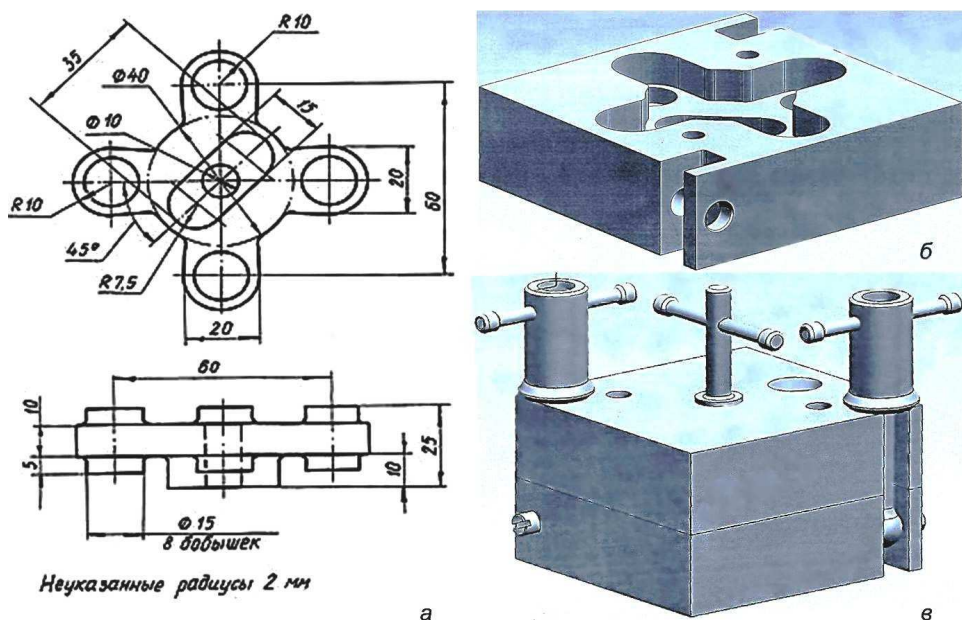


Рис. 4. Элемент задания к курсовой работе (а); геометрическая модель разработанной нижней матрицы (б); геометрическая модель разработанной пресс-формы (в)

нерная и компьютерная графика» является основой для формирования профессиональных компетенций: способности и готовности использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области; готовности участвовать в разработке проектной и рабочей конструкторской документации в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами.

Таким образом, в результате изучения дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» студенты приобретают:

- знания по современным методам и средствам геометрического моделирования и компьютерной графики для разработки конструкторских документов в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД;

- умение ставить задачу и разрабатывать алгоритм ее решения, получать изображения объектов моделирования, в том числе цифровые, работать с прикладными программами САПР как средством управления и получением информации в цифровом виде, планировать реализацию проекта доработки трехмерной геометрической модели;

- навыки владения современными информационными технологиями при разработке и производстве новых изделий.

Список литературы

1. Компетентностный подход в высшем профессиональном образовании: хрестоматия-путеводитель / авт.-сост. А.В. Коваленко; под науч. ред. проф. М.Г. Минина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 117 с.
2. Шевелев Ю.П., Асекритова С.В., Токарев В.А. Практика преподавания дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» // Вестник Рыбин. гос. авиацион. техн. ун-та им. П.А. Соловьева. – 2015. – № 1 (32). – С. 257–272.
3. Асекритова С.В., Константинов А.В. Решение задач начертательной геометрии с использованием системы автоматизированного проектирования NX // Актуальные проблемы реализации компетентно-ориентированных основных образовательных программ: межвуз. сб. науч.-техн. стат. / РГАТУ им. П.А. Соловьева. – Рыбинск, 2014. – С. 213–218.
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
5. ГОСТ 2.001–2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. – М., 2013.
6. Шевелев Ю.П., Асекритова С.В. Решение прикладных задач с использованием САПР // Геометрия и графика. – 2011. – Вып. 1. – С. 76–82.
7. PLM Эксперт. Инновации в промышленности. – 2013. – № 1.

ВЕРИФИЦИРУЕМОСТЬ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАЧ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

А.А. Бойков

Ивановский государственный энергетический университет
им. В.И. Ленина, Иваново

Анализируются вопросы самостоятельной проверки инженерно-графических задач студентами. Вводится понятие верифицируемости как практической доступности самостоятельной проверки задач студентами при поддержке компьютерных систем. Формулируются группы задач верификации. Показывается применение геометро-графических тренажеров для самостоятельной проверки элементарных приемов проекционного моделирования.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, самостоятельная работа, самостоятельная проверка, верифицируемость, графические тренажеры.

VERIFIABILITY OF ENGINEERING AND GRAPHIC TASK SOLUTIONS AS A PRECONDITION FOR THE EFFICIENCY OF STUDENTS' INDEPENDENT WORK

A.A. Boykov

Ivanovo State Power University named by V.I. Lenin, Ivanovo

The problems of checking of engineering and graphic task solutions by students were analyzed. The term verifiability was introduced as the practical availability of the checking by students with the support of computer systems. Groups of objectives of the checking were distinguished. The use of geometric training tools for solitary checking of the elementary skills were shown.

Keywords: descriptive geometry, engineering drawing, independent work, solitary checking, verifiability, geometric training tools.

Введение

В своей деятельности специалисты-инженеры повсеместно имеют дело с геометрическими моделями. Геометро-графическая среда является основой особого рода коммуникаций [1], которой принадлежат 92 % инженерной деятельности, включая геометрическое моделирование и документирование, моделирование технологических процессов, функциональный дизайн, инженерный анализ. В этой коммуникационной среде геометрические модели играют роль языка с его особыми правилами и функциями. Этому языку свойственны особая точность и

ясность при передаче инженерных сведений. Все это объясняет разнообразие геометрических моделей, с которыми сталкиваются студенты инженерных специальностей.

В соответствии с Государственной программой РФ «Развитие образования» на 2013–2020 гг., модернизация учебных программ должна обеспечивать «гибкость и индивидуализацию процесса обучения» и направлена «на повышение самостоятельной учебной деятельности студентов» (Основное мероприятие П. 1.6, в [2, с. 109]). Это предполагает «интенсификацию всех уровней учебно-воспитательного процесса» [3] и создание условий для формирования «психологической установки на самостоятельное систематическое пополнение знаний и овладение умениями ориентироваться в потоке научной информации» [4].

В отношении анализа и синтеза геометрических моделей успешная самостоятельная деятельность возможна лишь в условиях оперативной верификации ее результатов. Верификация – это процесс и результат проверки, верно или неверно построена та или иная тренировочная модель и какие допущены ошибки. Очевидно, компьютерные системы являются ключевым звеном в организации оперативной верификации геометро-графических моделей в самостоятельной работе студентов.

Как известно, проверка в условиях автоматизации обучения может выполняться в двух формах [5]: в форме ручной проверки (в частности, самопроверки) и в форме автоматизированной проверки. Если исключить из рассмотрения функции контроля обучения (расчет оценок и обратную связь с процессом обучения), тогда всякая автоматизированная проверка – наиболее автоматизированный вариант самопроверки.

Верификацией задач дисциплины будем называть организацию самостоятельной проверки их при поддержке компьютерной системы (в том числе полностью автоматическую проверку правильности решений). *Верифицируемостью* задач дисциплины будем называть практическую доступность их верификации.

В настоящей работе мы попытаемся найти ответы на следующие вопросы:

- 1) что составляет основу самостоятельной проверки решений геометро-графических задач;
- 2) какие задачи стоят перед компьютерной системой верификации;
- 3) как компьютерные системы обеспечивают верификацию;
- 4) как может быть организована верификация решений геометро-графических задач.

1. Теоретические основы самостоятельной проверки геометро-графических работ

В книге Б.И. Аргунова и М.Б. Балка, посвященной построениям на плоскости [6], дается определение задачи на построение, для решения которой «требуется построить... некоторую фигуру, если дана некоторая другая фигура и указаны некоторые соотношения между элементами искомой фигуры и элементами данной фигуры». Рассматривается схема решения, которая включает: 1) анализ, 2) построение, 3) доказательство, 4) исследование.

Такая же схема приводится в книге В.В. Глоговского [7], посвященной задачам начертательной геометрии и геометрического моделирования: вводится понятие «конструктивной задачи» и ее «степени» (степень уравнения, к которому приводится ее аналитическое решение), перечисляются «средства построения» (линейка, циркуль, угольник и др.). Задачи различных степеней относятся к тем или иным средствам.

Этап *доказательства* включает формальную проверку того, что построенная фигура соответствует всем указанным условиям; этап *исследования* включает постановку и ответ на дополнительные вопросы: является ли полученное решение частным или общим, всегда ли оно применимо, каким другим способом можно решить задачу, как решить задачу в более общей постановке и т.д. Доказательство и исследование призваны обеспечить проверку правильности и поиск иных методов решения.

Основными средствами интенсификации обучения инженерно-графическим дисциплинам, кроме применения САПР (см. ниже), являются пошаговые демонстрации [8], тестирование [9–11 и др.], электронные учебники, видеоматериалы и т.п. [12, 13 и др.]. Все перечисленные технологии, кроме тестирования, осуществляют представление информации, а не контроль. В работах [14, 15] выделяются четыре уровня овладения материалом: 1) знакомство – общее представление об объекте изучения, студент способен лишь опознавать и различать объекты изучения в ряду им подобных; 2) понимание – усвоение основных понятий, развитие способностей судить об особенностях предметов, давать характеристику, воспроизводить по памяти усвоенную информацию; 3) умение – способность применять усвоенную информацию при решении задач в той мере, которая не требует ее преобразования; 4) навык – способность решать любые задачи, овладение информацией в той степени, чтобы без труда преобразовывать ее и переносить приобретенные умения.

Если обратиться к определению задачи на построение (см. выше), то становится очевидным, что самостоятельная проверка студентами собственных решений возможна только на уровнях понимания и умения: студент понимает, какие фигуры изображены, какими свойствами они обладают, и может проверить выполнение всех условий задачи.

Далее, в работе [14] отмечается, что «выборочные ответы... не обеспечивают обучения выше уровня “знакомство”». Выборочные ответы – это широко внедряемые на всех уровнях современной системы образования тесты. Результатом этого внедрения в школьное образование можно считать низкий уровень подготовки первокурсников. Тестирование, как центральная форма контроля обучения, проникло и в высшее техническое образование. Так, необходимость сдавать интернет-тестирование по начертательной геометрии привела к появлению специальных пособий [16].

Таким образом, применяемые в инженерно-графическом образовании технологии в принципе не решают проблемы обеспечения верифицируемости.

2. Проблемы традиционного подхода к самостоятельной проверке геометро-графических задач

Особенностью курса начертательной геометрии в традиционном изложении (для примера были взяты учебники Н.Ф. Четверухина (1963), А.Д. Посвянского (1970), В.О. Гордона (1978), С.А. Фролова (1983)) является то, что в учебниках даются общие методы построения чертежей, приводятся примеры, но отсутствует методика проверки и самопроверки решений. Советское школьное образование было достаточным для того, чтобы студентам были очевидны как методы решения задач, так и способы проверки решений. Так, в сборнике задач С.А. Фролова (1986) [17] отмечается, что «графические способы решения обладают... свойством, что... на любом этапе решения можно контролировать правильность их выполнения».

Через 30 лет оказывается, что это не вполне справедливо. По-прежнему «в основе контроля лежат инвариантные свойства параллельного проецирования и теоремы начертательной геометрии, планиметрии и стереометрии» [17], которые остались неизменными, но обнаружилась иная проблема: привыкшие к «наглядности¹» движущихся реалистич-

¹ Соколова Л.С. Геометрическая подготовка бакалавров в условиях ухода классического чертежа из современного высокотехнологичного производства // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь, 2016.

ных картинок, студенты перестали понимать..., как можно *рисовать* (курсивом даны слова, употребляемые студентами) две и три точки или прямые, а подразумевать при этом одну, и делать какие-то выводы о ее свойствах; как можно *рисовать* прямую k_1 , а подразумевать какую-то прямую k , которой даже нет на *рисунке*. Они честно учат и выучивают «свойства проецирования» и некоторые теоремы, но не могут взять в толк, какое отношение все это имеет к точкам и *палочкам*, которые зачем-то надо называть «проекциями». При всяком удобном случае они воспроизводят с образца вместо самостоятельного решения и вообще по возможности избегают умственной обработки информации. Например, вместо того, чтобы что-то перечертить, переписать или запомнить, используют фотокамеры мобильных телефонов.

В ходе бесед с отстающими студентами, в ходе наблюдения за тем, как студенты объясняют друг другу решение задач, в ходе проверки чертежей становится очевидным, что многие первокурсники:

1. *Не тренируют абстрактно-логическое мышление и испытывают сложности с пониманием абстрактной информации*, в частности:

– не могут мыслить отвлеченно, не понимают формальных (не подкрепленных наглядностью) методов моделирования;

– не умеют делать выводы и обобщать.

2. *Не тренируют память и испытывают сложности с запоминанием*.

Все это показывает, что формы самостоятельной проверки, характерные для традиционной формы преподавания инженерно-графических дисциплин, недостаточны, по крайней мере на начальных этапах освоения дисциплины.

3. Задачи системы верификации инженерно-графических задач

Становится очевидной необходимость обеспечить верифицируемость методов дисциплины в условиях низкого уровня подготовки студентов.

Хочется отметить отдельно важность опыта применения формальных моделей.

Наглядность, долгое время служившая основой геометрического метода (можно вспомнить знаменитое «смотри» Ганеша в качестве доказательства), в конце концов уступила свое место формальному взгляду: геометрия, как математическая наука, не связана с образами (точками, прямыми), в которых мы привыкли ее воплощать, но лишь «исходит из некоторых терминов... и из некоторых основных предложений, из которых она разматывается... путем последовательного замещения тер-

минов, совершенно независимо от того содержания, которое в эти термины вкладывается» [18]. Система образов является не более чем интерпретацией геометрии. Поэтому для успешного понимания современной геометрии студентам необходимо прививать умение решать задачи абстрактно-логическим выводом, а не наглядным контролем.

Начертательная геометрия – первая дисциплина, в которой студентам приходится управлять некоторым объектом (фигурами трехмерного пространства), используя в качестве интерфейса управления связи вторичных объектов (проекций) с объектом управления, когда каждый вторичный объект отражает лишь отдельные параметры объекта управления. В дальнейшем такая задача возникает перед ними всякий раз, когда речь идет о многопараметрических системах и процессах (например, в атомной, тепло- и электроэнергетике).

Недостатки, являющиеся результатом снижения качества школьного образования, становятся причиной того, что студенты при изучении курса начертательной геометрии испытывают сложности в проверке собственных решений. Фактически они оказываются неспособны осуществлять этапы доказательства и исследования. Повысить уровень овладения материалом в условиях слабой подготовленности можно лишь методом многочисленных проб и ошибок, доведения до автоматизма простейших приемов и приобретения положительного опыта самостоятельного решения.

В частности, хорошие результаты показывает такой порядок обучения: студент знакомится с алгоритмом, закрепляет его применение решением типовых задач, после чего становится способен осмыслить содержание алгоритма, значение отдельных действий и т.д. К сожалению, это повышает нагрузку на преподавателя, вынужденного проверять все решения. Как отмечалось выше, эту функцию должна взять на себя компьютерная система. Выделим три группы задач верификации с примерами инженерно-графических заданий:

1) верификация упражнений (проверка элементарных навыков): построение двух- и трехкартинного чертежа точки, прямой; построение проекций прямых и плоскостей частного положения, построение проекций точек в методах преобразования чертежа, применение правила прямоугольного треугольника и т.д.;

2) верификация задач (проверка умения применять алгоритмы и находить результат): многошаговые метрические, позиционные и комплексные задачи;

3) верификация оформления решений.

4. Компьютерные технологии верификации

Рассмотрим примеры компьютерных технологий, обеспечивающих верифицируемость при изучении некоторых дисциплин:

1. *Верифицируемость в программировании.* Изучая программирование, студенты пишут программы на каком-либо языке. Проверка программ выполняется на двух уровнях: на уровне синтаксиса (форма) и на уровне исполнения (содержание). Использование компиляторов обеспечивает верификацию на уровне синтаксиса (3-я группа): программа не будет передана на исполнение, если текст содержит какие-либо ошибки.

Хотя проверка (тестирование и автотестирование) кода является серьезной проблемой области разработки программного обеспечения [19], на этапе изучения основ программирования возможность запустить программу *достаточна* для самопроверки. Если результаты работы программы неудовлетворительны, вносятся исправления и следует новый запуск. Программу можно изменять и проверять до окончательного решения задачи (2-я группа). В настоящее время этот простой и достаточно эффективный метод дополняют технологии автоматического обучения, когда перед обучаемым ставят частные задачи – исправить фрагмент кода, вставить несколько строк и т.п. под контролем компьютерной системы (1-я группа), пример такой системы – в работе [20].

2. *Верифицируемость в высшей математике.* Многие задачи, с которыми встречается студент при изучении курса высшей математики, также верифицируемы. Компьютерные системы типа MathCAD позволяют проверить любые вычисления (решение уравнений и систем, построение графиков, расчет определителей и матричные операции и др.), некоторые задачи преобразования выражений (упрощение, раскрытие скобок, дифференцирование, интегрирование). Еще больше возможностей предоставляют профессиональные пакеты символьной математики (Maple, Mathematica). Наконец, в Интернете имеется множество онлайн-калькуляторов для проверки частных задач (примеры см. на сайтах: <http://ru.onlimeschool.com/math/assistance>; <http://planetcalc.ru/search/?tag=178> и др.).

5. Верифицируемость в инженерно-графических дисциплинах

Верифицируемость в инженерно-графических дисциплинах в настоящее время обеспечивается применением САД-систем.

Во-первых, это задачи, связанные с моделированием трехмерных фигур (1 и 2-я группы): построение сечений, проекций линий пересечения, создание деталей и сборок. Выше было показано, какие трудности испытывает современный студент при проекционном моделировании. Трехмерные CAD-системы дают возможность их обойти: для проверки становится не нужным анализировать проекционные свойства фигур, достаточно рассмотреть моделируемый предмет со всех сторон. Вероятно, в этом одна из причин привлекательности трехмерных CAD-систем для студентов, которая была воспринята многими преподавателями как преимущество 3D-технологий перед традиционными методами начертательной геометрии. Отметим, что, несмотря на все достоинства CAD-систем, такой подход почти полностью упускает приобретение опыта работы с формальными моделями, о важности которого упоминалось выше.

Во-вторых, верифицируемость многих задач начертательной геометрии обеспечивается высокой точностью построений в CAD-редакторах (1 и 2-я группы). Так, в сборнике задач [21] в конце решения предлагается произвести измерение на чертеже и сравнить с ответом. При ручном исполнении современный студент рискует никогда не добиться правильного ответа, но при использовании графического редактора такой способ самопроверки становится возможным.

В-третьих, некоторые возможности предоставляют системы нормоконтроля [22] (3-я группа).

Тем не менее многие вопросы верификации инженерно-графических задач остаются не решенными.

Вторая и третья группы задач верификации связаны с разработкой специальных геометрических редакторов и применением CAD-систем и требуют отдельного обстоятельного рассмотрения. Отметим только сходство проверки решений и оформления инженерно-графических задач с упомянутой выше проверкой программ: систему проверки можно представить себе как транслятор языка графического моделирования (проекционного чертежа), выполняющий синтаксическую проверку (проверку оформления) и предоставляющий результат моделирования в форме, пригодной для самопроверки (например, в виде трехмерной модели). Такого рода трансляция является частью задачи автоматического чтения чертежа. В настоящее время данные системы позволяют работать не только с точками и прямыми, но и с многогранниками и телами вращения [23, 24].

Первая группа задач верификации может быть решена при помощи геометро-графических тренажеров [25, 26]. Автором был разработан ряд интерактивных тренажеров для отработки элементарных приемов проекционного моделирования (рис. 1).

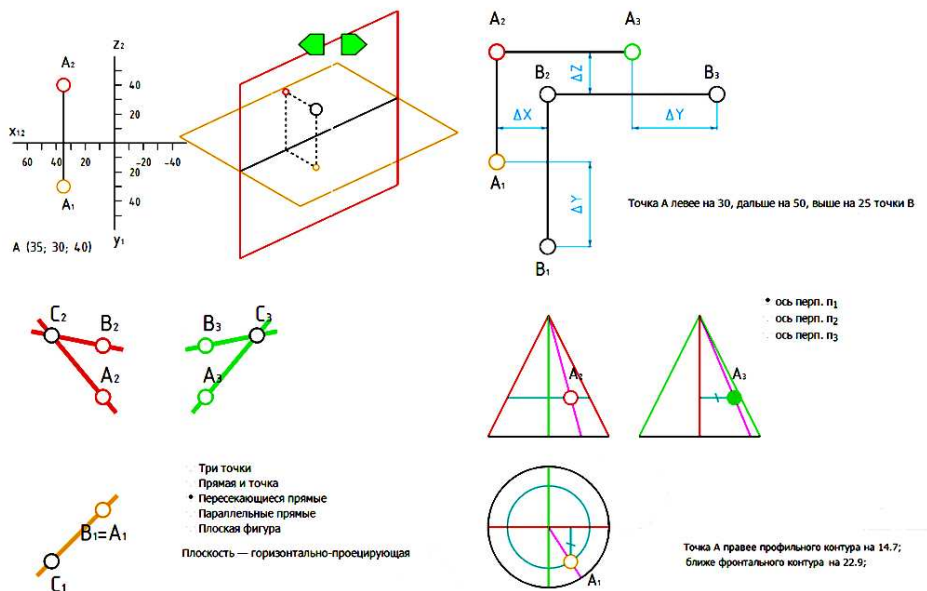


Рис. 1. Примеры геометро-графических тренажеров для самопроверки

Тренажеры были опробованы на группе отстающих студентов в следующем режиме: студент получал карту заданий (вариант А или В через одного), например, на построение проекций точек на поверхности вращения (рис. 2), выполнял построения, затем допускался к компьютеру и выполнял самопроверку, затем проверку выполнял преподаватель.

Результаты приведены в табл. 1: при первом использовании студенты нашли в среднем (при расчете исключались минимальные значения и значения от 100 % и выше) 63,4 % ошибок. Разброс значений объясняется индивидуальными показателями усвоения той или иной темы и, в некоторой степени, сложностью интерфейса тренажеров.

Велико число однотипных ошибок, например, в заданиях на построение двухкартинного чертежа точек студенты применяли индексы 1–2 в системе плоскостей П2–П3, что автоматически аннулировало правильность расположения проекций. Причем в ходе самопроверки студенты, ориентируясь на расположение проекций, оценивали свое решение как правильное.

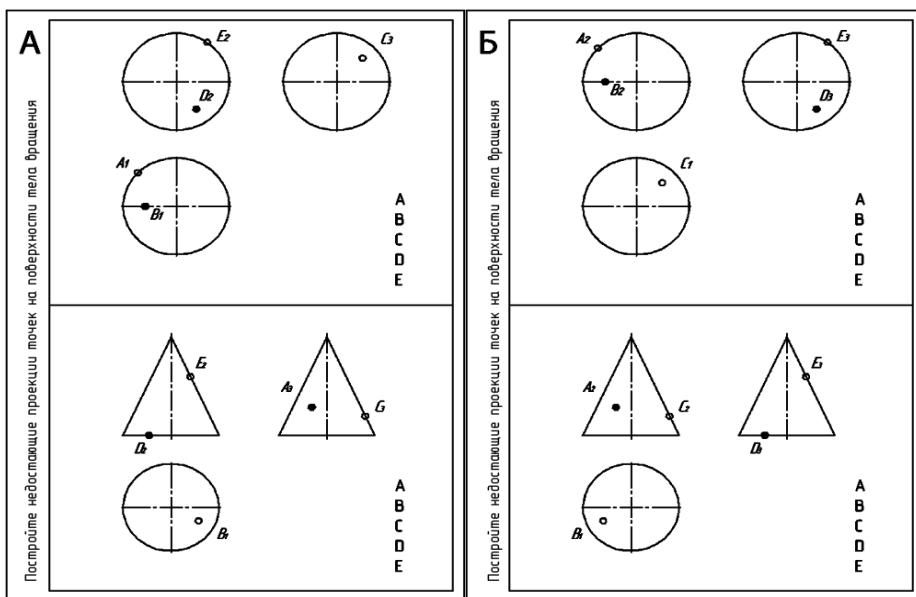


Рис. 2. Пример карты с заданием (варианты А и Б)

Использование тренажеров в режиме самопроверки показало следующее:

- при особенно низком уровне понимания они неэффективны: студенты произвольным образом интерпретируют то, что видят; не разделяют видимые и невидимые проекции точек, индексы проекций, не замечают параллелей на поверхностях вращения, сравнивают лишь примерное расположение;

- они интересны студентам и мотивируют их к исследованию моделей; так, некоторые студенты, потратив по собственной инициативе 15–25 минут на работу с тренажером, попросили дополнительное задание (давался другой вариант – Б или А соответственно), результаты приведены в табл. 2;

- работа с несколькими тренажерами подряд приводит к путанице; так, проверяя задачи на построение двухкартинных чертежей сначала в тренажере с системой плоскостей П1–П2, а затем – П2–П3, при повторном решении студенты допустили больше ошибок при построении проекций в системе П2–П3 – располагали проекции одну под другой (столбцы 3 и 4, табл. 2);

- были обнаружены недостатки интерфейсов тренажеров, в частности, невозможность мгновенно поменять видимость проекции точки на поверхности (перемена знака соответствующей координаты)

вызывала ошибки интерпретации результата сверки (случаи, когда студенты нашли больше ошибок, чем допустили, – столбцы Б.1 и Б.3 табл. 1).

Таблица 1

Результаты применения тренажеров в режиме самопроверки

А. Построение проекций точки, прямой											Среднее	
Студент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	–	65,4 %
Ошибок допущено E0	3,5	7	3	4,5	3	6	4	9	6	6	–	
Ошибок найдено E1	3	7	3	2	2	2,5	3	7	1	4	–	
E1/E0·100 %	85,7 %	100 %	100 %	44 %	66,7 %	41,7 %	75 %	77,8 %	16,7 %	66,7 %	–	
Б. Построение проекций точек на поверхности тела вращения												69,9 %
Студент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
E0	9	8	5,5	7,5	6	8,5	7,5	7,5	6,5	5,5	7	
E1	10	7	5	7,5	4	5	6	7	2,5	2	4,5	
E1/E0·100 %	111,1 %	87,5 %	110 %	100 %	66,7 %	58,8 %	80 %	93,3 %	38,5 %	36,4 %	64,3 %	
В. Построение проекций точек фигуры сечения												55 %
Студент	1	2	3	4	5	6	7	8	–	–	–	
E0	2,5	9	3	2	2	5	7	4	–	–	–	
E1	2	9	3	0	1	2	7	2	–	–	–	
E1/E0·100 %	80 %	100 %	100 %	0	50 %	40 %	100 %	50 %	–	–	–	

Таблица 2

Результаты повторной проверки после работы с тренажером

Задачи	Построение проекций точки, прямой				Построение проекций точек на поверхности тела вращения					Построение проекций точек фигуры сечения			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Студент													
Ошибок до работы с тренажером (А)	4	9	4,5	3	6	7,5	8	7	6,5	7	5	2,5	9
Ошибок сразу после работы с тренажером (В)	2	6	5,5	5	6	5,5	5,5	3,5	6,5	4	2	0,5	5,5
Разница (В – А)/10·100 %	–20 %	–30 %	+10 %	+20 %	0	–20 %	–25 %	–35 %	0	–30 %	–30 %	–20 %	–35 %

Некоторые вопросы еще требуют решения: так, не найдена пока приемлемая форма представления заданий с плоскостями общего положения и многогранниками (различные варианты исходных данных приводят к усложнению интерфейса), хотя такая проверка легко автоматизируется средствами системы проверки решений (2-я группа задач верификации) [27].

В целом эффект использования тренажеров можно оценивать как положительный. Незначительная модификация делает их пригодными для автоматического контроля при выполнении заданий типа: разместить проекции точки, заданной координатами или положением относительно другой точки, расположить проекции прямой или плоскости заданного частного положения, поместить точку на заданный контур поверхности, выбрать положение секущей плоскости и др.

Выводы

Показано, что основу самостоятельной проверки решений инженерно-графических задач составляет понимание свойств проекций и умение логическим выводом проверять выполнение условий задачи; проверку обеспечивает этап доказательства в решении задачи. Выявлено, что современные студенты испытывают трудности при выполнении самостоятельной проверки традиционным способом, требуются новые формы организации проверки, а основные компьютерные технологии преподавания инженерно-графических дисциплин не обеспечивают контроль знаний выше уровня «знакомство». Выделены группы задач верификации. Показано, что компьютерные технологии способны обеспечивать верифицируемость методов и алгоритмов в преподавании ряда дисциплин, но многие вопросы верификации в инженерно-графическом образовании остаются не решенными. Показано применение геометро-графических тренажеров в задачах верификации элементарных приемов проекционного моделирования.

Список литературы

1. Bertoline G.R., Wiebe E.N. Engineering graphics. Technical graphics communication. – 5th ed. – The McGraw–Hill Companies, Inc. 2007. – 820 p.
2. Развитие образования на 2013–2020 гг. [Электронный ресурс]: гос. программа РФ. – URL: http://минобрнауки.рф/документы/3409/файл/2228/13.05.05-Госпрограмма-Развитие_образования_2013-2020.pdf (дата обращения: 09.03.2016).
3. Красильникова В.А. Концепция компьютерной технологии обучения / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2008. – 42 с.
4. Пидкасистый П.И. Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении. – М.: Педагогика, 1980. – 240 с.
5. Латыпова В.А. Методики проверки работ со сложным результатом в условиях смешанного и дистанционного автоматизированного обучения [Электронный ресурс] // Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 3. –

URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/170TVN315.pdf> DOI: 10.15862/170TVN315 (дата обращения: 17.01.2016).

6. Аргунов Б.И., Балк М.Б. Геометрические построения на плоскости: учеб. пособие. – М.: ГУПИ Министерства Просвещения РСФСР, 1957. – 268 с.

7. Глоговский В.В. Элементарные конструктивные задачи по начертательной геометрии. – Львов: Вища школа, 1981. – 152 с.

8. Столер В.А. Преподавание начертательной геометрии с использованием компьютерно-мультимедийных систем [Электронный ресурс] // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. интернет-конф. – 2011. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2011/papers/7/> (дата обращения: 16.01.2016).

9. Мельник О.П., Скорюкова Я.Г., Слободянюк Е.В. Методы и особенности составления тестовых заданий для дистанционных курсов геометро-графических дисциплин // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2015 г. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. – С. 279–289.

10. О создании учебно-методического комплекса для сопровождения графической подготовки студентов / И.Д. Столбова [и др.] // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, вып. 2. – С. 29–37.

11. Полушина Т.А. Интернет-тренажер по начертательной геометрии и инженерной графике в учебном процессе // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 31–37.

12. Болбат О.Б. Использование мультимедийных презентаций в учебном процессе // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2015 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 224–229.

13. Сергеева И.А., Петухова А.В. Инженерно-графическая подготовка студентов в условиях компьютеризации обучения [Электронный ресурс] // Наукоедение. – 2014. – № 3 (22). – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/107PVN314.pdf> (дата обращения: 16.01.2016).

14. Ботвинников А.Д. Современные технические средства обучения черчению // Новые технические средства обучения черчению. – М.: Просвещение, 1967. – С. 3–17.

15. Беспалько В.П. Каковы же наши принципиальные возможности? // Вестник высшей школы. – 1965. – № 6.

16. Талалай П.Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний. – СПб.: Лань, 2010. – 288 с.
17. Фролов С.А. Сборник задач по начертательной геометрии. – М.: Машиностроение, 1986. – 176 с.
18. Каган В.Ф. Задача обоснования геометрии в современной постановке // Очерки по геометрии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – С. 27–56.
19. Майерс Г. Искусство тестирования программ. – М.: Финансы и статистика, 1982.
20. HTML Academy: интерактивные онлайн-курсы [Электронный ресурс]. – URL: <http://htmlacademy.ru> (дата обращения: 9.03.2016).
21. Задачник по начертательной геометрии с элементами программирования. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1984. – 176 с.
22. Петухова А.В. Использование утилиты «Нормоконтроль» для автоматизации проверки чертежей // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – С. 197–199.
23. Ротков С.И. Разработка методов и средств геометрического моделирования и компьютерной графики пространственных объектов для CALS-технологий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.01.01. – Н. Новгород, 1999. – 280 с.
24. Тюрина В.А. Разработка методов преобразования каркасной модели в задаче синтеза образа 3D-объекта по его проекциям: дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01. – Н. Новгород, 2003. – 170 с.
25. Бойков А.А. Геометрическое моделирование в системе дистанционного обучения // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2, вып. 4. – С. 34–42. DOI: 10.12737/8295
26. Бойков А.А. О применении графических мультитестов в системе компьютерного обучения по инженерной графике // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2015 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 341–355.
27. Бойков А.А., Милосердов Е.П., Федотов А.М. Средства компьютерного обучения графическим дисциплинам // Проблемы научно-методического и организационного обеспечения учебного процесса по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике: сб. тр. Всерос. семинара-совещ. зав. кафедрами графических дисциплин / СГТУ. – Саратов, 2005. – С. 27–29.

ОЦЕНКА ГРАФИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ СТУДЕНТА-ПЕРВОКУРСНИКА СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

К.А. Вольхин

Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет, Новосибирск,
Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск

Рассматриваются факторы, влияющие на успешность инженерной графической подготовки студентов. Оценивается уровень школьной геометро-графической подготовки. Анализируется влияние школьного курса «Черчение» на формирование навыков работы с графической информацией у студентов первого курса архитектурно-строительного университета.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, черчение, графическая грамотность, восприятие графической информации, графический образ, графический тезаурус, начертательная геометрия.

GRAPHIC SKILLS ASSESSMENT OF THE CONSTRUCTION UNIVERSITY FIRST-YEAR STUDENT

K.A. Vol'khin

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk
Siberian Transport University, Novosibirsk

The factors affecting successful engineering graphic grounding of the students have been reviewed in this article. The assessment of school geometrical-graphic grounding level has been made. The author analyses the influence of school course “Drafting” on the forming of working with graphic information skills of the architectural-construction university first-year students.

Keywords: geometrical-graphic grounding, drafting, graphic skills, perception of graphic information, graphic image, graphic thesaurus, descriptive geometry.

Проблемы школьной геометро-графической подготовки всегда являются актуальной темой для обсуждения среди специалистов, продолжающих ее в профессиональном образовании. При этом хотелось бы отметить, что низкий уровень школьной графической подготовки наблюдался и ранее. Так, в 80-е гг. прошлого столетия, когда «Черчение» в школе было базовым учебным предметом, исследование коллег по выявлению начальных (школьных) знаний по черчению и уровня пространственного воображения у студентов первого курса показало, что «учащиеся не имеют достаточных навыков оперирования образами гео-

метрических и технических форм» [11, с. 29]. О недостаточном уровне графической подготовки продолжают высказываться коллеги и сейчас [3, 5, 7, 8, 10], часто объясняя это тем, что дисциплина «Черчение» в рамках образовательной области «Технология» стала элективным курсом. Эта проблема международная. Так, коллеги отмечают низкий уровень базовых знаний по графическим дисциплинам студентов, поступивших в Монгольский университет науки и технологии. В общеобразовательных учебных заведениях Монголии графическим дисциплинам обучают в течение четырех лет (175 часов) [4]. Таким образом, неверно считать основной проблемой низкого качества графического образования в школе статус дисциплины «Черчение». Сегодня школы, в которых создаются специализированные инженерные классы, предполагающие повышенный уровень графической подготовки, в первую очередь столкнулись с отсутствием кадров соответствующей квалификации и рядом других факторов, влияющих на качество обучения черчению [6]. Ни для кого не является открытием то, что «учителей собственно черчения в школе практически не бывает. Черчение ведет либо математик, либо трудовик (технолог), либо учитель ИЗО. Для каждого из них черчение – это дополнительная, зачастую навязанная им в силу необходимости учебная нагрузка» [9]. Многие школы идут на сотрудничество с высшими учебными заведениями в решении кадрового вопроса по ряду технических дисциплин, в том числе черчения [13], при этом нельзя не отметить, что преподаватели графических дисциплин редко имеют соответствующие профилю преподаваемых дисциплин образование и часто не имеют педагогического.

Изучение требований федеральных образовательных стандартов Российской Федерации к уровню освоения образовательных программ дошкольного, начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования с позиции формирования графических компетенций позволяет сделать вывод о нарушении системного подхода к формированию графической грамотности учащихся. Основу школьной графической подготовки составляют геометрические знания, в то время как наиболее сложным по восприятию графической информации является чертеж, требующий по проекционным изображениям сформировать целостный образ представленного объекта [1]. Правила построения чертежа в обычной общеобразовательной школе изучаются в 6–8-х классах, а законы стереометрии – в 10–11-х классах. В этой связи при обучении черчению преобладают не математические основы формирования изображения.

Какими базовыми знаниями, умениями и навыками в графической деятельности должны обладать абитуриенты высших учебных заведений, чтобы уровень школьной графической подготовки считался бы достаточным для успешного инженерно-графического образования? Если ориентироваться на содержание учебника по черчению, то в нем предложен круг вопросов от организации рабочего места чертежника до использования компьютерных технологий в проектировании [12]. Объем информации, представленный в учебнике, существенно превышает содержание современной инженерной графической подготовки в вузе. Таким образом, освоение на высоком уровне школьного курса черчения должно делать бессмысленным дальнейшее инженерное графическое образование.

Проведенное анкетирование 70 студентов первого курса факультета инженерных и информационных технологий Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) показало, что у 40 % респондентов курса «Черчение» в школьной программе не было, 26 % освоили черчение на «отлично», 33 % – имеют оценку «хорошо» и только один студент – «удовлетворительно». Конечно, в условиях, когда черчение не является базовым предметом, объективность оценки знаний учащихся снижается под давлением родителей и классного руководителя – не портить аттестат учащегося низкими отметками по второстепенной дисциплине. Неожиданные результаты были получены в результате сравнения уровня освоения школьного курса «Черчение» и успешности изучения начертательной геометрии студентов первого курса. В процентном соотношении с итоговой аттестацией по дисциплине в рамках сессионного периода успешнее справились студенты, не изучавшие черчение (71,4 %), чем прошедшие курс черчения в школе (59 %).

Первоочередным условием эффективности освоения любых учебных дисциплин является отсутствие языкового барьера между субъектами образовательного процесса. На качество геометро-графического образования существенное влияние оказывают уровень развития пространственного мышления учащегося и опыт выполнения графических построений. Таким образом, успешность инженерной графической подготовки можно поставить в зависимость от следующих факторов:

- ◆ наполнения графического тезауруса студента словами, описывающими простейшие геометрические формы и действия;
- ◆ способности учащегося по проекционным изображениям сформировать целостный образ объекта, ограниченного простейшими геометрическими формами;

- ◆ навыков графических построений;
- ◆ знаний общих правил оформления чертежа.

Наполнение тезауруса зрительными образами происходит в процессе изучения различных учебных предметов. Проблема узнавания становится актуальной, когда человек начинает работать с графической моделью реального объекта или с моделью еще не существующего объекта, что составляет основу инженерной деятельности. Во время школьной графической подготовки учащийся должен приобретать навыки работы с такими графическими моделями трехмерных объектов, как рисунок, геометрическая модель и чертеж [2]. Проведенное тестирование показало, что все респонденты смогли правильно описать только наглядные тонированные изображения конуса и шара (сферы), четырехугольную пирамиду и цилиндр узнало около 90 % студентов, треугольную призму – только 66 %.

Для проверки способности формирования целостного образа простейших геометрических форм мы предложили студентам описать изображенные на чертежах объекты (рис. 1).

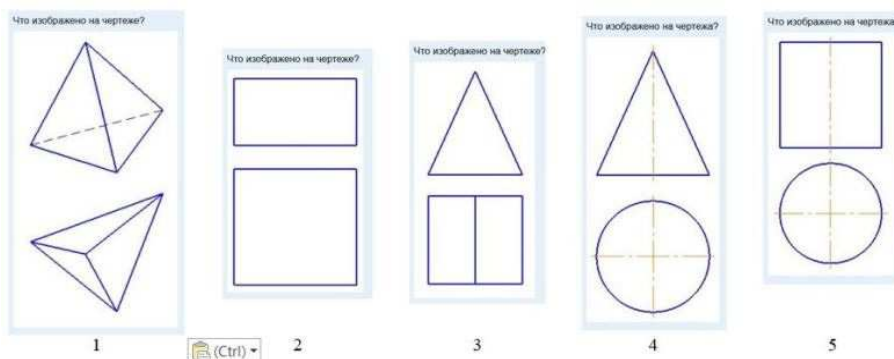


Рис. 1. Содержание тестовых заданий: 1 – треугольная пирамида; 2 – параллелепипед; 3 – треугольная призма; 4 – конус; 5 – цилиндр

Результаты анкетирования представлены в таблице. Некоторые описания изображений студентами трудно объяснить. Наиболее узнаваемым объектом оказалась треугольная пирамида. Ее правильно описали 84,5 % студентов (при этом наиболее популярный ответ – «тетраэдр» – 45 %). Цилиндр узнали 62 % респондентов, конус – 59 %, треугольную призму – 32,4 %, параллелепипед – 29,6 % (наиболее популярный ответ 33 % – прямоугольник и квадрат). Традиционно считается, что навыки работы с проекционным чертежом приобретаются учащимся при изуче-

нии черчения, и наши исследования это подтверждают; доля тех, кто не изучал черчение, среди правильно ответивших составила в среднем 38,7 %.

Для узнавания предмета, изображенного на проекционном чертеже, нужно понимать, что представлены две проекции одного объекта, поэтому, когда изображение распадается на два образа, причиной может быть как непонимание методов построения чертежа, так и отсутствие в графическом тезаурусе представленной на чертеже фигуры. Чтобы определить доминирующий фактор, мы оценили влияние успешности изучения черчения среди студентов, которые не смогли сформировать целостный образ геометрического объекта, изображенного на проекционном чертеже. Из диаграммы, представленной на рис. 2, видно, что два независимых объекта на чертежах параллелепипеда, конуса и цилиндра увидело большее количество студентов, не изучавших черчение в школе. В то же время на узнавание треугольной призмы определяющее влияние оказало отсутствие этого понятия в словаре геометрических образов студента.

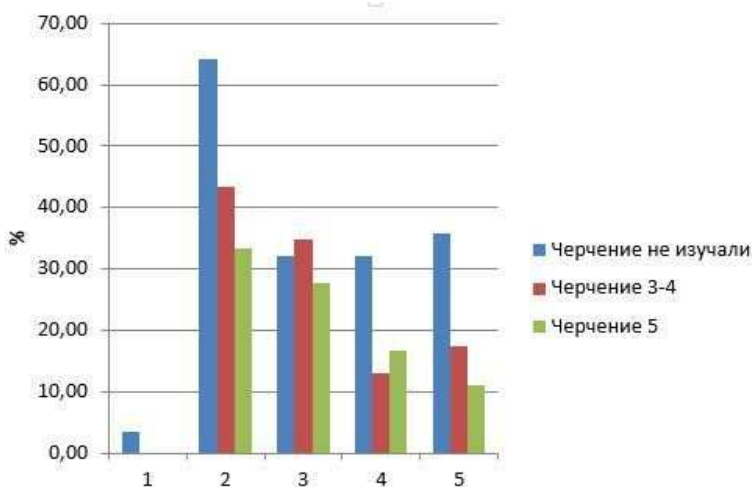


Рис. 2. Зависимость успешности изучения черчения на неспособность формирования целостного образа, изображенного на проекционном чертеже геометрического объекта: 1 – треугольная пирамида; 2 – параллелепипед; 3 – треугольная призма; 4 – конус; 5 – цилиндр

Анкетирование студентов показало, что свои навыки выполнения графических построений оценивают на «хорошо» и «отлично» около 80 % студентов с применением традиционных чертежных инструментов и 30 % – компьютерных графических программ (10 % – «Компас», 10 % – AutoCAD, остальные – Paint и одиночные: bCAD, qCAD, Blender). Фак-

тически качество графических построений при оформлении индивидуальных графических заданий «в карандаше» у 95 % студентов с трудом заслуживает оценки «удовлетворительно».

Собеседование с первокурсниками показало, что студенты, изучавшие в школе черчение, знают, что есть три основных вида, и имеют представление о типах линий, хотя не всегда название и назначение соответствуют описаниям стандарта. Таким образом, можно с уверенностью говорить об отсутствии знаний о правилах оформления чертежа у доминирующей части выпускников школ.

Представленные результаты исследования показали, что уровень графической грамотности студента первого курса низкий вне зависимости от того, изучали они черчение в школе или нет. На то, что в условиях потребности инженерных кадров быстро разрешатся все проблемы в организации графической подготовки в школе, большой надежды нет. Поэтому для успешного освоения таких дисциплин, как «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика», необходимо учитывать сложившиеся обстоятельства, создавать условия и разрабатывать учебно-методические материалы, позволяющие студенту восполнить пробелы геометро-графической подготовки.

Варианты описания представленных на чертежах объектов

Чертеж	Варианты ответа	Количество студентов		
		Всего	Черчение изучали	Черчение не изучали
1	2	3	4	5
Треугольная пирамида	Треугольная пирамида	18	10	8
	Тетраэдр	32	18	14
	Пирамида	9	8	1
	Проекция пирамиды	1	–	1
	Нет ответа	1	1	–
	Пирамиды	1	–	1
	Пирамида четырехугольная	3	2	1
	Призма	2	–	2
	Треугольник, треугольники	2	2	–
	Ромб	2	2	–
Параллелепипед	Параллелепипед	10	5	5
	Прямоугольный параллелепипед	3	1	2
	Четырехугольная призма	5	4	1
	Прямоугольная призма	3	3	–
	Нет ответа	2	1	1
	Прямоугольник и квадрат	24	12	12
	Четырехугольники	10	7	3

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
	Прямоугольники	10	7	3
	Четырехугольные фигуры	1	–	1
	Геометрические фигуры	1	1	–
	Четырехугольник на плоскости	1	1	–
	Параллелограмм	1	1	–
Треугольная призма	Треугольная призма	15	11	4
	Призма	8	2	6
	Нет ответа	7	5	2
	Пирамида	10	6	4
	Треугольник, квадрат и 2 прямоугольника	23	13	10
	Конус, фигура, фигуры, проекция	4	4	–
	Дом, крыша, деталь	3	1	2
	Проекция конуса и призмы	1	1	–
Конус	Конус	34	24	10
	Проекция конуса	8	3	5
	Нет ответа	3	3	–
	Треугольник, круг (окружность)	13	6	7
	Проекция как сферы, как цилиндра, как треугольника и т.д.	2	1	1
	Высота в треугольнике, \sin и \cos в круге	1	–	1
	Линии разреза (симметрии), штрих-пунктир	3	1	2
	Проекция, плоскость	3	1	2
	Макет, заметка	2	2	–
Цилиндр	Цилиндр	36	25	11
	Проекция цилиндра	8	3	5
	Нет ответа	3	3	–
	Прямоугольник, окружность (круг)	11	4	7
	Куб, шар	3	1	2
	Плеер, плоскость	2	–	2
	Проекция нескольких фигур	1	–	1
	Цилиндр в разрезе	1	–	1
	Призма	1	1	–
	Штрих-пунктир, оси симметрии	3	3	–
	Геометрические фигуры	1	1	–
	Вид сбоку и вид сверху	1	1	–

Список литературы

1. Вольхин К.А. Довузовское графическое образование // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 27 марта 2015 г. / отв. ред. К.А. Вольхин. – Новосибирск, 2015. – С. 48–53.
2. Вольхин К.А., Пак Н.И. О состоянии графической подготовки учащихся в школе с позиции информационного подхода // Вестник Краснояр. гос. пед. ун-та им. В.П. Астафьева. Психолого-педагогические науки. – 2011. – № 3 (17). – С. 74–78.
3. Вольхин К.А., Астахова Т.А., Лейбов А.М. Мониторинг состояния графической подготовки школьников по итогам конкурсов // Технологическое образование в XXI в.: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., Новосибирск, 29–30 октября 2009 г. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2009. – С. 142–146.
4. Доржбалдан Н., Лхадвадорж У. Оценка базовых знаний по графической дисциплине студентов, поступивших в вуз (на примере МГУТН) // Информационные технологии и промышленный дизайн в профессиональном образовании и строительстве: сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – С. 154–158.
5. Князева Е.В. К вопросу о графической подготовке в системе непрерывного образования «школа – вуз» // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы IV Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2014 г. – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – С. 256–269.
6. Куликова, С.Ю., Куликова Т.Г. Проблемы преподавания черчения в инженерных классах // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации (КГП – 2015): материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2015 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 460–468.
7. Лагунова М.В., Мошкова Т.В., Тюрина В.А. К вопросу об уровне готовности студентов 1-го курса к освоению геометро-графических дисциплин // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации (КГП – 2015): материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2015 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 236–242.

8. Малаховская В.В. Диагностика уровня геометро-графической подготовки выпускников учреждений общего среднего образования // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21 марта 2014 г. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2014. – С. 32–34.

9. Михайлов А.В. Черчение в школе. Проблемы и перспективы. Пути интеграции общего и дополнительного образования [Электронный ресурс]. – Кемерово, 2011. – URL: <http://pedsovet.su/publ/28-1-0-1078> (дата обращения: 23.01.2016).

10. Петрова Н.В. Анализ состояния графической подготовки учащейся молодежи на основе итогов региональных конкурсов // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21 марта 2014 г. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2014. – С. 17–18.

11. Выявление начальных (школьных) знаний по черчению и уровня пространственного воображения у студентов I курса / В.Я. Соосар, А.Е. Протасова, Н.М. Канашина, Е.Н. Тарасова, А.В. Бузина // Методические разработки по проблемам вузовской педагогики и научной организации учебного процесса. – Новосибирск, 1983. – Вып. 3 (95). – С. 21–29.

12. Черчение: учеб. для общеобраз. учреждений / В.В. Степакова, Л.В. Курцаева, М.А. Айгулян [и др.]; под ред. В.В. Степаковой и Л.В. Курцаевой. – М.: Просвещение, 2012. – 319 с.

13. Шебашев В.Е. К вопросу преемственности графической подготовки на вузовском и довузовском уровне [Электронный ресурс] // Актуальные вопросы графического образования молодежи: материалы VII Всерос. науч.-метод. конф., 13–15 июня 2007. – URL: <http://www.rgata.ru/arch/section2.doc> (дата обращения: 23.01.2016).

ВАРИАТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

К.О. Глазунов, А.Н. Лызлов

Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Рассматриваются различные способы решения позиционных задач. Для этого используется параллельное или центральное проецирование. Более подробно проанализированы варианты решения первой позиционной задачи.

Ключевые слова: вариативность, точка, прямая, плоскость, конус, преобразование чертежа, вспомогательное проецирование.

VARIATION OF DESCRIPTIVE GEOMETRY TASKS SOLUTION

K.O. Glazunov, A.N. Lyzlov

Baltic State Technical University "Voenmekh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

This article considers different methods of positional tasks solution with use of parallel or central projection. An attention is paid to the solution variations of the first positional task.

Keywords: variation, point, straight line, plane, cone, drawing conversion, auxiliary projection.

Целью вариативного обучения математике (а значит, и начертательной геометрии) является развитие логики мышления, творческой инициативы, устойчивое формирование знаний, умений выбирать и применять математические (геометрические) знания при решении инженерных вопросов. Современные образовательные стандарты требуют вариативности обучения (и решения задач) уже с начальной школы: в 3, 4-х классах педагоги предлагают решать простые математические (арифметические) задачи несколькими методами.

В начертательной геометрии изучаются различные способы решения геометрических задач на чертеже: вращение, совмещение, плоскопараллельное перемещение, перемена плоскостей проекций. Также для решения задач можно использовать вспомогательное параллельное или центральное проецирование, поэтому каждая, даже самая простая, задача имеет варианты решения и носит творческий характер. Многочисленность способов решения порождает большое разнообразие операций

как в пространстве, так и на проекционной модели, с помощью которых строятся алгоритмы решения.

Традиционный курс начертательной геометрии предполагает решение некоторых задач несколькими способами. Например, определение истинной величины отрезка прямой или определение истинной величины и формы фигуры осуществляется с использованием различных способов преобразования чертежа. Как и некоторые другие метрические задачи, такие, например, как определение расстояния от точки до прямой или плоскости, решаются с преобразованием чертежа или без него. Что же касается большинства позиционных задач, то в этом случае различие вариантов решения не в чести. Более того, в некоторых случаях предлагается только один алгоритм решения для задач, где различных способов решения значительно больше двух. Это обедняет курс и не приучает студентов к творческому поиску.

Начнем с самой простой задачи, а именно с построения профильной проекции точки. Традиционно ее рекомендуют решать с помощью координатного способа, реже используют постоянную прямую эюра Монжа (или прямую ko). Но (по крайней мере нам) не известно, чтобы профильную проекцию точки определяли с помощью способа замены плоскостей проекций, заменяя горизонтальную плоскость на профильную. Конечно, традиционный курс начертательной геометрии предполагает рассмотрение способов преобразования чертежа после изучения проекционных моделей точки, прямой и плоскости. А почему, собственно? Нам кажется, можно (и нужно) все инструменты начертательной геометрии изучить в самом начале курса. Так, сразу после проекций точки следует рассмотреть, во-первых, способ замены плоскостей проекций, во-вторых, вспомогательное параллельное и центральное проецирование. После разбора прямых общего и частного положения сразу же (до решения задач) следует рассказать о других способах преобразования чертежа. И тогда самые простые задачи можно решать различными способами (например, определение положения точки, расположенной на профильной прямой). Можно строить профильную проекцию прямой различными способами, можно использовать замену одной из плоскостей проекций на любую другую, можно воспользоваться параллельным проецированием на плоскости проекций или на биссекторную плоскость, можно употребить любое вращение или плоскопараллельное перемещение.

Так же обстоит дело и с задачей построения точки, принадлежащей заданной плоскости. Есть во всех учебниках изложенный способ,

связанный с проведением прямых в плоскости. Однако можно эту же задачу решить при помощи вспомогательного параллельного проецирования или с использованием способа замены плоскостей проекций. И дело не в поиске оптимального способа решения. Именно такой способ приведен во всех книгах. Хотя в случае необходимости определения положения большого количества точек, разбросанных по полю чертежа и принадлежащих одной заданной плоскости, оптимальным как раз может быть решение, основанное на использовании вспомогательного параллельного проецирования на биссекторную плоскость.

Дело в том, что требование решать задачу различными способами заставляет студента думать. Как писал М.В. Ломоносов, «математику только затем учить надо, что она ум в порядок приводит». Использование одного, пусть оптимального, способа решения часто приводит к механическому, бездумному проведению линий, можно сказать, к запоминанию картинки. Такие действия ум в порядок точно не приводят.

У студентов очень хорошо развита зрительная память, и они часто запоминают последовательность проведения линий и саму картинку, т.е. технологию построения чертежа, а не суть решения задачи. Мы нередко на занятиях просим студентов доказать, что полученный ими результат действительно удовлетворяет условию задачи. Например, в задаче требуется при определенных условиях построить точку, равноудаленную от двух заданных. Студент представляет абсолютно правильно решенную задачу, все построения и обозначения на месте. Просим доказать, что построенная точка действительно равноудалена от двух заданных. В ответ – в лучшем случае молчание, в худшем – «провожаю эту линию, эту точку опускаю, эту точку поднимаю и т.д.», т.е. излагается технология построения, а еще хуже, если прозвучит в ответ: «Потому что в условии так сказано». И в глазах у студента непонимание: «Ну чего пристал? Задача решена? Решена. Правильно? Правильно. Какие еще вопросы?!». Ведь при сдаче единого экзамена не надо ничего объяснять, записал ответ и получай баллы.

Внедрение ЕГЭ в образовательный процесс принесло много бед. Преподавателям это было ясно с самого начала. Теперь, по-нашему мнению, это становится ясно и на более высоком уровне. Одна из бед ЕГЭ – студенты разучились разговаривать, т.е. выражать свои мысли вербально. Виноват ли в этом единый экзамен? Безусловно. Устных экзаменов нет, сочинения писать не надо, формулировать теоремы и их доказывать не надо. Когда и где учиться формулировать мысли и выра-

жать их? Очевидно, уже в вузе. Не поздно ли? Иногда слушаешь ответ студента, и хочется уши заткнуть. Причем такой ответ может быть у студента с очень приличным баллом по математике, например 70–80.

Однако перейдем к рассмотрению так называемой первой позиционной задачи. В настоящее время для ее решения рекомендуется во всех случаях пользоваться одним всем хорошо известным алгоритмом – проведением вспомогательной плоскости и т.д. На наш взгляд, это абсолютно неправильный подход. Во-первых, для различных задач оптимальными могут оказаться разные способы решения, а во-вторых, не стоит забывать о пользе вариативности решения задач, тем более что в начертательной геометрии существует интересная, если не сказать уникальная, ситуация: при решении задачи различными способами картинка (проекционная модель) может быть совершенно одинаковая, а пространственные операции – абсолютно различными.

Рассмотрим несколько задач.

Традиционно элементы, задающие плоскость, и проекции прямой располагаются на чертеже компактно. Даже в этом случае есть как минимум два подхода к решению: традиционный, состоящий из трех пунктов, и второй, который используется значительно реже и состоит из двух пунктов, а именно:

– построение двух конкурирующих прямых: одна задана, а вторая принадлежит плоскости;

– нахождение искомой точки как точки пересечения этих двух прямых.

Почему этот более простой, очевидный способ реже используется, мы объяснить не можем. Чертеж при этом абсолютно не меняется, разве что во втором случае исчезает обозначение вспомогательной плоскости.

Теперь отойдем от традиций и отдалим прямую l от геометрических объектов, задающих плоскость (на рис. 1 плоскость задана двумя параллельными прямыми a и b). В этом случае открывается широкий простор для решения задачи различными способами. (В некоторых случаях и при компактном расположении элементов удобно пользоваться рассмотренными ниже способами.)

Возникает вопрос: как «подтянуть» плоскость к прямой? Можно это осуществить с помощью двух параллельных прямых, принадлежащих плоскости. А можно сделать так, как показано на рис. 1: построить двойную прямую g . Если в курсе начертательной геометрии не упомянута теорема Дезарга, то эту прямую можно интерпретировать как

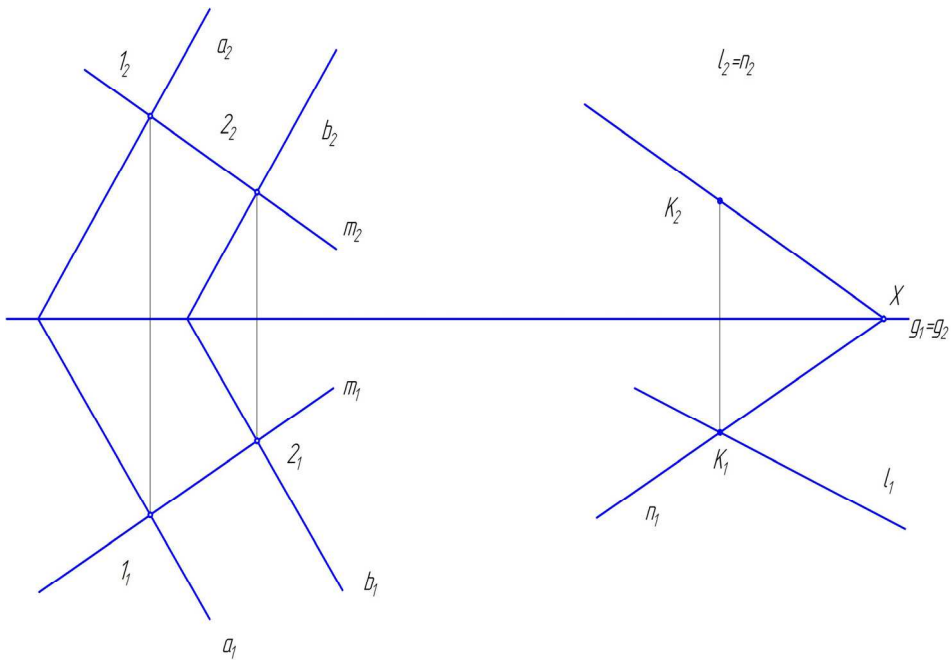


Рис. 1. Решение задачи традиционным способом

линию пересечения заданной плоскости с биссекторной плоскостью или считать эту прямую параллельной проекцией плоскости на биссекторную плоскость, причем направление проецирования можно выбрать параллельно любой прямой, принадлежащей заданной плоскости. Если же в курсе рассматривается теорема Дезарга (на наш взгляд, это необходимо, если есть для этого минимальная возможность), то эта прямая есть ось гомологии, а центром гомологии будет несобственная точка. Тогда, имея один и тот же чертеж (см. рис. 1), можно говорить о нескольких вариантах решения задачи:

- ◆ с помощью вспомогательной фронтально-проецирующей плоскости, тогда прямая n есть линия пересечения вспомогательной и заданной плоскостей;

- ◆ с помощью конкурирующих прямых m и n , где прямая n принадлежит заданной плоскости;

- ◆ с помощью вспомогательного косоугольного параллельного проецирования на биссекторную плоскость, где направление проецирования выбрано параллельно прямой m , принадлежащей заданной плоскости, при $m_2 = n_2$, тогда точка X есть вспомогательная проекция искомой точки K на биссекторную плоскость;

♦ с помощью теоремы Дезарга или гомологии, в этом случае искомые точки K должны быть соответственными в заданной гомологии, т.е. принадлежать соответственным прямым, которые, в свою очередь, должны пересекаться на оси гомологии.

Кроме этого, данная задача может быть решена еще двумя способами, при которых чертеж будет отличаться от приведенного на рис. 1.

На рис. 2 приведено решение той же задачи также с использованием вспомогательного косоугольного параллельного проецирования. В этом случае направление проецирования выбрано параллельно любой прямой, задающей плоскость. Тогда прямая l_B является проекцией заданной прямой l на биссекторную плоскость, а точка X пересечения l_B с двойной прямой g – проекция искомой точки K на биссекторную плоскость. В некоторых случаях можно несколько сократить количество линий, необходимых для построения прямой l_B . Так, если проекции заданной прямой параллельны между собой, то и прямая l_B будет им параллельна, а если их проекции пересекаются, то и прямая l_B пройдет через точку их пересечения.

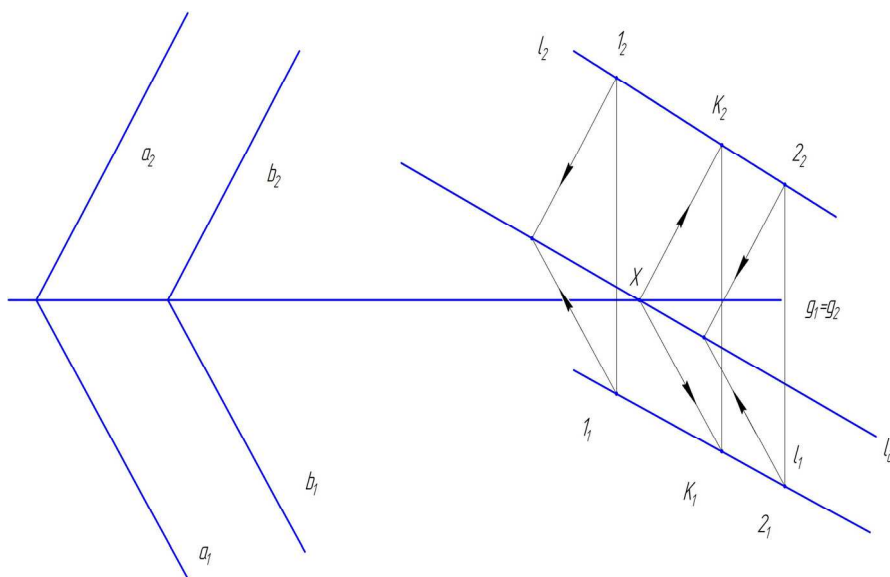


Рис. 2. Решение задачи с использованием вспомогательного косоугольного параллельного проецирования

На рис. 3 эта же задача решена с применением способа замены плоскостей проекций. В этом случае главное – правильно выбрать: 1) положение исходных плоскостей проекций (а значит, положение оси x);

2) положение новой плоскости проекций (положение оси x_1). Тогда новые проекции заданных плоскости и прямой будут располагаться в удобном месте, и точка их пересечения будет найдена без больших проблем.

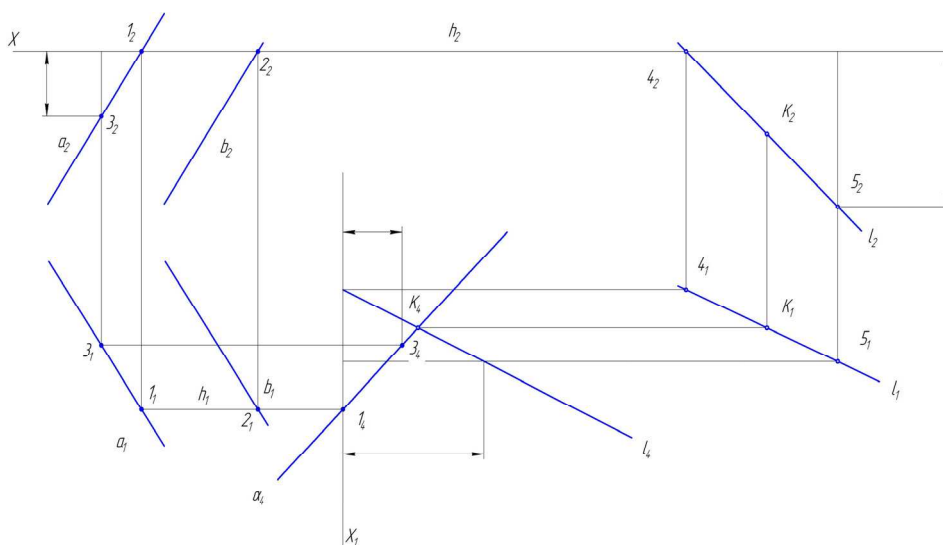


Рис. 3. Решение задачи способом замены плоскостей проекций

Итак, даже самые простые позиционные задачи можно и нужно решать достаточно большим количеством разнообразных способов.

Перейдем к рассмотрению следующей позиционной задачи, а именно к определению точек пересечения прямой с поверхностью прямого кругового конуса.

Если поискать в Интернете или в учебниках по начертательной геометрии, то найдется единственное решение этой задачи (по крайней мере мы только однажды нашли решение, имеющее тот же традиционный чертеж, но другое объяснение), при котором используется вспомогательная плоскость, проведенная через вершину конуса. Остается за скобками способ решения этой задачи с помощью вспомогательных проецирующих плоскостей. (Кстати, и в этом случае можно говорить не о вспомогательных плоскостях, а о конкурирующих линиях: одна – заданная прямая, другая – линия, принадлежащая поверхности.) А зря. Предлагая студентам решать задачу и этим способом, мы убиваем двух зайцев. Во-первых, они, разумеется, узнают о многообразии решений одной и той же задачи, а во-вторых, учатся строить кривые второго порядка и изучают их свойства. Конечно, нельзя допускать, чтобы построение кривой происходило по бездумно построенным точкам, при-

надлежащим поверхности. Нужны только характерные точки, а далее для построения должны быть использованы свойства кривой. Так, например, для построения эллипса достаточно отыскать большую и малую оси. Можно обсудить со студентами различные свойства эллипса, попросить их найти его фокусы.

Следующее решение той же задачи (при неизменном чертеже) – построение центральной проекции конуса и прямой на плоскость основания, когда центром проекций является вершина конуса. Тогда окружность основания есть центральная проекция конуса, а точки пересечения центральной проекции прямой с окружностью – центральные проекции точек пересечения.

Еще одно решение представлено на рис. 4. В этом случае задача решена с помощью косоугольного параллельного проецирования на плоскость основания конуса, причем направление проецирования выбрано параллельно заданной прямой. Тогда точка с координатами (X_s, Y_s) есть параллельная проекция вершины конуса, а точка с координатами (X_1, Y_1) – параллельная проекция заданной прямой. Прямая, проходящая через две эти точки, есть параллельная проекция образующей конуса, на которой находятся искомые точки. Разумеется, точно такой же чертеж будет соответствовать решению при помощи вспомогательной плоскости, проходящей через вершину конуса.

Итак, рассматриваемую задачу можно решать шестью различными способами. Теми же способами могут быть решены аналогичные задачи для цилиндрических поверхностей, призм и пирамид. Может возникнуть возражение: «Зачем огород городить? Есть один универсальный способ, и ничего другого не надо». Во-первых, свои взгляды по этому поводу мы уже высказывали в начале данной статьи. А во-вторых, ответим вопросом на вопрос: «Зачем вообще нужно находить точку пересечения прямой с плоскостью или поверхностью конуса? Если эта задача имеет какое-то практическое значение, то не проще ли ее решить аналитически?». Выберем систему отсчета так, как показано на рис. 4.

Конус может быть задан высотой H и радиусом основания R . Фронтальная проекция прямой задается уравнением $z = a_2x + b_2$, а горизонтальная – $y = a_1x + b_1$.

Прямая, проходящая через точки Y_s и Y_i , имеет вид $y = Ax + B$,

где
$$A = \frac{a_1(H - b_2) + a_2b_1}{(H - b_2)}; \quad B = \frac{Hb_1}{(H - b_2)}.$$

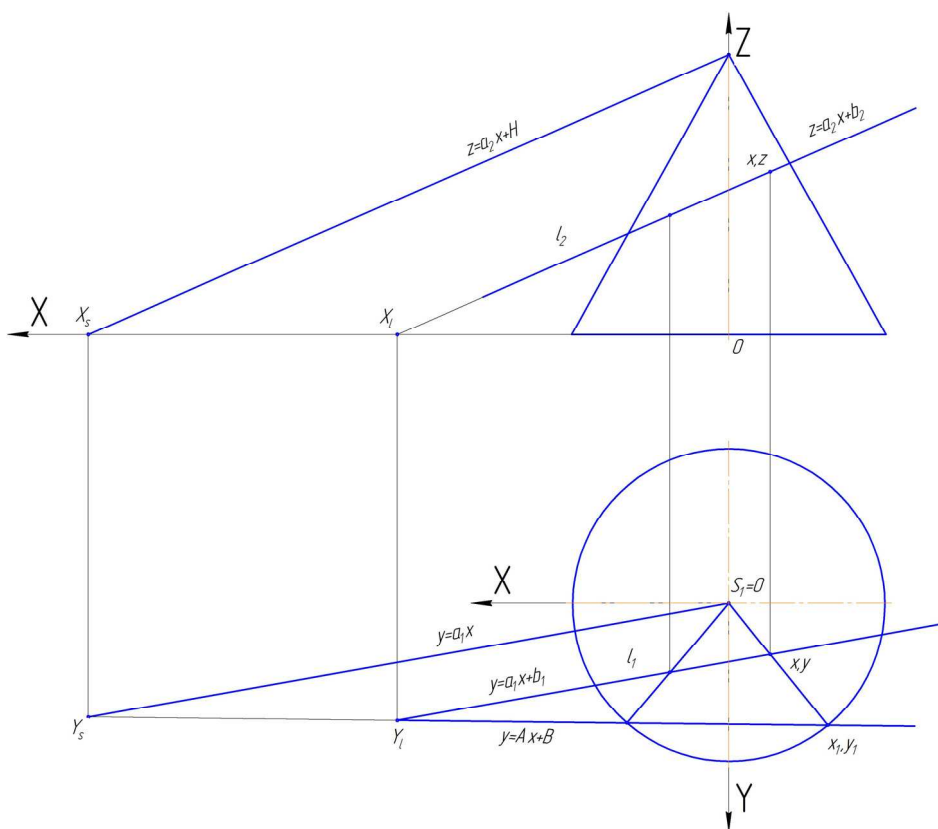


Рис. 4. Решение задачи с помощью косоугольного параллельного проецирования на плоскость основания конуса

Далее находим координаты точек пересечения этой прямой с окружностью основания, для чего решается простое квадратное уравнение

$$X_{1,2} = \frac{-AB \pm \sqrt{A^2 B^2 - (B^2 - R^2)(1 + A^2)}}{1 + A^2}.$$

Легко определяются и координаты $Y_{1,2}$.

Далее записываем уравнение одной из образующих конуса:

$$y = Cx, \text{ где } C = Y_1 / X_1.$$

И, наконец, находим координаты одной из искомым точек:

$$X = \frac{b_1}{C - a_1}.$$

Понятно, что координата Y будет определена из уравнения горизонтальной проекции точки, а координата Z – из уравнения фронтальной проекции.

Теперь можно составить простую программу для расчета координат точек пересечения прямой с поверхностью прямого кругового конуса и получить результат с большой точностью.

Можно и без использования вычислительной техники достаточно быстро вычислить искомые координаты, особенно если все параметры задать зависимыми от высоты конуса H , а саму высоту считать равной $H = 1$.

Подведем итоги. Мы считаем, что:

1) при изучении дисциплины «Начертательная геометрия» нельзя для решения даже самых простых задач рекомендовать один оптимальный (или кажущийся оптимальным) алгоритм решения задачи, это приводит к механизации получения решения, отучает студента от мыслительной деятельности, убивает творческую инициативу;

2) в условии задачи геометрические объекты не надо располагать компактно, удобно для решения задачи; привычные необходимые для решения точки и линии должны располагаться за пределами чертежа, другими словами, условия должны принципиально отличаться от тех, которые рассматриваются на лекции или в учебниках, поскольку в практической деятельности не бывает удобных для решения условий, и студентов с первого курса необходимо к этому приучать.

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ КАФЕДР ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

**В.Б. Головкина,
Л.О. Мокрецова**

Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС», Москва

Рассматриваются теоретические и практические вопросы, касающиеся перспективного развития кафедр графической подготовки студентов в техническом вузе. Предпринимаются попытки определения роли и места кафедр, занимающихся графической подготовкой, в общеуниверситетской структуре. Отмечаются этапы развития и основные достижения кафедры инженерной графики и дизайна за последние годы.

Ключевые слова: кафедра графических дисциплин, оптимизация, объединение кафедр, современные методы обучения.

ABOUT PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE DEPARTMENTS OF GRAPHIC DISCIPLINES IN TECHNICAL UNIVERSITIES

**V.B. Golovkina,
L.O. Mokretsova**

National University of Science and Technology, Moscow

The article discusses theoretical and practical issues concerning the future development of departments of graphic training of students in technical college. Attempts to determine the role and place of the departments involved in graphic preparation, University-wide structure. Marked stages of the development and major achievements of Department of Engineering Graphics and Design in recent years.

Keywords: Department of Graphic Disciplines, optimization, consolidation of departments, modern.

Модернизация высшего образования стремительно нарастает. Современный этап характеризуется постоянно возрастающими требованиями к качеству подготовки специалистов. Конкурентоспособность высших учебных заведений обостряется. Выживаемость вузов во многом зависит от стратегии развития как в целом университетов, так и отдельных их структурных подразделений, поэтому все чаще наблюдается процесс объединения как учебных заведений в целом, так и отдельных кафедр, лабораторий, центров и т.д.

В данной статье мы не ставим своей задачей давать оценку происходящему, а лишь пытаемся определить место кафедр графической под-

готовки в системе общеуниверситетского образования, а также установить роль и значимость графической подготовки, в том понимании, как она нами сегодня трактуется.

Проблемы слияния родственных кафедр не могут оказаться в стороне от образовательного процесса. Перед объединенными кафедрами встает задача найти единственно верный путь развития, позволяющий вновь образованному коллективу не только продержаться в новых условиях, но и определить перспективные направления для дальнейшей совместной плодотворной деятельности. На этом пути приходится решать целый круг задач, связанных со всем спектром возникающих проблем.

Мы не понаслышке знаем о том, сколько требуется усилий для оптимизации родственных кафедр, сколько времени необходимо для адаптации коллективов к новым условиям, изменению методик и технологий преподавания как графических дисциплин, так и приобретению педагогическим составом новых компетенций в условиях специфики направленности образовательной и научной деятельности объединенной кафедры.

В Большом энциклопедическом словаре термин «кафедра» толкуется как «основное объединение научно преподавательского состава по одной или нескольким родственным дисциплинам». Если взять за основу данное определение с учетом реалий сегодняшнего дня, невольно возникает вопрос о востребованности тех понятий, которые мы ранее вкладывали в понимание слова «кафедра». Возможно, на текущий момент не требуются годы напряженной работы для формирования сплоченного коллектива единомышленников, энтузиастов своего дела, решающих общие важные задачи? Где сегодня место кафедр, занимающихся графической подготовкой студентов? Какова их роль? Какие преимущества приобретает кафедра, переходя в разряд выпускающих? Может ли полноценно функционировать кафедра без решения важных научных задач?

Эти, а также множество других вопросов остро встают прежде всего перед руководством объединенных («оптимизированных») кафедр, и их решение требует больших усилий. Процесс объединения не стационарен, оказавшись в новых условиях, мы вынуждены постоянно учиться и переучиваться, основываясь на приобретенном ранее опыте.

Так, в 2009 г. мы исследовали значимость кафедр базовых дисциплин для общеуниверситетской системы, являясь частью структурного подразделения Института базового образования (ИБО) НИТУ «МИСиС».

В статье «Структурный потенциал системы «кафедра базовых дисциплин – вуз – внешняя среда» [1] поднимались важные вопросы, затрагивающие все аспекты деятельности кафедр, работающих со студентами младших курсов. На основе результатов экспертных оценок делались выводы о важной роли кафедр базовых дисциплин в деле целостной подготовки выпускника вуза.

С момента публикации статьи прошло чуть больше года, и коллектив кафедры ИГД коснулись очень серьезные изменения. В 2010 г. в силу ряда объективных причин кафедра стала входить в состав Института информационных технологий и автоматизированных систем управления (ИТАСУ) и стала выпускающей. За шесть лет мы прошли путь создания новой специальности и направления обучения бакалавров, разработали Образовательный стандарт по направлению обучения «Прикладная информатика» в дизайне для бакалавров и магистров.

Сегодня кафедра инженерной графики и дизайна НИТУ «МИСиС» видит свою миссию в предоставлении высшего профессионального образования высокого качества на всем протяжении образовательных программ; организации научной и практической деятельности на основе разработки и внедрения инновационных технологий в области инженерной и компьютерной графики, прикладной информатики в области дизайна; реализации эффективной модели социального партнерства между кафедрой и работодателем.

Кафедра позиционируется как образовательная структура исследовательского типа и ведущий инновационный центр в области компьютерной графики, культуры, искусства и информационного образования, интегрированный в реальный сектор экономики и современный рынок труда. На базе сбалансированной теоретической и практической подготовки кафедра более 5 лет готовит профессионалов в области разработки и исследования методов и средств информатики в области дизайна. В процессе обучения студенты получают широкое техническое образование, теоретическую и практическую подготовку по компьютерному моделированию, программированию, информационным и сетевым технологиям, электронике и т.д. В основную образовательную программу профиля «Дизайн» включены такие дисциплины, как рисунок и живопись, история культуры и искусства, теория и методы дизайна, цветоведение и колористика, эргономика и типографика, анимация и визуализация данных, дизайн-проектирование и информационные технологии дизайн-проектов.

Материально-техническое оснащение лабораторий кафедры, укомплектованных новейшими графическими системами на основе современной компьютерной техники, используется в учебных и научных целях для создания трехмерных пространственных форм и визуализации. Внедрены в учебный процесс разработки по 3D-моделированию сборок, в том числе для ведения работ по подготовке к олимпиадам.

Коллективом кафедры поставлены и успешно реализуются актуальные задачи, связанные с внедрением инновационных методов и технологий преподавания графических дисциплин в технических вузах, опирающихся на студентоориентированный подход к обучению.

В связи с подготовкой бакалавров и магистров коллектив кафедры пополнился профессионалами в области дизайна, рисунка и живописи. На кафедру пришли работать ассистенты из числа выпускников НИТУ «МИСиС» различных институтов, реализуются их творческие задачи, внедряются новые образовательные идеи. Большое внимание уделяется научной работе студентов. Результаты их достижений заслушиваются на ежегодной научной конференции «Дни науки НИТУ «МИСиС», тезисы докладов публикуются в сборнике университета. На кафедре создана система рейтингового обучения с применением творческих заданий. Разработанные преподавателями кафедры электронные журналы позволяют давать максимально объективную оценку работе обучающихся. Среди студенческой молодежи ежегодно проводится конкурс с целью отбора победителей в команду НИТУ «МИСиС» для последующего участия в олимпиадах.

В последние годы кафедрой разработан ряд учебно-методических комплексов по профориентационной работе со школьниками для реализации проектов «Инженерные классы», «Вуз одного дня».

Ретроспективный анализ достигнутых результатов свидетельствует о том, что кафедра ИГД ведет активную всестороннюю работу в различных направлениях, без промедления решая поставленные перед ней задачи. Не потерять общепрофессиональные знания начертательной геометрии, инженерной графики, суметь совместить их с компьютерным инструментарием и завоевать позиции выпускающей кафедры – задача очень серьезная. Наш опыт показывает, что достигнуть таких результатов возможно, но позиции трудно удержать. Состояние такой кафедры весьма неустойчивое. Требования, предъявляемые к выпускающим кафедрам, связанные с их научной работой и подготовкой научно-педагогических кадров, принципиально меняются. Сегодня становится

фактом, что наука должна приносить прибыль, как самой кафедре, так и университету в целом. Кафедра, являясь структурным элементом автономного образовательного учреждения, должна научиться себя содержать. Базовая же графическая подготовка, не менее других нуждающаяся в научных исследованиях, не приносит вузам доход, а, скорее, является затратной. Очевидно, что на приобретение опыта по самофинансированию должно уйти время, которого у нас нет. По этой причине возникает необходимость слияния родственных кафедр, чтобы, объединив общие усилия, найти пути выхода из сложившейся ситуации. При этом стоит учесть, что объединенная кафедра, неизбежно оказывающаяся на позиции выпускающей, решает важный круг задач, как правило, не связанных с базовой графической подготовкой. В результате в составе вновь возникшей кафедры бывшие кафедры графических дисциплин остаются представленными лишь секциями, которые постепенно уменьшаются и численно, и качественно. До сих пор не установлена ценность базовых, фундаментальных знаний в вузе. В рейтинге кафедр доля образовательной деятельности базовых кафедр не отличается от выпускающих. Этот вопрос постоянно поднимается перед руководством университета, и надеемся, что вскоре мы увидим реальную оценку работы базовых кафедр, в том числе и тех, кто занимается графической подготовкой выпускников.

Таким образом, надо признать, что решение вопросов, связанных с графической подготовкой в вузах, – дело безотлагательное. Сегодня мы не станем подробно писать о том, что необходимо вести постоянный поиск заинтересованных лиц, способных обеспечить финансирование графических разработок, созданных на кафедре, участвовать в конкурсах на гранты, проектах, приносящих прибыль и т.д. Эти темы для всех очевидны, но их реализация требует огромных усилий.

Развитие графической подготовки в технических вузах до сих пор зависит только от энтузиастов, большинство из которых участвуют в конференциях по графической компьютерной подготовке. А ведь требования к нам увеличиваются ежегодно. Связь вузов со школами вырастает многократно, школьники идут на креативные проекты, предлагаемые вузами, над ними необходимо работать в течение всего учебного года. В этом мы видим одну из важнейших задач кафедр графической подготовки. Следовательно, как ни объединяйся, как ни оптимизируй кафедры, а графической подготовке в технических вузах надо срочно придать первоочередное значение.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ – ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

А.А. Головнин

Тверской государственный технический университет, Тверь

На примерах рассмотрена важность формирования терминологической культуры будущего специалиста применительно к обучению геометрическому моделированию.

Ключевые слова: терминологическая культура, обучение, геометрическое моделирование.

THE FORMATION OF TERMINOLOGICAL CULTURE IS AN IMPORTANT CONDITION FOR SUCCESSFUL LEARNING GEOMETRIC MODELING

A.A. Golovnin

Tver State Technical University, Tver

In the examples discussed the importance of forming terminological culture of the future specialist in relation to learning geometric modeling.

Keywords: terminology culture, learning, geometric modeling.

Термины имеют огромное научное значение. Точное знание того или иного явления природы или общества требует такого же точного знания его названия – термина. Если точное понимание терминов помогает нам глубже проникнуть в ту или иную специальную область знаний, то неправильное употребление терминов или нагромождение ненужных терминов только удаляет нас от науки, преграждает доступ к знаниям [1].

Особенно важную роль терминология и терминологическая культура играет в процессе научного и учебного общения. «Если сознательно не заниматься терминами, ученые в конце концов перестанут понимать друг друга» [2].

Вопрос о формировании круга профессиональных компетенций является требованием ФГОСов и неизбежно предполагает формирование отраслевого профессионального языка. Проблемой становления специалиста в любой сфере является несоответствие динамики развития терминов, содержательного наполнения соответствующих им понятий

и знаний и редкое употребление профессиональных терминов и понятий в речи специалистов данной сферы. Это препятствует формированию целостной понятийно-терминологической системы будущего специалиста, затрудняет формирование его терминологической культуры [3].

Терминологическая культура – это владение понятийно-терминологическим аппаратом на уровне, позволяющем использовать знания с учетом развитости компетенций аудитории, умение объяснять, используя упрощенные или усложненные определения, не меняя при этом содержательной составляющей, делая, таким образом, знание доступным любому собеседнику, умение точно и свободно употреблять термины в сфере научного, профессионального и повседневного общения [4, 5].

Таким образом, формирование терминологической культуры будущего специалиста является одной из основных задач современной высшей школы, решить которую невозможно без наличия таковой у преподавателя.

Рассмотрим новые термины, предложенные к использованию стандартами ЕСКД применительно к геометрическому моделированию. Ограничим аналитическую базу цитированиями докладов и выступлений VI (и ранее) Международных интернет-конференций «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации» (КГП – 2016).

Не можем оставить без внимания то, что о важности терминологической культуры уже говорилось на этой конференции. Опередив нас, об этом нам напомнили наши оппоненты и коллеги по смежным курсам: «не стоит столь “творчески” подходить к терминологии, возможно, для Вас и Ваших коллег – новой, но в принципе – уже довольно традиционной области знаний. Первыми пострадавшими здесь окажутся обучающиеся, весьма вероятно, будущие пользователи высокотехнологичных современных CAD/CAM/CAE/PLM-программно-аппаратных комплексов на производстве».

Можно заметить, что в докладах и дискуссиях всей 5-летней истории конференции постоянно применяются термины 2D и 3D. Можно найти много случаев применения этих терминов по разным поводам и в разных значениях и на сегодняшней конференции, например: «без умения выполнять и редактировать 2D-чертежи нельзя перейти к 3D-моделированию».

Сразу оговоримся, что в контексте все понятно. Единственной реакцией по сути материала могут быть только слова благодарности авто-

рам за то, что они любезно делятся с нами своим опытом, но рассмотрим приведенную цитату по применению терминов. В ней мы усматриваем по меньшей мере две неточности:

1. 2D-чертежи, но ведь чертежи только 2D и бывают, надо говорить просто «чертежи».

2. Если после электронного моделирования нам надо получить чертежи, то, конечно, мы должны знать правила их оформления, но не наоборот. Уметь выполнять и редактировать 2D-чертежи (чертежи) перед 3D (электронным геометрическим моделированием) – не обязательно. Пример – программа «АрхиCAD», где реализована технология работы с виртуальным зданием посредством инструментов «стена», «дверь», «окно» и т.п. вообще без знания правил выполнения чертежа.

Скорее всего, применительно к «Компасу», а речь в докладе шла именно о работе в «Компасе», авторы имели в виду умение выполнить эскиз, геометрические построения на плоскости. Без этих умений электронную модель (3D-моделирование) в «Компасе» действительно не построишь. Наверное, справедливо то, что умения и навыки геометрических построений, полученные при обучении выполнению и редактированию чертежа, действительно пригодятся при электронном моделировании. Но для выполнения чертежа необходимы не только умения геометрических построений, но и знания правил черчения (осевые и невидимые линии, оформление разрезов и сечений и др.), что при электронном моделировании может не пригодиться. С учетом этого можно говорить о том, что фраза «без умения выполнять и редактировать 2D-чертежи нельзя перейти к 3D-моделированию» неточна.

Что касается темы геометрических построений из инженерной графики, то при геометрическом моделировании она вновь актуализировалась: геометрические построения производят при построении как эскиза, так и траектории кинематической операции. Обратим внимание, что траектория может быть как плоской, так и пространственной. А эскиз, если выполняется только в плоскости, то нет видимых причин принципиального характера, исключающих саму возможность его выполнения на криволинейной поверхности. На размышления по этому поводу нас подтолкнуло сомнение в правильности приведенного ранее на этой конференции высказывание о геометрическом моделировании как о технологии преобразования данных «из пространства меньшей размерности в пространство большей размерности». Возможно, это отражение того, что выдавливание в «Автокаде» по винтовой линии стало возможным лишь недавно.

Для объяснения устойчивости таких понятных всем, но неправильных на сегодняшний день терминов 2D и 3D применительно к компьютерной графике надо обратиться к истории их появления. Девяностые годы, книжки слишком дорогие, интернета нет, да и компьютера нет не только дома, но и на работе. Десять РС на весь вуз исключали возможность свободного доступа к ним и знакомства с компьютерной графикой перед занятиями. Возможность наблюдения за изображением на экране была только из-за спин студентов, доступ к клавиатуре, посредством которой осуществляется доступ к экранному меню (кнопок, действительно, нет), был возможен, когда студенты просили им помочь. Появившаяся возможность вдруг увидеть на экране простейшее 3D-тело, параллелепипед или сферу, которое моделью и не назовешь, воспринялась как чудо. Но при попытке получить что-то посложнее, компьютер вскоре зависал, об этом даже было написано и в книжках-руководствах. Тогда для разделения чертежа и геометрической модели (напомним, такого понятия тогда пользователи не знали) появилось очень четкое, краткое и понятное деление на 2D и 3D. Немаловажно, что оно закрепилось в названии программы «Компас-3D». Попробуйте упрекнуть в этом ее разработчиков – имя звезде или горной вершине дает первооткрыватель. А эта программа и ее название знакомо почти всем преподавателям наших кафедр, и, произнося его, мы лишним раз закрепляем 3D в своем сознании.

Об этом же говорят и наши коллеги-оппоненты: «Это и исторически поддерживается. Как я уже писала, первые САПР были ориентированы исключительно на чертеж, т.е. в общем смысле на создание и сохранение плоской, двухмерной геометрической модели, с допустимыми на тот момент манипуляциями с ней».

Другие примеры:

1. «Уже давно 2D-модель» – нормальное буквосочетание», «под 2D-моделью понимают результат работы модулей САПР по получению чертежей».

2. «Во всех этих операциях мы оперируем не с изображением, а с 2D- и 3D-моделями, производим преобразования над “внутри машинными представлениями”».

3. «Если на базе твердотельной 3D-модели я получаю в САПР (плоские) вид, разрез, сечение, это означает, что в каждом из перечисленных случаев я получаю 2D-модель в соответствии с реализованными в данной САПР алгоритмами геометрии».

Мы уделили много внимания факту устойчивого применения «неправильных» терминов 2D и 3D, поскольку столкнулись с проявлением ожесточенного неприятия даже простого напоминания о самом факте их существования. Считаем, что эти термины отражают историю компьютерной графики, но при этом отдельный человек не обязательно должен пройти весь путь, пройденный до него человечеством. Компьютерная графика прошла путь от 2D к 3D, но весь ее исторический путь и возникшие в процессе развития «временные» термины не обязательно должны повториться в учебном процессе.

Обратимся теперь к терминам и определениям, введенным стандартами ЕСКД применительно к геометрическим моделям [6]:

1. *Электронная геометрическая модель* (геометрическая модель) – электронная модель изделия, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров. Здесь, считаем, уместно будет еще раз обратить внимание на то, что говорить о геометрической составляющей электронной модели излишне. В этом убеждает нас и объяснение применения такого словосочетания, для того чтобы отличить от негеометрической составляющей, например, фамилия рабочего, который изготавливал конкретную деталь, номер смены, бригаду и пр. Наличие в электронном документе перечисленной выше информации также установлено стандартами ЕСКД [4].

2. ДЭ состоит из двух частей: содержательной (текстовой, графической и мультимедийной информации, отдельно или в любом сочетании) и реквизитной. Там же разъяснено, что все реквизиты ДЭ, значением которых является подпись, выполняют в виде электронной подписи по ГОСТ 34.310. Справедливости ради, для МО есть оговорки. Но если уж речь заходит об оговорках, то вполне можно объяснить это, сославшись на ГОСТ 2.051.

3. *Геометрический элемент* – идентифицированный (именованный) геометрический объект, используемый в наборе данных. Геометрическим объектом может быть точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическая фигура, геометрическое тело.

4. *Геометрия модели* – совокупность геометрических элементов, которые используются в процессе создания геометрической модели изделия, но не являются элементами этой модели.

5. Есть еще вспомогательная геометрия, атрибут модели, введены к использованию и другие термины и определения.

Особо хочется остановиться на применении терминов «аксонометрия» и «изометрия» применительно к геометрическому моделированию.

Тем более что в ГОСТ 2.056–2014 «ЕСКД. Электронная модель детали. Общие положения» есть такая фраза: «Все ЭМД должны содержать как минимум один вид “Изометрия”. Вид “Изометрия” должен содержать ЭМД в положении, которое дает наиболее полное представление о форме детали, ее разрезах, сечениях и т.д.» [8].

В контексте ясно, что имеется в виду наглядное изображение ЭМД. Но к изометрической проекции как разновидности аксонометрической проекции, при которой в отображении трехмерного объекта на плоскость коэффициент искажения по всем трем осям один и тот же, это изображение вряд ли можно отнести. Тем более оговорка, что вид «Изометрия» должен содержать ЭМД в положении, которое дает наиболее полное представление о форме детали, ее разрезах, сечениях и т.д., допускает возможность использования любого положения ЭМД, а не только положения в привычной изометрии. Наверное, точнее суть сказанного отразит не изометрия, а любое наглядное изображение, полученное методом параллельного проецирования. Кроме того, полученное таким образом экранное изображение мало похоже на аксонометрическое в привычном смысле этого слова (осемерное изображение). Хотя прямоугольная система координат и может быть спроецирована вместе с ЭМД, мерить по осям может и не получиться. Экранная картинка остается моделью, и измерения могут оказаться всегда одними и теми же – действительными размерами модели. Нужно постараться, чтобы это было не так, но возникает вопрос: зачем это нужно? «Трехмерная модель, в отличие от чертежа, однозначно представляет геометрию, так как несет в себе информацию о координатах любой точки на поверхности, а не только для эксклюзивных сечений» [9].

Начинать изучение какого-либо предмета надо с принятия соглашений о границах рассматриваемой области знаний, о терминах и определениях, также необходимо соблюдать эти ограничения. Любые официальные документы, где неточности подобного рода могут вызвать хаос, начинаются именно с этого. Если, несмотря на статус уже довольно традиционной области знаний, мы не нашли понравившегося определения, начать с анализа и корректирования имеющихся, например: компьютерная геометрия есть математический аппарат, положенный в основу компьютерной графики [10].

Чтобы не быть совсем уж морализатором, напомним, что не очень давно автор употребил в оценочном смысле слово «болото». После отправки сообщения сразу понял, что это привносит ненужную оценочную окраску. Последовало и очень тактичное публичное замечание,

а также замечание от друзей в личной переписке. Частично оправдываем себя тем, что это слово было применено в первую очередь по отношению к самому себе, а также тем, что для автора это слово носит еще и профессиональное значение (торфяное болото), а в кругу коллег и друзей оно применяется по отношению к области научного интереса и носит доброжелательный оттенок. При образных выражениях также следует учитывать определения и понятия, скрытые за словами.

Список литературы

1. Новохатняя К.В. О формировании терминологической культуры студентов в области физической культуры и спорта [Электронный ресурс]. – URL: <http://lib.sportedu.ru/Texts.idc?DocID = 105152> (дата обращения: 13.01.2016).
2. Будагов Р.А. Введение в науку о языке. – М., 1976. – 245 с.
3. Ермолаева Ж.Е. Формирование терминологической культуры курсантов и слушателей академии государственной противопожарной службы МЧС России направления подготовки «Пожарная безопасность» // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2014. – Т. 6, ч. 2.
4. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века. – М., 1998. – С. 32.
5. Образцов П.И., Косухин В.М. Дидактика высшей военной школы: учеб. пособие. – Орел, 2004.
6. ГОСТ 2.052–2006. ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения. – М., 2006.
7. ГОСТ 2.051–2013. ЕСКД. Электронные документы. Общие положения. – М., 2013.
8. ГОСТ 2.056–2014. ЕСКД. Электронная модель детали. Общие положения. – М., 2014.
9. Соколова Л.С. Геометрическая подготовка бакалавров в условиях ухода классического чертежа из современного высокотехнологичного производства [Электронный ресурс]. – URL: <http://dngng.pstu.ru/conf 2016/papers/33> (дата обращения: 24.01.2016).
10. URL: http://compgraph.tpu.ru/Geometry_2D.htm (дата обращения: 10.01.2016).

ОТ 3D ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ К РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЕТАЛИ

А.О. Горнов, А.Д. Козырев

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Описывается опыт выполнения индивидуального задания по детализованию ЭМСЕ с активизацией геометрического и функционального анализа детали, которое выполнялось на фоне типовой семестровой рабочей программы в учебной группе.

Ключевые слова: электронная модель сборочной единицы, анализ детали, электронная модель детали, чертеж детали.

FROM 3D ELECTRONIC MODEL OF AN ASSEMBLY UNIT TO WORK DOCUMENTATION DETAILS

A.O. Gornov, A.D. Kozyrev

Moscow Power Engineering Institute (MPEI), Moscow

Describes the experience of performing individual tasks on detailing based on the original EMC with the activation geometric and functional analysis details.

Keywords: e-model assembly units, analysis details, e-model details, drawing details.

Давно утвердившаяся в проектно-конструкторской практике методология, опирающаяся на 3D-моделирование, активно проецируется и утверждается в разных формах в практике геометро-графической подготовки (например, [1–6] и многие другие работы, в том числе на КГП – 2016). Тем не менее точки зрения на баланс отдельных направлений модернизации, особенно в ее базовой части, еще неоднозначны. Представляется, однако, что технология электронной имитации традиционного черчения и ручной графики постепенно перестает требовать образовательной поддержки. И учебное время, затраченное на это, без одновременного обогащения содержания, будет использоваться не достаточно эффективно. Как можно было предвидеть [7], все больше студентов при желании, без особых затруднений, методом проб и ошибок, при минимальной преподавательской поддержке, практически самостоятельно осваивают технологию электронной реализации фрагментов и разделов (модулей) рабочих программ на базе 2D-моделей. Надо ожидать, что и технологии 3D-моделирования (в их основе) скоро перестанут быть экзотикой для студентов. Экстраполируя эти тенденции, учитывая направление методических дискуссий последних лет, можно

предположить следующее. Целевые установки на обучение технологии построения собственно 3D-моделей как таковых сместятся в направлении их использования как исходного материала для реализации новых, интересных в методическом отношении сюжетов ГПП (например, [6]). При этом расширятся возможности обеспечения межпредметных связей дисциплины – одной из проблем инженерной подготовки вообще, а не только ГПП. Рядом авторов уже отмечалось, и это надо подчеркнуть, что роль 3D-моделей вышла за рамки задач учебных курсов ГПП и они занимают важное место в общетехнических и специальных дисциплинах. Эти емкие и «гибкие» модели позволяют углубить и обогатить содержание методических сценариев базовой ГПП, аналогичных фрагментам проектного процесса. Фронтальный переход к новым возможностям требует, конечно, предварительной подготовки, преодоления инерции при перестройке привычных и консервативных подходов к ГПП, но при этом удобных, не создающих никому новых методических, организационных и других проблем. Авторы представляют далее, наряду с многочисленным и интересным опытом коллег, реализацию одного типового фрагмента программы 2-го семестра на базе 3D-моделей.

Заданная электронная модель (ЭМСЕ), представленная рис. 1, выступает в данном сюжете как прототип или как бы итог проектной стадии разработки изделия. Это может быть ЭМСЕ проектного фрагмента или специально подготовленная для учебных целей модель. Авторы считают, что, в принципе, нет особых препятствий начинать обучение работе в каком-либо САД-пакете с анализа готовой ЭМСЕ. Их, этих препятствий, по крайней мере не больше, чем при традиционном начале с обучения технологии синтеза геометрической модели. Знание студентами общих принципов организации интерфейсов, команд и операций позволяет начинать с декомпозиции ЭМСЕ и последующего анализа геометрии ее деталей как источников геометрических элементов для их дальнейшего графо-геометрического и аналитического описания [9]. Поэтому и в рамках данного сюжета может быть дан старт обучению работе в САД.

Исходная 3D-модель (рис. 1) и последующее были выполнены студентом 2-го курса А.Д. Козыревым (МЭИ, гр. ТФ-4-14) в рамках 2-го семестра обучения 2014/2015 учебного года в режиме обычных семестровых занятий в группе и домашней работы. Источником для построения исходной ЭМСЕ было одно из традиционных типовых за-

даний на детализацию на основе чертежа ВО. Но в идеале сегодня подобная 3D-модель-задание должна бы быть носителем признаков современных потребительских функций (назначения) и новых конструктивно-технологических тенденций в данной области техники, эффективных инновационных технологий формообразования, современных материалов.

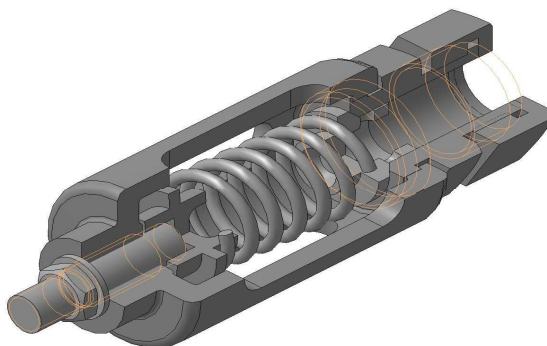


Рис. 1. Исходная модель

Затраты времени на выполнение 3D-модели СЕ по исходному 2D-чертежу ВО составили 3 часа. Эта работа в данном случае была подготовительной. А собственно фрагмент рабочей программы 2-го семестра, описанный ниже, потребовал на выполнение аналитической и творческой составляющей задания, а также последующих файлов 2 часа. Дальнейшее иллюстрируем примером выполнения рабочей документации лишь одной из деталей. В полном объеме данного сюжета были выполнены ЭМ четырех деталей.

Как и при «ручной» технологии (или даже с помощью электронного кульмана) при проектировании и конструировании 2D-чертеж общего вида (ВО) изделия, а также ЭМСЕ, реализованная в САПР, как известно, не содержат исчерпывающей геометрии деталей сборочной единицы. При традиционной методологии проектирования на этапе фиксации варианта ВО изделия (СЕ) в этом, как правило, нет необходимости. При компьютерном проектировании и конструировании на основе 3D-моделей такая начальная неполнота формы деталей в ЭМСЕ обусловлена еще одним обстоятельством. В процессе формирования геометрии детали и ее параметров есть возможность непрерывного диалога между САД- и САЕ-составляющими для оценки и коррекции параметров геометрии с учетом нагрузок и других факторов, определяющих ее

работоспособность. Поэтому, несмотря на весьма широкие возможности компьютерного моделирования, модели геометрии для оценки работоспособности деталей в общем случае проще их полной «рабочей» геометрии. Они не учитывают ряд геометрических элементов, отвечая на ряд допущений, принимаемых в собственно расчетных моделях типовых элементов конструкций, моделях их нагружения, оценки напряжений, деформаций и других величин. Поэтому в данном сюжете условно принимается, что параметры базовой геометрии детали проверены соответствующими расчетам в модуле САЕ.

Заметим еще раз, что проверенные временем учебные чертежи ВО СЕ (один из которых мы использовали) несут отпечаток технологий проектирования, конструирования и технологий «тех времен», с расчетными моделями и методами контроля более низкой, чем сегодня, точности. Они опирались на характеристики материалов того времени, когда, например, о композитах (кроме фанеры!) не было и речи. Эти прототипы предполагали уже уходящие в прошлое методы расчета, технологии формообразования, испытания и контроля готовых изделий. Поэтому некоторые фрагменты таких конструкций, к тому же подвергнутые адаптации к учебному процессу, даже на глаз выглядят как минимум тяжеловато. Нельзя недооценивать, что геометрический образ таких конструкций, так или иначе, остается в памяти обучаемых, формируя не всегда правильное представление о геометрических пропорциях даже типовых деталей. Базы данных учебных СЕ, как представляется, с этих позиций требуют постоянного анализа и коррекции.

В данном сюжете, цель которого, как обычно при детализации, – получение уточненной за счет типовых конструктивно-технологических элементов геометрической формы рабочих ЭМД и 2D-чертежей деталей на основе ассоциативных видов, при декомпозиции ЭМСЕ акцент делается на геометрический и функциональный анализ деталей в их базовых формах. Студент в рамках ГПП не должен воспринимать геометрию детали безликой. Форма детали – носитель следов влияния многих факторов, определивших данную геометрию детали как таковую (отражает их). И навыки геометрического (точнее, геометрофункционального) анализа, направленные на выявление этих факторов, важны с позиций формирования у студентов элементов проектно-конструкторского мышления. В этом в какой-то мере и реализуются так необходимые элементы межпредметных связей ГПП. А доступный уровень такого анализа можно обеспечить на основе упрощенного подхода.

В данном сюжете анализ направлен на выявление функций отдельных поверхностей детали, сознательное дополнение модели детали необходимой, но отсутствующей в первичной ЭМСЕ конструктивно-технологической геометрией. На основе такого анализа более сознательна и обоснована постановка параметров формы отдельных поверхностей деталей, их взаимного положения, предельных отклонений размеров и указания параметров микрогеометрии поверхности – шероховатостей. Привитие навыков геометрического и функционального анализа заданий прототипов и окружающих студента объектов техники (систематизированной любознательности), кроме того, является одним из основных элементов, формирующих инновационный и импортозамещающий подход к учебным проектным задачам.

Вначале анализа идентифицируются поверхности, образующие основную форму детали, характер сопряжения этих поверхностей между собой, их взаимодействие с поверхностями других деталей и внешней средой, как показано на рис. 2 для одной из деталей СЕ-клапана. Эта фаза опирается на элементы программы 1-го семестра. Характер взаимного положения поверхностей деталей на основании ЭМСЕ классифицирует их на свободные, привалочные и сопряженные (охватывающие и охватываемые), и они обозначены на рис. 2 соответствующими буквенными символами. Эти характеристики определяют последующую градацию предельных отклонений формы поверхностей их размеров и взаимного положения, а также уровень шероховатости. Результаты анализа поверхностей детали позволяют обсуждать возможную технологию их физического образования, облегчают чтение и прогноз необходимых видов в системе 2D-изображений (чертеже, если она необходима), параметров формы поверхностей, определителей и параметров взаимного положения [8]. Анализ перехода от одной поверхности детали к другой и их взаимодействие при сборке определяют, как правило, необходимость дополнения первичной формы типовыми «вторичными» геометрическими элементами конструктивно-технологического характера.

На рис. 2. выделены и обозначены буквенными символами отдельные элементы поверхности детали, характер их взаимодействия с поверхностями других деталей и средой и функциональная обусловленность. На этой же моделях анализируются и линии пересечения поверхностей (здесь из-за и для простоты не показаны). Для такого анализа и рациональна визуализация модели ЭМСЕ как на рис. 1.

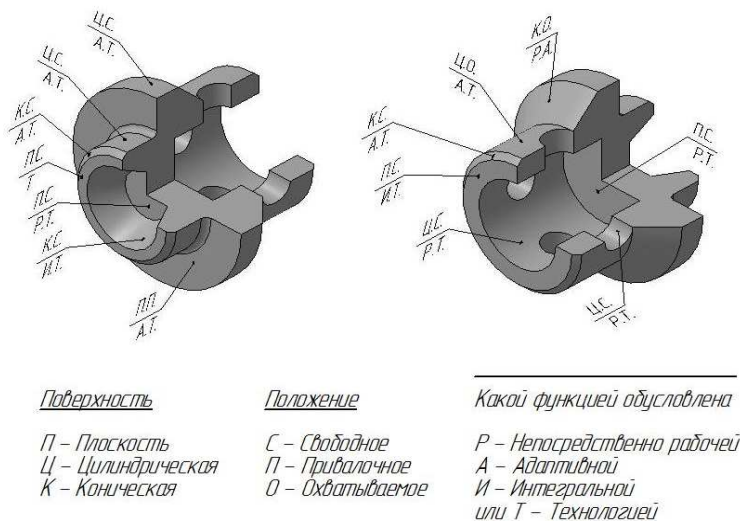


Рис. 2. Исходная 3D-модель (ЭМСЕ)

Желательно, чтобы студент выполнял работу вдумчиво. И в этом аспекте геометрический и функциональный анализ, формируя элементы проектного мышления, должен стимулировать появление у студентов важного вопроса: почему форма этой детали именно такая и какая другая возможна? Базовая геометрия определяется рядом функций этой детали в составе СЕ, и они необходимо находят отражение в ее форме. Чтобы избежать излишней классификации функций, используем деление их на обобщенные группы.

Обобщенные функции, определяющие конструкцию детали в составе любой СЕ следующие: инструментальные или рабочие (Р), непосредственно связанные с потребительской функцией самой детали в СЕ; прямая рабочая функция клапана, препятствующая или обеспечивающая ток газа или жидкости в зависимости от взаимного положения с другими деталями; технологические (Т) – обусловленные технологией образования данной поверхности; адаптивные (А) – необходимые для соответствующего сопряжения (взаимодействия) ее поверхностями других деталей, человеком и средой при выполнении рабочей функции.

На геометрию детали и ее параметры, и это важно подчеркнуть, влияет и ряд факторов нормативного и субъективного характера. Это стандарты и нормали (стандартизованная субъективность), необходимые для унификации отдельных деталей и их элементов, позволяющие повысить эффективность проектирования и производства, кооперацию и эксплуатацию изделий. Влияют на конкретную форму и материальные, временные

и другие ресурсы, сугубо субъективные конструкторские традиции, допустимые конструкторские ошибки и эстетические факторы. Отдельные элементы формы и их параметры, интегрируя влияние совокупности этих факторов, и отображаются в форме, и выполняют функцию их отражения, поэтому называем их интегральными (И) (в [10] – интегративные). Конечно, в большинстве случаев данный элемент формы обусловлен совместным функциональным влиянием, но одна из функций является, как правило, ведущей.

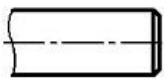
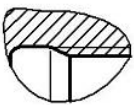
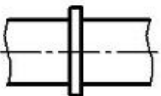
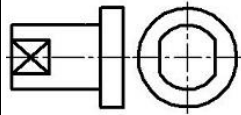
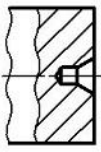
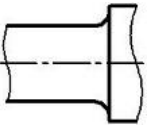
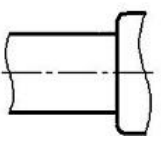
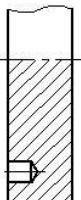
На рис. 2 иерархия этих функций показана порядком указания только первых двух из них по степени влияния на данный элемент формы (под полочкой). При таком анализе важно обращать внимание на то, что рассмотренные функции могут быть реализованы на основе другой геометрической комбинации. У студента должно появиться ощущение, что данная геометрическая форма детали не является единственной для выполнения данной потребительской функции в составе сборочной единицы. Функциональная компонента такого анализа позволяет развивать сюжет и в направлении поиска альтернативной формы детали и даже конструкции сборочной единицы. Но это отдельная тема.

Результаты геометрического анализа базовой формы являются основой для дополнения ее конструктивно-геометрическими нюансами. И здесь тоже в учебной практике полезно опереться на проектную методику. Известно, что при проектировании и конструировании активно используются различные, явные или неявные, контрольные списки (базы) не только типовых деталей, но и их элементов. Все это уменьшает количество ошибок как при конструировании, так и в учебных работах. Одна из функций таких списков в ГПП – приобщение студентов к функциональной и проектно-конструкторской терминологии. Список – термин исторический, и сейчас в приложениях специализированных пакетов это элементы баз типовых, стандартизированных и нормализованных элементов. Возможный фрагмент такого списка показан в таблице.

После описанного геометрического и функционального анализа выполнена рабочая ЭМД (рис. 3) и соответствующий 2D электронный чертеж (рис. 4) на основе ассоциативных изображений ЭМД.

Описанный сюжет был реализован в обычной (с фронтальной программой) учебной группе в порядке индивидуализации задания для студента, имеющего предварительную подготовку. Выполнено четыре ЭМД и четыре соответствующих чертежа. Кроме того, в соответствии с рабочей программой семестра по отдельным заданиям выполнялись

Примерный список типовых конструктивно-технологических геометрических элементов деталей вращения и их функции

№ п/п	Эскиз фрагмента	Типовое наименование	Типовое назначение
1		Фаска	При резбе – ликвидация острых кромок на торце; упрощение центровки при сопряжении с другой деталью
2		Проточка	Обеспечение выхода режущего инструмента при нарезании резьбы
3		Канавка	Круговые или продольные на наружных или внутренних поверхностях для удержании смазки
4		Буртик	Местное тонкое выступающее цилиндрическое кольцо для предотвращения осевого смещения детали
5		Лыска	Небольшие две или более плоских площадок для облегчения удержания детали при вращательных монтажных усилиях
6		Центр	Небольшое коническое углубление в торце детали для ее центровки при обработке и монтаже
7		Галтель	Как правило, торический переход от цилиндрической части детали к торцу цилиндрической части большего диаметра для уменьшения местных перенапряжений при осевых и вращательных усилиях
8		Скругления, кромки	Круглая или (маленькая) фаска для ликвидации острых кромок и улучшения зрительного восприятия детали
9		Монтажные отверстия	Для специальных монтажных приспособлений или операций

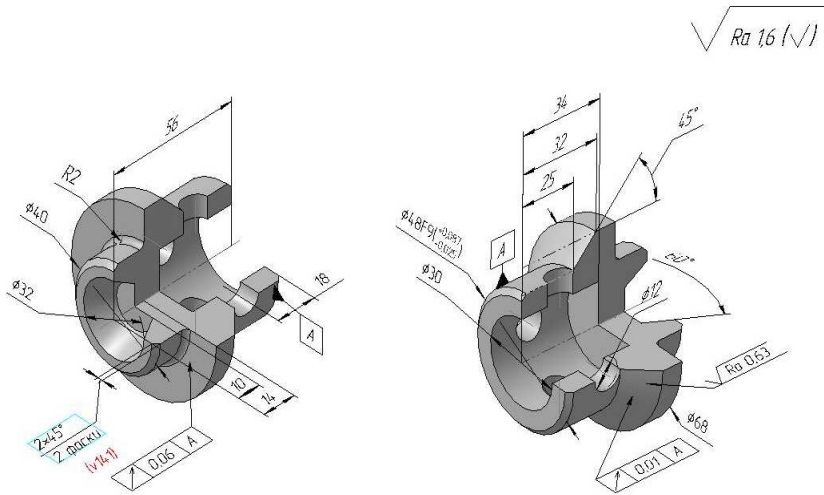


Рис. 3. ЭМ детали «клапан»

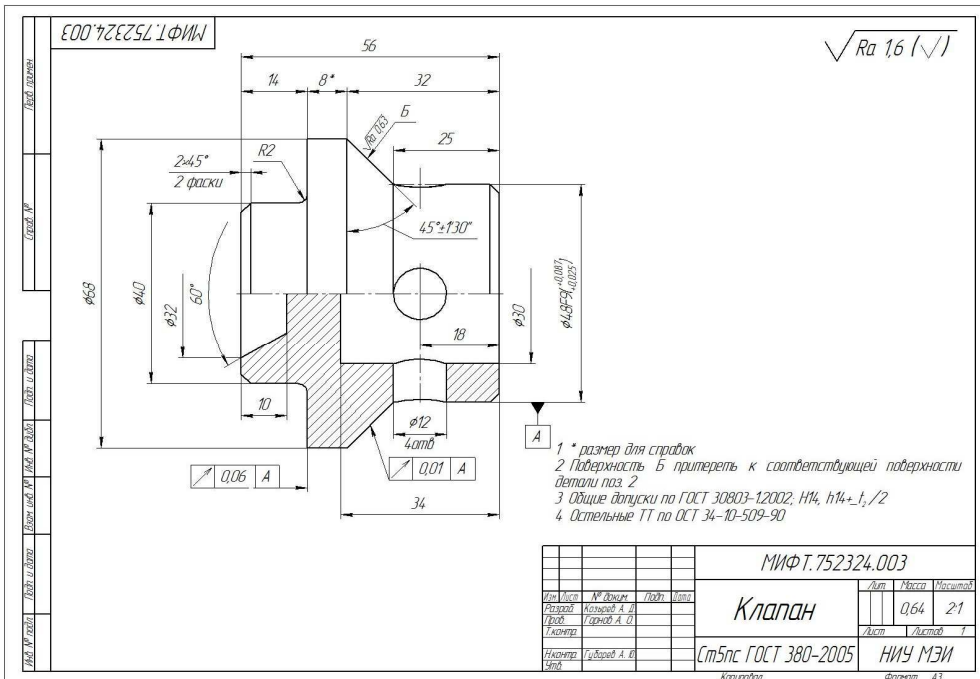


Рис. 4. Чертеж клапана на основе ассоциативного изображения

эскизы моделей деталей, фрагменты резьбовых соединений, сборочный чертеж по заданному набору деталей и схеме СЕ и схема энергетическая (РЗ) тепловой установки. Заметим, что логика описанного сюжета с акцентированным анализом детали не предполагала ее изучение как таковой, а естественно присутствовала в процессе выполнения задания.

Подготовку текстовой и иллюстративной части статьи авторы, конечно, выполнили уже за пределами расписания. Такое пролонгированное общение студента и преподавателя может рассматриваться как фрагмент индивидуализации отдельных элементов инженерной подготовки. Для утверждения она, разумеется, требует дополнительного времени и организационной поддержки.

Список литературы

1. Лепаров М.Н., Попов М.Х. Состояние и тенденции геометрической подготовки как компонент инженерного образования в Болгарии // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – С. 61–76.

2. Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е. Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 3, № 3. – С. 47–57.

3. Иващенко В.И., Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. Задачи кафедры инженерной графики СГАУ в контексте реинжиниринга учебных планов // Материалы и доклады Всерос. совещ. зав. кафедрами инженерно-графических дисциплин техн. вузов. – Ростов н/Д, 2013. – С. 56–63.

4. Варушкин В.П. Использование САПР для курсового проектирования // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы IV Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2015. – С. 152–160.

5. Корнилова Е.В., Шахова А.Б. Курсовое проектирование в курсе «Инженерная графика // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2015. – С. 268–278.

6. Абросимов С.Н., Рыбин Б.И. Скицирование и восстановление геометрической информации в образовательном процессе // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: тради-

ции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2015. – С. 522–529.

7. Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А. ГГП – состояние, тенденции, прогнозы // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы III Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2013. – С. 39–47.

8. Горнов А.О. Основание для алгоритмизации простановки размеров / А.О. Горнов, А.Ю. Губарев, Л.В. Захарова // Информационные средства и технологии: сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. – М., 2010. – С. 56–62.

9. Горнов А.О., Кауркин В.Н. Новые информационные технологии и междисциплинарные связи // Информатизация инженерного образования: тр. МНМК. – М.: Изд. дом МЭИ, 2012. – С. 27–28.

10. Методика художественного конструирования. Дизайн-программа / под ред. Л.А. Кузьмичева, В.Ф. Сидоренко, Д.Н. Щелкунова. – М.: ВНИИТЭ, 1987.

КОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ГЕОМЕТРИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ

Е.С. Дударь, К.Г. Носов

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь

Рассматриваются роль базовых понятий евклидовой геометрии и их влияние на процесс создания электронной модели изделия. Приведен анализ типичных ошибок при построении эскиза модели. Предложены варианты решения данной проблемы.

Ключевые слова: геометрические знания, электронная модель изделия, когнитивный подход.

COGNITIVE ASPECTS OF THE APPLICATION OF ELEMENTARY GEOMETRY IN FORMING THE ELECTRONIC MODEL

E.S. Dudar', K.G. Nosov

Perm National Research Polytechnic University, Perm

In the article the role of the basic concepts of Euclidean Geometry and their influence on the designing of electronic model of product is considered. The analysis of typical mistakes at creation of the model's sketch is discussed, the options of a solution are proposed.

Keywords: geometrical knowledge, electronic model of product, cognitive approach.

Изменение характера и методологии профессиональной деятельности инженера, вызванное компьютеризацией производства, обусловило более жесткие требования к качеству подготовки молодых специалистов, уровню их квалификации, в том числе и в области проектно-конструкторской деятельности. Высокотехнологичному производству необходимы инженеры, обладающие системными знаниями, владеющие современными технологиями проектирования, способные гибко реагировать на изменяющиеся требования рынка.

Пересмотр традиционных подходов к организации образовательного процесса, переход от дискретно-дисциплинарной к модульно-уровневой структуре инженерной подготовки, от абстрактного метода школы к практико-ориентированному типу образования [1] выдвигают новые требования как к личности педагога, так и к личности обучающегося. Для педагога становится важным не только передавать готовые

знания, сохраняя при этом основы фундаментального теоретического содержания, но и показывать перспективы применения этих знаний для решения профессиональных задач [2–4].

Формирование новой образовательной парадигмы предполагает существенные изменения как характера обучения, так и роли обучаемого в образовательном процессе. Рассматривая образование как взаимосвязанный и взаимообусловленный процесс познания, предполагается, что студент перейдет от пассивного потребления информации к положительно-мотивированному и, следовательно, во многом к самостоятельному обучению. Оставим в стороне вопросы о трудностях формирования такой мотивации у среднестатистического студента, обусловленных зависимостью когнитивной составляющей обучения от типа личности учащегося, а также о многочисленных педагогических новациях, призванных способствовать развитию познавательной активности учащихся. Выделим только один аспект проблемы, а именно отсутствие у большинства студентов базовой геометрической подготовки и, даже при наличии такой подготовки, отсутствие когнитивного аппарата ее применения в практике решения конкретных задач.

О слабом знании студентами школьной геометрии неоднократно говорили профессора Н.А. Сальков [5], Д.Е. Тихонов-Бугров [6] и др. Входное тестирование на знание школьного курса геометрии и определение степени развития пространственного мышления, проводимое в ПНИПУ для первокурсников, стабильно показывает уровень подготовки к изучению дисциплин геометро-графического цикла в пределах 50–60 % [7].

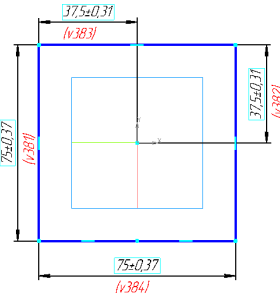
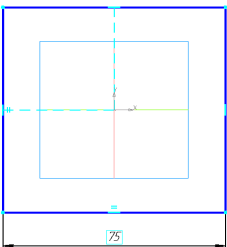
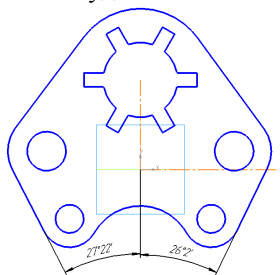
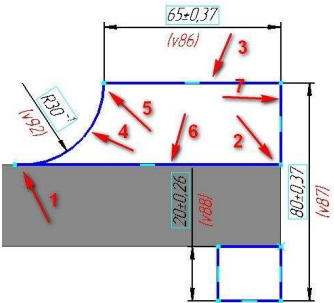
Отсутствие элементарных геометрических знаний особенно заметно при изучении компьютерной графики. При этом подразумевается, что обучаемый должен не только уметь «нажимать на кнопки», но и в рамках проектно-целевого подхода к обучению [8] уметь моделировать простые изделия и сборки. Резко обостряют проблему не только интенсивное изложение материала, информационная насыщенность занятий (по 8 часов в 1 и 2-м семестрах), но и индивидуализация обучения за компьютером, когда практически отсутствует возможность угадывания, списывания и т.д. Многие первокурсники плохо представляют себе, что такое симметрия, подобие, коллинеарность, концентричность, не могут провести касательную к плоской кривой, путают, даже после подготовки на практических занятиях, параллельность и перпендикуляр-



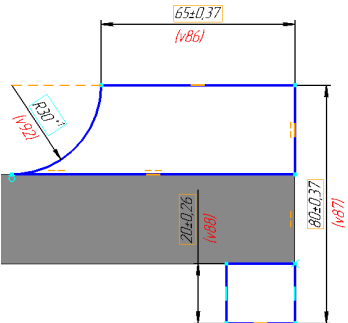
ность с вертикальностью и горизонтальностью. Точно такие же проблемы могут наблюдаться и у студентов 2–4-х курсов, уже применяющих полученные навыки моделирования и проектирования, но не имеющих элементарных понятий об инструментарии автоматизации тех САПР, в которых они работают. Речь идет об инструментарии автоматизации наложения и создания взаимосвязей между плоскими геометрическими объектами – параметризации. Например, в САПР «Компас-3D» или SolidWorks такие связи чаще всего создаются в эскизе автоматически самой программой или по команде пользователя. Основной сложностью в понимании логики применения такого инструментария является отсутствие прямой связи (и, как следствие, необходимости в анализе) между теоретическими знаниями геометрии, практическим применением параметрических связей при моделировании и необходимостью минимизации количества этих связей. Вопрос определения минимально необходимого количества параметрических связей, т.е. выработка некоего алгоритма поиска оптимального решения, является предметом отдельных исследований по когнитивному анализу и теории параметризации [9]. Однако на лабораторных занятиях по компьютерной графике при выполнении простых построений необходимо рассматривать эти вопросы, акцентируя внимание на понимании сути процесса конструирования, анализе взаимосвязей теоретических положений и их практического применения, прогнозе результатов принятых решений. В качестве основы подобного рода знаний, прежде всего, выступают фундаментальные понятия элементарной геометрии.

Ниже приводится анализ типичных студенческих ошибок, которые встречаются при построении эскиза модели на занятиях по компьютерной графике. Представлены работы студентов, имеющих показатели успеваемости выше среднего по группе. Следует отметить, что студенты соблюдают топологию объектов, однако отсутствие пространственного мышления, плохое знание основ геометрии ведут к незначительным, на первый взгляд, погрешностям, которые трудно заметить при проверке эскиза. В дальнейшем такие небольшие погрешности приводят к созданию некачественных параметрических моделей (таблица).

Применение когнитивного (познавательного) подхода при моделировании и проектировании [10] позволяет представить модель изделия как параметризованную систему входных и выходных данных, что дает возможность не только использовать шаблоны решенных ранее задач,

Анализ типичных ошибок при построении эскиза модели

Описание	Фрагмент выполнения	Основная ошибка
<p>Задание 1. Необходимо выполнить основание детали в виде квадрата с центром в начале координат. Подразумевается, что при построении деталь будет симметрична относительно двух, взаимно перпендикулярных плоскостей.</p>	<p>Решение студента:</p>  <p>Один из оптимальных вариантов:</p> 	<p>На первый взгляд, дилетантское решение тоже является верным. Однако, учитывая требования оптимального проектирования, правильнее было бы применить симметричность противоположных пар сторон относительно двух осей или вертикальное/горизонтальное выравнивание средних точек одной из пар сторон относительно центра. Также согласно учебнику по САПР «Компас-3D» классическим решением может быть и совпадение средней точки диагонали квадрата с началом координат.</p> <p>Дополнительно: при условии, что основанием детали является квадрат, достаточно было бы нанести размер на одну из его сторон и затем присвоить ей равенство перпендикулярной стороне.</p>
<p>Задание 2. Необходимо выполнить основание детали в виде сложного контура, симметричного относительно одной плоскости.</p>	<p>Решение студента:</p>  <p>Для наглядности убраны все размеры. Два угловых размера проставлены для справки.</p>	<p>В данном случае отсутствует симметричность двух пар отрезков (слева и справа) относительно вертикальной оси.</p> <p>На первый взгляд, с учетом погрешности отображения экрана деталь кажется симметричной и без анализа положения каждой линии может быть оценена преподавателем как верная.</p>
<p>Задание 3. Дополнительно к основанию необходимо добавить элемент выдавливаем.</p>	<p>Решение студента:</p> 	<p>На первый взгляд, ошибки нет и эскиз верный. Но при анализе становится понятно, что имеются как минимум 4 ошибки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отсутствуют два касания имеющейся дуги (4) как к горизонтальной (6), так и к вертикальной составляющим; – отсутствуют два совпадения контура (6, 7) с имеющимся основанием (кромками тела), нарушена коллинеарность отрезков (точек).

Описание	Фрагмент выполнения	Основная ошибка
	<p>Увеличение (1):</p>  <p>Увеличение (2):</p>  <p>Один из вариантов верного решения:</p> 	<p>Для получения верного решения необходимо было задать параметрические связи (как вариант):</p> <ul style="list-style-type: none"> – касательность дуги (4) к нижнему горизонтальному отрезку (6); – совпадение центра дуги (4) с верхним горизонтальным отрезком (3), что тождественно касательности дуги к вертикальной составляющей, проходящей через точку (5) пересечения верхнего отрезка и дуги; – коллинеарность вертикального (7) и нижнего (6) отрезков с соответствующими кромками основания.

но и вносить изменения в ходе проектирования, учитывая, кроме всего прочего, умения и навыки решения подобных задач из других областей знания. Следует отметить, что при таком подходе формальное знание имеющегося объема исходных данных и применение к нему заданного алгоритма операций моделирования становятся вторичными. Основным фактором проектирования становится понимание физического смысла этих данных и возможности различных вариантов их комбинирования с другими данными, напрямую не входящими в заданный диапазон входных и выходных условий.

Таким образом, когнитивный подход к моделированию мысленных геометрических образов подразумевает как обоснованный подход к постановке задачи и анализу исходных данных, так и структурирование мышления как процесса получения новых знаний, опирающегося на содержательный, логический, прогнозный, альтернативный и другие компоненты когнитивного процесса. При этом акцент на объективной сути, фундаментальных знаниях элементарной геометрии, анализе ее закономерностей и взаимосвя-

зей, выделение общего и существенного дает возможность предвидеть и логически обосновать выбор возможных параметрических связей модели, что непосредственно связано с эффективностью процесса проектирования, уменьшением трудозатрат и временных ресурсов.

Список литературы

1. Вербицкий А.А. Проблемы проектно-контекстной подготовки специалиста // Высшее образование сегодня. – 2015. – № 4. – С. 2–8.

2. Тихонов-Бугров Д.Е., Абросимов С.Н. Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, вып. 3. – С. 47–57. DOI: 10.12737/14419

3. Головнин А.А., Горнов А.О. Размышления о сущности и традиционной трактовке некоторых понятий и процедур, связанных с проекционными техническими изображениями // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. – С. 490–510.

4. Дударь Е.С. Специализация при обучении инженеров-строителей в университетах Германии и России // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 1. – С. 72–79.

5. Сальков Н.А. Американизация геометрического образования в России и начертательная геометрия // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, вып. 3. – С. 38–46. DOI: 10.12737/14418

6. Тихонов-Бугров Д.Е. О некоторых проблемах графической подготовки в технических вузах (взгляд из Санкт-Петербурга) // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2, вып. 1. – С. 46–52. DOI: 10.12737/3848

7. Варушкин В.П., Крайнова М.Н. Входной контроль и управление качеством обучения бакалавров // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III Науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – С. 35–39.

8. Александрова Е.П., Носов К.Г., Столбова И.Д. Практическая реализация проектно-ориентированной деятельности студентов в ходе графической подготовки // Открытое образование. – 2015. – № 5. – С. 55–62.

9. Логиновский А.Н., Хейфец А.Л. Решение задач на основе параметризации в пакете AutoCad // Геометрия и графика. – 2013. – Т. 1, вып. 2. – С. 58–61.

10. Носов К.Г. Когнитивный подход к решению задач моделирования и проектирования в САПР // Прикладная математика и вопросы управления. – 2015. – № 1. – С. 73–85.

ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАДУВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**В.А. Дюмин, В.А. Семенов,
Д.Е. Тихонов-Бугров**

Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Рассматривается опыт применения метода проектов при обучении инженерной графике, основанный на профессиональном опыте преподавателей – специалистов в области проектирования надувных конструкций.

Ключевые слова: метод проектов, надувные конструкции, начертательная геометрия.

GRAPHIC PROBLEMS IN THE DESIGN OF INFLATABLE STRUCTURES

**V.A. Dyumin, V.A. Semenov,
D.E. Tikhonov-Bugrov**

Baltic State Technical University "Voenmekh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

This article discusses the application of project method in teaching engineering graphics based on the professional experience of teachers – specialists in the design of inflatable structures.

Keywords: the method of projects, inflatable structures, descriptive geometry.

Метод проектов является одним из главных методов обучения инженерному делу. В его основе лежит развитие познавательных навыков студентов, умения самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, критически мыслить. Это совокупность приемов, операций овладения определенной областью практического и теоретического знания, способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться вполне реальным, практическим результатом. Чтобы добиться такого результата, необходимо научить студентов самостоятельно мыслить, находить и решать проблемы, привлекая для этой цели знания из разных областей, умения прогнозировать результаты и возможные последствия разных вариантов решения, умения устанавливать причинно-следственные связи.

Некоторые технические университеты, расположенные на разных континентах, позиционируют себя как полностью перешедшие на систему проектно-ориентированного обучения (PBL) [1, 2]. Однако такого рода переход встречает ряд трудностей организационного и методического характера. Это проблемы мотивации студентов, разделение самостоятельной работы и обязательных лекций, оценка учебных достижений и, самое главное, поиск реальных проектов, которые могут быть разработаны студентами. Выбор тематики проектов при обучении инженерной графике обычно базируется на практическом опыте преподавателя, НИР кафедры. Выбираются проблемы, посильные для студента и комплексно охватывающие изучаемые дисциплины, в том числе начертательную геометрию (как она отражена в стандарте), инженерную графику, компьютерную графику, основы САПР.

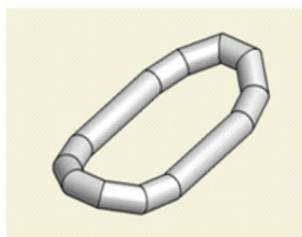
Наш опыт преподавания инженерной графики убеждает в том, что и много лет назад учебный процесс в отечественной высшей школе (мы говорим о преподавании инженерной графики) во многих технических вузах отвечал большинству тех требований, которые предъявляются в настоящее время [3]. Изменился только инструментарий благодаря компьютерной графике.

Практическая направленность учебных заданий и демонстрация методов начертательной геометрии при решении прикладных инженерных задач могут быть обеспечены на примере проектирования разного рода надувных конструкций [4]. Из этого ряда можно выделить так называемые надувные каркасы, обеспечивающие заданную форму изделия: надувные каркасы мобильных госпиталей, ангаров и т.д.; стартовые и финишные створы на трассах соревнований; баллоны надувных лодок и т.п. Примеры таких конструкций представлены на рис. 1.

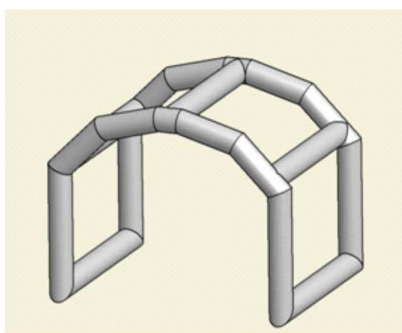
Методика проведения занятий проектного характера может меняться в зависимости от аудиторной нагрузки, уровня базовой подготовки студентов, численности состава группы, однако неизменным остается требование получения реального конечного продукта. Применительно к данным конструкциям с учетом указанных выше факторов конечным продуктом может считаться получение разверток (выкроек) отдельных звеньев и макета всего изделия. Из-за больших размеров изделия макет, как правило, изготавливается в уменьшенном масштабе и распечатывается на 3D-принтере.

Создание такого проекта – большая и трудоемкая работа, поэтому одним из вариантов проведения занятий является моделирование реальной производственной ситуации – создание на базе группы некоего сек-

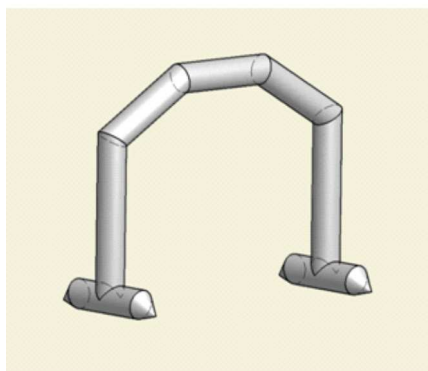
тора конструкторского бюро, что является реализацией способности студента к коллективному творчеству. Руководитель сектора назначается преподавателем. Каждый из участников проекта («инженер») решает свою конкретную задачу (например, конструирует одно или два звена и изготавливает выкройки для них). На последнем этапе все звенья соединяются между собой в единое целое. Руководитель координирует и контролирует все действия «инженеров».



a



б



в

Рис. 1. Надувные конструкции: *a* – надувной баллон;
б – надувной каркас; *в* – финишный створ

Приведенные на рис. 1 изделия состоят из звеньев, каждое из которых – цилиндр или конус вращения, т.е. развертываемая поверхность второго порядка. Эти поверхности целесообразно подбирать так, чтобы их сочетание подчинялось теореме Монжа. На плоскость симметрии линия пересечения проецируется в отрезок прямой. Плоскость симметрии – плоскость, заданная осями сопрягаемых поверхностей.

На рис. 2 приведен пример пересечения конуса и цилиндра вращения. Плоскость, в которой лежит сечение (плоскость сечения), проходит через проекцию сечения на плоскость симметрии (прямая AB на рис. 2) и перпендикулярна плоскости симметрии. Плоскость симметрии на рис. 2 параллельна фронтальной плоскости проекций. В приведенном примере плоскость симметрии параллельна фронтальной плоскости проекций. В общем случае плоскость симметрии – общего положения, поэтому на первом этапе нужно преобразовать чертеж. Целесообразно воспользоваться способом замены плоскостей проекций.

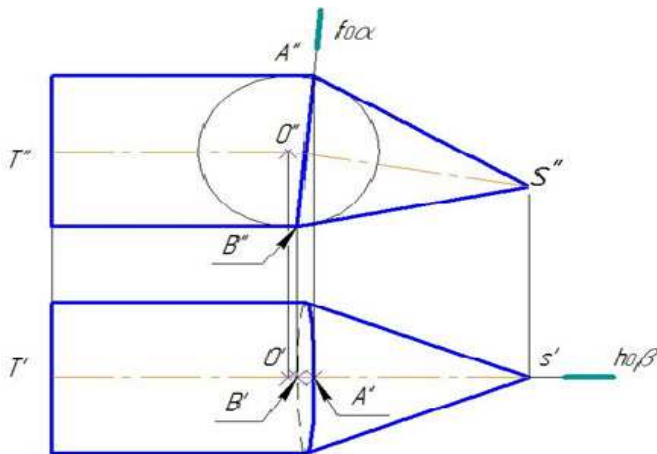


Рис. 2. Пересечение цилиндра и конуса вращения:
 α – плоскость сечения; β – плоскость симметрии

Изменение взаимного расположения проецируемой фигуры и плоскостей проекций методом перемены плоскостей проекций достигается путем замены плоскостей Π_1 и Π_2 новыми плоскостями Π_4 , Π_5 и т.д. Новые плоскости выбирают перпендикулярно старым. Некоторые преобразования проекций требуют двойной замены плоскостей проекций. На рис. 3 приведен пример такого преобразования.

Исходные данные содержат оси вращения сопрягаемых поверхностей (SO и OT) и сопрягающую сферу (из исходных данных). Цель пре-

образования следующая: плоскость симметрии (SOT) должна стать плоскостью уровня. Преобразование осуществляется в два приема. Для первого преобразования ось O_1-X_1 проводится перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали (h'). После преобразования плоскость (SOT) становится проецирующей (точки $S'''O'''T'''$ лежат на одной прямой). Для второго преобразования ось O_2-X_2 выбирается параллельно $S'''O'''T'''$. После второго преобразования изображения дополняются очерками поверхностей цилиндра и конуса вращения. Очерки и цилиндра, и конуса на обеих проекциях касаются соответствующих проекций сферы. Линия пересечения на плоскость П4 проецируется в отрезок прямой $A''''B''''$.

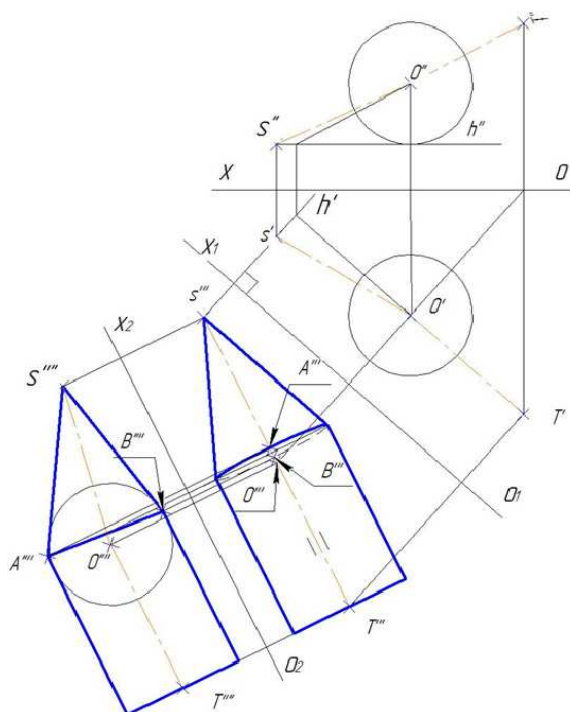


Рис. 3. Преобразование чертежа способом замены плоскостей проекций

Для задания исходных данных достаточно задать координаты центров сфер описываемых поверхностями, и их радиусы. Если у изделия есть плоскости симметрии, исходные данные можно ограничить координатами сфер между этими плоскостями. Если радиусы сфер одного звена равны, то имеет место цилиндр вращения, если не равны – конус вращения. Эти данные удобно свести в таблицу, или несколько таблиц.

Для примера рассмотрим исходные данные финишной арки, приведенной на рис. 1. Данные верхней части сведены в табл. 1, данные нижней части – в табл. 2.

Таблица 1

Данные верхней части финишной арки

Номер точки	X	Y	Z	R
1	0	0	3600	200
2	950	0	3600	200
3	2500	0	2700	200
4	2500	0	0	200

Таблица 2

Данные нижней части финишной арки

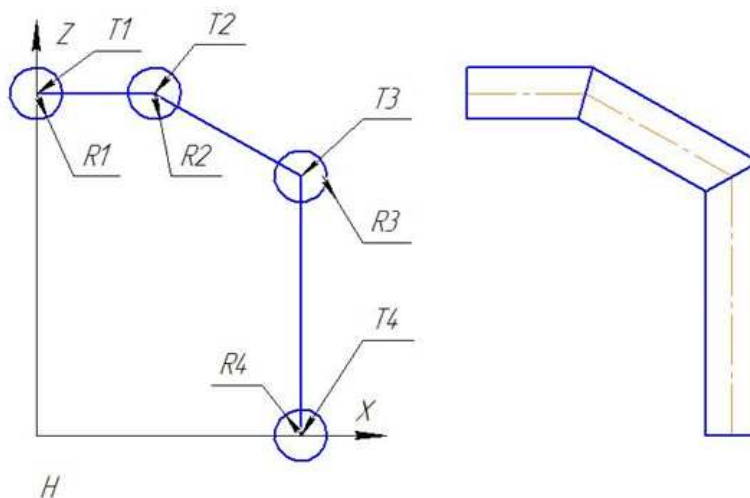
Номер точки	X	Y	Z	R
1	2500	1225	-150	0
2	2500	750	0	500
3	2500	0	0	500

Поскольку радиусы всех звеньев равны, все звенья являются цилиндрами вращения. Для построения трехмерной модели можно воспользоваться кинематической операцией. Для этого по координатам центров строятся пространственная ломаная и эскиз сечения (окружность $R = 200$).

В данном случае одно звено – цилиндр вращения, а второе звено – конус вращения. Графическая иллюстрация исходных данных представлена на рис. 4.

Реализовывать такие проекты можно с использованием разных технологий. Первая технология предполагает выпуск конструкторской документации с использованием традиционных средств (карандаша, резинки, линейки и т.д.). Вторая отличается тем, что для получения документации используется компьютер с установленным на нем графическим пакетом. При этом компьютер используется для получения чертежей на уровне электронного кульмана. Третья технология предполагает создание трехмерной модели. Это позволяет уйти от рутинного создания изображений средствами плоского черчения. Плоский чертеж будет создан автоматически, с указанием необходимых видов, разрезов, сечений. Некоторые пакеты программ могут формировать развертки отдельных поверхностей.

№ точки	X	Y	Z	R
1	0	0	3600	200
2	950	0	3600	200
3	2500	0	2700	200
4	2500	0	0	200



№ точки	X	Y	Z	R
1	2500	1225	-250	0
2	2500	750	0	500
3	2500	0	0	500

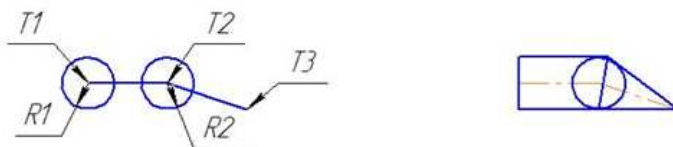


Рис. 4. Исходные данные для построения модели арки финишного створа

Для типовых изделий целесообразно создавать параметризованные модели и чертежи. Создав документацию для одного изделия по заданным параметрам, можно без проблем перейти к следующему заданию. Для этого достаточно изменить входные параметры (размеры). Это путь к созданию системы автоматизированного проектирования некоторых классов изделий.

Приведенные примеры относятся к такому типу заданий и могут быть реализованы даже на студенческом уровне.

Список литературы

1. Приходько В.М., Соловьев А.Н. Каким быть современному инженерному образованию? // Высшее образование в России. – 2015. – № 3.
2. Pirinen R. Learning by research and development // Proceedings of 2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning. – Dubai, 2014.
3. Дюмин В.А., Тихонов-Бугров Д.Е. Хорошо не забытое старое, или проектно-конструкторское обучение инженерной графике // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015.
4. Семенов В.А. Об одном направлении формирования банка заданий для использования метода проектов при обучении графическим дисциплинам // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Н.В. Зеленовская, В.А. Столер

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск

Рассмотрены вопросы применения дистанционной формы обучения в вузе. Отмечены особенности и преимущества данной формы обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, информационно-коммуникационные технологии, электронный учебно-методический комплекс, телекоммуникационные средства обучения.

DISTANT LEARNING AS MODERN TECHNOLOGY OF PROVIDING EDUCATION SERVICES

N.V. Zelenovskaya, V.A. Stoler

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

The present work is devoted to the use of the forms of distance learning, including at the Department of Engineering Graphics of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics. The features and advantages of the forms of distance learning are noted.

Keywords: distance learning, information and communication technologies, electronic learning training complex, telecommunication medium of training.

Внедрение и распространение современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) не только ведет к развитию новых образовательных технологий, но и быстро меняет профессиональную область деятельности человека, которая становится частично или полностью электронной, в зависимости от предметной области и характера практической деятельности специалиста [1, 2].

Следствием этого процесса является развитие таких форм образовательных услуг, как дистанционное обучение с использованием информационных технологий. Для современного сетцентрического мира оно является адекватной формой приобретения знаний и умений, о чем свидетельствует рост популярности данного вида образования. Во многих странах мира, прежде всего в США и странах ЕС, программы развития дистанционного образования получают государственную поддержку.

Бурное развитие технологий дистанционного образования в корне меняет ситуацию на рынке образовательных услуг. Основной специфической особенностью дистанционного обучения является практически безграничная аудитория, когда обучаемые географически не связаны с учебным заведением и им не надо переезжать, чтобы получить требуемое образование. Особую ценность оно приобретает для тех, кто планирует обучение без отрыва от работы. В целом внедрение технологий дистанционного обучения способствует интеграции в мировое образовательное сообщество. Очевидно, что для успешной конкуренции в сфере предоставления образовательных услуг необходимым условием становится использование современных технологий дистанционного образования, поэтому вузам необходимо прилагать максимум усилий для внедрения и развития этих технологий. В Республике Беларусь дистанционная форма обучения получила развитие сравнительно недавно. Основные системы дистанционного обучения: «Прометей», Module, SharePointLMS.

Система дистанционного обучения (СДО) БГУИР строится на базе SharePointLMS с использованием адаптированного пакета e-learning. В состав инструментария системы входят извещения (передача текстовой информации), календарь, почтовый ящик, тесты, документы (раздел для хранения файлов на сайте), форум (обсуждение популярных тем), чат (проведение онлайн-консультаций), ссылки, мои файлы (обмен работами и материалами). На рис. 1–3 показаны отдельные окна СДО.

Дистанционное обучение означает такую организацию учебного процесса, при которой преподаватель разрабатывает учебную программу, главным образом базирующуюся на самостоятельном обучении студента. Такая среда обучения характеризуется тем, что обучающиеся и преподаватели имеют возможность осуществлять диалог между собой с помощью средств телекоммуникации [2].

Наиболее эффективной и широко применяемой технологией, которая может быть использована в процессе обучения, является электронная почта. Она может быть использована как для публикации содержательной части учебных курсов, так и обеспечения обратной связи студента с преподавателем. Недостаток, ограничивающий педагогический эффект такого рода технологий, обусловлен отсутствием живого диалога между преподавателем и студентами, чем характеризуется традиционная форма обучения. В случае, если у студента имеется постоянный доступ к персональному компьютеру с модемом и телефонным каналом, электронная

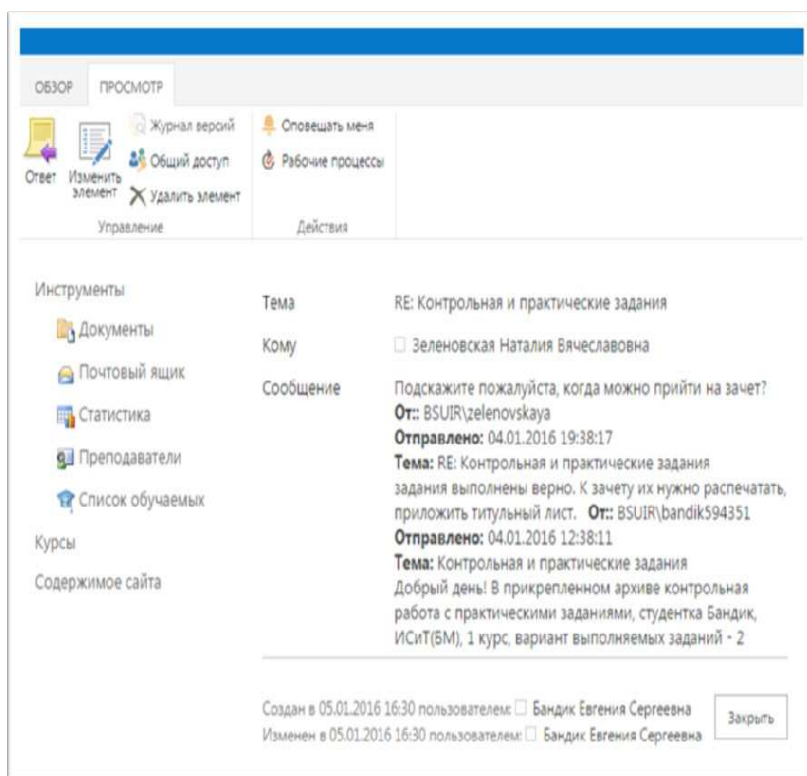


Рис. 3. Окно просмотра сообщений почтового ящика

почта позволяет реализовать достаточно гибкий и интенсивный процесс консультаций и обмена мнениями.

Возможность организации видеоконференции с использованием компьютерных сетей предоставляет такая программа, как Skype. Видеоконференция позволяет проводить как индивидуальные, так и общие консультации, совместно обсуждать сложные вопросы изучаемой дисциплины. Помимо передачи звука и видеоизображения, такие видеоконференции обеспечивают возможность совместного управления экраном компьютера: позволяют создавать чертежи и рисунки на расстоянии, пересылать фотографический и рукописный материалы.

К достоинствам таких технологий обучения следует отнести мультимедиа подход, когда доступны разнообразные виды образовательных ресурсов: печатные, аудио-, видеоматериалы. Однако прежде всего это систематизированные интерактивные базы данных, которые могут быть доступны посредством телекоммуникаций, электронные журналы, компьютерные обучающие программы (электронные учебники). Следует

отметить, что дистанционные методы обучения реализуются при минимальном участии преподавателя и других обучаемых (самообучение), как правило, посредством прямого взаимодействия обучаемого с образовательными ресурсами.

Проблемным моментом процесса использования и внедрения телекоммуникационных средств обучения (ТСО) в вузе является уровень преподавания. Педагог сталкивается, с одной стороны, с необходимостью использовать инновации в своей деятельности, а с другой – с отсутствием или недостаточной проработанностью педагогически обоснованных основ применения пакета (e-learning) в вузе. Как правило, преподаватель с нуля разрабатывает частную дидактику по дисциплине, дидактически обосновывает и апробирует методы и способы использования необходимого перечня ТСО. При этом у различных преподавателей одной и той же дисциплины возникает различное понимание возможностей существенного повышения качества обучения при использовании ТСО. Разработка преподавателем инновационной методик на основе использования ТСО не решается в рамках одного учебного года.

В этой связи на первый план выходят вопросы обучения ППС, которое должно быть направлено не только на приобретение преподавателем ИТ-компетенций, но и на развитие у него крепкого педагогического фундамента, прежде всего использование активных и интерактивных методик обучения. Не следует забывать, что излишняя унификация в этом вопросе недопустима. Следует учитывать творческую составляющую деятельности педагога, когда происходит поиск своего пути для наиболее эффективного использования ТСО в своей дисциплине. Роль преподавателя в условиях стремительного развития ИКТ и постоянно трансформирующейся учебно-педагогической деятельности остается ключевой.

Без сомнения, процесс внедрения и использования ТСО в учебной деятельности вуза является сложным и многогранным процессом. В таких условиях руководству вуза (факультета, кафедры) важно создавать условия для внедрения и развития электронной педагогики в преподавательской деятельности. Необходимо не только осуществлять академическую поддержку преподавателей с целью организации НИР, разработки электронного контента, но и внедрять элементы мотивации, обеспечивать бесперебойную работу ИТ-сервисов и др.

Вуз не сможет успешно справиться со стратегической задачей внедрения e-learning без решения вопроса разработки электронной дидакти-

ки на уровне работы преподавателя, кафедры и использования лучших мировых практик электронного обучения. Как отмечает В.В. Наумов [3], «непрестанное усложнение самого процесса и средств компьютерного обучения ведет к тому, что автором, тьютором и педагогическим дизайнером средств электронного обучения все реже может выступать одно и то же лицо, на смену одиночкам идут коллективы разработчиков, среди которых не последнее место занимают также компьютерные дизайнеры и программисты», будущее за такими коллективными творческими объединениями. Вышеуказанный автор определяет педагогический дизайн как «систематический, целостный процесс создания средства обучения, включающий в себя анализ потребностей в обучении и его целей, прогноз результатов обучения, постановку задачи на создание средства ЭО, разработку этого средства, методов и форм обучения, их апробацию и оценку эффективности» [3].

Работать в системе e-learning интересно. Виртуальный контакт с обучаемыми дает возможность организовать индивидуальный подход к обучению. Среди обучаемых в прошлом году было несколько человек с ограниченными функциями передвижения (инвалиды-колясочники), для которых такой вид получения образования единственно возможный. Они очень тщательно выполняли все задания контрольной работы, изучив теоретический и практический материал ЭУМК, консультировались по Skype, писали на личный почтовый ящик, т.е. приложили все усилия для того, чтобы освоить данный материал. Результаты очень порадовали. Это было совместное творчество.

В заключение можно отметить, что внедрение технологий дистанционного электронного обучения при правильной организации и соответствующем учебно-методическом обеспечении, а также при правильном мотивированном подходе к формированию состава обучающихся позволяет осуществлять эффективную подготовку специалистов, обеспечивать высокое качество образовательных услуг, оптимизировать организацию учебного процесса, разгрузить преподавателей и повысить привлекательность обучения.

Список литературы

1. Зеленовская Н.В., Ярошевич О.В Компьютерно-опосредованная среда взаимодействия «преподаватель – студент» // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материа-

лы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–22 марта 2013 г. – Брест, 2013. – С. 49–53.

2. Ярошевич О.В., Зеленковская Н.В. Информационно-коммуникационные технологии как инструмент совершенствования методической компетентности преподавателя // Информатизация образования – 2014: педагогические основы разработки и использования электронных образовательных ресурсов: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 24–27 октября 2014. – Минск, 2014. – С. 196–201.

3. Образцов С.И. Организационно-методические и технологические модели дистанционного обучения // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VII Междунар. науч.-метод. конф. – Минск, 2011. – С. 471.

4. Наумов В.В. Дидактическая подсистема e-learning [Электронный ресурс]. – URL: <http://training.bl.by/articles/120571.php> (дата обращения: 10.01.2016).

5. Пупцев А.Е. Информационная культура педагога в условиях перехода к информационному обществу // Академии последиplomного образования: сб. науч. работ. – Минск, 2008. – Вып. 4. – С. 217–228.

О ЗНАЧЕНИИ НОВОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В ИНСТИТУТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

**В.И. Иващенко, Л.А. Чемпинский,
А.И. Ермаков**

Самарский государственный аэрокосмический университет
им. акад. С.П. Королева, Самара

Представлен опыт многолетней работы по совершенствованию геометро-графической подготовки в контексте формирования компетенций в системе интегрированных общеинженерных и специальных дисциплин. Рассмотрены принципы построения системы сквозной графической подготовки на основе 3D-моделирования в современных профессиональных CAD/CAM-программах. Приведены примеры использования электронных библиотек параметрических геометрических моделей изделий.

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, интеграция дисциплин, геометрическое моделирование, параметризация геометрических моделей.

ABOUT THE IMPORTANCE OF THE NEW APPROACHES TO TEACHING GRAPHIC DISCIPLINES IN TRAINING FOR INNOVATION ENGINEERING AT THE INSTITUTE OF ENGINES AND POWER PLANTS

**V.I. Ivashchenko, L.A. Chempinskiy,
A.I. Ermakov**

Samara State Aerospace University, Samara

The article describes the experience of many years of work to improve the geometric-graphic training in the context of the formation of competencies in the system of integrated general engineering and special disciplines. The principles of construction through graphic training system based on 3D-modeling in modern professional CAD/CAM-programs are presented. Examples of the use of electronic library of parametric geometric models of products are given.

Keywords: geometric and graphic training, integration of disciplines, geometric modeling, parameterization of geometrical models.

Современный уровень проектирования процессов конструкторско-технологической подготовки производства предполагает широкое использование информационных технологий.

С целью повышения эффективности 3D-моделирования конструкторы повсеместно используют параметрические 3D-модели стандарт-

ных и типовых деталей. Использование 3D параметрических моделей позволяет технологам реализовать сквозное проектирование процессов изготовления типовых деталей, что особенно актуально в условиях многономенклатурного производства.

При этом технологи используют объемные (3D) модели изделий, узлов, деталей, оборудования, средств технологического оснащения и инструмента, так как они являются основой при проектировании оптимальных технологических процессов изготовления деталей, заготовок, формообразующей оснастки на современном высокопроизводительном оборудовании, позволяют осуществить инженерный анализ сопутствующих преобразованию заготовки в готовую деталь процессов (силового, теплового и пр.) поведения технологических систем, контролировать геометрические параметры сложнофасонных деталей с использованием современных контрольно-измерительных машин (в процессе изготовления и контроля), реализовать автоматизированный выпуск необходимой технологической документации и пр.

Перечислим принципы, положенные в основу подготовки специалистов в институте «Двигатели и энергетические установки» СГАУ, соответствующей современному уровню проектирования и производства двигателей различного назначения:

1) системный подход – достижение высокого качества подготовки за счет реализации учебных планов, составленных на основе объектно-ориентированного подхода, позволяющих осуществить сквозную подготовку в процессе обучения по различным направлениям в условиях ограниченного ФГОСами учебного времени и постоянно снижающегося уровня довузовской подготовки;

2) имитационное моделирование, предполагающее погружение в различные области знаний, сопутствующих (соответствующих) современному проектированию и производству изделий;

3) ориентация на углубленное изучение предметных областей путем исследовательского характера приобретения знаний и самостоятельной работы студентов с использованием специально разработанного методического обеспечения, соответствующего принятой в институте методологии подготовки специалистов;

4) широкое использование в учебном процессе современных средств информационной поддержки процессов проектирования, управления производством и изготовления изделий (лицензионных CAD/CAE/CAPP/CAM/PDM-систем);

5) сквозное конструкторско-технологическое проектирование на основе использования 3D-моделей изделий, в том числе 3D-совмещенных (междисциплинарных) параметрических моделей типовых и стандартных деталей;

6) использование в учебном процессе современных (интерактивных) информационных технологий, ЧПУ оборудования, аддитивных технологий (в том числе быстрого прототипирования) при решении задач, необходимых производству;

7) целенаправленная профориентационная работа с учащимися преимущественно инновационных довузовских образовательных учебных заведений;

8) тесное сотрудничество в подготовке специалистов с базовым предприятием; совместное решение стоящих перед предприятием задач в подготовке кадров, в разработке новых технологических процессов и изготовлении изделий с использованием оборудования с ЧПУ последнего поколения; сопровождение выпускников, переподготовка ИТР и подготовка рабочих дефицитных профессий.

Реализация требований государственных образовательных стандартов (ФГОСов) к компетенциям выпускников в дисциплинах геометро-графического цикла в институте «Двигатели и энергетические установки» СГАУ осуществляется на основе использования возможностей отечественной лицензионной свободно распространяемой для выполнения некоммерческих проектов CAD/CAM/CAPP-системы ADEM v.8.1.

Начиная с 2000/2001 учебного года каждому вновь поступившему студенту института предоставлена возможность использования средств информационной поддержки для выполнения и оформления типовых (традиционных) задач инженерной графики с использованием средств вычислительной техники. Поставленная руководством института цель – обучить всех студентов разработке и выпуску технической документации (в соответствии с ГОСТами ЕСКД) без использования карандаша и чертежных инструментов – была в то время достигнута с использованием оригинального разработанного на кафедре инженерной графики методического обеспечения.

Достижение вновь поставленной руководством института цели – научить студентов по-новому мыслить и создавать 3D-модели деталей и сложных сборок без использования эскизов и рабочих чертежей деталей – осуществляется в институте в виде занятий с экспериментальными группами студентов младших курсов начиная с 2010/2011 учебного года.

Для этого в институте разработаны 3D параметрические базы канонических геометрических объектов, стандартных деталей крепежа, деталей арматуры трубопроводов, типовых деталей машин, а также комплекты методического обеспечения для освоения новых подходов при самостоятельной работе дома или в компьютерных классах подразделений вуза.

Работа не завершена, однако благодаря такой подготовке ряд студентов третьего курса в процессе работы над курсовым проектом по основам конструирования (деталям машин) успевает не только создать 3D-модели отдельных деталей и сборки в целом для различных схем вертолетного редуктора (в соответствии с индивидуальным заданием), но выполнить инженерные расчеты, имитирующие поведение отдельных деталей редуктора в процессе работы конструкции в среде CAE-системы (ANSYS).

Осознанные и усвоенные студентами-конструкторами принципы и приемы работы с 3D параметрическими моделями деталей позволяют на старших курсах в среде Siemens NX, ANSYS (Workbench, LS-Dyna), другого ПО (в соответствии с требованиями работодателей) выполнять комплексные проекты по проектированию перспективных двигателей (а не только их деталей или отдельных узлов) на основе широкого использования совмещенных (междисциплинарных) параметрических моделей. У студентов-технологов появляется время на освоение современных подходов проектирования групповых технологий, программирования, отладки управляющих программ и самостоятельного изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ (в том числе с использованием аддитивных технологий).

Более детальная информация представлена в ранее опубликованных работах [1–6].

Список литературы

1. Система подготовки авиадвигателестроителей. Совершенствование системы подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса / А.И. Ермаков, Н.Д. Проничев, С.В. Фалалеев, Л.А. Чемпинский // Совершенствование системы подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса: VII Всерос. совещ., Ижевск, 21–22 октября 2014. – Ижевск: ИННОВА, 2014. – С. 54–64.
2. Балякин В.Б., Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. Подготовка специалистов для инновационного машиностроения на основе сквозной па-

раметризации // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2011. – № 3 (27), ч. 2. – С. 315–322.

3. Реализация методики подготовки специалистов на основе сквозного использования CAD/CAM/CAE-систем для авиационного двигателестроения / В.Б. Балякин, А.И. Ермаков, Н.Д. Проничев, Л.А. Чемпинский // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2011. – № 3 (27), ч. 2. – С. 323–329.

4. Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. Роль объемного моделирования в подготовке специалистов для инновационного машиностроения // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2012. – № 3 (34), ч. 2. – С. 360–368.

5. Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. К вопросу о новом подходе преподавания начертательной геометрии в вузе с точки зрения сквозной подготовки современного специалиста // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. – 2014. – № 5 (47), ч. 3. – С. 192–201.

6. Иващенко В.И., Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. Задачи кафедры инженерной графики СГАУ в контексте реинжиниринга учебных планов // Материалы и доклады Всерос. совещ. зав. кафедрами инженерно-графических дисциплин техн. вузов, Дивноморское, 26–28 мая 2015 г. – Ростов н/Д: Изд-во ДГТУ, 2015. – С. 56–63.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

**Л.В. Каменских, Л.Я. Мелкозерова,
Г.Н. Мошнинова**

Восточно-Казахстанский государственный университет
им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск

Рассматриваются способы и методы подхода к использованию современных технических средств не только для обучения, но и для развития познавательных способностей обучающихся.

Ключевые слова: метод проектов, графические системы, мультимедийные средства, активный метод обучения.

USE OF MODERN TECHNOLOGY AT STUDYING OF GRAPHIC DISCIPLINES IN TECHNICAL HIGH SCHOOL

**L.V. Kamenskikh, L.Ya. Melkozerova,
G.N. Moshninova**

D. Serikbayev East-Kazakhstan State Technical University,
Ust'-Kamenogorsk

The ways and methods of approach to the use of modern technology not only for training but also for the development of cognitive abilities of students.

Keywords: project method, graphical systems, multimedia, active learning method.

Внедрение новых информационных технологий в учебный процесс становится уже нормой, влечет за собой информатизацию образования, тем самым поднимает качество образования на новый уровень. Не раз уже отмечалось, что современные темпы развития производства требует иного уровня подготовки молодых специалистов. В приобретении этих знаний для молодого специалиста большую роль играет его графическая грамотность. Авторы статьи обобщили некоторый материал из своих статей [1–3] и показали, как используются современные технические средства, разработанные на кафедре «Общеинженерная подготовка» нашего вуза при изучении графических дисциплин, как эти средства влияют на развитие познавательных способностей обучающихся, а также какое влияние оказывают на уровень их психоэмоционального напряжения.

Наилучшим средством развития у обучаемого пространственного воображения, без которого в принципе невозможно техническое творчество, является начертательная геометрия. Сейчас поднимается вопрос о том, необходимо ли изучение данного курса в вузах в связи с внедрением различных графических программ. Мы все-таки считаем, что умение правильно выполнить и прочитать чертеж вырабатывается в процессе изучения курсов начертательной геометрии и инженерной графики. Методы и способы изучения данных дисциплин, мы считаем, следует менять, используя при этом графические программы AutoCAD или «Компас». Тем не менее без живой силы воображения и наглядности мышления невозможно что-либо создать, разработать, дать машине задачу что-то построить. Для этого необходимы фундаментальные знания начертательной геометрии и инженерной графики.

Следует отметить, что внедрение информационных технологий в образовательный процесс и будет являться ключом, который потребует четкого соблюдения баланса между лучшими методами традиционного обучения и новым подходом и пониманием самого процесса современного обучения. Такая интеграция, конечно же, будет зависеть от возможности использования информационных технологий в учебном процессе в вузе для обеспечения нового уровня образования. Использование графических систем в курсовом проектировании, предъявляемые требования в современном производстве к срокам и объемам выполнения различной проектной документации с каждым годом возрастают. Одним из средств воплощения в жизнь данных требований является внедрение компьютерного черчения-проектирования. Для этих целей в современном мире существует множество различных графических редакторов и программ геометрического моделирования. В Восточно-Казахстанском государственном техническом университете на сегодняшний день основными графическими системами в области инженерных дисциплин являются AutoCAD и «Компас».

Внедрение кредитно-модульной модели в нашем вузе потребовало и иного подхода к организации учебного процесса. Далеко не секрет, что внедрение компьютерной техники в учебный процесс позволяет его активизировать, усовершенствовать, дает возможность сократить время на выполнение различных графических работ (курсовых, дипломных и т.п.). Приведем только два примера. При изучении дисциплины «Геоэкология» студентам 2-го курса специальности «Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды» необходимо выполнить курсовую работу, в которой предусматриваются выполнение гипсомет-

рического профиля, геологического разреза, климатического, почвенного, геоботанического профилей, физико-географического районирования, разработка классификации антропогенных воздействий по линии профиля и оценивание геоэкологических ситуаций. На этом же курсе студенты изучают графическую программу AutoCAD по дисциплине «Компьютерная графика», поэтому для вычерчивания геоэкологического профиля линии они уже используют графическую программу AutoCAD, которая позволяет при изучении геоэкологических, геоморфологических и других карт Восточного Казахстана наглядно показать полную картину данных профилей, их особенности, свойства и процессы взаимодействия и выполнить проект в более сжатые сроки (рис. 1).

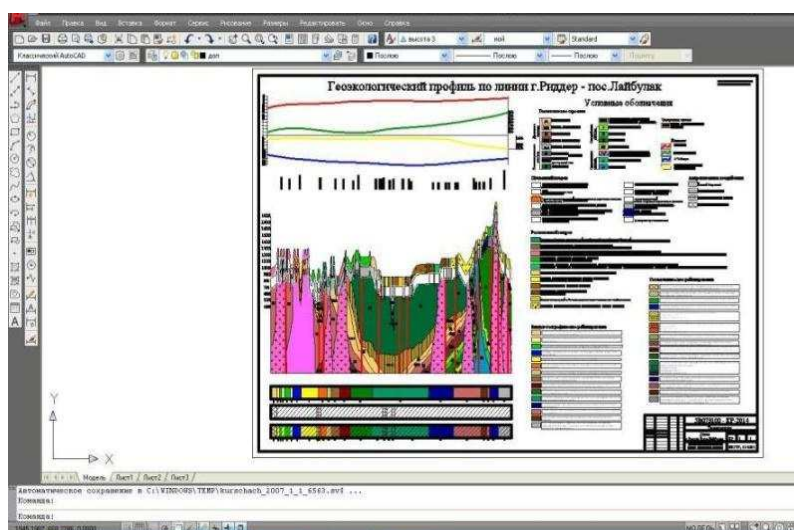


Рис. 1. Геоэкологический профиль по линии г. Риддер – п. Лайбулак, выполненный в графической программе AutoCAD

При изучении дисциплины «Промышленная вентиляция» для этой же специальности, предусматривается выполнение курсового проекта. При его выполнении требуется начертить планы здания с нанесением на них вентиляционного оборудования и воздухопроводов, схемы системы вентиляции. Навыки выполнения графической части проекта студенты также приобретают в процессе обучения дисциплине «Компьютерная графика» при изучении программы AutoCAD. Изучив команды построения на несложном чертеже плана здания, студенты переходят непосредственно к выполнению курсового проекта по промвентиляции. Знания, полученные в ходе освоения графических команд в AutoCAD, студенты применяют при вычерчивании фасада и плана промышленно-

го сооружения. Используя графическую систему AutoCAD, студентам удастся сократить время выполнения чертежей, улучшить качество, применить на практике полученные знания и наглядно убедиться в эффективности использования данной программы.

Как уже отмечалось выше, в нашем вузе внедрена кредитно-модульная модель обучения. Как следствие, это привело к сокращению аудиторных часов и увеличению самостоятельной работы студентов. Это потребовало иного подхода к организации учебного процесса. Авторы статьи, опираясь на свой опыт и опыт других, разработали и внедрили в свой учебный процесс ряд электронных учебно-методических комплексов дисциплин (ЭУМКД). Чтобы создать ЭУМКД, необходимо полное методическое обеспечение предмета материалами в электронном виде, что требует огромного труда, а также соответствующей подготовки преподавателя в области IT-технологий. В связи с этим следует отметить, что руководство нашего вуза создает все возможности для освоения IT-технологий для ППС университета и организует курсы.

Авторами статьи были разработаны и созданы разного направления электронные учебные пособия, которые выполнены с помощью видео- и мультимедийных средств обучения. Они предназначены для использования в лекционном курсе, на практических и лабораторных занятиях, для самостоятельной работы (рис. 2). Цель электронных учебных пособий – помочь студенту глубже усвоить теоретические положения графических дисциплин, приобрести практические навыки решения различных технических задач и иметь возможность в любое удобное для себя время открыть и изучить материал.

Учебное пособие строится по модульному принципу и содержит три компонента:

- информационный – для предъявления учебной информации;
- практический – для отработки заданий, с помощью которых закрепляются полученные знания, умения и навыки;
- контролирующей.

Графическо-геометрическая подготовка специалистов любого профиля и использование информационных технологий на всех этапах проектирования играют важную роль в профессиональной деятельности: от степени овладения ими зависит ее эффективность и успешность, а также конкурентоспособность специалиста на рынке труда. Роль и место графическо-геометрических дисциплин в процессе подготовки инженерных кадров определяются новыми профессионально-техническими задачами, стоящими перед специалистом в сфере его деятельности. Это прежде все-

го умение решать комплексные научно-технические, технологические и другие функциональные задачи, системно, алгоритмически и ассоциативно мыслить, четко планировать структуру действий, необходимых для достижения заданной цели, умение визуально представить результат своей деятельности.



Рис. 2. Пример нескольких мультимедийных электронных учебных пособий

Обучение в современных условиях должно быть нацелено на демократизацию и создание партнерских отношений как в учебных группах между членами группы обучаемых, так и самой учебной группы с обучающим. Это достигается максимальной интенсификацией образовательного процесса на основе внедрения в него интерактивных технологий обучения, создания психологически комфортной среды, обеспечивающей свободу обучаемым в выборе образовательных форм и методов.

Начертательная геометрия в вузе – одна из первых технических дисциплин, которую студенты осваивают на 1-м курсе обучения. Обучение такой дисциплине дает преподавателю огромные возможности для активизации мыслительной деятельности обучаемых благодаря особенностям данного предмета и его глубокой связи с современными информационно-коммуникационными технологиями. Использование в учебном процессе активных методов обучения (АМО) является наиболее эффективным, действенным способом активизации мышления студентов.

В рамках проблемного обучения был разработан АМО по дисциплине «Начертательная геометрия» на тему «Способы преобразования

проекционного чертежа». С этой целью были выпущены методические указания по применению АМО на практических занятиях и электронное учебное пособие. За основу разработки АМО мы выбрали методику разработки и применения известного метода case-study. Выбор этого метода был обусловлен привлекательностью методики его применения, хорошо сочетающейся со спецификой нашей дисциплины. В настоящее время этот метод успешно применяется на практических занятиях как авторами этого метода, так и преподавателями кафедры. Анализ успеваемости студентов показывает эффективность использования данного метода.

Все известные активные методы обучения в основном разрабатывались и используются в различных бизнес-дисциплинах, поэтому наш опыт разработки и применения АМО в рамках дисциплины «Начертательная геометрия», которая является одной из базовых дисциплин технического университета, на наш взгляд, является новым. Студенты с интересом воспринимают данный метод обучения. Они готовятся, изучают материал, решают задачи, распределяют обязанности в подгруппах, придумывают название командам, девизы, эмблемы (рис. 3), иногда даже сочиняют небольшие четверостишия.



Рис. 3. Занятия с применением активного метода обучения

Точки, отрезки, фронтали.
О них мы раньше не знали.
Но «Автокад» нам на помощь пришел,
Облегчил нам труд, и теперь хорошо!

Плоскости знаем теперь на отлично,
Можно работу найти попримичней.
Точный чертеж теперь сделать легко,
Можно в карьере шагнуть далеко!

Знаем мы точно: чтоб цели достичь,
Азы «Автокада» нам надо постичь!
Будем задачи сегодня решать,
Чтоб свои знания всем показать!

Мы с изометрией будем дружить,
Сложные задачи сможем решить.
Чтобы победу сегодня одержать,
Будем стараться мы всех обыграть!

На таких занятиях заметно повышается активность студентов, возрастает интерес к изучаемому материалу, раскрывается их творческий потенциал. Эффективность использования таких приемов может быть обусловлена двумя факторами: раскрытием значимости проблемы и воздействием на эмоции и чувства студентов. Выбор того или иного метода определяется содержанием обучения, психологическими особенностями, уровнем подготовки группы и, несомненно, мастерством преподавателя.

Применение информационных технологий в учебном процессе обеспечивает специалисту любого профиля возможность быстрой и эффективной работы с высоким качеством оформления выходной документации при относительно небольших затратах материальных ресурсов, позволяет усилить мотивацию учения.

Список литературы

1. Мошнинова Г.Н., Каменских Л.В. Из опыта использования активных методов обучения: монография. – Штутгарт, 2013.
2. Каменских Л.В., Мошнинова Г.Н. Роль проектного метода обучения при формировании познавательной активности студентов // *European Applied Sciences: Modern Approaches in Scientific Researches: 2nd International Scientific Conference*. – Stuttgart, 2013.
3. Мелкозерова Л.Я., Мошнинова Г.Н. Информационные ресурсы в учебном процессе по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» // *Инновации в технологиях и образовании: материалы VII Междунар. науч. конф.* – Велико Тырново, 2014.

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ

**Л.В. Каменских, Л.Я. Мелкозерова,
Г.Н. Мошнинова**

Восточно-Казахстанский государственный университет
им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск

Рассматриваются некоторые примеры творческих заданий для студентов технических специальностей.

Ключевые слова: AutoCAD, компьютерная графика, системы автоматизированного проектирования.

THE DEVELOPMENT OF STUDENT'S CREATIVE POTENTIAL BY GRAPHIC EDITORS

**L.V. Kamenskikh, L.Ya. Melkozerova,
G.N. Moshninova**

D. Serikbayev East-Kazakhstan State Technical University
Ust'-Kamenogorsk

The paper studies some exemplars of creative tasks for students technical specialities.

Keywords: AutoCAD, computer graphics, computer-aided design.

Дидактический принцип активности и самостоятельности обучающихся становится особенно значимым в условиях модернизации системы образования. Возникает необходимость в таких приемах и методах обучения, которые развивают творческие и познавательные способности обучаемых, формируют интеллектуальные качества личности. Значительная роль в решении этих вопросов отводится учебной графической деятельности, ее направленности на продвижение обучающихся по ступеням познания, расширение их способностей предвидения тенденции развития современных информационных и коммуникативных технологий, умений самостоятельно получать знания и ориентироваться в потоке научно-технической информации. В этой связи значительный интерес представляют учебные графические задания с элементами занимательности. По сравнению с графическими заданиями, направленными на репродуктивную деятельность, применение такого рода заданий позволяет по-

высить познавательную активность студентов. Вместе с тем использование в обучении инженерной и компьютерной графике занимательных заданий позволяет достичь нового уровня активизации учебно-познавательной деятельности, когда студенты творчески подходят к любой графической задаче и используют всевозможные способы ее решения.

Развитие у студентов самостоятельности и познавательной активности имеет далеко идущие цели, которые не только обеспечивают успеваемость в период обучения, но и создают положительную мотивацию обучаемых. Задача состоит в том, чтобы обеспечить будущему специалисту профессиональный рост в течение всей его деятельности, воспитать желание и способность к получению новых знаний. Познавательная самостоятельность, на наш взгляд, это прежде всего самостоятельное мышление, проявляемое в умении понять вопрос, задачу и в отыскании путей их решения, в умении делать выводы из полученных знаний, в способности выделять существенное.

Практическая значимость развития у студентов познавательной деятельности состоит в том, что она имеет практико-ориентированный характер и заключается в разработке комплекса заданий при изучении графики, а именно:

- тестовых заданий, выявляющих степень развития пространственного мышления;
- комплекса заданий по компьютерной графике с использованием графического редактора AutoCAD («Компас-График»);
- заданий для активизации познавательной деятельности.

В целях активизации познавательной деятельности в ходе занятий и улучшения качества самостоятельной работы на кафедре «Инженерная подготовка» применяются следующие методы и приемы:

- использование различного раздаточного материала (студенты обеспечиваются методическими указаниями по выполнению самостоятельной или курсовой работы, электронным вариантом лекций, тестами);
- творческий подход при выборе заданий для курсовой работы (студенты могут пользоваться библиотекой стандартных типовых проектов, поисковыми системами, периодическими изданиями);
- использование различных способов подачи материала.

С целью стимулирования познавательной активности студентов необходимо постоянно видоизменять традиционные учебные занятия, на которых выдается новая информация, и замещать их занятиями с элементами поиска источников необходимой информации, их анали-

за и дальнейшим принятием самостоятельных решений в рамках выдвигаемых учебных задач.

В Восточно-Казахстанском государственном техническом университете имени Д. Серикбаева студенты изучают дисциплину «Компьютерная графика» в различных объемах и нескольких графических программах. В качестве базового графического программного обеспечения для студентов строительных специальностей рекомендуется графический редактор мирового лидера Autodesk. Выбор программного продукта для проведения учебных занятий учитывает реальное состояние дел в современной организации проектно-конструкторских работ. Графическая система AutoCAD является практически мировым стандартом в области систем автоматизированного проектирования. Оригинальность подхода к построению твердых тел в AutoCAD заключается в том, чтобы проектировать модели на основе конструкторско-технологических элементов, оперируя привычными для конструкторов элементами. Параметрические свойства проектируемых в AutoCAD моделей и сборочных единиц обеспечивают возможность их корректировки практически на любой стадии проектирования [1].

В Восточно-Казахстанском государственном техническом университете используется графический редактор «Компас-3D» в процессе обучения дисциплине «Компьютерная графика» для студентов машиностроительных специальностей. Данная система разработана фирмой «АСКОН» на основе чертежно-графического редактора «Компас-График» и предназначена для создания трехмерных параметрических моделей и последующего полуавтоматического создания их чертежей, содержащих все необходимые виды, разрезы и сечения.

Компьютерная графика дает возможность развиваться совершенно новому направлению конструкторской деятельности – геометрическому моделированию, в основе которого лежит не чертеж, а пространственная геометрическая модель изделия. Задача перехода на новую технологию конструирования требует современного обучения конструкторов, в котором немаловажное место занимают методы компьютерной графики как нового инструмента конструирования.

Приведем пример решения комплексных задач начертательной геометрии, включающих в себя построение линий сечений поверхностей плоскостями частного положения; определение линий взаимного пересечения поверхностей с помощью системы трехмерного моделирования «Компас-3D». Трехмерная модель, построенная с помощью

«Компас-3D», представляет собой непрерывную область пространства определенной формы, с однородным материалом. Модели сохраняются в файлах с расширением m3d. Построение твердотельной модели выполняется по общему принципу последовательности выполнения операций объединения, вычитания и пересечения над элементами: поверхностями, содержащими грани (призмами, пирамидами), и поверхностями вращения (цилиндрическими, сферическими и др.) Многократно выполняя эти простые операции над объемными элементами, можно построить трехмерную модель любой сложности.

Рассмотрим следующую задачу начертательной геометрии. Нужно определить линии сечения поверхности сферы проецирующими плоскостями (так называемое выверенное отверстие). Трехмерная модель сферы задается в дереве построения эскизом (рис. 1). Дерево построения – представленная в графическом виде последовательность объектов, составляющих модель. Построение эскиза начинается с выбора плоскости проекций. Лучше, если плоскость эскиза совпадает с плоскостью экрана. Эскиз располагается в одной из ортогональных плоскостей координат или во вспомогательной плоскости. В данной задаче эскиз выполняется во фронтальной плоскости проекций и изображается стандартными средствами чертежно-графического редактора «Компас-График». При этом доступны все команды построения и редактирования изображения, кроме технологических обозначений.

Дальнейший общепринятый порядок моделирования твердого тела заключается в выполнении булевых операций, в данном случае – операции вращения плоской фигуры вокруг оси в пространстве, с помощью которой образуется поверхность конуса вращения. Эскиз секущей плоскости также располагается во фронтальной плоскости проекций, для чего используются построения из страницы вспомогательной геометрии. Операция, позволяющая выполнить сечение твердого тела плоскостью, находится на странице «Построение деталей». После выбора операции (сечение плоскостью) появляется диалоговое окно параметров сечения, в котором задается направление сечения.

После создания полученной усеченной модели сферы возможен ее просмотр в различных плоскостях проекций. Выбор команды «Стандартные виды» позволяет просмотреть полученную линию плоского сечения в ортогональных плоскостях проекций. Для этого нужно воспользоваться кнопкой «Ассоциативные виды». Ассоциативные виды – вид чертежа, связанный с трехмерной моделью. В появившейся панели ко-

манд выбирается кнопка «Стандартные виды». Процессом создания видов можно управлять, определяя их масштаб, видимость линий перехода, точку привязки изображений к началу координат. Включенный дополнительно (в диалоговом окне видов) вид «Изометрия» добавит к существующим изображениям аксонометрическое изображение расеченной поверхности сферы (рис. 2).

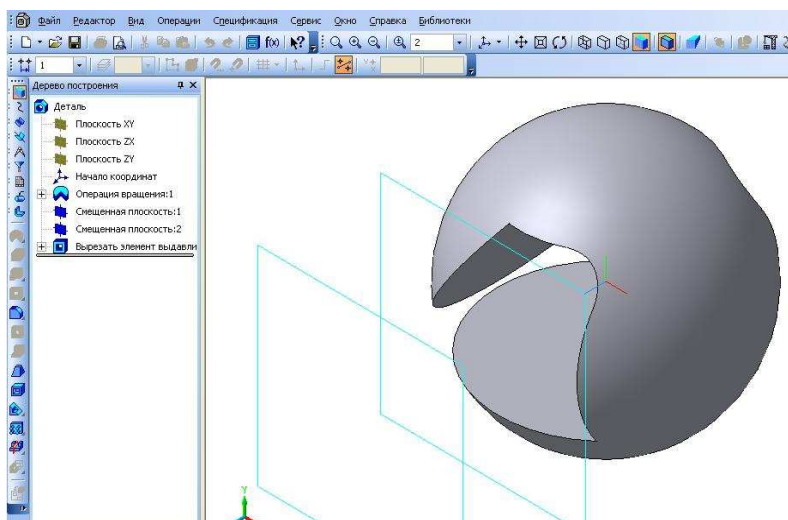


Рис. 1. 3D-модель сферы с выверенным отверстием

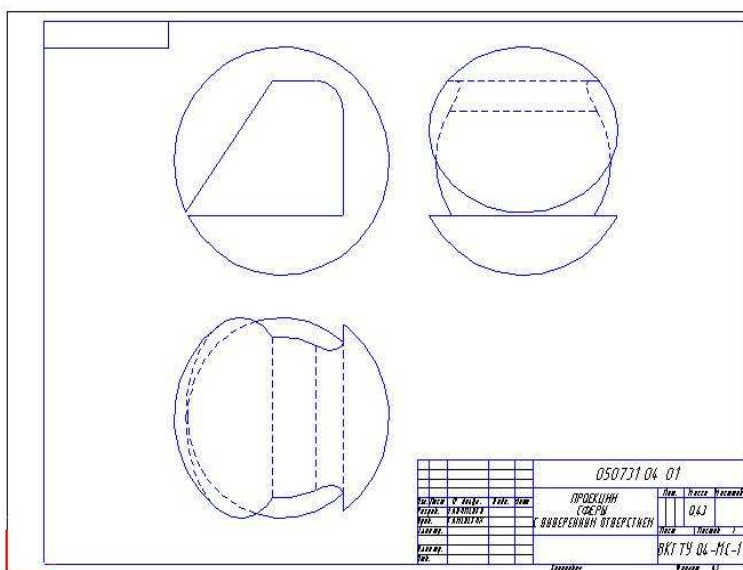


Рис. 2. Ассоциативные изображения сферы с выверенным отверстием

На рис. 3 приведен фрагмент работы студента, обучающегося компьютерной графике с использованием системы «Компас-График». Важно отметить, что студент самостоятельно выбрал способ подачи наглядных изображений. Все построения, предварительно вычерченные в двухмерном пространстве в качестве основы-эскиза, производились в 3D-системе.

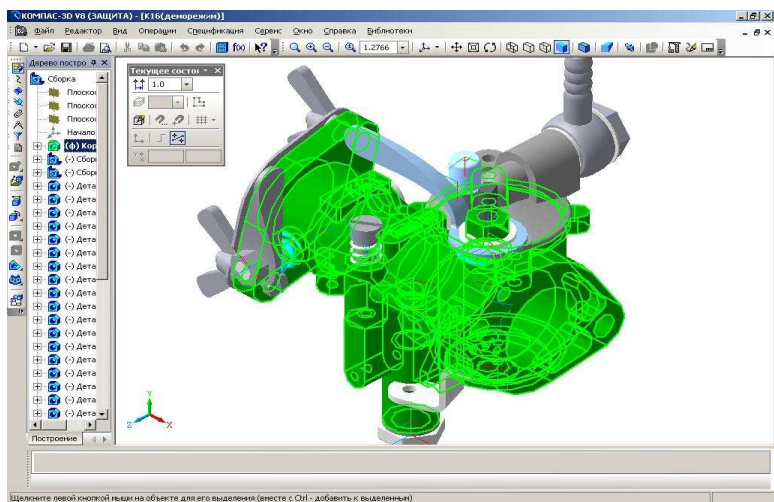


Рис. 3. Фрагмент студенческой работы
«Трехмерный сборочный чертеж»

Основные исходные положения организации и постановки занятий с элементами творчества следующие:

1) в учебном процессе должно использоваться информационное, техническое и программное обеспечение, которое дает возможность решать задачи автоматизированного проектирования с обязательным получением конструкторских документов;

2) в учебных работах следует выделять практическую направленность, с тем чтобы иметь возможность в дальнейшем использовать их в графических подсистемах систем автоматизированного проектирования как учебного, так и промышленного назначения.

Список литературы

1. Большаков Ф.П. Твёрдотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, Компас-3D. – СПб.: Питер, 2014.
2. Жарков Н. AutoCAD – 2016. Официальная русская версия. – М.: Наука и техника, 2016.

**КАФЕДРА «ДИЗАЙН, ГРАФИКА И НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ» ПЕРМСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА: В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ**

**М.Н. Крайнова, Л.А. Кузнецова, К.Г. Носов,
И.Д. Столбова, А.Б. Шахова**

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь

Представлены материалы о жизни кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Ключевые слова: кафедра, графическая подготовка, промышленный дизайн, учебный процесс, научно-исследовательская работа студентов.

**THE DEPARTMENT OF “DESIGN, GRAPHICS
AND DESCRIPTIVE GEOMETRY” OF PERM NATIONAL
RESEARCH POLYTECHNIC UNIVERSITY:
KEEPING PACE WITH TIME**

**M.N. Kraynova, L.A. Kuznetsova, K.G. Nosov,
I.D. Stolbova, A.B. Shakhova**

Perm National Research Polytechnic University, Perm

Presents material about the life of the Department of “Design, Graphics and Descriptive Geometry” of Perm National Research Polytechnic University.

Keywords: department, preparation of graphics, industrial design, educational process, scientific-research work of students.

Расскажем немного об истории кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия» Пермского национального исследовательского политехнического университета.

При организации Пермского политехнического института в 1960 г. были созданы кафедры начертательной геометрии и машиностроительного черчения, которые в 1972 г. были объединены в кафедру «Инженерная графика». В 2004 г. на базе кафедр «Инженерная графика» и «Промышленный дизайн» была организована кафедра «Дизайн, графика и начертательная геометрия».

В разные годы кафедрой руководили старший преподаватель Е.Н. Сербина, старший преподаватель А.Ю. Притулинская, доцент

Т.В. Пальшина, доцент Ю.Д. Васюнцов, доцент Г.А. Михайловский, профессор Л.Б. Белоногов, доцент Н.Н. Григорьев, доцент Г.Н. Сорокин, профессор Ю.Г. Ковалев.

Большой вклад в становление кафедры внес профессор Валерий Алексеевич Лалетин, который руководил кафедрой почти три десятилетия (рис. 1). Он был руководителем еще старой закладки и большое внимание уделял материальной стороне учебного процесса, он буквально выбивал, как говорят преподаватели, работавшие с ним, оборудование, пособия, инструменты, модели, ремонт и т.п. Кафедра ДГНГ была создана им с нуля и была обеспечена материально на высоком уровне. Особое внимание уделялось и обеспечению учебного процесса – методической работе и издательской деятельности. За время его руководства изменились все сферы жизни кафедры: пополнился кадровый состав, повысилась творческая активность преподавателей и вспомогательного персонала, значительно улучшились условия для реализации учебного процесса, проводились спортивные мероприятия.

С 2012 г. работой кафедры ДГНГ руководит профессор, доктор технических наук И.Д. Столбова. Ирина Дмитриевна уделяет большое внимание современным требованиям к управлению образовательным процессом, организации учебно-методической деятельности, обеспечению образовательных программ в соответствии с действующими государственными стандартами, научной работе аспирантов. Она вдохновитель и организатор наших интернет-конференций.

В настоящее время наша кафедра находится на территории комплекса ПНИПУ, в сосновом бору, из окон видны спокойные, умиротворяющие пейзажи, а воздух – свежий, ароматный, чистый (рис. 2).



Рис. 1. В.А. Лалетин

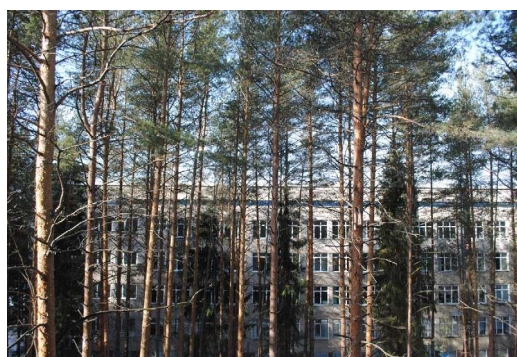


Рис. 2. Вид из окна

Сегодня кафедра занимается подготовкой дипломированных бакалавров и специалистов по направлению 54.03.01. (072500.62) «Дизайн», с профилем подготовки «Промышленный дизайн» в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов. Промышленный дизайн как предметная область стремится охватить все аспекты окружающей человека среды, которая обусловлена промышленным производством.

Подготовка выпускников-бакалавров по образовательной программе «Промышленный дизайн» осуществляется в соответствии с утвержденными учебными планами по очной (срок обучения – 4 года) и очно-заочной (полный срок обучения – 5 лет и сокращенный срок обучения – 3,5 года) формам. Целью реализации образовательных программ является подготовка специалистов с высоким уровнем развития компетенций в области современного дизайна, позволяющих на основе современных информационных технологий разрабатывать концептуальные решения и дизайн-проекты промышленных изделий различной сложности и назначения, осуществлять творческую деятельность, направленную на создание эстетически совершенных, высококачественных и конкурентоспособных изделий. Выпускники-дизайнеры успешно работают на предприятиях и фирмах Перми, России, за рубежом, их проекты побеждают на дизайнерских конкурсах (рис. 3).

Другим значимым направлением образовательной деятельности является базовая графическая подготовка студентов университета по всем направлениям подготовки в области техники и технологий. Целью базовой графической подготовки является развитие геометрического мышления, способности к анализу и синтезу пространственных объектов,

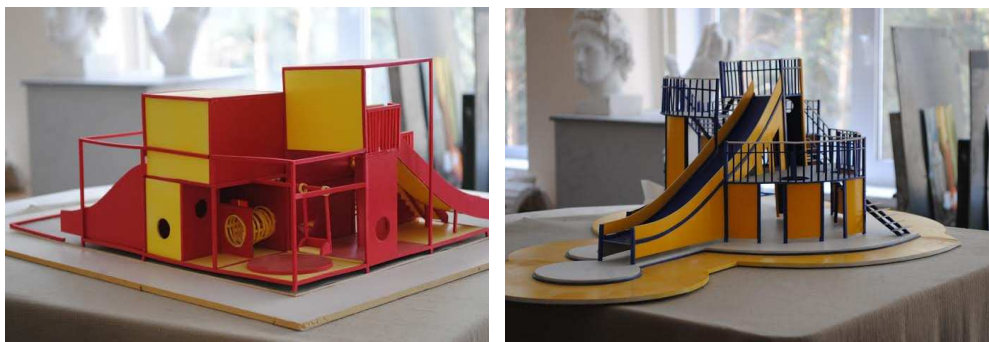


Рис. 3. Примеры курсовых работ студентов-дизайнеров по макетированию детской площадки

формирование компетенций по созданию и оформлению конструкторских документов на базе современной вычислительной техники.

В рамках ФГОС ВПО проведена унификация требований ФГОС ВПО различных направлений подготовки и разработаны уровневые программы освоения дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика».

Фрагменты презентации модульного содержания дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» приведены на рис. 4.

На кафедре работают опытные преподаватели, имеющие практический опыт работы в качестве технологов и конструкторов. Многие из них являются членами Союзов художников, дизайнеров и архитекторов России. Кафедра располагает специализированными аудиториями, современными компьютерными классами, художественной студией, мастерскими (рис. 5).

Модуль 1. Основные формы конструкторской документации

Тема 1. Использование программных средств для геометрического моделирования.

Профессиональная деятельность инженера

- Комплексная информатизация производства;
- Многофункциональность профессиональной деятельности;
- Политехнический способ мышления

Профессиональные задачи:

- проектирование;
- конструирование;
- инженерный анализ;
- технологическая подготовка производства;
- эксплуатация технических систем;
- информатизация производства.

Современные технологии проектирования

Графическая подготовка ориентирована на проектно – конструкторскую деятельность в интегрированной среде **CAD/CAM/CAE-систем**



Системы автоматизированного проектирования, называемые **интегрированными** (комплексными), совмещают в себе решение задач относящихся к различным аспектам проектирования. Системы автоматизированного проектирования (**САПР**) или **CAD (Computer-Aided Design)** обычно используются совместно с **системами автоматизации инженерных расчетов и анализа CAE (Computer-aided engineering)**. Данные из CAD-систем передаются в **CAM (Computer-aided manufacturing)** – систему автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков с ЧПУ.

CALS-технологии (Computer-aided Acquisition and Lifecycle Support)

ИПИ Информационная Поддержка процессов жизненного цикла Изделий – русскоязычный аналог термина CALS

PLM (Product Lifecycle Management) – методология применения современных информационных технологий управления жизненным циклом изделий. Информация об объекте, содержащаяся в PLM-системе является **цифровым макетом** (совокупностью электронных документов)

CE (Concurrent Engineering) концепция параллельного (совместного) инжиниринга

Рис. 4. Фрагменты презентации модульного содержания дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»

Модуль 2. Отображение геометрических примитивов

Тема 2. Методы отображения пространственных форм на плоскость

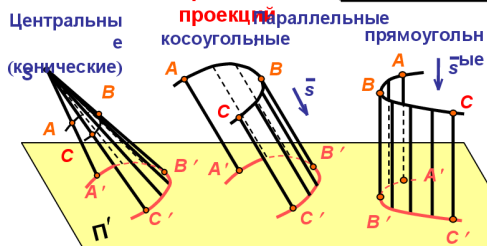
Метод проекций – основной метод начертательной геометрии

Используется для построения изображения геометрических образов трехмерного пространства на двумерной плоскости чертежа

Π' – плоскость проекций;
 A – произвольная точка в пространстве;
 s – направление проецирования;
 $s-A$ – проецирующий луч;
 $A' = SA \cap \Pi'$
 A' – проекция точки A

Пространств	расширенное евклидово
Способ отображения пространства	конструктивный (проецирование)
Геометрические образы	<ul style="list-style-type: none"> > линейные (неопределяемые): точка, прямая, плоскость > нелинейные: кривая линия, поверхность
Требования к чертежу	простота, точность, наглядность, обратимость
Прямая задача	построить проекционный чертеж пространственного предмета
Обратная задача	прочитать чертеж, т.е. реконструировать натуральные пространственные формы, размеры и положение изображаемого предмета

Классификация проекций



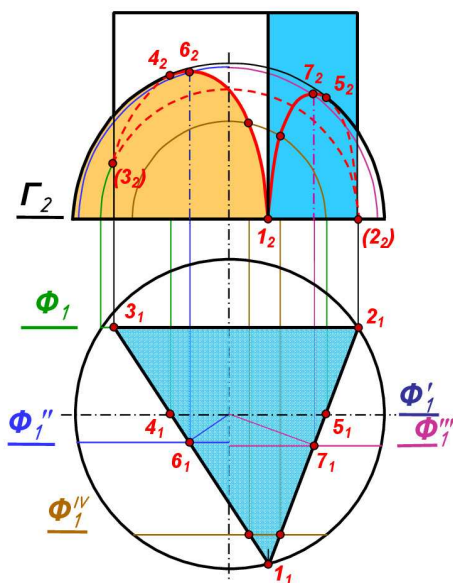
Общие свойства центрального и параллельного проецирования

- Проекция точки есть точка
- Проекция прямой линии, в общем случае, прямая
- Каждая точка и линия в пространстве имеют свою единственную проекцию
- Если точка принадлежит прямой, то проекция точки принадлежит проекции данной прямой

6

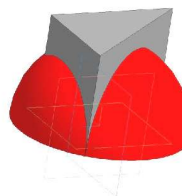
Модуль 3. Геометрическое моделирование поверхностей и деталей

Тема 5. Моделирование поверхностей



Пересечение поверхностей

1. Поверхности пересекают вспомогательной секущей плоскостью
2. Находят линию пересечения вспомогательной плоскости с каждой из поверхностей
3. На полученных линиях пересечения определяют общие точки, принадлежащие заданным поверхностям
4. Выбирают следующую секущую плоскость и повторяют алгоритм
5. Полученные точки соединяют с учетом видимости искомой линии пересечения

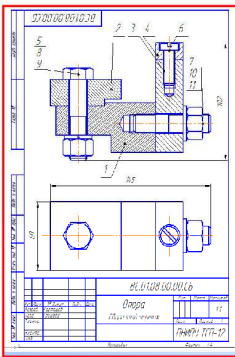


13

Рис. 4. Продолжение

Модуль 4. Конструкторская документация Тема 7. Конструкторская документация

Виды соединений. Сборочный чертёж

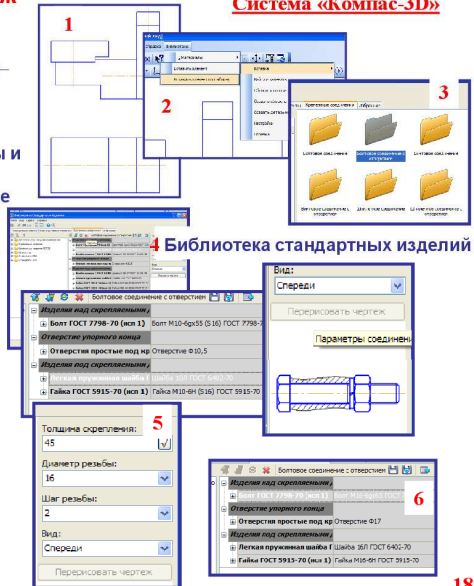


Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Сборочный чертёж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и

№	Наименование	Кол-во	Материал	Примечание
1	Болт	1	Сталь 45	
2	Гайка	1	Сталь 45	
3	Шайба	1	Сталь 45	
4	Шайба	1	Сталь 45	
5	Шайба	1	Сталь 45	
6	Шайба	1	Сталь 45	
7	Шайба	1	Сталь 45	
8	Шайба	1	Сталь 45	
9	Шайба	1	Сталь 45	
10	Шайба	1	Сталь 45	
11	Шайба	1	Сталь 45	
12	Шайба	1	Сталь 45	
13	Шайба	1	Сталь 45	
14	Шайба	1	Сталь 45	
15	Шайба	1	Сталь 45	
16	Шайба	1	Сталь 45	
17	Шайба	1	Сталь 45	
18	Шайба	1	Сталь 45	
19	Шайба	1	Сталь 45	
20	Шайба	1	Сталь 45	
21	Шайба	1	Сталь 45	
22	Шайба	1	Сталь 45	
23	Шайба	1	Сталь 45	
24	Шайба	1	Сталь 45	
25	Шайба	1	Сталь 45	
26	Шайба	1	Сталь 45	
27	Шайба	1	Сталь 45	
28	Шайба	1	Сталь 45	
29	Шайба	1	Сталь 45	
30	Шайба	1	Сталь 45	
31	Шайба	1	Сталь 45	
32	Шайба	1	Сталь 45	
33	Шайба	1	Сталь 45	
34	Шайба	1	Сталь 45	
35	Шайба	1	Сталь 45	
36	Шайба	1	Сталь 45	
37	Шайба	1	Сталь 45	
38	Шайба	1	Сталь 45	
39	Шайба	1	Сталь 45	
40	Шайба	1	Сталь 45	
41	Шайба	1	Сталь 45	
42	Шайба	1	Сталь 45	
43	Шайба	1	Сталь 45	
44	Шайба	1	Сталь 45	
45	Шайба	1	Сталь 45	
46	Шайба	1	Сталь 45	
47	Шайба	1	Сталь 45	
48	Шайба	1	Сталь 45	
49	Шайба	1	Сталь 45	
50	Шайба	1	Сталь 45	
51	Шайба	1	Сталь 45	
52	Шайба	1	Сталь 45	
53	Шайба	1	Сталь 45	
54	Шайба	1	Сталь 45	
55	Шайба	1	Сталь 45	
56	Шайба	1	Сталь 45	
57	Шайба	1	Сталь 45	
58	Шайба	1	Сталь 45	
59	Шайба	1	Сталь 45	
60	Шайба	1	Сталь 45	
61	Шайба	1	Сталь 45	
62	Шайба	1	Сталь 45	
63	Шайба	1	Сталь 45	
64	Шайба	1	Сталь 45	
65	Шайба	1	Сталь 45	
66	Шайба	1	Сталь 45	
67	Шайба	1	Сталь 45	
68	Шайба	1	Сталь 45	
69	Шайба	1	Сталь 45	
70	Шайба	1	Сталь 45	
71	Шайба	1	Сталь 45	
72	Шайба	1	Сталь 45	
73	Шайба	1	Сталь 45	
74	Шайба	1	Сталь 45	
75	Шайба	1	Сталь 45	
76	Шайба	1	Сталь 45	
77	Шайба	1	Сталь 45	
78	Шайба	1	Сталь 45	
79	Шайба	1	Сталь 45	
80	Шайба	1	Сталь 45	
81	Шайба	1	Сталь 45	
82	Шайба	1	Сталь 45	
83	Шайба	1	Сталь 45	
84	Шайба	1	Сталь 45	
85	Шайба	1	Сталь 45	
86	Шайба	1	Сталь 45	
87	Шайба	1	Сталь 45	
88	Шайба	1	Сталь 45	
89	Шайба	1	Сталь 45	
90	Шайба	1	Сталь 45	
91	Шайба	1	Сталь 45	
92	Шайба	1	Сталь 45	
93	Шайба	1	Сталь 45	
94	Шайба	1	Сталь 45	
95	Шайба	1	Сталь 45	
96	Шайба	1	Сталь 45	
97	Шайба	1	Сталь 45	
98	Шайба	1	Сталь 45	
99	Шайба	1	Сталь 45	
100	Шайба	1	Сталь 45	

Система «Компас-3D»



18

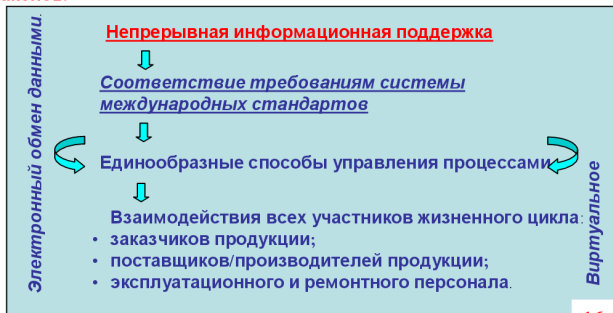
Модуль 4. Конструкторская документация Тема 7. Конструкторская документация

Правовую основу деятельности инженера в конкретной сфере составляют федеральные законы, постановления правительства, указы президента, технические регламенты. К **основным техническим документам** 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 27.12.2002г. предусматривает замену десятков тысяч ГОСТов, СНИПов и СанПиНов несколькими сотнями технических регламентов. Закон разделил понятия **технического регламента (обязательный характер применения)** и **стандарта (добровольный принцип применения)**. Регламенты вводятся законами прямого действия. Наиболее значимые технические регламенты при соблюдении ряда требований к их разработке принимаются в виде **федеральных законов**.

- **Федеральный закон № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 г.**
- **Федеральный закон № 116-ФЗ "О промышленной безопасности" от 21.07.1997 г.**
- **Федеральный закон № 123-ФЗ "О требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 г.**



16

Рис. 4. Продолжение

Модуль 5. Разработка рабочей графической документации
Тема 8. Проектные разработки. Понятие о жизненном цикле изделия

Проектирование электронных геометрических моделей устройств

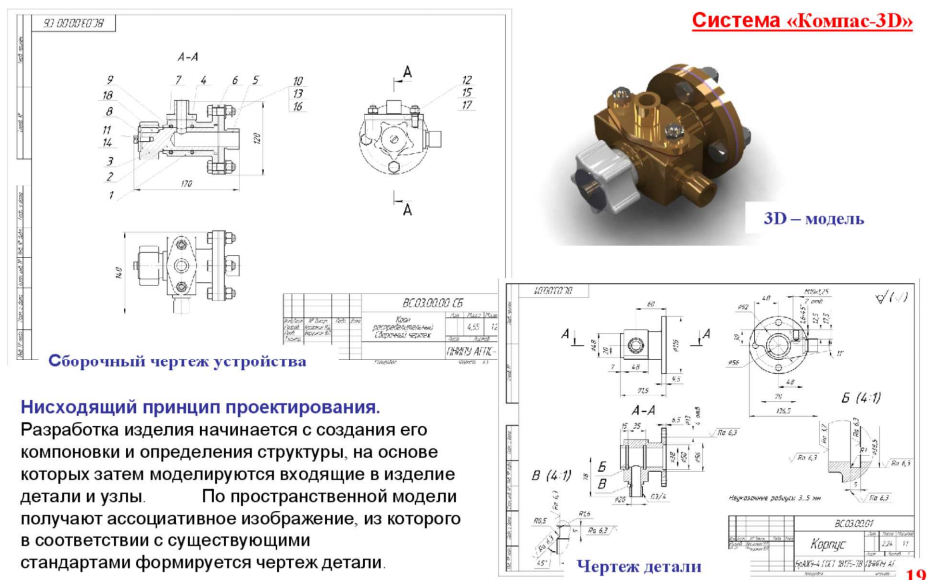


Рис. 4. Окончание

Одной из наиболее эффективных инновационных форм обновления учебного процесса в работе кафедры в последние годы стала реализация методов проблемно-ориентированного и проектно-организованного обучения, соответствующих требованиям современных проектных и производственных технологий. Большое внимание уделяется внедрению в учебный процесс современных информационных и мультимедийных технологий, развитию материальной и методической базы, привлечению к образовательной деятельности представителей производственных и художественных предприятий и организаций Пермского края.

В новом законе «Об образовании в Российской Федерации», принятом в конце 2012 г., предусмотрено право преподавателя на повышение квалификации один раз в 3 года, и это в нашем вузе принято как норма. В 2013 г. кафедрой и факультетом повышения квалификации университета было организовано обучение преподавателей по программе «Современные образовательные технологии и информатизация обучения». В программе обучения участвовал 21 преподаватель кафедры. На тот момент при переходе на образовательные стандарты 3-го поколения актуальной проблемой графической подготовки в университете была органи-

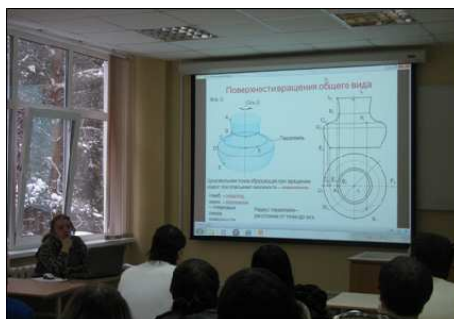


Рис. 5. Учебный процесс на кафедре ДГНГ

зация проведения лабораторного практикума для всех студентов университета, осваивающих образовательные программы в области техники и технологии. Программа повышения квалификации предусматривала освоение новой версии графического пакета «Компас-3D» и знакомство с пакетом SolidWorks.

Спустя 3 года, в текущем учебном году совместными усилиями кафедры и факультета повышения квалификации преподавателей была организована группа, обучающаяся по программе «Разработка фонда оценочных средств для контроля результатов обучения студентов по

учебной дисциплине». Инициация этой программы была вызвана сложностями организации контролирующих процедур в рамках компетентностного подхода и уровневой графической подготовки студентов университета, а также необходимостью организации сквозного мониторинга образовательных результатов в ходе формирования предметных компетенций у обучаемых.

Изучение и разработка проблем высшей школы на кафедре ДГНГ ведется в рамках госбюджетной НИР по теме «Управление качеством графической подготовки студентов в техническом университете на основе компетентностной модели». Научная работа большинства сотрудников кафедры связана с модернизацией геометро-графической подготовки на основе системного подхода с целью формирования ее структуры и содержания, осуществляемой по следующим направлениям:

- совершенствование учебно-методических комплектов унифицированной дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» (4 уровня), включающих в себя следующие блоки: информационно-развивающий, практико-ориентированный, проектно-организованный, организации самостоятельной работы и контрольно-диагностический;

- обеспечение информационно-методической поддержки всех форм обучения с целью повышения эффективности образовательного процесса и разработки моделей управления качеством геометро-графического образования;

- внедрение и совершенствование инновационных образовательных технологий обучения графическим дисциплинам, идеологической основой которых является создание 3D-электронных моделей изделий с последующим переходом к чертежу и дальнейшей разработкой конструкторской документации;

- обучение компьютерной графике на базе программы «Компас-3D 15v»: преподавателями разработаны методические пособия, позволяющие сначала пошагово (по инструкции) конструировать модели (детали) с постепенным переходом на самостоятельный выбор алгоритма действий; в учебном процессе используется 3D-принтер, позволяющий получать натурные модели (рис. 6).

В рамках НИРС кафедра успешно осуществляет:

- подготовку и ежегодное проведение университетской и краевой олимпиад по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике;



СЕМИНАР «Создание пресс-формы в САПР»



Рис. 6. Освоение новых технологий

– ежегодное участие студентов вуза в олимпиадах разного уровня: Всероссийской студенческой олимпиаде с международным участием по инженерной и компьютерной графике (г. Новосибирск), Открытой Всероссийской студенческой олимпиаде по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике (г. Москва), Всероссийской олимпиаде по инженерной и компьютерной графике (г. Омск) и т.д.

Студенты ПНИПУ практически ежегодно занимают призовые места. Наши студенты-дизайнеры являются дипломантами ежегодного Всероссийского студенческого конкурса промышленного дизайна FORMA (г. Екатеринбург), участвуют в Международном смотре-конкурсе выпускных квалификационных работ по архитектуре и дизайну, занимают призовые места в Городском конкурсе дипломных работ студентов, выпускников учреждений высшего, среднего специального, начального профессионального образования города Перми (рис. 7).

Кафедра совместно с предприятиями и организациями Перми и Пермского края (УВД Пермского края, ООО «Форт-Телеком», ООО «Полиграфическая фирма «Палитра» и др.) регулярно проводит конкурсы по специальности (графическому, промышленному дизайну). Участники КГП – 2014 могли принять участие в оценке конкурса студенческих плакатов по теме «Берегите лес от пожара», который кафедра проводила совместно с УВД Пермского края.

В первом семестре 2015/2016 учебного года впервые среди студентов-первокурсников нашего университета был проведен заочный конкурс «Творческое моделирование в САПР «Компас-3D»», в котором приняли участие студенты 5 факультетов. Задачей конкурса было актуализировать для студентов задачу повышения компетенций саморазвития в области компьютерного проектирования, а для преподавателей появилась возможность

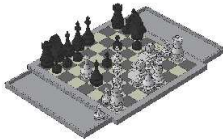
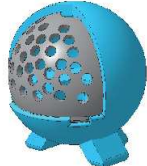
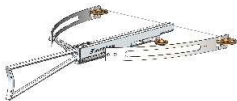


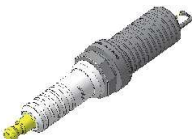





Рис. 7. Примеры дипломов победителей

выявления способных студентов и определения уровня их творческой готовности. Участники регистрировались на сайте конкурса, работы принимались в электронном виде через почту. Эту работу мы намерены продолжить, думаем, что она имеет хорошие перспективы (рис. 8, 9).

Большое значение в жизни кафедры имеют проведение Международных научно-практических интернет-конференций «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации» и участие в них. Приведем статистику проведенных конференций КГП (рис. 10). Шестилетний опыт проведения конференций позволил повысить показатель публикационной активности сотрудников

Итоги заочного конкурса «Творческое моделирование в КОМПАС-3D» (10.11-15.12.2015)

Номинация	<i>Сборка: Художественное исполнение</i>		
Место	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Конкурсная работа			
Автор конкурсной работы	Шемелина Анастасия, группа МТН-15, МТФ	Сулов Артем, группа ЭМ-15, ЭТФ	Глинкин Юрий, группа ТКА-15, АКФ
Номинация	<i>Сборка: Техническое исполнение</i>		
Место	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Конкурсная работа			
Автор конкурсной работы	Собашникова Ирина, группа РД-15, АКФ	Азманов Тимур, группа ММ-15, ФТММ	Русских Кирилл, группа ТАМТ-15, МТФ
Номинация	<i>Деталь</i>		
Место	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Конкурсная работа			
Автор конкурсной работы	Возисов Степан, группа БГ-15, ХТФ	Птащенко Григорий, группа ОНПТ-15, ХТФ	Сыропятов Данил, группа МОН-15, ГНФ

Дополнительную информацию участники конкурса могут получить у своих преподавателей или членов жюри.

КАФЕДРА "ДИЗАЙН, ГРАФИКА И НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ"

Рис. 8. Результаты конкурса



Рис. 9. Жюри конкурса

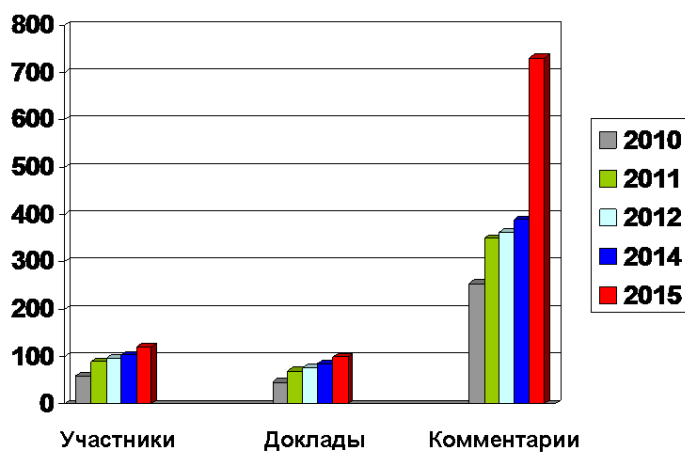


Рис. 10. Сравнительные данные результативности конференций КГП

кафедры, что считается необходимым в стенах исследовательского университета, растет профессионализм сотрудников не только в области преподавания традиционных дисциплин, но и в области использования информационно-коммуникационных технологий при обучении, применения элементов педагогических новаций и актуальных знаний нормативных документов в образовательном процессе.

О ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРА В СОВРЕМЕННОМ УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Л.А. Максименко

Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск

Рассмотрена значимость дисциплин графической подготовки в современном учебном процессе при компетентностном подходе преподавания.

Ключевые слова: графическая подготовка, профессиональная деятельность, компетентностный подход, процессный подход.

THE GRAPHIC DISCIPLINES IN THE MODERN EDUCATIONAL PROCESS

L.A. Maksimenko

Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk

The article discusses the importance of graphical training disciplines in the modern educational process when using so-called “advance” approach of teaching, the essence of which is the use of information modeling technologies.

Keywords: graphical training, information model, production activity, software application, process approach.

В настоящее время требования к подготовке бакалавров формируются на основе прогноза потребностей рынка труда. Основная идеология подготовки – компетентностный подход. Структура распределения компетенций формируется в их междисциплинарном распределении и реализуется в учебных планах по направлению подготовки. Связь между компетенциями отражается в учебных программах в виде предшествующих и последующих компетенций. Матрицы междисциплинарных связей и соотнесения тем (разделов) учебной дисциплины, представленные в рабочих программах, и формируемых в них профессиональных и общекультурных компетенций являются проверкой произведенных действий. В рамках этого формализованного алгоритма построена учебная деятельность подготовки бакалавров, эффективность которой зависит от многих неучтенных факторов. Одним из таких факторов является содержательная составляющая практических заданий, выполняемых студентом начиная с первого курса, и взаимосвязь этих заданий, т.е. создание портфолио. Портфолио – целевая подборка работ студента,

раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах. Немаловажную роль в создании портфолио играют задания по графическим дисциплинам. Проследить междисциплинарную связь в образовательном процессе не всегда удастся. Преподаватель инженерной графики хотя и адаптирован к новым условиям, но на подсознательном уровне ориентируется на подготовку всесторонне образованного инженера. В связи с этим актуальными вопросами дискуссий являются снижение учебных часов на графическую подготовку, распределение этих часов между кафедрами и др. Выпускающая кафедра чаще всего недооценивает роль графической подготовки студента на младших курсах. Связанные с инженерной графикой комплексные задания, направленные на формирование профессиональных компетенций в учебном процессе, пока еще недостаточно разработаны.

Бакалавриат является неотъемлемой частью современной образовательной системы, управленческая деятельность в которой соответствует требованиям стандартов ISO 9000 [3]. Основным достижением этой системы является процессный подход в достижении качества. Необходимо создать единый процесс, в котором каждый преподаватель ощущал бы свою ответственность не только за свой предмет, но и за весь процесс в целом. В рамках процессного подхода становится очевидным, что в настоящее время осуществление эффективной графической подготовки студента наиболее целесообразно на выпускающих кафедрах либо преобразованных в выпускающие кафедр графики.

Ориентирование учебного процесса на зачетные единицы, количество и порядок применения которых определено документом European Credit Transfer System (ECTS) [1], обусловило внедрение в учебный процесс балльно-рейтинговой системы (БРС) и, как следствие, разработку фонда оценочных средств (ФОС). Подходы к реализации балльно-рейтинговой системы по дисциплине могут быть различными, в зависимости от особенностей предмета, педагогического опыта и компетентности преподавателя. Балльно-рейтинговая система вносит ряд преимуществ в изучение дисциплин графического цикла, одним из которых является прозрачность оценки выполненной графической работы, развивает самостоятельность и умение управлять процессом собственного обучения, позволяет прогнозировать результат [4]. Современная постановка вопроса об уровне освоения результатов обучения (пороговый, базовый, продвинутый) приобретает также социальную значимость. Пороговый уровень оценки результатов обучения показывает, что сту-

дент обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями по дисциплине, способен понимать и интерпретировать освоенную информацию. Пороговый уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, содержание курса освоено частично, пробелы знаний не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Базовый уровень оценки результатов обучения показывает, что студент продемонстрировал глубокие, прочные знания и развитые практические умения и навыки, может сравнивать, оценивать и выбирать методы решения заданий, работать целенаправленно, используя связанные между собой формы представления информации. Базовый уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям. Теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно. Предусмотренные программой обучения задания выполнены, их качество не оценивается минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Продвинутой (углубленной) уровень оценки результатов обучения свидетельствует о том, что студент способен обобщать и оценивать информацию, полученную на основе исследования нестандартной ситуации, использовать сведения из различных источников, успешно соотносить их с предложенной ситуацией. Продвинутой уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Критериями оценки выполненных работ могут быть следующие. Работа считается выполненной на пороговом уровне, если студент освоил теоретический материал, но выполнил работу не в срок, допустил неточности при защите работы (оценка составляет не менее двадцати баллов). Работа считается выполненной на базовом уровне, если студент освоил теоретический материал, выполнил работу в срок, без ошибок, но допустил неточности при защите работы (оценка составляет не менее двадцати пяти баллов). Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если студент освоил теоретический материал, выполнил работу в срок, без ошибок, ответил правильно

на все вопросы при защите работы (оценка составляет не менее пятидесяти баллов).

Для подготовки бакалавра важно моделирование профессиональной деятельности в учебном процессе, что, во-первых, дает студентам наиболее правильное и полное представление о будущей специальности, во-вторых, позволяет им в процессе обучения овладеть навыками профессиональной деятельности.

В заключение можно отметить, что инновационное развитие компьютерных технологий привело к инновациям в образовательных технологиях, проводником которых является преподаватель. Роль преподавателя в образовательном процессе постепенно изменяется, преподаватель не только дает готовые знания, но и побуждает обучаемых к самостоятельному поиску, что обеспечит в дальнейшем эффективное выполнение необходимых трудовых обязанностей.

Список литературы

1. Сазонов Б.А., Караваева Е.В., Максимов Н.И. Методические рекомендации по применению системы зачетных единиц (ECTS) при разработке и реализации программ высшего профессионального образования в условиях введения федеральных государственных образовательных стандартов. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 104 с.

2. Развитие образования на 2013–2020 гг. [Электронный ресурс]: гос. программа РФ. – URL: <http://минобрнауки.рф/документы/2882/файл/1406/12.11.22> – Госпрограмма-Развитие образования 2013–2020.pdf (дата обращения: 10.01.2016).

3. ГОСТ ISO 9000–2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартиформ, 2013.

4. Максименко Л.А. Балльно-рейтинговая оценка графических работ в условиях системы зачетных единиц ECTS // Проблемы качества графической подготовки в техническом вузе в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февраль – март 2011 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – С. 65–69.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННАЯ ФОРМА ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

М.В. Мисько, В.А. Столер, Б.А. Касинский

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск

Приводится информация о разработке компьютерной программы тестирования знаний студентов по дисциплинам кафедры инженерной графики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР) и ее внедрении в учебный процесс.

Ключевые слова: контроль знаний, формы контроля, компьютерное тестирование, критерии тестов, программное обеспечение, мастер тестов, пользовательский интерфейс.

COMPUTER TESTING AS A MODERN FORM OF EXPRESS-CONTROL OF KNOWLEDGE

M.V. Mis'ko, V.A. Stoler, B.A. Kasinskiy

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

Information on development of the computer program of quick testing of students on disciplines of Department of Engineering Graphics and its introduction in educational process are presented.

Keywords: control of knowledge, forms of control, computer testing, criteria tests, soft-ware, master of tests, user interface.

Учебный процесс принято рассматривать как распределенный во времени процесс формирования требуемых знаний. Управлять процессом и корректировать его можно лишь на основании данных контроля над его течением. Выделяют следующие основные этапы контроля знаний:

– текущий контроль: осуществляется в ходе обучения и позволяет определить уровень усвоения студентом отдельных разделов учебного материала, а затем на этой основе скорректировать дальнейшее изучение предмета;

– итоговый контроль: позволяет оценить знания, умения и навыки по курсу в целом.

Формы контроля, применяемые преподавателями, очень разнообразны, но наиболее часто используются письменный или устный опросы. Недостатком устного опроса является относительно большая затрата

времени при небольшом количестве выставляемых за занятие оценок, при проведении письменных работ количество оценок возрастает, но много времени уходит на проверку.

Наиболее популярной формой контроля знаний в последнее время становится компьютерный экспресс-контроль с использованием следующих известных программ. «Айрен» – это бесплатная программа, позволяющая создавать тесты для проверки знаний и проводить тестирование в локальной сети, через Интернет или на одиночных компьютерах. TestTurn – это бесплатная программа для проведения тестирования от VeralSoft. Основные возможности: многопользовательский режим работы, хранение и возможность печати подробных протоколов выполнения теста, выставление оценки за тест с применением различных профилей оценок, администратор программы может управлять пользователями, тестами, просматривать результаты тестирования всех пользователей, изменять настройки программы. Усовершенствованный профессиональный пакет программ для разработки и проведения тестов VeralTest является платным. MyTestXPro – это система программ для создания и проведения компьютерного тестирования знаний, сбора и анализа результатов. С помощью программы MyTestXPro возможны организация и проведение тестирования, экзаменов в любых образовательных учреждениях (вузах, колледжах, школах) как с целью выявления уровня знаний по любым учебным дисциплинам, так и с обучающими целями.

Кафедрой инженерной графики БГУИР были рассмотрены и проанализированы и другие схожие программные продукты на предмет применения их для оценки знаний студентов. В ходе проведения оценки эффективности имеющегося на рынке программного обеспечения для контроля знаний было установлено, что ни один из рассмотренных программных продуктов не удовлетворяет нашим требованиям. Большинство программ не позволяют работать с графическими файлами в полной мере, например менять масштаб картинки во время тестирования, если изображение графической части достаточно сложное или насыщено мелкими фрагментами. Также подвергается большому сомнению безопасность подобных систем, не говоря уже о том, что некоторые вообще не имеют какой-либо защиты от взлома. Часть из рассмотренных систем контроля имеет весьма запутанный интерфейс, когда просто не знаешь, что следует делать дальше. Такие системы требуют дополни-

тельного времени на их изучение за счет учебных часов. Кроме того, не все программы поддерживают дифференцированную систему оценки, т.е. когда правильные ответы на вопросы большей сложности имеют больший вес при выставлении финальной оценки и наоборот. Хотелось бы иметь древовидную структуру тестов, которые можно относить к общим темам, а темы – к одному разделу. Нами был сделан вывод, что программ, в полной мере обеспечивающих все необходимые требования к экспресс-контролю знаний студентов по инженерной графике, нет. А имеющееся программное обеспечение подходит лишь частично, в большей или меньшей степени, что заставляет подстраиваться под эти программы. В связи с этим было решено разработать свое собственное программное обеспечение.

В условиях работы по новым стандартам (БГУИР в 2013 г. перешел на 4-летнее обучение), когда существенно уменьшилось количество учебных часов, отпущенных на освоение дисциплин кафедры инженерной графики, было решено, что наиболее целесообразно проводить экспресс-контроль знаний в форме компьютерного тестирования, которое позволяет достаточно точно оценить знания студента за малый временной промежуток по всем темам предмета. Как известно, тестирование в учебном заведении выполняет три основные взаимосвязанные функции: диагностическую, обучающую и воспитательную.

Диагностическая функция заключается в выявлении уровня знаний, умений, навыков учащегося. Это основная и самая очевидная функция тестирования. По объективности, широте и скорости диагностирования тестирование превосходит все остальные формы педагогического контроля.

Обучающая функция тестирования состоит в мотивировании студента к активизации работы по усвоению учебного материала. Для усиления обучающей функции тестирования могут быть использованы дополнительные меры стимулирования, такие как раздача преподавателем примерного перечня вопросов для самостоятельной подготовки, наличие в самом тесте наводящих вопросов и подсказок, совместный разбор результатов теста.

Воспитательная функция проявляется в периодичности и неизбежности тестового контроля. Это дисциплинирует, организует и направляет деятельность студентов, помогает выявить и устранить пробелы в знаниях, формирует стремление развить свои способности.

Компьютерное тестирование позволяет:

- автоматизировать проверку и оценку результатов обучения и за счет этого значительно уменьшить время на диагностику знаний;
- повысить мотивационную сторону обучения (побуждает студентов готовиться к каждому занятию);
- объективно оценить знания; исключается субъективизм со стороны преподавателя; всем предоставляются равные возможности (единые процедура проведения и критерии оценки);
- выявить проблемы в усвоении учебного материала и на основе их анализа внести соответствующие коррективы в организацию учебного процесса.

К недостаткам тестирования можно отнести следующее:

- с помощью тестов затруднена проверка глубинного понимания предмета, овладения стилем мышления, свойственным изучаемой дисциплине;
- тестовый контроль не способствует развитию устной и письменной речи студентов;
- имеется возможность угадывания правильного ответа, а значит, гарантии наличия у обучаемых хороших знаний нет.

При создании программы экспресс-контроля знаний были сформулированы следующие вопросы: что контролировать, когда контролировать и как контролировать? Кроме того, необходимо было минимизировать время тестирования, для того чтобы больше времени уделить процессу обучения. Было разработано техническое задание в соответствии с ГБ НИР № 11-2005, выполняемой на кафедре инженерной графики БГУИР, согласно которому устанавливались следующие критерии тестирования:

- время тестирования – 20–35 мин;
- тестовая карта должна включать условие задачи и четыре варианта решения, из которых только один верный;
- охват всех изучаемых по курсу тем;
- возможность тестирования по одной или нескольким темам;
- случайный порядок подачи тестов по теме и вариантов возможных ответов;
- возможность зуммирования графических изображений вопросов и ответов для детализации их мелких фрагментов;
- автоматическая обработка результатов с выставлением оценки знаний по 10-балльной шкале;

– учет времени, затраченного на ответы, и возможность ограничения этого времени;

– защита от взлома;

– возможность просмотра результата решения по каждому вопросу.

В соответствии с учебной программой были определены темы изучаемых дисциплин, по которым планировалось осуществлять тестирование, и составлен перечень конкретных вопросов по каждой теме. Были установлены следующие требования к тестам:

– простота: вопросы и ответы на них должны иметь сложность, позволяющую провести анализ ответов и найти правильный за 2–4 мин;

– определенность: формулировки заданий и ответы должны быть ясными и краткими, не должны иметь двойных толкований и тем более ловушек; ответы должны быть построены так, чтобы в них подвергалась анализу информация, касающаяся только данного вопроса, а не его сопутствующих сторон; после прочтения заданий каждый студент должен четко понимать, что от него требуется и какие действия он должен выполнить;

– однозначность: формулировка задания должна исчерпывающим образом разъяснять поставленную перед испытуемым задачу.

Разработанная программа тестирования знаний (рис. 1, 2) написана на языке HTML с применением технологий XML и JavaScript. Отличительной ее особенностью является то, что тестирование можно проводить не только очно, но и дистанционно – через Интернет: достаточно ввести адрес сервера кафедры, на котором расположена программа, и при наличии любого браузера получить доступ к системе контроля и пройти тест. Программа, являясь открытым программным продуктом, позволяет проводить проверку знаний в интерактивном режиме, через модуль мастера тестов исправлять и добавлять информацию тестовых заданий, корректировать содержание ответов, заменять текст, изменять графические элементы заданий, изменять критерии автоматической оценки уровня знаний (рис. 3, 4). Программа снабжена простым и интуитивно понятным интерфейсом на русском языке. Имеется возможность настройки интерфейса пользователем.

В заключение необходимо отметить, что разработанная программа компьютерного тестирования знаний хорошо вписывается во внедренную в БГУИР модульно-рейтинговую систему обучения и позволяет оперативно осуществлять текущий мониторинг успеваемости студентов.

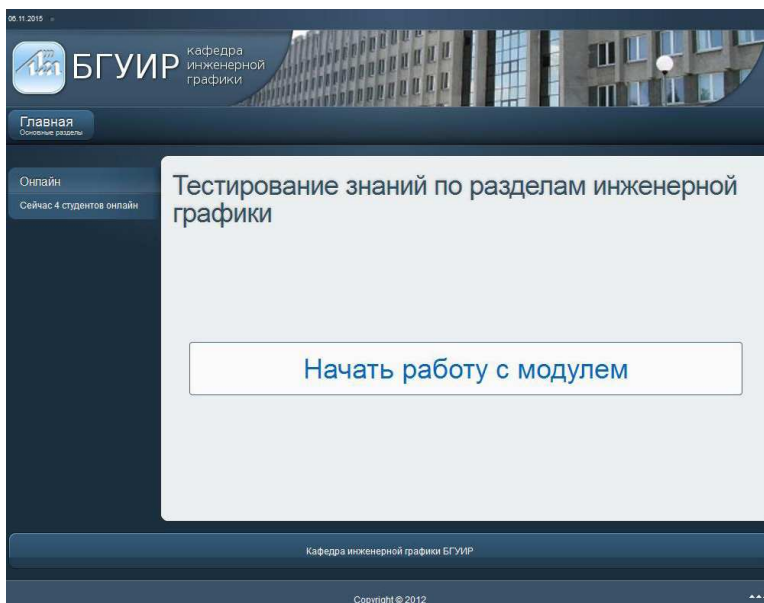


Рис. 1. Стартовая страница системы тестирования

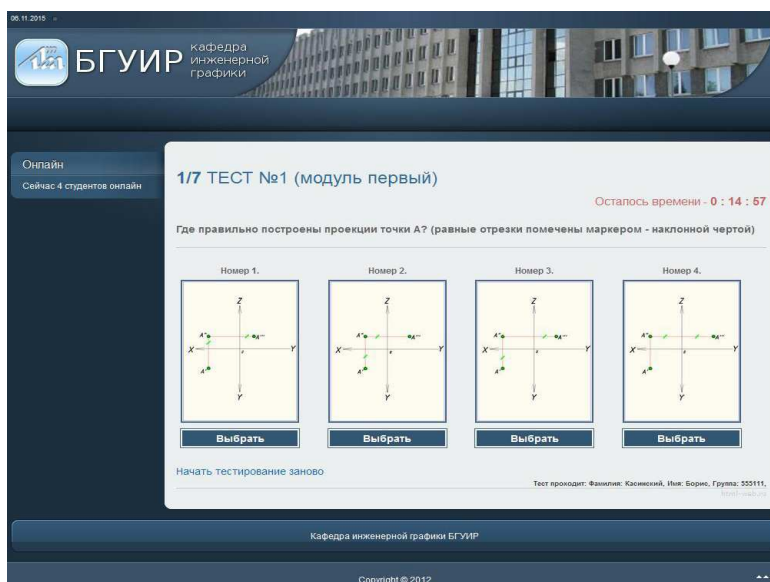


Рис. 2. Рабочее окно прохождения теста

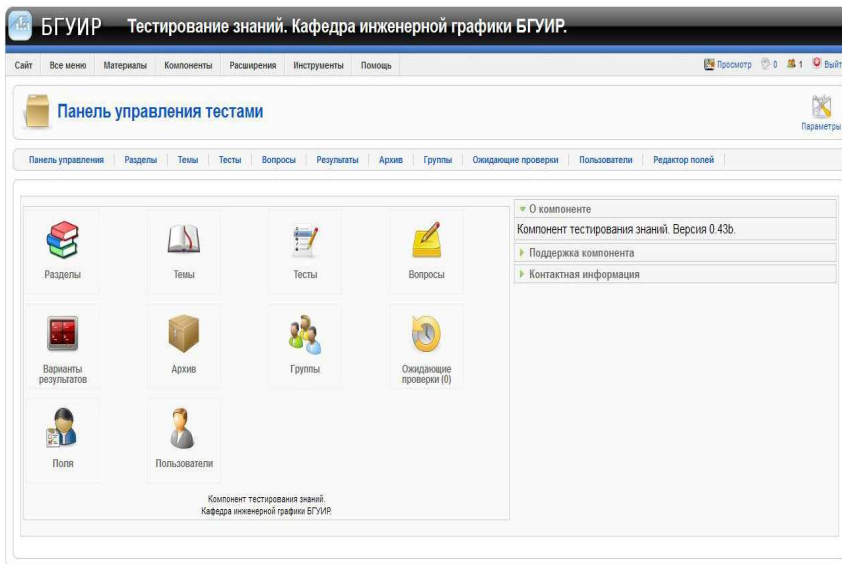


Рис. 3. Панель управления тестами

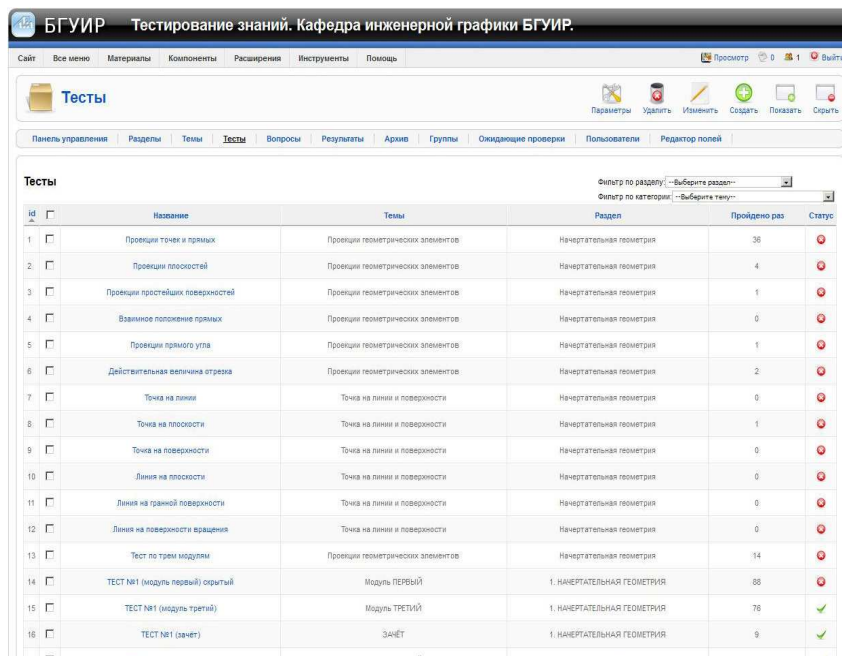


Рис. 4. Панель создания нового теста

Список литературы

1. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. – М.: Интеллект центр, 2001. – 296 с.
2. Булатова И.С., Соколова О.В. Текстовые задания по инженерной графике: метод. указания. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2012. – 27 с.
3. Кривицкий Б.Х. К вопросу о компьютерных программах учебного контроля знаний // Educational Technology & Society. – 2004. – № 7 (2). – P. 158–169.
4. Прокофьева Н.О. Вопросы организации компьютерного контроля знаний // Educational Technology & Society. – 2006. – № 9 (1). – P. 433–440.
5. Углев В.А. Обучающее компьютерное тестирование // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий: материалы VIII Всерос. науч.-техн. конф. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2007. – С. 312–316.
6. Принципы и технологии создания интегрированной автоматизированной системы контроля знаний / И.Д. Рудинский, Э.М. Аскеров, М.А. Емелин, Н.А. Строилов // Информационные технологии в образовании и науке: сб. тр. ВНИК. – М., 2006. – С. 17–35.
7. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий: учеб. пособие. – 2-е изд. – М.: Центр тестирования, 2005. – 155 с.

ИТ-ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

**Д.Т. Мусин, В.В. Халуева,
Д.В. Хамитова, И.Р. Тазеев**

Казанский государственный энергетический университет, Казань

Рассматриваются возможности применения информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе при изучении графических дисциплин.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, геометро-графическая подготовка, электронно-образовательный ресурс, система управления обучением LMS Moodle, модульный принцип, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY IN TEACHING GRAPHIC DISCIPLINES

**D.T. Musin, V.V. Khalueva,
D.V. Khamitova, I.R. Tazeev**

Kazan State Power Engineering University, Kazan

The article considers possibilities of application of information and communication technologies in educational process at studying of graphic disciplines.

Keywords: information and communication technologies, geometrical graphic training, online learning resources, learning management system LMS Moodle, modular, point-rating system of evaluation of student performance.

В процессе изучения графических дисциплин особую актуальность сегодня приобретает широчайшее внедрение информационно-коммуникационных технологий (ИТ-технологий). Информационные технологии принципиально изменили проектно-конструкторскую документацию, процесс ее создания, управления и контроля. На смену чертежам в бумажном виде пришли электронные проектно-конструкторские документы: электронные чертежи, модели изделий, макеты, геометрические модели [1]. В последнее десятилетие компьютерные технологии шагнули так далеко, что это привело к смене идеологии и технологии геометрического моделирования. Современные трехмерные компьютерные геометрические модели, обладая свойствами не только геометрической, а также математической и физической моделей, обрели интегративный характер [2].

Предыдущие столетия отличались влиянием на развитие прогресса в первую очередь новых средств производства и нового сложного научно-исследовательского оборудования. В настоящее время большое значение имеет уже характер рационального управления этим исследовательским и производственным оборудованием, своевременной и эффективной обработки информации, полученной при работе научного и возникающей в процессе эксплуатации производственного оборудования.

Применение ИТ-технологий способствуют эффективному формированию специалиста, обладающего проектно-конструкторской компетентностью, готового и способного на высоком уровне создавать современную проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ней мировыми высокотехнологичными производствами [3].

Переход от классических форм обучения к компьютеризированной предопределяет развитие новых подходов в преподавании графических дисциплин. Реализация потенциала ИТ-технологий позволяет обобщать и систематизировать растущий поток информации, комплексно решать проблемы организации обучения, активизирует учебную деятельность студентов.

Получившие в настоящее время достаточно широкое распространение интерактивные обучающие программные продукты предоставляют новые возможности повышения качества образования. Подобные системы интерактивных программных продуктов реализуют принципы обеспечения демократичности, непрерывности и высокого уровня образования на основе новейших компьютерных технологий. ИТ-технологии дают возможность реализовать качественно иную, более эффективную модель преподавания курса графических дисциплин.

Современные программные продукты позволяет студенту активно взаимодействовать с виртуальными объектами-деталью, манипулировать ими, проектировать на основе их узлы и механизмы, оформлять конструкторскую документацию, осваивая новые навыки. Преподаватель на любом этапе обучения посредством сетевых технологий может взаимодействовать с обучаемыми в ходе проведения лекций, консультаций и практических занятий, имея возможность при необходимости корректировать их действия.

Для обеспечения должного качества графического образования разработана и внедрена информационная система управления (ИСУ) учебным процессом, позволяющая получать в процессе изучения дисциплины любую информацию, касающуюся учебного процесса, инфор-

мации о результатах балльно-рейтинговой системы (БРС) оценки успеваемости обучающихся, посещаемости занятий студентами, результатах экзаменов и др. В ИСУ используются материалы, представленные для изучения дисциплины, такие как лекции, лабораторные, практические занятия, методические указания к выполнению расчетно-графических работ, которые выполнены с использованием ИТ-технологий (Microsoft Power Point, Microsoft Power Word, Microsoft Excel, АСТ-тестирование, интерактивные обучающие курсы в системе Moodle, мультимедиа, электронная библиотечная система ИРБИС ЭОР), а также современные средства автоматизированного проектирования (Autodesk Inventor, AutoCAD, «Компас-3D» и т.п.).

Для достижения современного уровня геометро-графической подготовки предложен ряд электронных учебно-методических комплексов графических дисциплин, рекомендуемых студентам технических специальностей и ориентированных на компетентностную модель ГОС ВПО третьего поколения.

Дистанционная форма обучения реализуется посредством модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды LMS Moodle, которая обладает развитым набором возможностей: наличием инструментов формирования и представления учебного материала; системы контроля знаний и текущей успеваемости; представлением оценки работ в баллах; построением модульного подхода в обучении; развитой системы обратной связи между преподавателем и обучаемым, которая позволяет последнему в электронном виде представлять работы и получать рецензии преподавателя, исправлять ошибки, получая необходимую консультацию, в том числе и дистанционно.

Модульный принцип организации учебного курса предусматривает промежуточный контроль выполнения семестровых расчетно-графических работ с предоставлением их на проверку, применяя удобный инструмент контроля и коррекции учебного процесса [4]. Предусматривая специфику преподавания графических дисциплин, в электронно-образовательный ресурс необходимо внедрять анимационные видеоматериалы, демонстрирующие процессы твердотельного и поверхностного формообразования, решения стандартных задач, построения линий пересечения поверхностей и др.

Актуальные для инженерной графики методы математического моделирования практически реализуются функционалом графических редакторов САПР и их анимационных приложений. Это позволяет детально разобрать методы проектирования и конструирования различных

изделий. Этот метод эффективен при преподавании всех без исключения графических дисциплин.

Мультимедийные возможности компьютерной техники позволяют заменить или дополнить классические формы оборота информации на твердом носителе более удобными и при этом качественно развить графические формы за счет применения анимации, видео и прикладных графических программ при представлении учебного материала.

Учебная информация по графическим дисциплинам должна содержать материал с поэтапной иллюстрацией алгоритмов решения задач, а также иметь непосредственную связь с графическим редактором, что открывает новые визуальные возможности представления информации – выбор удобного для восприятия изучаемого объекта ракурса и масштаба изображения.

Изучение нового материала сопровождается наглядным изображением трехмерных образов, что благоприятно сказывается на развитии пространственного воображения обучающегося.

Инструментальные возможности прикладных графических программ позволяют построить трехмерную модель изучаемого объекта и получить необходимые проекции, проверяя, таким образом, верность полученного решения. В ходе апробации и применения в учебном процессе электронно-образовательных ресурсов доступная обучающемуся информация постоянно дополняется и модернизируется, сохраняя актуальность содержания в соответствии с современным уровнем требований.

В государственных общеобразовательных стандартах по направлениям и специальностям технического профиля предусмотрено ограниченное количество часов, отводимое на графические дисциплины. Это не способствует формированию достаточного уровня геометрографической подготовки и развитию творческой мысли современного инженера, навыков самообразования и самореализации.

Благодаря ИТ-технологиям студенты имеют возможность неоднократно возвращаться к просмотру информации, полученной на занятиях, что способствует наилучшему освоению материала, так как они имеют постоянный, в том числе и внеаудиторный, доступ ко всем учебным материалам в системе управления обучением LMS Moodle.

Новые технологии активизируют познавательную деятельность студентов, увеличивают мотивацию, повышают качество обучения, расширяют творческие возможности как преподавателя, так и студента.

Следует отметить, что в настоящее время возникает объективная необходимость совершенствования традиционных форм и методов обу-

чения, направленных на формирование у студентов активной жизненной и профессиональной позиции, творческих способностей, навыков самообразования и самореализации. Решение этих задач ориентируется прежде всего на включение в учебный процесс новых информационных технологий. Широкое внедрение компьютерных технологий в качестве инструмента преподавания графических дисциплин не только позволяет увеличить степень наглядности и установить индивидуальный темп освоения студентами учебного материала, но и содействует развитию индивидуальных свойств личности. Компьютерные технологии являются звуко-визуальными средствами обучения. Следовательно, применение в процессе обучения студентов компьютерных технологий позволяет за тот же период времени сообщить значительно больше информации, которая усваивается лучше, чем объяснения преподавателя. Графические образы, опорные слова, различные способы подачи информации значительно повышают уровень усвоения материала.

ИТ-технологии предоставляют неограниченные возможности в преподавании графических дисциплин, что позволяет повысить эффективность процесса обучения, реализовать комбинированный подход, при котором сочетаются традиционные и инновационные методы обучения студентов любой формы обучения.

Список литературы

1. Хамитова Д.В., Халуева В.В. Электронно-образовательный ресурс курсов графических дисциплин в системе управления обучением LSM Moodle // Вестник Казан. гос. энергетич. ун-та. – 2014. – № 2 (21). – С. 138–142.
2. Рукавишников В.А. Геометро-графическая подготовка инженера: роль и место в системе образования // Образование и наука. – 2009. – № 5. – С. 23–31.
3. Рукавишников В.А., Халуева В.В., Муртазина Д.Н. Геометромодельная подготовка конкурентоспособных специалистов в энергетической отрасли // Проблемы энергетики. – 2014. – № 3-4. – С. 115–120.
4. Рукавишников В.А., Халуева В.В., Ахмеров Т.Л. Цель как определяющий фактор формирования компетентности специалиста // Казанский педагогический журнал. – 2013. – № 6. – С. 35–40.

ЭЛЕМЕНТЫ ТРИЗ В ЛЕКЦИЯХ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

М.В. Ракитская

Балтийский государственный технический университет «Военмех»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Описывается опыт использования элементов ТРИЗ при чтении лекций по начертательной геометрии студентам, обучаемым по направлению «Ракетная техника и космонавтика». Сделана попытка оценить результаты на базе анонимного опроса.

Ключевые слова: начертательная геометрия, теория решения изобретательских задач, x -элемент.

TRIZ ELEMENTS IN THE LECTURES ON DESCRIPTIVE GEOMETRY

M.V. Rakitskaya

Baltic State Technical University "Voenmekh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

The experience of using TRIZ elements in a course of lectures on descriptive geometry for students enrolled in the missile and space programs described. An attempt to evaluate the results based on an anonymous survey is made.

Keywords: descriptive geometry, theory of inventive problem solving, x -element.

Для стимулирования восприятия лекционного материала автор статьи периодически обращалась к различным изобретательским задачам и элементам ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) [1–3]. Трудности в изучении начертательной геометрии возникают, по нашему мнению, по причине недостаточного количества прикладных задач и аналогий из жизненной практики.

На первой лекции студентам говорится о том, что приемы решения задач начертательной геометрии во многом сродни приемам решения изобретательских задач, теорию решения которых разработал выдающийся ученый Генрих Саулович Альтшуллер [4]. Он открыл основные законы изобретательства и даже при решении жизненных трудностей успешно использовал их на практике. Например, в тяжелые времена, после репрессий, когда нужно было работать, а на работу не брали, он разрешил проблему, став писателем-фантастом, попутно развивая и совершенствуя ТРИЗ.

Мы постоянно отмечаем необходимость развития устойчивой рефлексии у обучаемых, культуры мышления как результата целенаправленного воздействия на процесс выполнения субъектом мыслительных операций с целью получения наиболее эффективных решений проблемных ситуаций. ТРИЗ выбран нами как инструмент для достижения этих целей.

При изложении понятий о центральном и параллельном проецировании уместно вспомнить древних изобретателей и предложить студентам подумать над решением такой задачи, как определение высоты пирамиды Хеопса. После проведения мозгового штурма сообщить, как подобные задачи решал Фалес из Малета в VI в. до н.э., дождавшись равенства длины палки, воткнутой в землю, и ее тени [5].

При рассмотрении примера построения симметричной точки и других геометрических объектов обсуждаем проблемы симметрии в изобретательских задачах.

Изобретательская задача № 1. Спортивный катамаран представляет собой два поплавка, соединенных площадкой, на которой стоит спортсмен. Чем больше расстояние между поплавками, тем устойчивее катамаран. Однако перевернувшийся катамаран (именно из-за высокой устойчивости) невозможно без посторонней помощи вернуть в первоначальное положение. Как быть?

Решение. Либо поплавки должны сдвигаться друг к другу, либо, что еще проще, мачта должна перемещаться из нижнего (опрокинутого) положения в верхнее, с тем чтобы в дальнейшем можно было плыть на обратной стороне площадки (обе стороны одинаковы). Для этого мачта должна быть шарнирно соединена с брусом на передней кромке площадки [1] (построение симметричной точки).

Изобретательская задача № 2. Необходимо, чтобы судно с достаточно высокой мачтой проходило под мостами. Для решения этой проблемы надо сделать на судне подвижную наклонную мачту и опускать ее при прохождении под мостами. Из жесткой системы сделали гибкую. Чтобы мачту было легче сгибать, поставить противовес (аналог симметричной точки).

Можно также провести аналогию с симметричной точкой, рассматривая, как устроены старый шлагбаум и колодезный журавль. Как лучше нести тяжелый лом? Задача уже обратная: надо найти середину лома, а концы лома представляют собой симметричные точки на равном расстоянии, тогда суммарный момент на опору (руку) равен 0 и нести лом легче.

Важно дать почувствовать студенту, что мы окружены разнообразными изобретениями. Часто к изобретению приводит факт констатации и разрешения противоречия. Вещество или предмет обладает какими-то свойствами, но при этом у него есть свои недостатки. Необходимо сохранить полезные свойства и минимизировать недостатки. Обсуждаем в качестве примера карандаш. Графитовый грифель обладает положительным свойством – он оставляет след на бумаге, но это положительное свойство не обеспечивает прочности грифеля, он легко ломается. В результате придумали поместить графитовый стержень в деревянный корпус. С точки зрения теории решения изобретательских задач мы ввели x -элемент, который позволил сохранить положительные свойства и устранить недостатки. Роль x -элемента в этом случае выполняет деревянный корпус. Эта система, как и вся система, не созданная природой, не идеальна. Технический прогресс приводит к тому, что ведется дальнейшее улучшение системы или происходит полный отказ от старой системы и переход к новому изделию, каким-то образом заменяющему выполнение предыдущих функций. Если вернуться к примеру с карандашами, то они постоянно совершенствовались. Круглый карандаш скатывается со стола, поэтому придумали делать его шестигранным. Затем для удобства в верхнюю часть карандаша поместили стирательную резинку. Появились цветные карандаши, в которых вместо графита в грифелях используется мел со специальным клеем (каолин) и красящим веществом. Люди продолжали искать материал для замены древесины. Так появились карандаши в пластмассовой оправе. Был изобретен механический карандаш в металлическом корпусе. Все это можно отнести к развитию старой системы.

В качестве замены старой системы на новую с выполнением функций старой идентифицируем работу на компьютере с графическими пакетами.

Обсуждаем умение применять x -элемент в жизненных ситуациях. Возникает, например, такая проблемная ситуация: надо отвернуть заржавевшую гайку, а необходимый момент силы обычным ключом не обеспечить. «Нарастить» рычаг можно разными способами, которые обсуждаются.

Изобретательская задача № 3. Один из самых травматичных видов спорта – прыжки в воду. Что сделать, чтобы минимизировать травмы? Добавить пузырьки воздуха в жидкость. Пузырьки воздуха играют роль x -элемента.

Теперь перейдем к начертательной геометрии. Рассмотрим задачу о том, как отложить на прямой общего положения отрезок, истинная величина которого известна. Для решения этой задачи без преобразования чертежа необходимо ввести вспомогательную точку, которая играет в нашем случае роль x -элемента.

Как найти недостающую проекцию точки, принадлежащей плоскости? Вводим прямую, принадлежащую плоскости, которая у нас играет роль x -элемента.

Использование плоскости уровня в жизни – это задача про то, как добиться выравнивания фундамента или пола. «Изобретаем» уровень.

Изобретательская задача № 4. Есть пластина с большим числом разных отверстий. И есть деталь-шаблон. Необходимо предложить способ контроля детали (наличие лишних и отсутствие нужных отверстий).

Ответ. Контроль пластинки с просверленными отверстиями ведут, совмещая желтое изображение пластинки с синим изображением эталона. Если на экране появляется желтый цвет, значит, в контролируемой пластинке отсутствует отверстие. Появление синего цвета означает, что на пластинке есть лишнее отверстие. Эту задачу студенты обычно решают без использования цветовых контрастов.

Изобретательская задача № 5 (авторское свидетельство № 350219). При горячей прокатке надо подавать жидкую смазку в зону соприкосновения металла с вальцами. Существует множество систем подачи смазки: самотеком, с помощью разного рода щеток и кистей, под напором (т.е. струйками) и т.д. Все эти системы очень плохи: смазка поступает в нужные места неравномерно и в недостаточном количестве, большая часть смазки разбрызгивается, загрязняет воздух; нужно иметь десять разных режимов смазки, а известные способы не обеспечивают такую регулировку. Требуется устройство, которое обеспечивает поступление в нужные зоны необходимого количества смазки без потерь и без существенного усложнения оборудования.

Согласно ТРИЗ лучший элемент – это тот, которого нет, но функции его выполняются. Словосочетание «нет элемента» означает, что, например, элемент был введен в рабочую область, а затем выведен. Например, смазка на бумаге для прокатного стана: бумага, затем сгорает, а смазка подается в область равномерно. По стандарту 5.13 щетки, кисти, как и другие вспомогательные устройства допустимы только в том случае, если они, сделав свое дело, сразу исчезают.

Решение. Способ подачи жидкой смазки в очаг деформации при горячей прокатке, отличающийся тем, что с целью исключения загрязнения окружающей среды и сокращения расхода жидкой смазкой пропитывают носитель, который подают в очаг деформации с прокаливаемым металлом, а в качестве носителя используют материал, ликвидирующийся при температуре реформации, например, в результате сгорания или испарения, в частности бумажную ленту (а.с. № 589046).

Проведем аналогию с начертательной геометрией и рассмотрим задачу о нахождении точки пересечения прямой с плоскостью. Плоскость и прямая имеют плохое взаимодействие друг с другом, если они занимают общее положение («в лоб» задачу не решить). Вводим x -элемент, который есть, но которого словно и нет (закключаем прямую в проецирующую плоскость); x -элемент – проецирующая плоскость, об этом свидетельствует вспомогательная надпись у одной из проекций прямой. Ее не видно, но она есть и свойством собирательности обладает. Находим линию пересечения проецирующей плоскости с заданной плоскостью и определяем общую точку заданной прямой и линии пересечения плоскостей.

Построение линии пересечения двух плоскостей. Один из способов: вводим x -элемент (удобный для нас) – проецирующую плоскость – и путем его взаимодействия с объектами в задаче находим две прямые, по которым пересекается x -элемент с заданными плоскостями, и находим общую точку, которая является одной из искомым. Далее вводим еще один x -элемент (еще одну проецирующую плоскость) для нахождения второй точки.

Изобретательская задача № 6. Имеется установка для испытания длительного действия кислот на поверхность образцов сплавов. Установка представляет собой герметично закрываемую металлическую камеру. На дно камеры устанавливают образцы (кубики). Камеру заполняют агрессивной жидкостью, создают необходимую температуру и давление. Агрессивная жидкость действует не только на кубики, но и на стенки камеры, вызывая их коррозию и быстрое разрушение. Приходится изготавливать камеру из благородных металлов, что чрезвычайно дорого. Как быть? Административное противоречие: нужно снизить стоимость системы. Конфликтующая пара не камера – жидкость, а жидкость – кубик, камера и кубик не конфликтуют. Нужно перейти от идеи защиты стенок к идее вообще обойтись без них. Как реализовать переход к паре кубик – жидкость?

Идеальный конечный результат (ИКР) – кубик и вокруг него агрессивная жидкость. Реально этого не может быть: жидкость прольется.

Варианты решения:

- 1) жидкость заменена вязким веществом типа пластилина;
- 2) жидкость удерживается самим кубиком (для чего он должен быть сделан полым).

Предпочтителен последний вариант: он не связан с изменением свойств самой жидкости.

Какие-то интересные мысли у студентов по поводу решения этой изобретательской задачи появляются. Ценным в этой задаче является то обстоятельство, что она заставляет изменить образ мышления. Жидкость не снаружи, а внутри!

Обратимся к начертательной геометрии и посмотрим в свете этой задачи на способы преобразования чертежа. В одном случае мы оставляем фигуру на месте и меняем плоскости проекции (обстановку), а в других случаях оставляем систему плоскостей проекций и меняем положение фигуры, тоже как бы «выворачиваем» с ног на голову, переходим от жесткой системы к гибкой.

Было также разобрано несколько задач с использованием 40 основных приемов устранения технических противоречий [1]. В начертательной геометрии можно использовать приведенные ниже приемы.

Прием 1. Принцип дробления:

- а) разделить объект на независимые части;
- б) выполнить объект разборным;
- в) увеличить степень дробления объекта.

Задача из практики. Грузовое судно разделено на однотипные секции. При необходимости можно делать корабль длиннее или короче.

В адаптированном варианте применительно к начертательной геометрии задачу необходимо разбить на несколько задач, последовательно выполняя которые необходимо подойти к решению. Например, если в задаче требуется выполнение каких-то двух условий, выполнить сначала одно условие, а затем второе.

Задача. Провести горизонталь, пересекающую прямые l и m и параллельную плоскости $\Sigma (a//b)$ (рисунок).

Сначала строим горизонталь в плоскости (a, b) , через точку на прямой m задаем прямую, параллельную горизонтали плоскости, и таким образом получаем новую плоскость. Затем пересекаем эту новую плоскость прямой l , получаем точку, например l , и через нее проводим

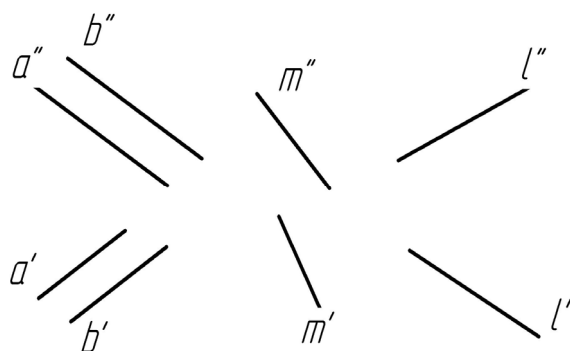


Рис. Иллюстрация к задаче

прямую, параллельную горизонтали плоскости. Пересекаем прямую m . Эта прямая будет искомой.

Прием 2. Принцип вынесения: отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственную нужную часть или нужное свойство.

Пример. Обычно на малых прогулочных катерах электроэнергия для освещения или других нужд вырабатывается генератором, работающим от гребного двигателя. Для получения электроэнергии на стоянке приходится устанавливать вспомогательный электрогенератор с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Двигатели, естественно, создают шум и вибрацию. Предложено разместить двигатель и генератор в отдельной капсуле, расположенной на некотором расстоянии от катера и соединенной с ним кабелем.

В начертательной геометрии принцип вынесения можно использовать в задаче определения угла между двумя плоскостями, когда эта задача сведена к определению угла между двумя перпендикулярами. Построим перпендикуляры к плоскостям. Далее возьмем произвольную точку на свободном поле листа и проведем через нее прямые, параллельные этим перпендикулярам, а далее методом преобразования чертежа определим истинную величину угла между пересекающимися прямыми.

Прием 3. Принцип наоборот:

а) вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить обратное действие;

б) сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а неподвижную – движущейся;

в) перевернуть объект вверх ногами, вывернуть его.

Построение антицентра. Прямые a и b задают зеркало, луч из точки A падает на зеркало, отражается и попадает в точку B . Найти точку падения луча на зеркало. Строим из точки A перпендикуляр к плоскости зеркала, находим точку встречи перпендикуляра с плоскостью, а затем от точки встречи откладываем на перпендикуляре в сторону, противоположную расположению точки A , расстояние, равное расстоянию от точки A до точки встречи (антицентр), после чего соединяем полученную точку с точкой B и опять решаем задачу на точку пересечения прямой с плоскостью. Найденная точка будет искомым местом, в которой луч будет отражаться от плоскости зеркала.

Прием 4. Принцип перехода в другое измерение: пространственную задачу сначала решить на плоскости, если это возможно.

Построение квадрата $ABCD$ со стороной BC на прямой l . Или задача о поиске множества точек, равноудаленных от двух точек.

Поверхности. Если рассмотрим пересечение линии с поверхностью, то для построения точек пересечения линии с поверхностью полезно преобразовывать одну из проекций линии в проецирующую цилиндрическую поверхность, считая, что данная проекция – это следноситель [3]. Эту цилиндрическую поверхность можно также считать x -элементом, который помогает нам решить задачу.

Прием 5. Принцип предварительного действия:

а) заранее выполнить требуемое действие (полностью или хотя бы частично);

б) заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие без затрат времени на доставку и с наиболее удобного места.

В начертательной геометрии: задать несколько образующих, принадлежащих поверхности. Провести кривую, построить проекции этой кривой. Указать на ней точку.

При рассмотрении кривых второго порядка особое внимание было обращено на эллипс и параболу. Фокальное свойство эллипса (определение эллипса): эллипс является геометрическим местом точек, для которых сумма расстояний от двух заданных точек (фокусов) есть величина постоянная ($2a$).

Изобретательская задача № 7. В сосуде с жидкостью размещены источник ультразвука и биологический препарат. Ультразвук распространяется во все стороны, на биологический препарат попадает небольшая часть излучения, идущая по прямой линии «источник – препарат», и еще некоторая часть колебаний, случайно отраженных от стенок сосудов. Как повысить эффективность установки?

Студенты предложили форму эллипса (эллипсоида вращения).

Ответ на изобретательскую задачу (а.с. № 988288). Устройство состоит из сосуда 1, выполненного в форме эллипсоида вращения, в одном из фокусов Γ которого установлен источник ультразвуковых колебаний 2, а во втором фокусе Γ размещают биологический объект 3. Источник ультразвуковых колебаний 2 может быть, например, сферическим и возбуждать, соответственно, внутри сосуда колебания со сферическим волновым фронтом. Ультразвуковой генератор, питающий источник 2, находится вне сосуда. (Лучи, отражаясь от стенок сосуда, попадут в фокус.)

Эллипсоид вращения – это фигура вращения в трехмерном пространстве, образованная при вращении эллипса вокруг одной из его главных осей. Свойство вытянутого эллипсоида вращения – отражать лучи, направленные в один из фокусов, в другой фокус (используется в телескопах системы Грегори и в антеннах).

Основное свойство параболы: парабола является геометрическим местом точек, равноудаленных от данной точки (фокуса) и от данной прямой (директрисы). Параболоид вращения – поверхность второго порядка, образован вращением параболы. Часто используемое свойство параболоида вращения – собирать пучок лучей, параллельной главной оси, в одну точку – фокус или, наоборот, формировать параллельный пучок излучения от находящегося в фокусе источника. На этом принципе основаны параболические антенны, телескопы-рефлекторы, прожекторы, автомобильные фары.

Пересечение поверхностей. Рассчитать поворот трамвая, машины (вынос) – поверхность вращения пересекается с поверхностью другого автомобиля. Поворот двери.

Прием 6. Принцип «заранее подложенной подушки»: если рассматривать это напрямую, как раз получается развертка поверхностей, т.е. подкладываем плоскость, а затем совмещаем с ней поверхность.

Что касается ТРИЗ, то там этот способ описывается следующим образом. Компенсировать относительную невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами. Работает какая-то система, в процессе эксплуатации может случиться аварийная ситуация. Заранее предусматриваются средства, которые или ликвидируют повреждения, или уменьшают ущерб. В годы Великой Отечественной войны в Ленинграде в августе – сентябре 1941 г. начались страшные бомбежки. Руководство города организовало создание специальных

групп, которые обработали все чердаки города противопожарной смесью. Это существенно сократило количество пожаров [6]. Вот несколько подробностей, относящихся к этой истории: «На Невском химкомбинате остался невывезенный суперфосфат. Много – чуть ли не сорок тысяч тонн. Ценнейший, так называемый двойной суперфосфат, совершенно не содержащий балласта, каковым обычно является сульфат кальция. Стали думать, как переработать суперфосфат на вещества, обычно применяемые для пропитки дерева. К счастью, нашелся простой состав, который и антипиреном оказался отменным, и прилипал достаточно хорошо: на три части суперфосфата – одна часть воды. Обмазывать им надо было трижды.

В первые послевоенные годы жильцы верхних этажей ленинградских домов часто жаловались на протекающие крыши: суперфосфат вызывал усиленную коррозию кровельного железа, оно проедалось ржавчиной с невиданной быстротой. Кровельщики, не понимая, в чем дело, терпеливо меняли лист за листом. Те же, кто был в курсе дела, об этих расходах не жалели...» [6].

Еще один пример. Способ обработки неорганических материалов, например стекловолокон, путем воздействия плазменного луча, отличающийся тем, что с целью повышения механической прочности на неорганические материалы предварительно наносят раствор или расплав солей щелочных и щелочно-земельных металлов. Заранее наносят вещества, «залечивающие» микротрещины.

Для того чтобы оценить промежуточные результаты, получить некую обратную связь, мы провели анонимное анкетирование, попросив студентов ответить на следующие вопросы:

1. Понравился Вам или нет предмет «Начертательная геометрия»?
2. Что особенно понравилось или не понравилось в лекциях по начертательной геометрии?
3. Вызвало ли интерес использование некоторых аналогий с теорией решения изобретательских задач?
4. Какая тема для Вас оказалась труднее всего?

Главным результатом, полученным в результате анализа анкет, следует считать тот факт, что абсолютно все студенты положительно отнеслись к предмету. Несомненен интерес к ТРИЗ у большинства, а один студент написал, что стал изучать труды Г.С. Альтшуллера.

В заключение хочется процитировать Святителя Игнатия Брянчанинова, который в письме к Стефану Дмитриевичу Нечаеву (17 января

1842 г.) отмечал: «Мы ветрены: количество знаний, которое возрастает с возрастом мира, мы имеем большее, нежели наши предки; это самое многознание делает нас поверхностными, и мы уступаем предкам в качестве знаний, в сущности знания. А ветренность – от стремления к пустым веселостям» [7]. Сейчас эта проблема возросла многократно. И задача каждого преподавателя – сделать свой предмет полезным и важным.

Заканчивая курс лекций, мы рассказываем студентам притчу [8]:

Один работник зашел к барину и говорит:

– Барин! Почему ты мне платишь всего пять копеек, а Ивану всегда пять рублей?

Барин смотрит в окно и говорит:

– Вижу я, кто-то едет. Вроде бы сено мимо нас везут. Выйди-ка посмотри.

Вышел работник. Зашел снова и говорит:

– Правда, барин. Вроде сено.

– А не знаешь откуда? Может, с Семеновских лугов?

– Не знаю.

– Сходи и узнай.

Пошел работник. Снова входит:

– Барин! Точно, с Семеновских.

– А не знаешь: сено первого или второго укоса?

– Не знаю.

– Так сходи узнай!

Вышел работник. Возвращается снова:

– Барин! Первого укоса!

– А не знаешь, почему?

– Не знаю.

– Так сходи узнай.

Сходил. Вернулся и говорит:

– Барин! По пять рублей.

– А дешевле не отдают?

– Не знаю.

В этот момент входит Иван и говорит:

– Барин! Мимо везли сено с Семеновских лугов первого укоса.

Просили по пять рублей. Сторговались по три рубля за воз. Я их загнал во двор, и уже разгружают.

Барин обратился к первому работнику и спросил:

– Теперь ты понял, почему тебе платят пять копеек, а Ивану пять рублей?

На вопрос: «Как вы думаете, зачем мы рассказали эту притчу?» – большинство отвечает: «Хотите, чтобы мы были Иванами из этой притчи, а не работниками». И это вселяет надежду.

Список литературы

1. Тихонов-Бугров Д.Е., Ракитская М.В. Конструктивные задачи в проекционном моделировании: учеб. пособие / Балт. гос. техн. ун-т. «Военмех». – СПб., 2001. – 62 с.

2. Ракитская М.В. К проблеме развития рефлексии при обучении начертательной геометрии // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. интернет-конф. – Пермь, 2015.

3. Гирш А.Г. Как решить задачу: метод. указания по решению геометрических задач повышенной сложности. – Омск, 1986.

4. Альтшуллер Г. Найти идею: введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – 8-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 402 с.

5. Меерович М.И., Шрагина Л.И. Теории решения изобретательских задач. – Минск: Харвест, 2003. – 428 с.

6. Ардашев А.Н. Зажигательное и огнеметное оружие. – М.: Яуза: Эксмо, 2009.

7. Полное собрание писем: в 3 т. Т. 3. Переписка с мирянами / сост. О.И. Шафранова. – М.: Паломник, 2011. – 672 с.

8. Жил человек... Сборник христианских притч и сказаний / сост. О. Клюкина. – М.: Никая, 2011. – 192 с.

КРИЗИС – ВРЕМЯ ОЧИЩЕНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ

В.А. Рукавишников

Казанский государственный энергетический университет, Казань

Предлагается разработать, обсудить и принять современную концепцию подготовки специалистов и тезаурус в области геометрического моделирования.

Ключевые слова: компетентность, тезаурус, концепция, способность, деятельность.

CRISIS IS A TIME OF THE CLEANSING AND FORMATION

V.A. Rukavishnikov

Kazan State Power Engineering University, Kazan

It is proposed to develop, discuss and adopt the modern concept of training and thesaurus in the field of geometric modeling.

Keywords: competence, thesaurus, concept, capacity, activity.

Система образования в нашей стране переживает серьезный кризис, вызванный прежде всего качественно новыми требованиями к выпускникам вузов со стороны современных быстро развивающихся высокотехнологичных производств, а также непродуманностью и противоречивостью проводимой модернизации образования. Этот кризис наложился на другой – кризис в области формирования способностей специалистов создавать и использовать в своей профессиональной деятельности современные конструкторские документы, в том числе электронные геометрические модели, ставшие интеграционно-информационной основой высокотехнологичных производств [1–5].

Изменилась система взглядов и способов в области геометрического моделирования в промышленности. Возникла острая потребность в специалистах нового поколения, способных работать в современных системах автоматизированного проектирования, имеющих принципиально новую философию геометрического моделирования.

Революционные изменения в геометрическом моделировании совпали со сменой образовательной парадигмы – перехода от знаниевой к компетентностной образовательной парадигме.

Все эти изменения для преподавателей, привыкших работать с технологиями двумерного графического моделирования, казавшимися им фундаментальными и неизменными, стали неожиданностью, ко-

тору можно сравнить с холодным душем. Преподавателям-трансляторам, как оказалось, уже давно устаревших знаний исключительно трудно было осознать то, что наступила новая реальность.

Основной причиной кризиса в области формирования способностей создавать и использовать геометрические модели (назовем ее геометро-модельная подготовка) стало отсутствие современной концепции (руководящей и направляющей идеи), раскрывающей законы и направление развития, роль и место, цель, задачи и предмет изучения, рассматривающей ее в целом и в развитии.

Одной из основных догм было вычленение начертательной геометрии из системы и рассмотрение ее как нечто оторванное, существующее вне развивающей системы подготовки, с надуманными целями, задачами и предметом изучения.

Предложенная в работе [1] концепция была просто не замечена или не понята. Для того чтобы понять и оценить происходящее, необходимо было выйти за пределы учебных дисциплин начертательной геометрии и инженерной графики и рассмотреть данную область в целом и в развитии как элементы другой, большей системы на философско-педагогическом уровне. Прекрасное знание начертательной геометрии и научные исследования в этой области не давали возможности правильно понять и оценить происходящее. Находясь внутри учебной дисциплины, не выходя за ее пределы и не поняв ее роль и место в большей системе (см. теорему Генделя о неполноте), трудно понять, что она как элемент системы больше в таком формате не востребована.

Преподаватели, вместо того чтобы вскрыть причины кризиса, начинают предлагать различные частные решения, как правило, в виде опыта преподавания дисциплины. Но это не решает проблемы, поскольку она находится глубже, на общенаучном философско-педагогическом уровне. В результате среди преподавателей сформировался устойчивый комплекс жертвы. Виноваты все, кроме нас. Виноваты в том, что происходит, безусловно, мы все. И никто за нас эту проблему не решит.

Звоночки о кризисе были уже давно. Ставился вопрос о целесообразности изучения начертательной геометрии в Бауманке. Вопрос был поставлен правильно, а вот ответ в виде точки в названии «Начертательная геометрия. Инженерная графика» оказался скорее камуфляжем, чем решением проблемы. Мы все тогда не понимали, что происходит. Точка в названии как первый шаг, наверное, была правильной. Но должен был последовать и второй шаг – реальная интеграция трех графиче-

ских дисциплин и создание единой целостной учебной дисциплины, например «Инженерное графическое моделирование».

В настоящее время выход может быть только один – современная концепция развития данной области подготовки специалистов. Для этого необходимо, чтобы наши ученые и преподаватели разработали, предложили, а затем мы все вместе обсудили ее варианты, приняли за основу.

Концепция должна раскрывать генеалогию (этапы развития), диалектику (основные законы и направления развития), она должна носить прогностический характер, отвечать на основные вопросы: чем мы занимаемся, каковы роль и место данной области подготовки в системе образования? и т.д. Концепция должна определить стратегию действий и сформировать свой современный терминологический аппарат.

Наличие современной концепция позволит предвидеть кризисные ситуации и вовремя реагировать на них, обеспечивая эволюционный естественный переход на более высокие уровни подготовки при появлении качественно новых технологий геометрического моделирования и моделей.

К сожалению, очень мало научных работ посвящено этой проблеме. Без ее решения все остальные исследования и публикации являются пустыми хлопотами. Необходимо было выделить такую секцию и в интернет-конференции. В качестве первого варианта предлагаю свою концепцию, основные идеи которой изложены в работе [1].

Большинство преподавателей, не понимая сути происходящего в целом, вводят новые, как они полагают, понятия, не давая им научного обоснования, поэтому мы просто обязаны начать договариваться в рамках современной концепции о дефинициях в нашей области. Вольная трактовка терминов в науке – путь к саморазрушению.

Вызывает вопросы не только содержание наших статей, но даже названия секций интернет-конференции. Я уверен, что авторы вложили в них определенный смысл, но у меня остается много вопросов, многое остается непонятным. Хотелось бы понять, в чем заключается этот смысл, дать четкое научное определение, если необходимо, обсудить и прийти к какому-то консенсусу, начать формировать соответствующий тезаурус с последующим утверждением концепции и тезауруса на НМС.

Приведем некоторые примеры из статей, представленных в материалах нашей конференции.

1. *«Геометро-графическая подготовка (ГГП)»*. Термин часто используется, но какую смысловую нагрузку он несет? Специалист фор-

мирует свою геометро-графическую подготовку в течение всего периода обучения в университете, а затем в процессе профессиональной деятельности. О каком этапе или уровне формирования идет речь? Какая компетенция формируется ГПП? Каковы цель, задачи и предмет изучения ГПП? ГПП – это система, произвольный набор учебных модулей или что-то другое? Если это система, то каковы ее цель, задачи, предмет изучения и методология. Что является предполагаемым результатом ГПП подготовки и на каком этапе (курсе) она завершается?

2. *«Инженерная геометрия и компьютерная графика»*. Это научное направление или учебная дисциплина? Каковы их цель, задачи, предмет изучения, интеграционная основа и т.д.? Это два учебных модуля или один?

3. *«Прикладная геометрия»* – раздел науки геометрии, полученные научные результаты могут быть использованы в практической деятельности. Если же это учебная дисциплина, то хотелось бы также понять, что является целью, задачами, предметом изучения и т.д. Чем *прикладная геометрия* отличается от *инженерной*?

4. *«Практическое решение задач инженерной графики»*. Какие именно виды практических задач решает инженерная графика как учебная дисциплина? Не бывает задач без цели. Каковы цель, задачи и предмет изучения этой современной инженерной графики?

5. *«Методика и практика современной геометро-графической подготовки студентов»*. Правильнее, на наш взгляд, было бы назвать *«теория и методика...»*.

6. *«...в области графики и геометрии...»* или *«...на занятиях по графике и геометрии»*. Странные выражения. Графика – область производственной деятельности, геометрия – наука, или нет? Что их объединяет в одну область? Как авторы данных выражений понимают термины «графика» и «геометрия»? Может быть, это учебная дисциплина, профессиональная деятельность или что-то иное? Какая дисциплина изучает геометрию и графику? Каковы ее цель, задачи, предмет изучения и т.д.?

7. Что первично: компетенция (цель) или название дисциплины для ее формирования? Компетенция подбирается под дисциплину или дисциплина создается под компетенцию (цель)?

8. *«...первоочередной задачей изучения графических дисциплин является формирование необходимых профессионально значимых инженерных умений и навыков у студентов»*. Что такое графические дисциплины, сколько их и что их объединяет? Это набор дисциплин, система

дисциплин с единой целью или что-то иное? Что является их интеграционной основой? Почему они не интегрированы в единую дисциплину? О каких инженерных умениях и навыках идет речь?

9. *Дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»*. Сложили три названия, и вот вам новая дисциплина. Но это же глупость! Может быть, хватит ее повторять. Все начинается с цели, а цель из ниоткуда не берется. Цель включает в себя (на теоретическом уровне) систему подцелей (структуру), содержание и технологию обучения. Только после этого определяется название учебного модуля по его цели и предмету изучения. Однако вы, коллеги, не сможете даже назвать главную цель дисциплины, задачи и предмет ее изучения, методологическую основу, а также ее отдельные учебные модули, которые должны представлять из себя модульную систему, направленную на достижение главной цели.

Целью подготовки является формирование специалиста, способного и готового создавать и использовать в своей профессиональной деятельности современные конструкторские документы, отвечающие самым высоким требованиям современных предприятий, на уровне последних достижений в области науки и техники, в соответствии с положениями ФГОС. Мы готовим специалистов не решать геометрические задачи, а создавать геометрические модели, используя геометрические знания, полученные при изучении естественно-научной дисциплины – геометрии, и не только ее, а также математики, физики и др. Это первый, базовый уровень подготовки. Естественно-научные дисциплины носят надстроечный характер, и их задача давать знания для базиса (производства, в том числе и геометрическому моделированию как виду деятельности и учебной подготовки). Базис определяет надстройку и ставит перед надстройкой (наукой, образованием) задачи, которые они должны решать и передавать знания базису, поэтому говорить, что мы решаем геометрические задачи, не верно. Мы решаем задачи по формированию у студентов способностей создавать геометрические модели (геометрическому моделированию) для производства. Мы относимся к области профессиональной подготовки, а не естественно-научной.

Что означает выражение: мы – геометры? Если это подготовка специалистов в области геометрии, то вам дорога в естественно-научный блок дисциплин. Искусственное навязывание изучения геометрии вносит путаницу в наши умы. Такие «геометры» то ли как огня боятся назвать цель, задачи, предмет изучения, а также методологическую ос-

нову дисциплины и др., то ли просто не способны определить их, поскольку не обладают необходимыми философско-педагогическими знаниями. Формирование дисциплины начинается с правильно определенной и сформулированной цели, в противном случае все красивые и правильные результаты коту под хвост.

Некоторые авторы возмущаются, почему нет начертательной геометрии в ФГОС ВО. Но там нет и других дисциплин. И это правильно. В ФГОС даются цели (компетенции), и под них должны формироваться учебные модули и определяться их названия. Если есть такая компетенция или ее компонент, то может появиться и учебный модуль с названием «Начертательная геометрия». Разговоры о названии учебного модуля вторичны.

Сейчас не изучаются дисциплины, а формируются компетенции (способности осуществлять отдельные виды профессиональной деятельности). Термин «изучить дисциплину» (например, мы должны изучить начертательную геометрию) устарел и не соответствует современной образовательной парадигме. Вопрос ставится иначе: какая компетенция должна быть сформирована у студента (что он должен быть способен делать)? Наши рассуждения должны идти на уровне формирования компетенции (или компетентности), а не подготовки (графической или иной).

К сожалению, ФГОС ВО содержит взаимоисключающие положения. С одной стороны, каждая компетенция начинается со слов «способность осуществлять какой-то вид профессиональной деятельности», а с другой – в качестве индикаторов сформированности компетенции предлагают знать, уметь, владеть. А это совершенно разные понятия. Но это отдельный вопрос.

Мы не ставим под сомнение компетентность своих коллег, но хотелось бы, чтобы мы, произнося те или иные слова, имели в виду одно и то же научно обоснованное содержание в рамках единой современной концепции. Другими словами, нам нужно договориться о дефинициях и не только по этим, но и по всему спектру понятий, обсудить их и начать формировать свой современный тезаурус. В то же время мы должны четко понимать, что без научно обоснованной концепции сделать это невозможно. Первична, конечно же, концепция, раскрывающая на теоретическом уровне цель, задачи, роль и место, законы и перспективы развития, определяющая систему взглядов и идей в нашей учебной области.

Поставленные вопросы относятся ко всем преподавателям и ученым. Только вместе, консолидированно мы сможем выйти из тупика, в который сами себя и завели. Мы должны в первую очередь преодолеть кризис в наших головах и сосредоточиться на главном, а не искать виновников на стороне.

В заключение хотелось бы отметить, что было бы неплохо провести курсы повышения квалификации для всех наших преподавателей с использованием технологий дистанционного обучения в онлайн-режиме. Эти курсы должны быть направлены на освоение в первую очередь теории педагогического проектирования, современных технологий геометрического моделирования, обучения и т.д. С циклами лекций и мастер-классов могли бы выступить наши ведущие специалисты.

Список литературы

1. Рукавишников В.А. Геометрическое моделирование как методологическая основа подготовки инженера. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2003. – 184 с.

2. Рукавишников В.А., Халуева В.В., Муртазина Д.Н. Геометромодельная подготовка конкурентоспособных специалистов в энергетической отрасли // Проблемы энергетики. – 2014. – № 3-4. – С. 115–120.

3. Рукавишников В.А., Халуева В.В., Ахмеров Т.Л. Цель как определяющий фактор формирования компетентности специалиста // Казанский педагогический журнал. – 2013. – № 6. – С. 35–40.

4. Вольхин К.А. Довузовское графическое образование // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брест, Новосибирск, 27 марта 2015 г. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2015. – С. 48–53.

5. Вольхин К.А. Использование информационно-коммуникационных технологий преподавателем в процессе обучения начертательной геометрии // Информатизация инженерного образования «ИНФОРИНО – 2014», Москва, 15–16 апреля 2014 г. – М.: Изд. дом МЭИ, 2014. – 604 с.

ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ

Л.А. Смирнова, Д.Т. Мусин, Ф.Р. Сиразутдинов

Казанский государственный энергетический университет, Казань

Рассматривается опыт использования цифровых технологий моделирования, прототипирования в научно-исследовательской работе студентов. Студент, активно участвующий в НИРС, приобретает опыт работы в команде (в том числе виртуальной), способность разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию, использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной деятельности и др.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа студентов, проекты, конструкторские документы, команда, цифровая модель.

ABOUT THE EXPERIENCE OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE STUDENTS RESEARCH WORK

L.A. Smirnova, D.T. Musin, F.R. Sirazutdinov

State Power Engineering University, Kazan

This report examines the experience of the use of digital simulation and prototyping technology in the research students work. The student is actively involved in the research students work, acquires experience in the teamwork (including virtual work), ability to develop and execute the design documentation, to use managerial-organizational skills in their professional work, and other.

Keywords: scientific research, students, project, design documents, command, digital model.

С каждым годом растет число создаваемых в России наукоемких производств, интеграция которых в мировое информационное и образовательное пространство сопряжена с поиском перспективных образовательных технологий формирования специалиста.

Подготовка инновационных специалистов, способных быстро и творчески воспринимать и применять новые знания, выполнять научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы, управлять сложными техническими системами, адаптироваться к условиям рынка, возможна при тесном взаимодействии инженерного образования, науки и промышленности [1].

Учитывая, что в современном производстве появился термин «опережающие технологии», под которыми понимают принципиально новые технологии, обеспечивающие лидерство на мировом рынке, новое инженерное образование должно обгонять опережающие технологии. Необходимость создания инновационной системы высшего образования, ориентированной на эти технологии, приобретает все большее значение и является важным компонентом профессиональной подготовки специалиста.

Одним из эффективных путей в достижении поставленной цели является привлечение студентов к научно-исследовательской работе, что отражено в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) [2] и является обязательной составляющей модели специалиста высшего профессионального образования.

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) является одной из важных форм учебного процесса, позволяющей повысить качество подготовки на всех уровнях образования, начиная с первого курса и завершая магистратурой. Согласно [3] под НИРС подразумевается «...совокупность мероприятий, направленных на освоение студентами в процессе обучения по учебным планам и сверх них методов, приемов и навыков выполнения научно-исследовательских работ, развитие способностей к научному и техническому творчеству, самостоятельности и инициативы».

Студенты включаются в данную работу при условии успешного выполнения учебного плана. Руководитель работы тесно сотрудничает с профилирующими кафедрами и владеет проблемами, решение которых будет интересным как для профилирующих кафедр, так и для освоения студентами некоторых профессиональных задач.

Основные цели НИРС – формирование и развитие творческих способностей студентов; поиск и совершенствование форм привлечения студентов к научной, конструкторской, технологической, творческой и внедренческой деятельности; обеспечение единства учебного, научно-исследовательского, воспитательного процессов для повышения профессионально-технического уровня подготовки специалистов [3].

Традиционными считаются следующие формы НИРС: написание рефератов, научных статей, подготовка студентов к выступлению с докладами, организация участия студентов в предметных международных и всероссийских олимпиадах, выполнение заданий, содержащих элементы научных исследований.

Однако широкое применение цифровых технологий в системе образования и профессиональной подготовке студентов вывело, по существу, НИРС на новые уровни в коммуникациях (позволяют взаимодействовать и решать задачи совместно, виртуально общаться), визуализации (3D-технологии способствуют реальному восприятию объектов материального мира), материализации (3D-принтеры, фрезерные станки обеспечивают выход из плоского мира и учат материализации сложных вещей).

Использование цифровых технологий, безусловно, способствует развитию творческой инициативы у студентов. Выполнение творческих проектов методами цифрового моделирования с последующим получением реального прототипа становится для студентов очень интересным процессом, что способствует их привлечению в различные научные кружки, межкафедральные научные центры.

Одним из примеров может служить творческий проект «Трехмерная сцена учебного полигона «Подстанция 110/10 кВ»» (рис. 1), выполненный командой студентов 1 и 2-го курсов при совместном участии кафедр «Инженерная графика», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электроэнергетические системы и сети».

В рамках реализации этого проекта на первом этапе предполагалось создание цифровых 3D-моделей оборудования подстанции: трансформаторов, металлоконструкций (опор), натяжной арматуры и трехмерной сцены подстанции.

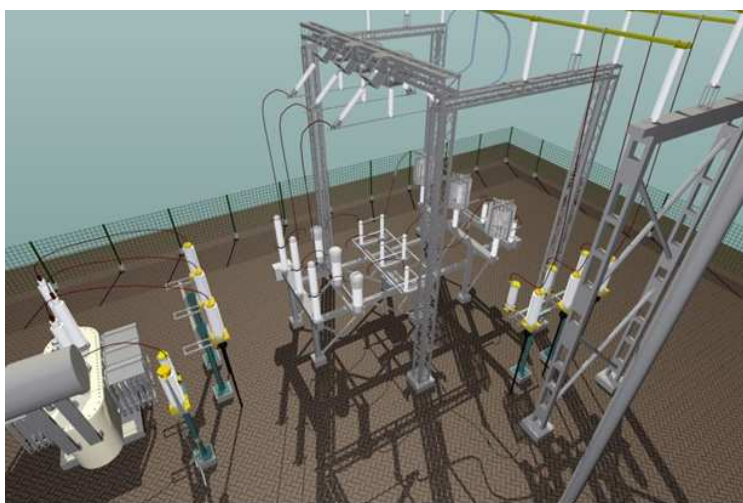


Рис. 1. Трехмерная сцена учебного полигона
«Подстанция 110/10 кВ»

Для создания цифровых моделей оборудования подстанции была использована конструкторская документация, используемая при разработке учебного полигона «Подстанция 110/10 кВ», любезно предоставленная кафедрой «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

Основными результатами являются разработанный аппарат геометрического моделирования и методика построения плоскостных чертежей из 3D-модели применительно к моделированию трансформаторного оборудования.

Проект был выполнен в системе «Компас-3D V15» (разработчик – ЗАО «АСКОН», г. Санкт-Петербург). Система относится к категории CAD/CAM/CAE/PDM-систем среднего класса. Большим плюсом системы является поддержка как отечественных (ЕСКД, СПДС и т.д.), так и международных стандартов (ИСО) при выполнении чертежей и подготовке конструкторской документации.

Система «Компас-3D V15» поддерживает классический процесс трехмерного параметрического проектирования – от идеи к ассоциативной объемной модели, от модели к конструкторской документации.

Использование такого подхода можно рассматривать как один из способов организации творческой деятельности студентов для решения новых для них проектных задач. При этом важно отметить большой интерес студентов, их стремление к самостоятельному поиску конструкторских решений, умение работать в виртуальной команде. Указания преподавателя, скорее, побуждают их к проявлению творческих способностей.

Дальнейшие этапы реализации этого проекта включали 3D-прототипирование оборудования полигона с последующей сборкой в виде макета подстанции, который был представлен в качестве экспозиции (рис. 2) на IV Международном форуме по энергоэффективности и энергосбережению ENES 19 ноября 2015 г. в г. Москве.

Одним из перспективных направлений развития НИРС на основе цифровых технологий является разработка анимационных роликов для проведения виртуальных лекций, лабораторных работ, практических занятий на профилирующих кафедрах.

Для активизации научно-исследовательской работы студентов необходимо увеличение практической значимости студенческих работ, предоставление возможности публикации результатов исследований в научных журналах и сборниках, установление регулярных контактов со студентами и профессорами научных центров и вузов, участие в различного уровня выставках, отбор наиболее способных студентов для научной деятельности.



Рис. 2. Экспозиция КГЭУ учебного полигона
«Подстанция 110/10 кВ»

Для приобретения качеств, востребованных в своей будущей профессиональной деятельности, студент, активно участвующий в НИРС, приобретает опыт работы в команде (в том числе виртуальной), при этом позитивная взаимозависимость создает отношения, в основе которых лежит взаимное стимулирование; способность разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую документацию; использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности, навыки самообразования и др.

Список литературы

1. Современное инженерное образование: серия докл. / А.И. Боровков, С.Ф. Бурдаков, О.И. Клявин, М.П. Мельникова, В.А. Пальмов, Е.Н. Силина. – СПб., 2012. – Вып. 2. – 79 с.
2. Государственный образовательный стандарт третьего поколения подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата)».
3. Тимофеева Е.М., Белик Н.П., Тимофеева А.С. Научно-исследовательская работа студентов технических вузов // *Фундаментальные исследования*. – 2007. – № 12. – С. 462–463.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА БАКАЛАВРОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Л.С. Соколова

Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, Москва

Новые компьютерные технологии моделирования однозначно обозначили отказ от классического чертежа в современном наукоемком производстве. Уход от чертежа снял задачу геометрического обеспечения обратимости изображения. Таким образом, открылась возможность наглядного изучения геометрии для бакалавриата, а для кафедр графических дисциплин – сохранить для себя геометрию как научное направление деятельности. На смену потерявшим актуальность геометрическим дисциплинам, «обслуживавшим» чертеж, предложена «Наглядная инженерная геометрия для бакалавриата». Проект ее программы приведен в данной статье.

Ключевые слова: геометрия, чертеж, электронная модель, многомерное пространство, учебная программа.

GEOMETRIC BACHELORS EDUCATION IN MODERN CONDITIONS

L.S. Sokolova

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

New computer modeling technology has definitely marked a departure from classical drawing modern high-tech production. Care drawing has removed the problem of geometric ensuring turn-on of the image. Thereby, opened to visually examine the geometry for the bachelor and for the departments of graphic disciplines – to retain for themselves the geometry as a scientific activity. The AGR is well outdated geometric disciplines, “obslugiwas-PWM” drawing, proposed a “Visual engineering geometry for bacalov the Secretariat”. The draft programme presented in the article.

Keywords: geometry, drawing, electronic model, a multidimensional space, the curriculum.

Чертеж Монжа, как известно, представляет собой наиболее пространственный вид обратимого изображения. Обратимость изображения стала тем определяющим достоинством классического чертежа (т.е. построения изображения путем вычерчивания на листе бумаги), которое позволило ему обеспечить техническую революцию в мире вплоть до середины XX в. Отвечая на потребности инженерного образования этого времени, кафедры графических дисциплин при обучении студентов в технических вузах ставили перед собой в качестве приоритетной цели научить студентов читать и создавать чертежи.

Вместе с тем сам способ получения изображения путем прямоугольного проецирования на две (или три) взаимно перпендикулярные плоскости проекций сразу же лишил эту геометрическую модель одной из наиболее привлекательных особенностей геометрии, а именно наглядности изображения. Известные трудности, возникавшие на этом пути, особенно при освоении начертательной геометрии как теоретической основы построения чертежа, всегда оставались предметом для пристального внимания и изучения со стороны преподавателей. Для выявления трудностей, возникающих у студентов при изучении начертательной геометрии, использовали различные методы исследования: наблюдение, беседы, анкетирование. Однако среди всех подлежащих выявлению причин никогда не фигурировала потеря наглядности изображения, а для выявления ее влияния на освоение предмета стоит обратиться к результатам исследования физиологов о зрительном восприятии информации о внешнем мире.

Оказалось, что наша зрительная система приспособлена к восприятию объемных предметов реального мира. Ставка на развитие пространственного воображения при изучении проецирования на плоскость лишилась всякой реальности после того, как физиологи установили, что изображение не отображается в мозге как в фотоаппарате, а конструируется мозгом из сенсорных образов зрения по правилам и алгоритмам, приспособленным для восприятия объемных предметов реального мира. Таким образом, объективные трудности при изучении изображений на плоскости возникают именно на уровне зрительного восприятия, а не при обработке изображения мозгом. Когда вместо трехмерного объекта обучающемуся на уровне зрительного восприятия предлагается двухмерное изображение, это приводит к возникновению психологического барьера для восприятия, так как это изображение не подвергается последующей обработке. Преодоление трудности изучения двухмерного геометрического пространства возможно лишь путем запоминания путем монотонного обучения на всем его протяжении, зависящем от степени и интенсивности этого обучения, и быстро утрачивается при его прекращении.

Решить проблему одновременного обеспечения и обратимости, и наглядности изображения удалось с созданием компьютера путем их раздельного представления в одном техническом приборе. При этом обратимость изображения обеспечивается математическими методами, а наглядность – геометрическим моделированием на основе создания 3D электронной модели.

3D электронная модель становится первичным понятием в содержании программ по геометро-графической подготовке студентов в техническом вузе, ибо выводит геометрическое моделирование на качественно новый уровень – уровень трехмерного электронного моделирования. Отказ от чертежа как в его классическом, так и в электронном варианте исполнения из практической деятельности снимает задачу научить студентов составлению и чтению чертежа. Вместе с этим исчезает и задача изучения теоретических основ его составления. Однако, исходя из традиции, кафедры графических дисциплин технических вузов продолжают ставить перед собой именно эту задачу в качестве приоритетной цели.

Современные компьютерные средства обеспечивают высокую наглядность при 3D электронном моделировании объекта за счет создания трехмерных компьютерных моделей, варьирования цветов, динамики и других привлекательных особенностей компьютера. Все это является хорошим стимулом для развития пространственного воображения студентов, ибо наиболее полно отвечает эволюционному развитию человеческого мозга, приспособленного для восприятия трехмерного окружающего мира.

Кафедры графических дисциплин технических вузов в условиях современной реальности оказались перед серьезным вопросом: что предложить современному молодому человеку, уже достаточно свободно владеющему компьютером и готовящему себя к серьезной профессиональной деятельности, на начальном этапе его пути к приобретению необходимых знаний, умений, навыков и опыта владений ими? Новые ФГОС ВПО провозгласили свободу в выборе этих путей.

Нельзя не обратить внимание и на обратную сторону компьютеризации в обучении. Как отмечают преподаватели вузов, повсеместное внедрение и широкое использование компьютерной техники в повседневной жизни породили проблему нежелания учащимися познавать научные основы изучаемой профессии, некоторые теоретические разделы осваиваемого материала и т.п. Интерес к общетеоретическим вопросам всегда отличал русскую научную школу от узкопрагматического образовательного обучения за рубежом. В условиях свободы выбора учебных программ становится актуальным обращение к современным теориям, способным вызвать интерес у молодого поколения.

В математике и научных исследованиях встречаются две тенденции: тенденция к абстракции и тенденция к наглядности, т.е. стремле-

ние «...к живому пониманию объектов, их внутренних отношений» (Д. Гильберт). Среди абстрактных обобщений геометрии наиболее интересно представление о многомерности пространства. Современные взгляды на абстрактный многомерный мир базируются на обобщении законов трехмерного мира и доступны для восприятия наглядным способом изложения с проверкой основных постулатов через частные реализации на компьютерных моделях трехмерного пространства. При этом абстрактно-логические построения геометрии расширяют область геометрических приложений, что нацелено на будущую деятельность молодых инженеров.

Отказ от обеспечения обратимости изображения способами построения чертежа Монжа открывает для кафедр графических дисциплин возможность наглядного изучения геометрии, сохранив тем самым для себя геометрию как научное направления деятельности. При этом используется та важная для учебного процесса особенность геометрии, как возможность ее изучения с наглядной стороны, без введения в рассмотрение деталей абстрактных теорий и выкладок, что позволит быстрее ввести студента в круг изучаемых геометрических идей. Вместе с тем в геометрии всегда сохраняется традиционный интерес к таким разделам, как плоские и пространственные кривые линии, поверхности, позиционные и метрические задачи, входящие в теоретическую подготовку любого инженера машиностроительного профиля.

Наглядный подход к изучению геометрии и современный взгляд на многомерность пространства стали составляющими предлагаемой новой учебной дисциплины для первого уровня подготовки (бакалавры и специалисты) – «Наглядная инженерная геометрия», проект программы которой представлен для обсуждения на данной конференции. Эта программа, по нашему мнению, способна ответить на потребности современной геометро-графической подготовки в части смещения акцентов с графических на геометрические. Она может стать связующим звеном, обеспечивающим непрерывность обучения геометрии от школьной стереометрии через построение сохраняющих высокую наглядность электронных геометрических моделей фигур к конструированию изделий в 3D-пространстве.

Была опробована и подтверждена экспериментально возможность встраивания наглядной геометрии и многомерного пространства в современные учебные программы по геометрической подготовке будущих инженеров [1], подтвердившая, что на этой основе может быть построе-

на новая учебная дисциплина по геометрической подготовке будущих бакалавров.

Укажем на еще одну причину отказа от чертежа в современной практической деятельности. Как отмечают производственники, создание чертежа, даже в электронном исполнении, мало повлияло на качество производимых изделий и в общем цикле изготовления не принесло сколько-нибудь заметного сокращения срока выпуска изделий. Поскольку конструктор и технолог работают в разных САПР, трехмерная конструкторская модель и технологический чертеж присутствуют одновременно в процессе изготовления изделия, что в общем случае разрушающе действует на однозначность соответствия деталей чертежу, из-за чего не могут эффективно использоваться такие современные многокоординатные системы как ЧПУ, КИМ, 3D-сканер.

Трехмерная модель, в отличие от чертежа, однозначно представляет геометрию, так как несет в себе информацию о координатах любой точки на поверхности, а не только для эксклюзивных сечений. Однозначность объемной модели, по сравнению с чертежом, является залогом безошибочного взаимодействия всех участников процесса проектирования и подготовки производства, поэтому идеология систем объемного моделирования базируется на объемной мастер-модели. Отсюда максимальный эффект от геометрического моделирования может быть достигнут при условии, что оно включает в себя не только конструкторское, но и технологическое моделирование, т.е. речь идет об интегрированных CAD/CAM-технологиях. Однако кафедрам инженерной графики, на что справедливо обращает наше внимание А.О. Горнов [2], еще предстоит обозначить свои взгляды на 3D-технологии моделирования, на выработку основ понимания обучаемыми целей анализа и синтеза геометрических моделей. Простое трансформирование возможных современных компьютерных пакетов программ превратит научные кафедры в образовательные центры инновационного обучения.

Подводя итог всему сказанному выше, отметим, что предлагается базовый курс по геометро-графической подготовке бакалавров на кафедрах «Инженерная графика» в высших технических учебных заведениях построить на основе изучения двух дисциплин:

- 1) «Наглядная инженерная геометрия»;
- 2) «Основы 3D-моделирования на базе 3D электронной модели».

Таким образом, если необходимость обеспечения обратимости изображения привела к созданию классического чертежа и появлению науч-

ных кафедр графики с приоритетной целью научить студентов читать и создавать чертеж, то отказ от чертежа из практической деятельности снял задачу геометрического обеспечения обратимости изображения и открыл для кафедр графических дисциплин возможность наглядного изучения геометрии, сохранив, таким образом, для себя геометрию как научное направление деятельности.

В заключение приведем проект программы учебной дисциплины по наглядной инженерной геометрии для бакалавриата.

Наглядная инженерная геометрия для бакалавриата
(проект учебной программы по геометрической подготовке
в высших технических учебных заведениях)

1. Наглядная инженерная геометрия. Предмет, назначение, наглядность. Электронная геометрическая модель. Типы представления формы модели. Модельное пространство. Координатная система и преобразование координат и пространства. Понятие о многомерности пространства.

2. Введение в наглядную многомерную геометрию.

3. Задание линейных форм многомерной геометрии.

3.1. Основные понятия многомерной геометрии: многомерное множество, p -плоскость (p -мерное пространство), вмещающее (содержащее) пространство, размерность пространства пересечения.

3.2. Задание прямых и плоскостей, их взаимное положение: отсутствие общих точек, пересечение, параллельность, перпендикулярность.

3.4. Многогранники в n -мерной геометрии. Наглядно-геометрический подход. Состав и представление геометрического образа в n -мерном пространстве. Правильные многогранники в многомерном пространстве.

3.5. Понятие о развертке и поверхности n -мерного многогранника. Развертывающиеся и неразвертывающиеся поверхности. Пример построения разверток трех- и четырехмерных геометрических образов.

4. Кривые линии и обводы. Плоские и пространственные кривые. Касательные и нормали к кривым. Цилиндрическая винтовая линия. Построение обводов. Построение и редактирование приближенных плоских кривых (аппроксимация и интерполяция).

5. Поверхности. Обзор некоторых видов поверхностей: нелинейчатые, линейчатые, поверхности параллельного переноса, поверхности вращения, винтовые поверхности. Задание и построение в модельном пространстве. Сечение многогранника, цилиндра, сферы, тора плоскостью. Конические сечения.

6. Позиционные задачи. Геометрические способы решения в модельном пространстве.

6.1. Принадлежность элементов пространства n -измерений. подпространствам разных размерностей и пространству пересечения.

6.2. Взаимное положение двух фигур: пересечение прямой с плоскостью, двух плоскостей, прямой с поверхностью, двух поверхностей (частные случаи).

6.3. Касание – частный случай пересечения. Плоскость, касательная к поверхности, и нормаль к ней.

7. Метрические задачи. Геометрические способы решения в модельном пространстве. Определение расстояний между точками, прямыми и поверхностями (плоскостями) и углов, составленных прямыми, плоскостями и поверхностями.

8. 3D-принтер. Практика создания макетов геометрических объектов по их 3D электронным моделям.

Список литературы

1. Соколова Л.С. Многомерное пространство и наглядная геометрия в учебной программе по графической подготовке для бакалавриата // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 40–46.

2. Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А. Базовая геометрографическая подготовка на основе 3D электронных моделей // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 2, № 3. – С. 46–52.

ОБ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЕМЫХ ПО КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Е.А. Солодукhin¹, Д.Е. Тихонов-Бугров²

¹Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург

²Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Рассматривается совокупность знаний, умений и навыков, которые, по мнению авторов, должен приобрести студент в результате обучения на кафедре, преподающей графические дисциплины в вузе, ориентированном на подготовку специалистов ракетно-космической отрасли. Ставится задача по разработке измерительных материалов, дающих информацию о результатах обучения и направлениях корректировки учебного процесса с учетом его проектного характера и направленности на развитие рефлексии.

Ключевые слова: ракетно-космическая техника, технология обучения, конструирование, рефлексия.

ON THE EVALUATION OF THE QUALITY OF GRAPHIC PREPARATION OF STUDENTS ENROLLED IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY AREAS

E.A. Solodukhin¹, D.E. Tikhonov-Bugrov²

¹Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint Petersburg

²Baltic State Technical University "Voenmekh" named after D.F. Ustinov,
Saint Petersburg

Describes the set of knowledge, abilities and skills, which, according to the authors, the student must acquire as a result of training at the department, teaches graphic disciplines in the university-based specialists rocket and space industry. The aim is to develop a measuring materials that provide information about the results of training and adjustment directions of the educational process, given its project nature and focus on the development of reflection.

Keywords: rocket and space technology, technology education, engineering, reflection.

Графическая подготовка в БГТУ «Военмех» ориентирована на специалистов в области проектирования и производства продукции ракетно-космического профиля. Отсюда вытекает перечень знаний, умений и навыков, которые должен приобрести студент на выходе с кафедр-

ры, преподающей графические дисциплины. Поставленными задачами определяется и выбор технологий обучения.

К упомянутым качествам мы относим:

- развитое творческое пространственное представление;
- знание и грамотное применение стандартов, напрямую и косвенно связанных с формированием чертежно-конструкторской документации отрасли;
- владение навыками технического рисования;
- умение формировать изображения изделий специального назначения на ортогональном чертеже и оперировать ими;
- владение навыками работы с графическим пакетом как инструментом;
- умение решать несложные конструкторские задачи соответствующей направленности с изложением результатов в виде моделей и чертежей.

Технологии обучения подбираются таким образом, чтобы сводить к минимуму рутинную работу, и предполагают даже на начальной стадии непременно решение некой проблемы. Сюда входят, например, подбор гаечного ключа, выбор способа стопорения крепежного соединения, выбор параметров резьбы с целью обеспечения заданных характеристик, обеспечение заданной толщины стенки детали, выбор параметров запорной пары пневмогидроарматуры и т.д. Таким образом, проблемное и проектное обучение занимает в учебном процессе главенствующее положение. В этом случае обучаемый студент решает посильную творческую задачу с получением конечного продукта. Тут очень важно создать такую обстановку, чтобы, как выразился отец проектного обучения В. Килпатрик, проект стал от души выполняемым замыслом.

Вернемся к тем качествам, которые мы хотим развить в студенте, и критериям оценки нашей работы. Что касается развития творческого пространственного представления, то главным средством считаем начертательную геометрию.

Причиной является не особая любовь неких ретроградов к данной дисциплине, а понимание того, что качественная геометрическая подготовка и развитое пространственное представление – то, что приобретается как раз в процессе изучения особенностей проекционного моделирования.

Сегодня курс начертательной геометрии необходим не только как подготовка к геометрическому моделированию. Как справедливо отмечается в [1], она становится последним бастионом по борьбе с геомет-

рическим невежеством. Наш многолетний опыт изучения содержания геометрической составляющей ЕГЭ, входное тестирование знаний по элементарной геометрии и уровня развитости пространственного представления говорят о недостаточности уровня базовой подготовки абитуриентов [2]. Все эти проблемы ложатся на кафедры, преподающие графические дисциплины.

В курсе начертательной геометрии для развития рефлексии нами используются прикладные задачи на трассировку кабелей в отсеках летательных аппаратов, оптимальную компоновку оборудования в ограниченных объемах, проектирование литейных форм и т.д. Хорошей базой для развития профессиональных качеств является такая инновационная технология, как использование идей теории решения изобретательских задач Г.С. Альтшуллера для решения задач начертательной геометрии [3, 4].

Школьная подготовка в области элементарной геометрии длительное время сильно страдала по причине фактического отсутствия геометрических заданий в ЕГЭ. В настоящее время геометрические задания составляют довольно значительную, но достаточно узконаправленную часть (фактически не изучаются и не тестируются конические сечения, плоскость, касательная к сфере, векторы в пространстве, преобразования фигур), что, конечно, не обеспечивает необходимой базовой подготовки для обучения в вузе. Это утверждение подкрепляется входным тестированием, которое мы проводим уже более 10 лет. Выступая в Государственной думе 26 декабря 2016 г., министр образования и науки заявил, что с ЕГЭ все нормально и в ближайшие три года изменений вносить не будут (противники ЕГЭ могут успокоиться). Опрос ВЦИОМ (результаты опубликованы 19 декабря 2016 г.) также подтвердил уверенность министра в успешности ЕГЭ, поскольку 80 % учителей 11-х классов подтвердили эффективность единого экзамена. С ними солидарны и выпускники школ, но таковых уже 62 %, и первокурсники с высокими баллами – 60 %, 72 % преподавателей вузов тоже за.

О методике известно немного. Метод исследования – личные формализованные интервью. Тип выборки – целевая. Известно, что было опрошено 2200 человек в 20 субъектах федерации. Из них 600 студентов первого курса, 400 преподавателей, ведущих занятия на младших курсах, 400 учеников, 400 родителей, 400 учителей. Если делить поровну по субъектам, то в Санкт-Петербурге (а может, и во всем Северо-Западном регионе) опросили всего 20 преподавателей. Одних только

государственных вузов в Санкт-Петербурге больше 40. Есть сомнение в репрезентативности такой выборки, в том, что выборочная совокупность в данном случае представляет генеральную. Заметим, что опрос «Левада-центра» в июне 2015 г. показал, что на одного сторонника ЕГЭ приходится пять противников. Из наших бесед с учителями и школьниками мы сделали вывод, что ЕГЭ лишает школьника возможности получить всестороннее образование, свойственное отечественной школе, так как идет «натаскивание» на типовые задания по 3–4 предметам. В результате у тех студентов, которые поступали в вуз по математике и физике, возникают проблемы по химии, информатике, языку.

В работе [5] сделана попытка определить, насколько баллы ЕГЭ определяют уровень развитости рефлексии – основного качества личности, необходимого для успешного обучения в высшей школе. Выводы сделаны на основании изучения входного тестирования и результатов промежуточной аттестации (11–12-я учебная неделя) студентов первого курса БГТУ «Военмех». Наиболее интересным нам показалось исследование на базе учебной дисциплины, по которой не проводятся испытания в школе и вузе, – «Инженерной графике».

Конечно, исключить математику в данном случае не удастся, так как школьная геометрия является составной частью базы для изучения проекционного моделирования. Другой единственной и не очень существенной базой является предмет «Технология», составной частью которого должны стать основы черчения, которые зачастую игнорируются в угоду основам экономики и менеджмента. Таким образом, поле для оценки рефлексии вполне определено.

Входной тест определял уровень остаточных знаний по элементарной геометрии и умение применять их на практике, умение построить проекционную модель по аксонометрии и развитость пространственного представления с помощью классических тестов с проволоочной моделью, сечений многогранников и принадлежности точки поверхности. Промежуточная аттестация оценивалась процентом выполнения учебного графика.

В исследовании приняли участие 532 студента, обучающиеся по техническим специальностям БГТУ «Военмех». Безупречно справились с тестом 12,2 % тестируемых. Причем ЕГЭ у них оказался в интервале 252–149, что не подтверждает соответствующей зависимости. Удовлетворительные результаты показали 23,5 %. Разброс ЕГЭ – 293–127 баллов. Интересно, что разброс ЕГЭ у не справившихся с тестом (таких 16,5 %)

221–124. Вывод: результаты тестирования практически не зависят от баллов ЕГЭ. Анализ успеваемости этих студентов на 11–12-й учебных неделях подтвердил отсутствие корреляции со средним баллом ЕГЭ.

Есть основание сделать вывод о том, что в результате проведенных исследований подтвердилось предположение о том, что ЕГЭ не является средством оценки способности абитуриента к успешному обучению в высшей школе (оценки уровня развитости рефлексии).

Еще одна важная и дискуссионная проблема: нужен ли некий минимум знаний в области технологии, метрологии, материаловедения (которым студент 1–3-го семестра обучения не обладает) при обучении инженерной графике? Существует позиция, заключающаяся в том, что задача кафедры, ответственной за графическую подготовку, – познакомить студента со стандартами ЕСКД, научить навыкам работы с пакетом прикладных программ (лучше несколькими) и соответствующими библиотеками, не вдаваясь в подробности указанных выше сфер. Сторонники такого подхода к обучению утверждают, что некоторые профилирующие кафедры даже приветствуют тот факт, что часы, которые раньше отдавались на изучение начертательной геометрии, теперь используются на изучение графических пакетов.

В «Военмехе» с целью обеспечения качества конструкторского направления подготовки в свое время был изменен преподавательский состав кафедры, преподающей графику. В настоящее время 90 % преподавателей – инженеры-конструкторы и исследователи, за плечами которых находится большой практический опыт в области проектирования ракетно-космической техники, проведения уникальных физических экспериментов. Коэффициент гендерного паритета (отношение количества преподавателей женщин к количеству преподавателей мужчин) составляет 0,09. Таковым было пожелание представителей отраслей промышленности, для которых вуз готовит специалистов. Ученые степени имеют 77 % преподавателей. Они обладают опытом преподавания не только графики, но и специальных дисциплин. К сожалению, в составе кафедры нет профессиональных геометров. Важно, что все преподаватели понимают значение начертательной геометрии в образовании инженера-конструктора. Есть понимание и того обстоятельства, что кафедра без теоретического курса не кафедра, а кандидат на объединение с другими. Известный сюжет, не правда ли? По этой причине у нас нет сомнений в том, что в учебном процессе на кафедре, преподающей графику, обязательно должно быть место основам перечисленных выше дисциплин.

Для того чтобы обеспечить надежную обратную связь, получить объективную информацию об уровне восприятия учебного материала, мы сделали попытку создания оценочных материалов, которые такую информацию позволили бы получить.

Необходимо подчеркнуть, что эти оценочные материалы не являются неким элементом контроля учебы студента. С внедрением ЕГЭ всевозможные тесты заполнили учебный процесс не только школ, но и вузов. Пройти аккредитацию без тестирования остаточных знаний было невозможно. Появилось обоснованное опасение: не «затестироваться» бы! К счастью, данная болезнь пошла на убыль. Наши оценочные материалы – только средство получения информации для внутреннего пользования. И главное, мы намерены узнать, как обстоит дело с пресловутой рефлексией.

Эффективность обучения в высшей школе зависит в первую очередь не от некоего приобретенного массива информации, не от уровня остаточных знаний, а от умения на их базе находить выход в ситуациях разного уровня сложности. Любые проекты, в том числе и учебные, завершаются осмыслением, сравнением, оценкой исходных и конечных состояний. Умение субъекта деятельности эффективно сопоставлять результаты на разных стадиях и анализировать их можно выделить как рефлексивную фазу этой деятельности. Способность к рефлексии при обучении в вузе особенно ярко проявляется в ситуации, когда студент сталкивается с предметами полностью или частично неизвестными по школьной программе.

Нас в большей степени интересует оценка развитости рефлексии на этапах промежуточной и итоговой аттестаций в учебном процессе на младших курсах. В процессе создания оценочных материалов нами заложены следующие принципы: все задания должны иметь жесткие временные рамки; большинство заданий должно носить преобразующий характер; задания должны иметь блочную структуру; важным компонентом должен быть анализ текстовых исходных данных. Предложены три основных блока, которые должны дать информацию о развитости пространственного представления, навыках формирования и чтения чертежа, владении навыками технического рисования, способности решения простых конструкторских задач.

Первый блок содержит задания по проекционному моделированию (построение геометрических образов по определителю, построение симметричных геометрических образов), анализ сечений многогранников,

построение изометрии трехзвенников с взаимно перпендикулярными звеньями по ортогональным проекциям (рис. 1). Как известно, один и тот же геометрический образ может иметь разные определители. По этой причине тестируемому студенту приходится делать выбор по заданным критериям. Задание на сечение требует анализа возможного расположения точки пересечения секущей плоскости с ребрами многогранников. Задача с трехзвенниками отягощается необходимостью дополнительного анализа проекций. Таким образом, выдерживается необходимость преобразовательной деятельности. В настоящее время ведется работа по сбору статистических данных для оценивания результатов. Предполагается введение некоего поправочного коэффициента по времени.

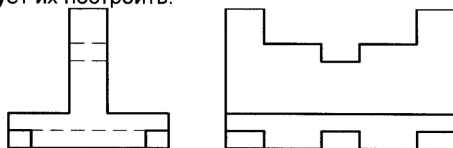
Второй блок (рис. 2) содержит задания на анализ изображений проекций изделия, составление чертежа вала по заданным сечениям с использованием типовых элементов, формирование развертки по аксонометрии. Преобразующая составляющая включает решение таких проблем, как неоднозначность формы некоторых элементов детали, необходимость грамотного использования таких стандартных элементов, как фаска, шпоночный паз, канавка для выхода шлифовального круга, резьбовая канавка, выбор оптимального варианта решения развертки. Предполагается введение поправочного коэффициента по времени.

Третий блок (рис. 3) включает следующие задания: формирование технического рисунка по его словесному описанию, выполнение эскиза детали, отсутствующей в сборочной единице, переконструирование – изменение конструкции детали по заданным граничным условиям. В данном случае характер преобразований определяется проектно-конструкторским уклоном заданий. Анализ предварительных результатов тестирования по третьему блоку позволяет сделать вывод о том, что они дают возможность провести некоторую оценку эффективности проектной направленности учебного процесса. Так же, как и в предыдущих случаях, предполагается использовать поправочный коэффициент по времени.

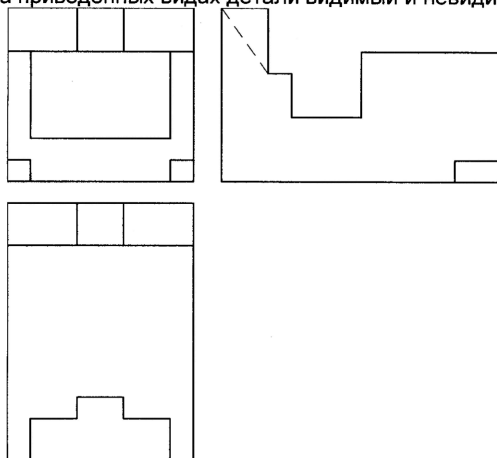
Внедрение данных тестов сопряжено с необходимостью решения ряда непростых задач. На первой стадии очевидна невозможность компьютеризации, если не сводить решение заданий к выбору правильного ответа (что категорически исключено концептуально). Поправочный коэффициент как некая величина, связанная как со временем выполнения задания, так и с количеством правильно решенных проблем, требует статистических наработок. Немаловажная проблема – обеспечение одинаковой сложности по вариантам.

Задание 2. Вариант 3.

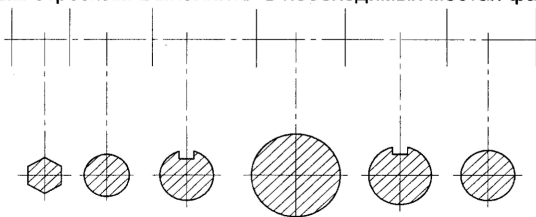
1. По двум заданным видам построить третий вид. Если возможны различные варианты, то следует их построить.



2. Дорисовать недостающие линии (сплошные толстые основные и штриховые), определяющие на приведенных видах детали видимый и невидимый контур.



3. По заданным фигурам сечений шеек вала построить вид спереди этого вала и выполнить необходимые разрезы. Длина каждой шейки вала ограничена вертикальным отрезком. Выполнить в необходимых местах фаски и канавки.



4. Сформировать в виде эскиза развертку полной поверхности детали по ее аксонометрической проекции. Построенная фигура развертки не должна состоять из отдельных, не связанных между собой элементов (при вырезании не должна развалиться на отдельные части).

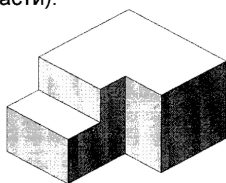
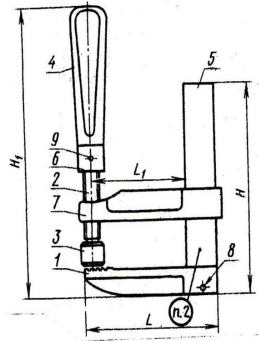


Рис. 1. Вариант задания № 1

Задание 3. Вариант 3.

1. Выполнить технический рисунок детали (по правилам прямоугольной изометрии) по её описанию: на прямоугольный параллелепипед (80x40x20) положена треугольная призма, рёбра которой перпендикулярны основанию (равносторонний треугольник со стороной 30) и имеют длину 80. Оба геометрических образа имеют две общие плоскости симметрии. В детали имеется сквозное отверстие диаметром 10, ось которого перпендикулярна плоскости грани параллелепипеда 80x40 и проходит через точку, лежащую на этой грани, с координатами 40, 20.
2. На конструктивной схеме показана струбцина разметочная. Выполните эскиз пяты, конструктивно обеспечив её свободное вращение на винте.



3. Смеситель для получения парогазовой смеси крепится на двигателе ракеты с помощью кронштейна, приваренного к его корпусу (на чертеже не показан). Выполните эскиз кронштейна.

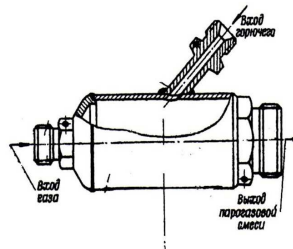
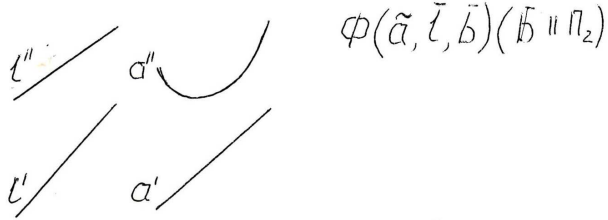


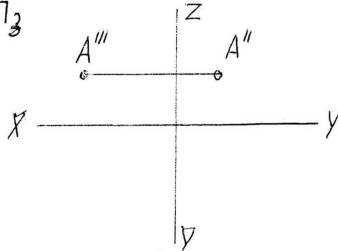
Рис. 2. Вариант задания № 2

Задание 1. Вариант б.

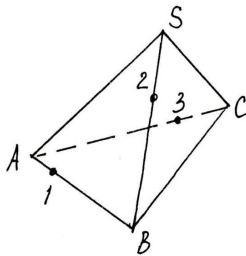
1. Построить каркас поверхности по определителю.



2. Построить чертёж точки, симметричной данной относительно плоскости Π_3



3. Построить сечение пирамиды плоскостью, заданной точками 1;2;3.



4. Построить косоугольную фронтальную диметрическую проекцию проволочного трёхзвенника (звенья параллельны осям координат) по его фронтальной и горизонтальной проекциям.

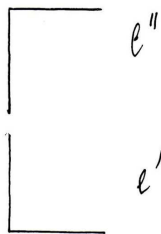


Рис. 3. Вариант задания № 3

Несмотря на наличие отмеченных выше серьезных трудностей, мы убедились в актуальности данной разработки и уже получили первые результаты, помогающие корректировать учебные задания проектного характера. Так, из задания на разработку документации по готовому изделию удалена одна из деталей, которую нужно доконструировать, а в задания на чтение чертежа введены вопросы некой модернизации детали или сборочного узла, т.е. в учебном процессе появились задачи на переконструирование. Причем такие задачи имеют разный уровень сложности в зависимости от семестра обучения и способностей студента. Уже на этой стадии обучения ведется поиск студентов с творческими задатками. Конструктор-творец – это штучная профессия.

Поделимся некоторыми статистическими данными. В БГТУ в анонимном опросе приняли участие студенты второго курса, сдавшие экзамен по начертательной геометрии и зачет по инженерной и компьютерной графике. Было предложено на выбор одно из заданий. Как и ожидалось, расклад получился следующим:

- задание № 1 выбрали 27 %;
- задание № 2 выбрали 66 %;
- задание № 3 выбрали 7 %.

Среднее время на выполнение задания № 1 составило 40 минут, на выполнение задания № 2 – 57 минут, на выполнение задания № 3 – 56 минут. С двумя заданиями и более по № 1 справились 75 % участников. С двумя заданиями и более по № 2 справились 50 % участников. С двумя заданиями и более по № 3 справились 67 % участников.

В СПбГАСУ был проведен опрос по одному из заданий второй группы – построение третьей проекции детали. С заданием успешно справились 42 % участников. Учет статистических данных продолжается.

Проводимые исследования, направленные на развитие ситуативной рефлексии, выступающей в виде мотивировок и самооценок, обеспечивающих непосредственную включенность субъекта в ситуацию, осмысление ее элементов, анализ происходящего, способности субъекта соотносить с предметной ситуацией собственные действия, а также координировать и контролировать элементы деятельности в соответствии с меняющимися условиями, убеждают в необходимости развития и совершенствования описываемых тестов, которые со временем могут стать качественными контрольно-измерительными материалами.

Список литературы

1. Сальков Н.А. Об американизации российского образования // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015.
2. Дюмин В.А., Тихонов-Бугров Д.Е. Хорошо не забытое старое, или проектно-конструкторское обучение инженерной графике // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Междунар. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015.
3. Тихонов-Бугров Д.Е., Ракитская М.В. Конструктивные задачи в проекционном моделировании. – СПб.: Изд-во БГТУ, 2001.
4. Гирш А.Г. Как решить задачу. – Омск: Изд-во СибАДИ, 1986.
5. Лызлов А.Н., Тихонов-Бугров Д.Е. К проблеме отбора в высшие учебные заведения // Достижения и проблемы современной науки. – Уфа, 2015.

РОЛЬ МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИЙ В ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

М.Г. Тен

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
Новосибирск

Описана проблема развития профессиональных компетенций студентов заочной формы обучения технических вузов. Представлен выявленный путь решения педагогической проблемы в условиях интенсификации учебного процесса на кафедре начертательной геометрии. Решение опирается на применение интерактивного учебного контента преподавателя начертательной геометрии, являющегося практическим воплощением современных разработок педагогики в области развития квалификационных навыков и творческих способностей обучающихся. В интерактивный учебный контент входят способы воздействия на студентов, позволяющие активизировать восприятие учебной информации при индивидуализации образовательной траектории: канал на YouTube, сайты преподавателя, электронные учебные пособия, выполненные в формате видео.

Ключевые слова: пространственное воображение, профессиональные компетенции, студенты технического вуза, восприятие, интерактивный учебный контент, графическая деятельность.

THE ROLE OF MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN THE GRAPHIC PREPARATION OF STUDENTS OF CORRESPONDENCE COURSES

M.G. Ten

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering,
Novosibirsk

This article reveals the essence of the problems of development of professional competence of students of the correspondence form of a technical college education. Presented identified way to solve educational problems in the conditions of an intensification of educational process at the department of descriptive geometry. The solution is based on the use of interactive learning content descriptive geometry teacher, it is a practical embodiment of the modern development of pedagogy in the development of skills and creative abilities of students. The interactive learning content includes methods of influence on students, allow to strengthen the perception of the educational information at the individualization of educational trajectory: a YouTube channel, teacher websites, electronic aids scientists made in the format of video lectures.

Keywords: spatial imagination, professional competence, technical college students, perception, teacher modeling, interactive learning content, graphic activity.

Переход на новые образовательные стандарты изменяет подход к развитию профессиональных компетенций инженеров. Это выдвигает на первый план такую составляющую квалификационных характери-

стик, как творческие качества, когда студенты становятся способными генерировать и воплощать новые оригинальные идеи, решать нестандартные задачи. В связи с этим одним из важнейших требований при обучении студентов в высших технических учебных заведениях должно стать развитие важного компонента творческой деятельности – пространственного воображения.

Особенно остро данная проблема стоит на первом курсе при преподавании начертательной геометрии у студентов заочной формы обучения, что связано с особенностями учебных программ, а также спецификой набора на эти формы обучения.

Студенты-заочники закончили предыдущие ступени образования, как правило, несколько лет назад, потому нуждаются в особом дидактическом материале, позволяющем в сжатые сроки осмыслить теорию курса и с помощью выполнения учебных заданий сдать экзамен. Вместе с тем количество лекций (в часах) сократилось у студентов направления «Строительство», согласно новым стандартам, до 6, а практических занятий – до 20. Таким образом, общее число аудиторных занятий – 26 часов, что недостаточно для эффективного освоения курса. Несмотря на то что итоговых часов по дисциплине 108, многие студенты недопонимают дидактический материал при самостоятельном освоении. Лекции, проводимые в период сессии, не могут обеспечить достаточный уровень усвоения, так как проводятся одномоментно, не давая возможности осмыслить преподносимый материал. Это подтверждают результаты исследований (рис. 1).



Рис. 1. Восприятие начертательной геометрии в зависимости от типа обучения

Эксперимент по выявлению характера трудностей у студентов-заочников при освоении курса и поиску путей решения возникающих проблем

проводился на базе кафедры начертательной геометрии архитектурно-строительного факультета Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (НГАСУ) в 2015–2016 учебном году.

В эксперименте участвовали 50 человек – студенты первого курса заочной формы обучения направления подготовки «Строительство». Проводилось экспериментальное исследование в следующих направлениях: опросы, беседы, анкетирования.

Можно выделить две категории трудностей, дающих ключ к пониманию затруднений студентов по освоению начертательной геометрии. Первая – незрелость пространственного воображения, вторая – непонимание студентами дидактического материала.

Анкетирования и опросы студентов также показали, что часть студентов считает, что необходимо увеличить количество учебных часов, но большинство нуждается в большей наглядности в процессе обучения (рис. 2, 3).



Рис. 2. Условия, способствующие лучшему освоению курса начертательной геометрии (по мнению студентов)

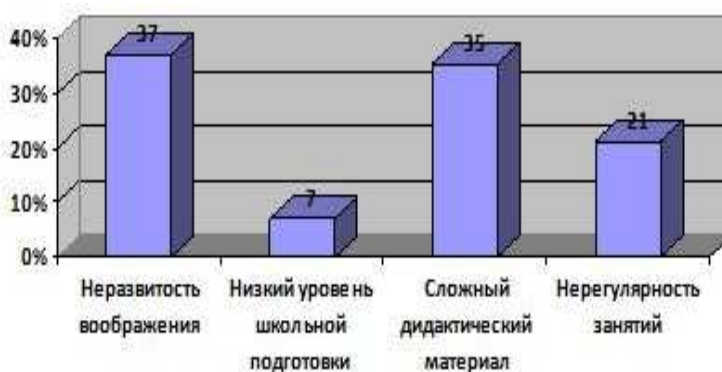


Рис. 3. Характер трудностей при обучении в техническом вузе (по мнению студентов)

Образовательные тенденции, связанные с реформированием системы образования в России таковы, что в программах происходит сокращение аудиторных часов при увеличении самостоятельной работы. Например, в 2015–2016 учебном году у заочников количество лекций сократилось на 2 часа по сравнению с 2014–2015 учебным годом.

Эти проблемы выделяет в своих исследованиях Д.Е. Тихонов-Бугров. Он пишет, что «отмечены трудности сохранения и развития проектно-конструкторского подхода к обучению в связи с переходом на заграничную двухуровневую подготовку и резкое сокращение аудиторных часов» [4, с. 47].

Мы пришли к выводу, что индивидуализировать образовательную траекторию студентов заочной формы обучения можно в результате дополнения существующего дидактического материала новыми разработками, отражающими системное видение проблемы. Необходимо расширить возможности современных технологий и коммуникаций в процессе преподавания.

Разработанный интерактивный контент включает в себя учебный комплекс: учебные курсы в системе Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), канал на YouTube, сайты преподавателя, электронные учебные пособия.

При разработке контента использовался комплексный подход, интегрирующий в себе различные средства взаимодействия со студентами с применением новых методик в процессе обучения.

Хочется особо остановиться на системе Moodle, которое обеспечивает дистанционное взаимодействие, актуальное для обучающихся заочной формы. А.А. Темербекова полагает, что эта система «дает для преподавателя обширный инструментарий для предоставления учебно-методических материалов курса, проведения теоретических и практических занятий, организации учебной деятельности студентов как индивидуальной, так и групповой» [1, с. 146]. Автор подчеркивает возможность бесплатного использования системы, а также ее корректировки и изменения. Студенты могут присылать учебные задания для проверки, пройти тесты для выявления уровня усвоения учебного материала, задавать вопросы. Конечно, такая форма взаимодействия требует от преподавателя дополнительных временных затрат, но имеет много положительных значений: обеспечивает комфортную среду для студентов, индивидуализирует обучение, снижает психологическую нагрузку на студентов и преподавателей.

Для студентов заочной формы обучения в системе созданы два учебных курса: «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Основы автоматизированного проектирования объектов». В курсы помещена разнообразная информация: пособия, лекции, шаблоны для выполнения заданий, полезные ссылки, видеоуроки.

Особо хочется выделить видеоуроки как перспективный элемент современных технологий. Видеоурок позволяет изменить классическую форму преподавания на дистанционную, но главным его преимуществом как формы обучения является синтез видео-, аудио- и текстовой информации. Этот способ подачи информации позволяет пошагово излагать учебные действия при обеспечении максимальной наглядности и доступности обучающего материала. Студент имеет возможность просматривать урок в любое удобное время и, что важно, на различных устройствах. Возможно, например, при поездке на работу или учебу открыть гаджет и просмотреть урок, выбрав нужный фрагмент. Единственный недостаток – отсутствие живого общения с преподавателем, но можно комментировать видео, задавать вопросы в любое удобное время.

Значительный интерес вызывают видеоуроки по выполнению заданий начертательной геометрии средствами AutoCAD. Примечательно, что мы используем графический редактор не как электронный кульман, а в качестве средства, формирующего способность к анализу и синтезу пространственных форм и отношений, особое внимание уделяя компьютерному моделированию при выполнении обязательных учебных заданий. Полагаем, что видеоуроки по приемам «плоского» вычерчивания в программе также мотивируют к обучению, так как студенты избегают рутинных операций, которые характерны для работы в карандаше.

Средняя продолжительность видеоурока – 10–12 минут, что позволяет быстро находить нужную информацию. Незначительная продолжительность урока и облегченный формат удобны для скачивания файла, что немаловажно для заочников, проживающих в отдаленных районах с медленной скоростью Интернета.

Канал на YouTube, веб-сайт, видеолекции, курсы в модульной системе университета являются дополнением к традиционным способам обучения, их логическим продолжением. Интерактивный учебный контент позволяет усваивать учебную информацию в соответствии с законами рационального восприятия, развивая профессиональные компетенции студентов-заочников технического вуза.

Кроме положительного влияния на процесс усвоения учебной информации студентами, мы можем выделить еще одно немаловажное свойство интерактивного учебного контента: он существенно облегчает работу преподавателя, позволяет ему сосредоточиться на решении творческих задач и научной деятельности.

Проведенное исследование не является исчерпывающим и его необходимо продолжать, дополняя существующие разработки по мере изменения учебных программ и совершенствования средств мультимедиа. Возможно дальнейшее углубление исследований путем выявления психологических характеристик, оказывающих влияние на развитие пространственного воображения.

Список литературы

1. Темербекова А.А., Гальцова Н.П. Интерактивное обучение: опыт и перспективы // Информация и образование: границы коммуникации INFO – 2015: сб. науч. тр. / Горно-Алт. гос. ун-т. – Горно-Алтайск, 2015. – С. 146.

2. Тен М.Г. Компьютерная графика при выполнении заданий по начертательной геометрии и инженерной графике. Видеоуроки: AutoCAD для заочников [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

3. Тен М.Г. Формирование профессиональных компетенций студентов технических специальностей в процессе графической подготовки // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 59–63. DOI: 10.12737/10459

4. Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е. Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 47–57. DOI: 10.12737/14419

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ НА БАЗЕ ОБЛАЧНЫХ УСЛУГ СЕРВИСА AUTODESK A360

О.В. Томилова

Санкт-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров, Санкт-Петербург

Рассмотрены возможности облачных услуг сервиса Autodesk A360. Представлена общая концепция организации обучения студентов. Выделены преимущества, которые получают преподаватели и студенты при работе с облачными услугами Autodesk.

Ключевые слова: организация учебной деятельности, облачные сервисы A360, облачные сервисы Autodesk, преимущества A360, схема обучения в облаке.

ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITY OF STUDENTS WHILE TEACHING TECHNICAL SUBJECTS CLOUD-BASED AUTODESK A360 SERVICES

O.V. Tomilova

Saint Petersburg State Technological University of Plant Polymers,
Saint Petersburg

This article describes the possibilities of cloud services A service 360; based on the author's experience shows the general concept of the organization of student learning; highlighted the benefits that get teachers and students when working with Autodesk Cloud services.

Keywords: organization of training activities, A360 cloud services, cloud services Autodesk, benefits A360, training scheme in the cloud.

Каждый преподаватель стремится упорядочить работу студентов, организовав учебный процесс таким образом, чтобы студенты работали в течении семестра, а не выполняли всю работу в последние дни. При проведении практических занятий по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» в компьютерных классах важно сосредоточить внимание студентов на выполнении заданий и сохранить технику в рабочем состоянии. Систематический контроль этапов выполнения заданий позволяет мотивировать студентов на более качественное и своевременное предоставление преподавателю выполненных работ. Необходимо также исключить копирование студентом чужих работ.

Поставленные выше задачи решаются с помощью облачных услуг сервиса Autodesk A360. Высокое качество и бесплатный доступ к программному обеспечению компании Autodesk при условии его использования в учебных и научных целях позволяют студентам осваивать новые современные технологии и выполнять учебные проекты, работая с полнофункциональными пакетами программ автоматизированного проектирования.

Облачные услуги сервиса A360, разработанные компанией Autodesk, созданы для централизованного управления совместной работой инженеров и дизайнеров, поэтому успешно могут применяться и в образовательном процессе. С подробным описанием сервиса можно ознакомиться на официальной странице сайта.

При работе с сервисом A360 преподаватель может удаленно организовывать, контролировать и управлять учебной деятельностью студентов, руководить творческими и научными проектами. Организованная с помощью облачных услуг сервиса учебная работа позволит более эффективно и рационально использовать время, отведенное на обучение и консультации студентов.

Сервис Autodesk 360 обладает следующими возможностями:

- непосредственно на сервере просматривать и редактировать загруженные файлы;
- визуализировать проекты в облаке;
- организовать доступ к файлам из любого места;
- обеспечивать контролируемый (управляемый) доступ к папкам и файлам;
- архивировать и хранить файлы объемом до 5 ГБ при бесплатной подписке (до 25 ГБ для студентов и преподавателей).

Для доступа к сервису A360 используется учетная запись образовательного сообщества Autodesk. Пройти регистрацию можно на странице, предоставляющей информацию о программном обеспечении для студентов, преподавателей и учебных заведений (ссылка на ресурс: <http://www.autodesk.com/education/free-software>). Вход в облако осуществляется по ссылке: <https://360.autodesk.com>.

В качестве администратора преподаватель создает папки для работы студентов, первоначально можно присвоить им числовые названия 1, 2, 3, ..., n (в дальнейшем студент или преподаватель может переименовать папку), папку с шаблонами чертежей или с файлами заданий и папку с примерами выполненных чертежей. Для удобства работы соз-

данные папки можно распределить по категориям: году обучения, специальностям, группам и т.п. Схема организации учебной деятельности с помощью облачных услуг сервиса A360 представлена на рис. 1.

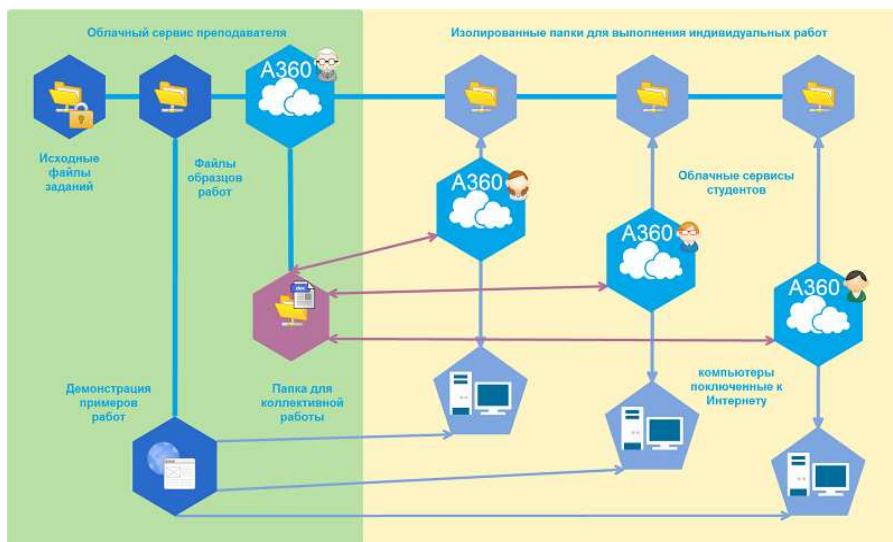


Рис. 1. Схема организации учебной деятельности с помощью облачных услуг сервиса Autodesk A360

К папке верхнего уровня можно предоставить одно из перечисленных прав доступа:

- просмотр документов;
- только загрузка;
- загрузка и обновление;
- полный доступ.

При полном доступе к папке пользователь может использовать документы совместно с другими пользователями, удалять или перемещать файлы в папке, добавлять либо редактировать файлы, просматривать все содержимое папки, загружать к себе на компьютер документы и просматривать действия с документами в папке.

При выполнении индивидуальных учебных работ преподаватель ограничивает право использовать документ совместно с другими, выбрав из перечисленных прав доступа загрузку и обновление. Таким образом, студент сможет обновлять файлы по мере выполнения заданий. При случайном удалении шаблона с заданием, утраченные файлы можно восстановить. Преподаватель исполняет роль администратора, по-

этому на любом этапе выполнения проекта может изменить права доступа. Например, в день предоставления отчетности закрыть работу над проектами, оставив право только на просмотр.

В Autodesk A360 можно загружать и просматривать в облаке более 50 форматов файлов чертежей, деталей и сборок, выполненных с помощью программного обеспечения Autodesk, Solidworks, CATIA, Pro-E, Rhino, NX, а также загружать и просматривать файлы рисунков, документы офисных приложений компании Microsoft и презентации в формате *.pdf.

Для создания доступа к папкам студенту необходимо предоставить преподавателю адрес электронной почты, на которую придет приглашение с указанием ссылки на папку, созданную с целью совместной работы с преподавателем. Другим вариантом предоставления доступа является вариант, когда студент самостоятельно создает папку и отправляет приглашение преподавателю, но в этом случае администратором папки является студент.

Перейдя по указанной в письме ссылке, пользователь попадает на страницу входа в облачный сервис, вводит данные полученные при регистрации в образовательном сообществе, и попадает в свое облачное хранилище, где помимо демонстрационных файлов находится папка, предоставленная преподавателем.

Используя программное обеспечение компании Autodesk, студенты при выполнении работы открывают облачные файлы непосредственно в программах и по окончании работы сохраняют их в облачном хранилище. Autodesk 360 обеспечивает доступ к интернет-службам, интегрированным с программами на компьютере. Для обеспечения взаимосвязи на компьютере пользователя должна быть установлена программа A360 Desktop. По окончании работы студент сохраняет свои файлы в облаке и выполняет выход из служб. Обратим внимание: если в настройках облака включено автоматическое сохранение файлов, а студент по окончании занятия забыл выйти из службы A360, то последующие работы, выполняемые на компьютере пользователя, будут резервироваться и сохраняться в специальной папке на облачном сервисе Automatic Copy.

Программа A360 Desktop позволяет работать в офлайн-режиме, при условии что рабочие файлы прежде загрузились и обновись из облака. Чтобы удостовериться в актуальности файлов, нужно открыть временное хранилище A360 Desktop и обратить внимание на даты создания и значки папок, в которых хранятся файлы:

- зеленый значок означает, что файлы, находящиеся в папке, загружены и обновлены;
- синий значок указывает на текущее обновление;
- красный треугольник с восклицательным знаком демонстрирует, что полного процесса загрузки или обновления файлов не произошло.

Используя для работы сервис Autodesk A360, пользователь обеспечивает надежность хранения своих файлов. Он меньше рискует потерять информацию, чем тот, кто резервирует информацию на компьютере или внешнем носителе.

В компьютерных классах на каждый компьютер приходится в среднем 20–25 пользователей (пять пар при полной загруженности класса в течении пяти дней). Нередко файлы теряются при поломке компьютера или в результате действий нерадивых студентов. Сохранение файлов в локальной сети позволяет избежать части проблем, но при этом теряется гибкость работы над проектом и скапливается большое количество версий файлов, которые превращаются в мусор. Начав работу над заданием в аудитории, студент благодаря облачному сервису без дополнительных хлопот может продолжить работу за своим домашним компьютером.

Это не единственное преимущество работы в облаке. После создания папки для совместного пользования преподаватель может проверять чертежи, пометать в них необходимые места и комментировать работы студентов из любой точки мира, воспользовавшись любым мобильным устройством, подключенным к Интернету. Работы всех студентов собраны в одном месте и находятся всегда в актуальном доступе.

Все действия с файлами отображаются на главной странице A360 DRIVE. Здесь можно не только просмотреть последние действия, но и воспользоваться фильтрами: оценить деятельность конкретного студента, просмотреть удаленные элементы (при необходимости их восстановить), просмотреть выполненные или выполняемые работы (новые версии), посмотреть задания с комментариями и пометками, если выполнялась визуализация, можно просмотреть все результаты работы.

В разделе «Документы» можно просмотреть подробную историю действий с файлами по каждой папке. Если перейти к обновленному сервису <https://myhub.autodesk360>, преподаватели и студенты получают инструмент для организации совместной работы над проектом. Полученные результаты можно демонстрировать с помощью ссылки в письме или разместить для интерактивного просмотра на странице сайта.

Таким образом, в результате организации работы с помощью облачного сервиса A360 DRIVE студент получает следующие преимущества:

- мобильность (доступ из любого места и с любого компьютера, подключенного к Интернету);

- сохранность и конфиденциальность своей работы; файлы в облаке хранятся в зашифрованном виде и при выходе из службы A360 удаляются с жесткого диска рабочего компьютера;

- эффективная обратная связь с преподавателем: преподаватель (куратора проекта), войдя в свой сервис A360, видит все обновленные версии файлов студентов, поэтому сразу может внести замечания, создать пометки и комментарии; информация после внесения ее преподавателем сразу доступна студенту;

- экономия времени и гибкость процесса работы с программами: после входа в службу A360 DRIVE студент без лишних затрат времени может приступить к выполнению заданий, не затрачивая времени на поиск, настройки, копирование, сохранение и другие операции;

- демонстрировать свои работы в глобальной сети (если данное право не ограничено администратором);

- разместить ссылку на свою работу в портфолио или в резюме.

Преимущества, которые получает преподаватель:

- работы студентов доступны в любом месте на любом мобильном устройстве;

- в папках с заданиями можно размещать инструкции по выполнению заданий, расчетные данные, шаблоны и методические пособия и настраивать разные права доступа к ним (например, пособие можно ограничить только правом на просмотр, при этом студенты не смогут его скачать или предоставить доступ стороннему лицу);

- можно разместить примеры выполненных работ, доступные только для просмотра;

- удобство работы с файлами студентов: работы студентов собраны в одном месте, все действия с файлами записываются и их можно просмотреть и отфильтровать по датам, пользователям, типам файлов, обновлениям, наличию комментариев и пометок, загрузкам и просмотрам;

- подписка на обновление файлов, комментарии пользователей: в том случае, если преподаватель желает уделить внимание отдельным студентам, он может оформить подписку, и вся информация об их работе будет приходить на электронную почту или таким же образом можно отслеживать комментарии по заданиям;

– возможность осуществлять обратную связь со студентами, оставлять замечания, пометки, комментарии;

– не нужно затрачивать время на резервирование работ, выполненных студентами;

– удобство при работе в компьютерном классе (снижение нагрузки на глаза): преподавателю не нужно подходить к каждому студенту, чтобы проверить работу за его рабочим компьютером во время практических занятий, достаточно пригласить студента к своему монитору, предварительно открыв его работу в облаке или в редакторе на рабочем месте преподавателя; для пояснений и анализа общих ошибок студентов на экране с помощью проектора у преподавателя под рукой всегда есть актуальные для работы файлы текущей группы (студенты, как правило, позитивно относятся к анализу их работ в присутствии одногруппников и всегда находятся желающие предоставить свою работу для рассмотрения); студенты сосредоточены на выполнении заданий, а не находятся в процессе поиска файлов, заданий, флешки и т.п.;

– нет необходимости чистить компьютер от избыточных версий файлов: после выхода студента из службы А360 файлы автоматически удаляются;

– можно демонстрировать успешные работы другим пользователям и создавать галереи работ студентов на сайте вуза.

Таким образом, использование облачных технологий при обучении студентов инженерно-техническим дисциплинам позволяет гибко и эффективно организовывать индивидуальную и коллективную работу студентов в аудитории и дома, сохраняя при этом функции контроля со стороны преподавателя. Преимущества, получаемые студентом при использовании сервиса А360 в учебной деятельности, мотивируют его на качественное и своевременное выполнение заданий.

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В E-LEARNING

Е.В. Усанова

Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева, Казань

Показана возможность эффективного формирования базового уровня геометро-графической компетентности в формате смешанного обучения.

Ключевые слова: смешанное обучение, геометро-графическая компетентность, базовый уровень.

THE FORMATION OF THE GEOMETRIC-GRAPHIC COMPETENCE IN E-LEARNING

E.V. Usanova

Kazan National Research Technological University, Kazan

The possibility of effective formation of the basic level geometry and graphic competence in the format of blended learning (blended learning).

Keywords: blended learning, geometric-graphic competence, basic level.

В процессе «догоняющей модернизации» современного периода «продвижения к постиндустриальной перспективе» резко возрастает потребность общества в профессионально-мобильных выпускниках технических вузов. При этом «миссия высшей школы должна быть опережающей по отношению к обществу, а не просто соответствовать его текущим нуждам и запросам» [1]. Перед техническими вузами России стоит задача пройти «точку бифуркации» [1] и перейти к формированию профессиональной компетентности выпускников, адекватной новым вызовам экономики инноваций, в области геометро-графической подготовки – в соответствии с условиями ключевой в ЖЦИ проектно-конструкторской стадии.

Действующая в российской высшей технической школе дискретно-дисциплинарная модель образовательного процесса, не создающая целостной структуры ЗУВ, начинает тормозить [2, с. 75] профессиональное становление выпускников. Прежние педагогические стереотипы в плане формирования профессиональной компетентности выпускников вузов в сфере техники и технологий уже не соответствуют профессиональной деятельности в условиях информатизации предприятий

наукоемких отраслей промышленности на базе параллельного инжиниринга (CE/PLM) [1, 3].

Сформировавшееся «цифровое поколение» обучающихся и новые информационно-коммуникационные технологии определяют изменение характера учебно-информационного взаимодействия в ГПП, вызывают необходимость переосмысления традиционных подходов к преподаванию и обучению и созданию обучающей среды в различных образовательных форматах: индивидуальном, смешанном и дистанционном. Основные организационно-педагогические условия, позволяющие эффективно формировать в таких форматах геометрографическую компетентность, адекватную профессиональной деятельности в CE/PLM, – это:

- учет специфики графических дисциплин в структуре и содержании учебного материала;

- применение активных форм обучения (проектные методы, коллективные творческие задания) с учетом индивидуальных особенностей студента в ГПП при использовании графических средств обучающей информации (ГСПИ), автоматизации тестирования и САД-систем;

- современное материально-техническое обеспечение учебного процесса;

- организация научно-исследовательской работы студентов;

- обеспечение повышения квалификации преподавательских кадров.

Схожесть позиций в отношении необходимости учить будущих инженеров на реальных проектах, важности формирования системного мышления у студентов, влияния форм и методов обучения на то, какой специалист получится на выходе, подтвердили и страны-участницы Московского международного салона образования ММСО – 2015 [4].

В педагогической науке и практике отечественной высшей технической школы за непрерывными изменениями содержания образования, нарастающими объемами новой обучающей информации (как предметной, так и общеинтеллектуальной) порой не успевают ни научно-методическое обеспечение, ни технологии обучения. По мере информатизации ГПП они непрерывно модернизируются и обновляются. Но эффективные решения в части технологий обучения в геометро-графической подготовке уже внедряются преподавателями отечественных вузов [5–7 и др.].

По данным отчета Ассоциации европейских университетов (EUA) за 2013 г. [8] и доклада группы по модернизации высшего образования ЕС «Новые подходы к обучению и преподаванию в университетах»

(New modes of learning and teaching in higher education) [9] за 2014 г., только 49–51 % вузов главным направлением развития считают *e-learning*. Наиболее предпочтительным форматом в нем (91 %) считается смешанное обучение (*blended learning*) [8, с. 26] как надежная альтернатива традиционному обучению при условии согласованного кредитного оценивания ЗУВ между университетами. Геометро-графическая подготовка при этом в соответствии с потребностями и перспективами развития общества и техносферы должна осуществляться в сотрудничестве с промышленностью и бизнесом, с опорой на традиции отечественной инженерной школы и с привлечением международного опыта, о чем говорится в работах [3, 10 и др.]. В связи с этим переход к двухступенчатой модели высшего инженерного образования следует рассматривать в контексте объективных требований ее эволюции, обусловленной трансформацией экономик мирового сообщества.

В CE/PLM геометро-графическая компетентность предполагает готовность применения знаний, умений и опыта владения ими с использованием графических информационных технологий и систем. Учеными, представителями образовательного сообщества [11–13 и др.] она рассматривается как степень овладения графической частью компетенций проектно-конструкторской деятельности в интегрированной среде CAD/CAE/CAM/ERP/PDM-систем. В техническом вузе она формируется поэтапно в сквозном процессе геометро-графической подготовки: базовой геометро-графической и профильной проектно-конструкторской.

Сначала в процессе базовой общепрофессиональной геометро-графической подготовки происходит формирование инвариантного к направлениям подготовки базового уровня геометро-графической компетентности. Он создает информационно-графическую основу для освоения понятий большинства технических дисциплин и является методологической и инструментальной пропедевтикой [14, с. 33] формирования проектно-конструкторской компетентности. Проектно-конструкторский уровень геометро-графической компетентности формируется в процессе проектно-конструкторской и специальной подготовки при освоении профильных дисциплин, практик, в научно-исследовательской работе в соответствии с направлениями подготовки и с применением проблемно-ориентированного инструментария их областей и видов деятельности (рис. 1). А эффективная модернизация базовой проектно-конструкторской и специальной геометро-графической подготовки выпускников по такой модели станет возможной при условии,

если она будет разрабатываться на основе системного подхода и оперативно пересматриваться в зависимости от соцзаказа, формируемого с учетом перспектив индустриального развития.



Рис. 1. Уровни геометро-графической компетентности и требования к ним

Стратегическим направлением ее модернизации является оптимизация управления учебной деятельностью студентов, развития системного инженерного мышления и творческих способностей будущих инженеров на базе системной интеграции ее образовательных структур. В этом направлении уже осуществляется интеграция деятельности смежных кафедр, примеры которой для разных сфер технической деятельности приводятся в работах [15–18], или их объединение, о прогнозируемой возможности которого на базе интеграции образовательных задач мы писали еще в 2012 г. [19]. Это уже общемировая практика, просто в России и еще в ряде стран, где информатизация технической

деятельности предприятий началась с некоторым отставанием, старт этому процессу дан позднее.

В соответствии с общими тенденциями развития двухступенчатой образовательной модели в сторону усиления самостоятельной учебной деятельности как в отечественных вузах, так и за рубежом существенно сокращен объем лекционной нагрузки. Необходимость самостоятельной работы как стимула развития мышления и профессиональной интуиции не вызывает сомнений, однако должны быть созданы условия, обеспечивающие ее эффективность. Комплексное применение в базовой ГПП форм активизации познавательной деятельности, таких как графические средства представления обучающей информации (различных форм ее сжатия) на базе структурно-логических схем с фреймами и САД-систем позволяет сместить акцент в сторону самостоятельности в учебной деятельности. В соответствии с доминирующим типом восприятия информации отдельным студентом или сходными по типу восприятия группами студентов преподавателям предоставляется возможность продуктивно общаться со студентами в формате смешанного обучения в процессе геометро-графической подготовки как персонально, так и при организации командной работы.

В 2014/2015 учебном году автором в формате смешанного обучения (*blended learning*) было проведено исследование эффективности формирования базового уровня геометро-графической компетентности с применением разработанной содержательно-процессуальной модели, содержащей мотивационно-целевой, содержательно-процессуальный и диагностический блоки. Ключевые характеристики модели:

– *дидактическая функция* – формирование базового уровня геометро-графической компетентности;

– *форма организации учебной деятельности* – преимущественно смешанное обучение; в зависимости от формы занятий (аудиторной или дистанционной) – фронтальная, направленно-дифференцированная и индивидуальная в формате онлайн-консультаций, веб-чатов, вебинаров;

– *представление учебного материала* – активные техники графических средств представления информации на базе мультимедиа, комплексы заданий и упражнений для обучения и самостоятельного тренинга, ранжированные по уровням сложности в соответствии с таксономией уровней усвоения;

– наличие *обратной связи* в виде отчетов в *Black board*, позволяющих формировать пакет корректирующих мероприятий.

Отбор содержания базовых общепрофессиональных учебных модулей в содержательно-процессуальном блоке (рис. 2) осуществляется на основе интеграции с использованием принципа квалиметрической обоснованности на базе общности объекта, предмета, целей.

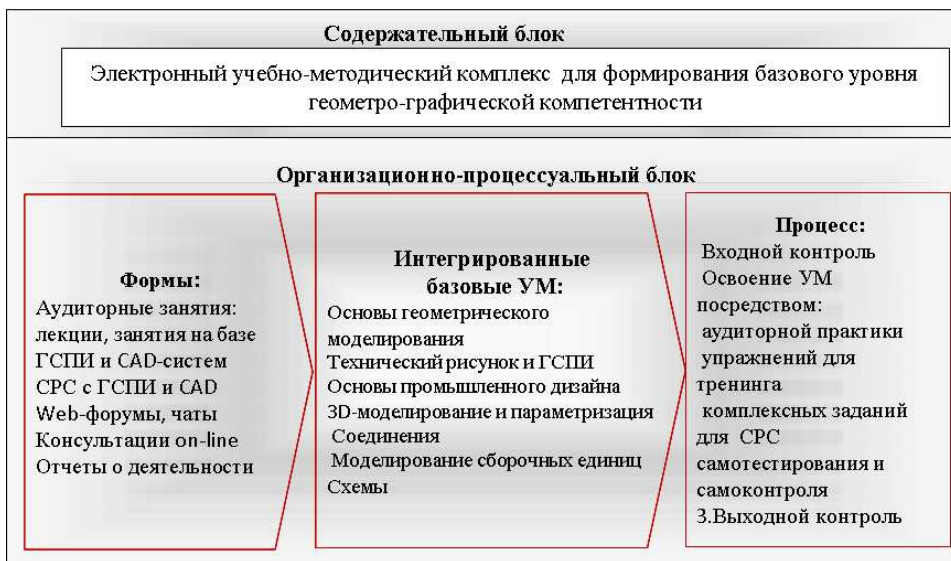


Рис. 2. Содержательно-процессуальный блок модели формирования базового уровня геометро-графической компетентности

Некоторые результаты эксперимента при обеспечении комфортно-равнозначимого учебно-информационного взаимодействия между обучающимися, интерактивными электронными образовательными ресурсами и преподавателем в персональном обучении и проблемно-ориентированной проектно-организованной работе в команде представлены гистограммами (рис. 3).

Компоненты базового уровня геометро-графической компетентности, характеризующие целостность качеств личности для профессиональной деятельности в параллельном инжиниринге, такие как мотивационно-ценностный, когнитивный, практико-деятельностный, организационно-коммуникативный, получены путем экспертного оценивания преподавателем и самими студентами в электронном общении. Методики их диагностики, адаптированные к геометро-графической подготовке для профессиональной деятельности в СЕ/PLM в инженерной психологии пока еще не разработаны. В работе использовались некоторые вопросы из работы [16], отражающие показатели рефлексивно-оценочной,

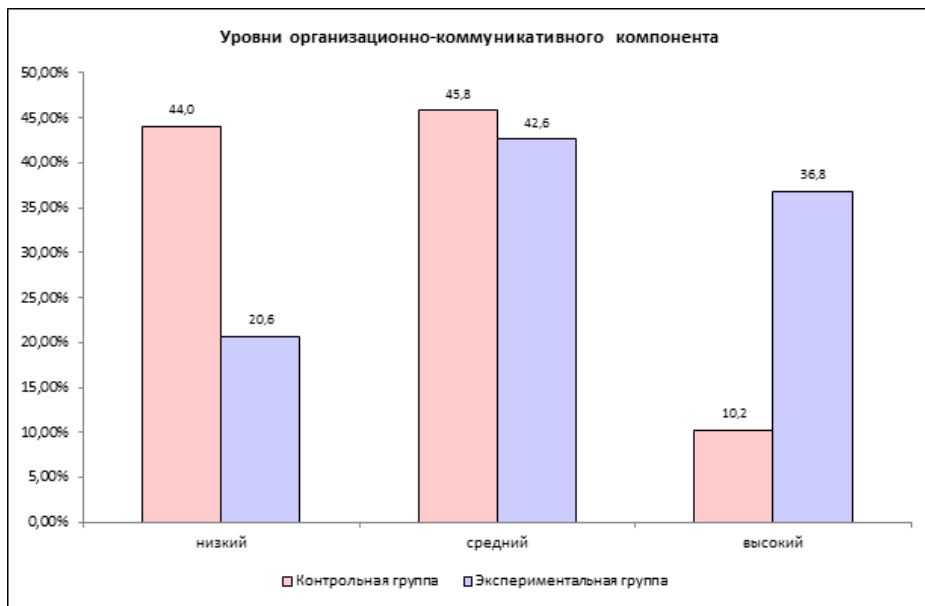
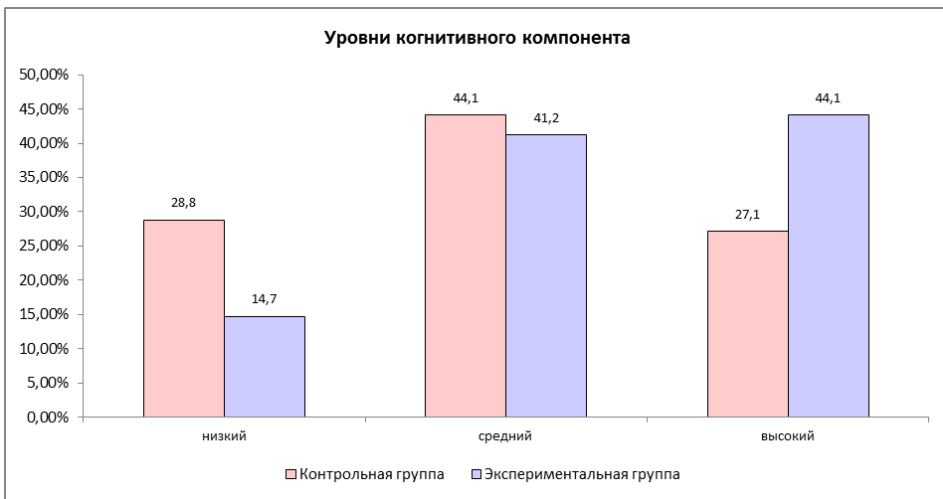


Рис. 3. Распределение уровней компонентов базовой геометро-графической компетентности в командной работе по созданию сборки изделия

эмоционально-волевой и поведенческой сфер. Когнитивный компонент оценивался по данным системы «Деканат». Преподаватель консультирует, проверяет работы после обсуждения сначала самой группой и участвует в коллективном обсуждении при защите работ. Командная работа только расширяет область профессиональных задач, обогащая интеллектуальный потенциал будущего инженера, а ответственность участников проекта в принятии самостоятельных решений

только повышается. В проектно-организованной учебной деятельности по созданию моделей сборочных единиц можно ставить задачу подготовки целевой группы (команды) разработчиков технических объектов, участники которой будут формировать групповой проектный менталитет уже на стадии базовой ГПП.

Список литературы

1. Ефимов В.С. Будущее высшей школы в России: экспертный взгляд [Электронный ресурс]. – Красноярск: Центр стратегических исследований и разработок СФУ, 2012. – URL: http://www.slideshare.net/Center_of_Strategic_RnD/2030-13157674 (дата обращения: 30.05.2013).
2. Инженерное образование: экспертная оценка, диагноз, перспективы (обзор) // Высшее образование в России. – 2011. – № 12. – С. 65–77.
3. Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е. Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 47–57. DOI: 10.12737/14419
4. Технологии в образовании: новости, события [Электронный ресурс]. – URL: education-events.ru (дата обращения: 24.12.2015).
5. Вехтер Е.В. Развитие проектно-конструкторских компетенций бакалавров технического профиля: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2012. – 24 с.
6. Горнов А.О., Горнов А.О., Шацилло Л.А. Базовая геометро-графическая подготовка на основе 3D электронных моделей // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2, № 3. – С. 46–52. DOI: 10.12737/6524
7. Усанова Е.В. Повышение эффективности базовой геометро-графической подготовки в техническом вузе // Казанский педагогический журнал. – 2015. – № 4. – С. 78–82.
8. E-learning in European higher education institutions / E. Colucci, M. Gaebel, R. Morais, V. Kupriyanova. – URL: <http://www.openeducation-europa.eu/sites/default/files/news/e-learning%20survey.pdf> (дата обращения: 24.12.2015).
9. Report to the European commission on new modes of learning and teaching in higher education / A. Bladh, A. Schiesaro, C. Bode, J. Muehlfeit, M. McAleese, T. Petrin, V. Berger. – URL: http://ec.europa.eu/education/library/reports/modernisation-universities_en.pdf (дата обращения: 24.12.2015).
10. 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. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – С. 75–81.

11. Буров В.Г., Иванцовская Н.Г., Вольхин К.А. Инженерная графика: общий курс: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 232 с.
12. Гузненков В.Н. Основы формирования современного геометро-графического образования в техническом университете (на базе системной интеграции с общеинженерными дисциплинами): автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2014. – 40 с.
13. Юматова Э.Г. Формирование геометро-графической компетентности студентов технического вуза средствами компьютерных технологий: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Н. Новгород: Изд-во МГПУ, 2004. – 18 с.
14. Горнов А.О., Шацилло Л.А. Состояние и перспективы базовой геометро-графической подготовки инженеров // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–22 марта 2013 г. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2013. – С. 32–37.
15. Ивашенко В.И., Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. Задачи кафедры инженерной графики СГАУ в контексте реинжиниринга учебных планов // Материалы и доклады Всерос. совещ. зав. кафедрами инженерно-графических дисциплин техн. вузов, Дивноморское, 26–28 мая 2015 г. – Ростов н/Д: Изд-во ДГТУ, 2015. – С. 56–63.
16. Сазонова З., Ткачева Т., Демидова Н. Раздел «Кинематика» в структуре совместной педагогической деятельности // Высшее образование в России. – 2006. – № 8. – С. 18–25.
17. Щеглов Г.А. О внедрении САГД-технологий в учебный процесс // Информационные средства и технологии: тр. Междунар. науч.-техн. конф. – М.: Изд. дом МЭИ, 2013. – Т. 2. – С. 211–214.
18. Щеглов Г.А. Обучение твердотельному геометрическому моделированию – от инженерной графики к инженерной скульптуре // Информатизационные средства и технологии: тр. ССИ Междунар. науч.-метод. конф., Москва, 19–21 ноября 2013 г. – М.: Изд. дом МЭИ, 2013. – Т. 1. – С. 207–210.
19. Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А. ГПП – состояние, тенденции, прогнозы // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы III Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – С. 39–47.
20. Методики психодиагностики личности будущих специалистов: метод. пособие / под науч. ред. И.М. Юсупова. – Казань: Познание, 2015. – 45 с.
21. Юрин В.Н. Компьютерный инжиниринг в инженерном образовании: эволюция // Информационные средства и технологии: тр. Междунар. науч.-техн. конф. – М.: Изд. дом МЭИ, 2014. – Т. 2. – С. 102–103.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ АЛГОРИТМОВ КОНСТРУКТИВНЫХ ЗАДАЧ

А.Л. Хейфец

Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет), Челябинск

Рассмотрен критерий геометрической точности (ГТ) алгоритмов, предназначенных для решения задач конструктивной геометрии. Действующий в начертательной геометрии критерий ГТ требует применения циркуля и линейки. Дан исторический обзор формирования этого критерия как абстрактной точности, не отвечающей современным требованиям прикладных задач. Предложено определять реальную ГТ, количественно оцениваемую по погрешности решения. Рассмотрена реальная ГТ компьютерных алгоритмов. Разработан ряд тестов для ее оценки, и приведены результаты тестирования. Рассмотрена историческая задача Ферма о сферах. На ее примере дана сравнительная оценка методов НГ, 3D и параметризации. Показано, что требование абстрактной ГТ (циркуля и линейки) сдерживает развитие учебного процесса.

Ключевые слова: геометрическая точность, конструктивная геометрия, компьютерная графика, 3D-моделирование, геометрические построения, параметризация.

GEOMETRICAL ACCURACY OF COMPUTER ALGORITHMS FOR CONSTRUCTIVE PROBLEMS

A.L. Kheyfets

South Ural State University, Chelyabinsk

The criteria of geometrical accuracy (GA) of algorithms intended for solving problems of constructive geometry are considered. The existing in descriptive geometry criterion of GA requires using a pair of compasses and a ruler. The historical background of developing this criterion as abstract accuracy which doesn't meet current requirements for applied problems is given. The author suggests estimating a true GA which is assessed by solution errors in terms of quantity. The true GA of computer algorithms is considered. A number of tests for its assessment are developed and the testing results are given. The classic Fermat problem on spheres is considered. On its basis comparative evaluation of methods of descriptive geometry (DG), 3D and parameterization is conducted. It's shown that the requirement of abstract GA (pair of compasses and ruler) hinders the development of educational process.

Keywords: geometrical accuracy, constructive geometry, computer graphics, 3D-modeling, geometrical construction, parameterization.

Введение

Критерий геометрической точности активно применяется в дискуссиях между сторонниками начертательной геометрии (НГ) и сторонниками современных методов геометрического 3D-моделирования [1–3].

Сторонники НГ в своих работах подчеркивают, что решение, полученное ими, является геометрически точным, так как доведено до операций с циркулем и линейкой. Современному инструменту геометрического моделирования – компьютеру с графическим пакетом САПР – они высказывают недоверие, поскольку им не понятно, как он работает. Иными словами, как работает циркуль, понятно, а процессы в компьютере не понятны. Поэтому решение, сведенное к операциям с циркулем и линейкой, геометрически точное, а решение, полученное компьютерными вычислениями, сомнительно и геометрически неточное. Сторонники 3D указывают на высокую точность и эффективность компьютерных построений как основу и перспективу их применения в учебном процессе кафедр графики, современную альтернативу НГ. Действительно, как работает компьютер, нам не понятно, но мы им успешно пользуемся. Мы также успешно пользуемся автомобилями, тогда как большинство из нас не знает их устройства.

Доказательств того, что над графическими пакетами работают серьезные фирмы [4], что в этих пакетах как показатель точности вычислений указан восьмой знак после запятой, оппонентам НГ недостаточно. Они не верят, поскольку в компьютерных расчетах участвуют сплайны и итерации, являющиеся объектами приближенного построения [3]. Построения, выполненные даже кривым циркулем и линейкой, да и тупым карандашом, принимаются ими как геометрически точные, поскольку понятны.

Наряду с этим сторонники НГ активно применяют и, видимо, считают точными 2D-построения на компьютере, выполненные компьютерным циркулем и компьютерной линейкой. Это выглядит противоречиво, поскольку, как компьютер строит окружность и прямую, тоже неизвестно. Однако здесь ему доверяют, решают задачи НГ и разрешают студентам их применять. Применять 3D студентам зачастую не разрешают (чтобы не отвлекались от алгоритмов НГ, циркуля и линейки).

В связи с этим очевидно, что в дискуссии о геометрической точности речь идет не о точности геометрических построений в ее прямом понимании, а об отношении к применению 3D-технологий в учебном процессе кафедр графики. Недоверие к компьютерной геометрической точности сторонники НГ используют как аргумент против активного перехода к 3D-методам в учебном процессе.

Фактически вопрос о геометрической точности сводится к педагогической проблеме. Сторонники НГ считают, что доведение алгоритма до циркуля и линейки неизбежно приводит к пониманию студентом

геометрической сущности задачи, тогда как компьютерные алгоритмы ее скрывают и приводят к американизации образования [2]. Они также утверждают, что компьютерные алгоритмы предназначены лишь для достижения результата, но не для учебного процесса [3]. С этим нельзя согласиться.

Цели нашей работы – краткий исторический обзор вопроса о геометрической точности, оценка геометрической точности компьютерных 2D- и 3D-алгоритмов, оценка негативной роли алгоритмов циркуля и линейки в современном учебном процессе.

1. Исторический обзор вопроса об абстрактной и реальной точности конструктивных задач

Под геометрической точностью конструктивной задачи подразумевается соответствие полученного результата некоторому контрольному достоверному значению. Поскольку это значение заранее неизвестно (иначе зачем решать задачу?), то остается точность оценить косвенно, по точности применяемого в построениях инструмента. Обратимся к классикам.

Конструктивная геометрия рассматривает решение прикладных задач геометрического моделирования геометрическими построениями, в отличие от задач аналитических. Причем речь идет о задачах, в которых требуется получить прикладной результат. По определению Н.Ф. Четверухина [5, с. 6], в задачах конструктивной геометрии необходимо «не просто убедиться в существовании решения», а следует стремиться «с помощью своих инструментов фактически осуществить на чертеже построение искомой фигуры». И далее: «Сама постановка задач, возможность их решения существенно зависят от состава инструментария, который может быть использован чертежником для выполнения построений» [5].

Исторически инструментом геометрических построений были циркуль и линейка. Именно этим объясняется тот факт, что НГ, являющаяся разделом конструктивной геометрии, признает только эти инструменты как основу для достижения геометрической точности построений, а результат, полученный этими инструментами, – единственно геометрически точным. В эпоху Гаспара Монжа других инструментов для геометрических построений не было. (Если бы они были, в частности инструменты для прямых 3D-построений, то, возможно, не возникла бы и НГ. См. официальную оценку роли Г. Монжа, высказанную в год его юбилея [3, 6, 7].) В основополагающих работах А. Адлера и Я. Штейнера [8, с. 199] отмечено, что связь геометрической точности с циркулем

и линейкой восходит к древности (Греция), когда «считали построение выполненным, коль скоро было показано, каким образом оно может быть сведено к... циркулю и линейке, само же построение вовсе не выполнялось. Поэтому простота и точность геометрического решения не играли никакой роли». Однако «выполнение построений в действительности, т.е. с инструментами в руке, есть нечто, совсем отличное от выполнения их... с помощью языка» [8].

Другими словами, задачей конструктивной геометрии является достижение реальной точности имеющимся инструментом, и уже классиками реальная точность метода циркуля и линейки считалась сомнительной ввиду погрешностей инструментов и выполняемых ими построений. Эта некая абстрактная логическая точность, достигаемая идеальными инструментами.

Вопросам реальной точности геометрических построений посвящено множество работ, некоторые из них относятся к началу XIX в. Отметим доступные работы [9–12], в которых математически и экспериментально обоснованы рекомендации затачивать карандаш, не искать пересечение прямых, близких к параллельным. Рекомендовано для решения метрических задач применять замену плоскостей проекций вместо построения перпендикулярных прямых и плоскостей и др. Сегодня эти рекомендации либо забыты, либо нереальны. Добиться качественной графики от нынешних студентов очень сложно, да и не все преподаватели понимают, что нельзя строить точку на конусе с помощью образующей, близкой к его оси. Замену плоскостей часто запрещают, чтобы студенты применяли построение перпендикулярных прямых и плоскостей и т.д.

2. Тестирование реальной точности компьютерных алгоритмов

Точность построений удобнее характеризовать их погрешностью. Так, погрешность 10^{-4} означает вероятную ошибку в четвертом знаке после запятой (ПЗ). В своих работах, например в [13–16], мы постоянно оценивали абсолютную погрешность компьютерных 3D-построений и приводили, что в зависимости от решаемой задачи она находится на уровне 10^{-4} – 10^{-8} . Сейчас в соответствии с целью работы дополнительно оценим погрешность построений на специально подобранных тестах. Тестирование предполагает заранее известный ответ, с которым можно сравнить результат построений. Оценим погрешности построений на

примерах характерных задач из курса НГ, применительно к которым ответ известен качественно или даже количественно.

Нами разработан набор тестов, позволяющий всесторонне проверить графический редактор, часть тестов приведена ниже. Тестирование выполнено в пакете AutoCAD, но результаты могут быть повторены и в других пакетах САПР, применяемых в учебном процессе кафедр графики (SolidWorks, Inventor, Компас). Все построения выполняются с объектными привязками или с применением параметризации [16].

2.1. Изометрия куба

Рассмотрим задачу о проекции куба на плоскость, перпендикулярную одной из его диагоналей (рис. 1, а). Известно, что проекция представляет собой правильный шестиугольник. Вывод был сделан И. Кеплером (1619 г.) и А. Фрезье (1738 г.) [17, 18]. Это ортогональная изометрия. В AutoCAD предусмотрено построение четырех изометрий (по количеству диагоналей куба). Цель данного теста – проверить, насколько изометрия куба, создаваемая в AutoCAD, является правильным шестиугольником.

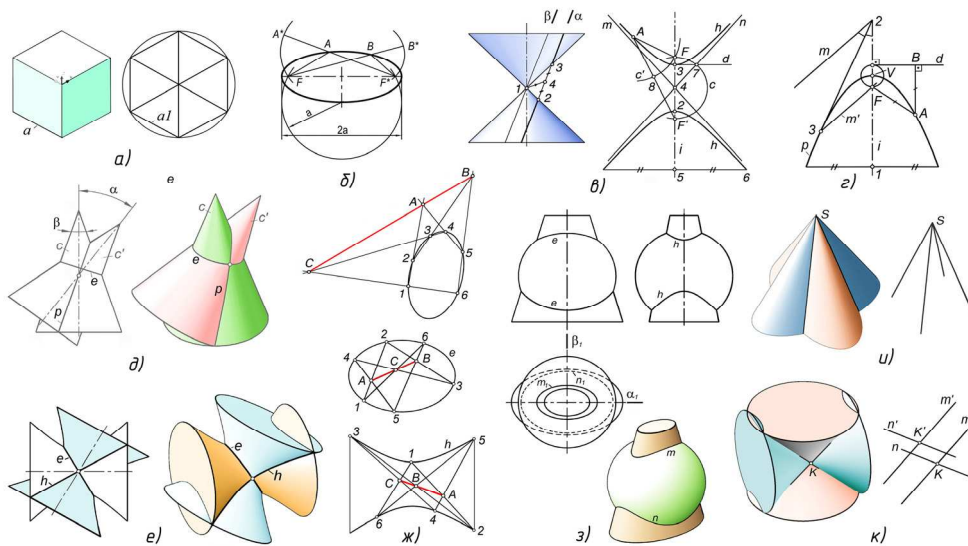


Рис. 1. Тестирование погрешности компьютерных построений: а – изометрия куба; б – «штатный» эллипс; в, г – коники «штатной» квадрики; д, е – коники в пересечении штатных и нештатных квадрик; ж – тестирование по шестиугольнику Паскаля; з – точность построения проекций линий пересечения; и, к – точность построения прямых при пересечении квадрик

Построим куб (команда *Box*) с произвольной длиной стороны. Построим одну из его ортогональных изометрий. Спроецируем куб (команда *Solprof* или *Flatshot*) на плоскость экрана. Зададим точность (*Units*) до восьмого знака ПЗ. Измерим (*List*) длины всех 12 отрезков, являющихся проекциями ребер куба. Сравним между собой полученные значения, убедимся, что длины совпадают до последнего знака. При длине стороны куба 100 все они равны 81,64965809. Это первая (качественная) проверка. Для второй (количественной) проверки вычислим длину каждого из отрезков. На основе тригонометрических преобразований, вероятно, повторяя выкладки Фрезье, получим, что для куба со стороной a длина отрезков изометрической проекции определяется формулой $a_1 = a \sin(\arctg(\sqrt{2}))$. При $a = 100$ получим то же значение, что и при измерении графически построенной проекции, равное 81,64965809. Вывод: компьютер выполняет построение изометрии 3D-объектов с погрешностью 10^{-8} .

2.2. Точность построения коник

В учебном процессе коники выступают как сечения и линии пересечения квадрик, проекции этих линий, очерковые образующие квадрик. Рассмотрим точность коник согласно их определению как сечений конуса плоскостью.

В AutoCAD существуют три «штатные» квадрики, являющиеся примитивами AutoCAD: конус, сфера, цилиндр. Для остальных «нештатных» квадрик отсутствуют специальные команды построения. Это гиперболоиды, параболоиды, эллипсоиды, их нужно создавать вращением или перемещением коник.

То же относится и коникам. Штатные коники – эллипс, окружность. Для них предусмотрены специальные команды построения. Эти коники диагностируются качественно, т.е. при наведении курсора выводится имя коники. Гипербола и парабола – «нештатные» коники. В AutoCAD их получают как сечения конуса, эти объекты формируются как сплайн-кривые.

Оценим точность, с которой создаются «штатные» коники – эллипсы (рис. 1, б). Для этого проверим выполнение его определяющего свойства: эллипс как геометрическое множество точек (ГМТ), сумма расстояний которых до точек фокуса является постоянной. Строим произвольный эллипс e . С помощью окружности находим точки фокусов F и F^* . Назначаем две произвольные точки эллипса A , B . Соединяем их отрезками с точками фокусов. Строим отрезки F^*A^* и FB^* , длины кото-

рых равны сумме расстояний от точек A, B до фокусов. Измерениями убеждаемся, что длины совпадают до восьмого знака ПЗ. Это указывает, что эллипс и окружность воспроизводятся с погрешностью не более 10^{-8} .

Для оценки точности «нештатных» коник построим гиперболу h (рис. 1, в) как сечение кругового конуса плоскостью α . Для построения асимптот гиперболы n, m построим сечение $\beta \parallel \alpha$ и переместим его в плоскость α в центр гиперболы: $1 \rightarrow 4$. В плоскости α строим ось гиперболы i (4–5), отрезок d , перпендикулярный i , находим точку 7, с помощью окружности c находим фокусы гиперболы F, F' .

Точность гиперболы определим, учитывая, что она является ГМТ, для которых разность расстояний до точек фокуса является постоянной, равной расстоянию между вершинами гиперболы, точки 2, 3. Задаем произвольную точку A гиперболы h , строим отрезок AF' , с помощью окружности c' определяем точку $8 = c' \cap AF'$. Измерив длины отрезков (2, 3) и (8, F'), убеждаемся, что они равны с точностью до восьмого знака ПЗ.

Параболу p (рис. 1, г) также строим как сечение кругового конуса плоскостью. По средней точке параболы находим ее вершину V . Строим ось параболы i ($I-V$). Для нахождения фокуса F реализуем оптические свойства параболы. Из произвольной точки 2 оси i строим отрезок (2, 3), касательный к параболе. Точку 3 касания определяем объектной привязкой. Строим отрезок m , симметричный i относительно (2, 3), и отрезок $m' \parallel m$. Находим фокус параболы $F = m' \cap i$ и директрису d .

Точность параболы оцениваем исходя из ее определения как ГМТ, равноудаленных от фокуса и директрисы. Назначаем произвольную точку A параболы. Строим отрезки AF и AB и измеряем их длину. Убеждаемся, что длины совпадают до восьмого знака ПЗ.

Гипербола и парабола как сечения квадратик и как объекты AutoCAD представляют собой плоские сплайны. Эту характеристику (*Properties: Planar*) можно прочесть по команде *List*. Приведенным тестированием показано, что погрешность построения таких сплайнов находится на уровне 10^{-8} .

2.3. Точность построения линий пересечения

Приведем примеры тестирования, основанные на оценке точности коник, образующихся в частных случаях пересечения квадратик [19]. При тестировании важно обеспечить точность реализации частного случая. Например (рис. 1, д), построить круговой конус, создать его дубликат и повернуть вокруг произвольной точки оси. Реализуется теорема Мон-

жа. В зависимости от значений угла α в пересечении конусов образуются эллипсы, параболы, гиперболы в различном сочетании. В приведенном примере возникли эллипс и парабола.

Необходимо различать взаимное пересечение «штатных» квадратик и пересечение, в котором хотя бы одна квадратика «нештатная». В первом случае образуются «штатные» коники (эллипс, окружности) и плоские сплайны (гипербола, парабола). «Штатные» коники диагностируются качественно. Их погрешность, как показано выше, находится на уровне 10^{-8} . Погрешность гипербол и парабол была проверена приведенными выше методами (см. рис. 1, б, в). Она составляет 10^{-5} – 10^{-8} .

При пересечении «нештатных» квадратик коники реализуются как неплоские сплайны (*Non-Planar*). Примером (рис. 1, е) является пересечение двух однополостных гиперболоидов вращения (ОГВ), имеющих общую вписанную сферу. Очерковую гиперболу ОГВ получим как сечение кругового конуса, сам ОГВ – ее вращением вокруг мнимой оси. Модель пересечения получим поворотом дубликата гиперболоида вокруг некоторой точки его оси, желательно точки центра очерковой гиперболы. В приведенном примере в пересечении возникли эллипс и гипербола (рис. 1, ж).

Для исследования линию пересечения копируем. Установим плоскость построений по трем каким-либо точкам сплайна. Командой *List* выводим координаты остальных точек и по *z*-координате определяем их отклонение от плоскости. Депланация не превышает 10^{-4} . Последующая проверка коник, выполненная по методам (см. рис. 1, б–г), показывает погрешность на уровне 10^{-4} – 10^{-6} .

2.4. Оценка коник на основе теоремы Паскаля

Теорема Паскаля (1623–1662) – одна из основных теорем проективной геометрии [20]. Применим ее для оценки точности коник как линий пересечения. На тестируемой конике зададим шесть произвольных точек и произвольно их пронумеруем 1–6 (рис. 1, ж). Соединим точки отрезками прямых (*Line*) по порядку принятой нумерации, т.е. в последовательности 1–2–3–4–5–6–1. Последний отрезок 6–1 замыкает ломаную линию, образуя шестиугольник Паскаля. Для каждого варианта нумерации образуется свой шестиугольник. При простановке точек их расположение не должно быть симметричным. Находим три точки пересечения следующих пар отрезков: $A = (1-2) \cap (4-5)$; $B = (2-3) \cap (5-6)$; $C = (3-4) \cap (6-1)$. Указанные точки могут находиться как на пересечении отрезков, так и на их продолжении.

Согласно теореме Паскаля, если линия является коникой, то точки A , B , C принадлежат одной прямой. Для проверки этого положения задаем (*Units*) предельную точность измерения углов, т.е. до восьмого знака ПЗ. Устанавливаем плоскость измерений в плоскость тестируемой коники. Определяем (*List*) угол между отрезками AC и BC (угол Паскаля). Предварительно рекомендуем тестировать какой-либо «штатный» эллипс и убедиться, что для него измеряемый угол с предельной точностью равен 0 или 180° .

Угол Паскаля весьма чувствителен к отклонению формы кривой от коники. Так, смещение осей ОГВ в примере (см. рис. 1, *e*) на 1% , т.е. отклонение от теоремы Монжа, приводит к увеличению угла Паскаля в 1000 раз. Проведенный эксперимент и другие, аналогичные ему, позволили считать величину 10^{-3} градуса как граничное значение угла Паскаля. При меньших значениях этого угла проверяемая линия уверенно может рассматриваться как коника.

В рассмотренных нами примерах угол Паскаля не превысил 10^{-5} , что указывает на высокую точность компьютерных построений. Например, для гиперболы (см. рис. 1, *ж*), возникшей при пересечении гиперболоидов (см. рис. 1, *e*), угол составил 10^{-5} – 10^{-6} градусов в зависимости от расположения и нумерации вершин шестиугольника Паскаля.

2.5. Точность проецирования линий пересечения

Известно, что при наличии общей плоскости симметрии квадрик линия их пересечения на эту плоскость проецируется в конику [19]. Воспользуемся этим свойством для оценки точности построения линии пересечения и ее проецирования.

Тестирование выполнено на примере пересечения эллиптического конуса и сферы (рис. 1, *з*), которые являются «штатными» квадриками. Положение квадрик характеризуется фронтальной α и профильной β плоскостями симметрии. Линия пересечения – пространственная кривая 4-го порядка, содержащая ветви m , n . Ее фронтальной проекцией является эллипс e , профильной – гипербола h . Как объекты AutoCAD эти линии представляют собой плоские сплайны.

Оценка точности компьютерных построений была выполнена по шестиугольнику Паскаля. Для эллипса угол Паскаля составил $0,00002338^\circ$, для гиперболы – $0,00005650^\circ$, что указывает на высокую точность построений.

Отсутствие горизонтальной плоскости симметрии квадрик приводит к тому, что кривые m_1 , n_1 горизонтальной проекции линии пересечения

чения существенно отличаются от эллипса, несмотря на кажущееся с ним сходство. Угол Паскаля для этих кривых составил соответственно 0,031907 и 0,033258, т.е. в 10 раз превысил указанный выше пороговый уровень.

2.6. Прямые линии в пересечении квадрик

При распадении линии пересечения квадрик возможно образование прямых линий в пересечении [19]. Предельным случаем является распадение на четыре прямые. Рассмотрим два примера такого распадения и оценим точность компьютерных построений по точности образующихся прямых.

Четыре отрезка прямых образуются при пересечении двух эллиптических конусов с общей вершиной (рис. 1, *и*). Построим конусы как «штатные» квадрики, объединим их и извлечем линии пересечения. Диагностирование (*List*) показывает, что это объекты *Line*, т.е. предельно точно построенные отрезки прямых линий. Погрешность их построения, как и для всех качественно диагностируемых объектов, находится на уровне 10^{-8} .

Второй пример – пересечение по четырем прямым двух «нештатных» квадрик – ОГВ (рис. 1, *к*). Для возникновения прямых линий оси гиперboloидов должны пересекаться, очерковые гиперболы и угол между осями гиперboloидов должны быть прямыми. Образуются две пары пересекающихся отрезков прямых: $m \cap n$ и $m' \cap n'$, причем $m \parallel m'$, $n \parallel n'$. Командой *List* определяем, что прямые созданы как сплайны. Установив ПСК осью *X* вдоль любого из полученных отрезков, в диагностическом сообщении видим, что отклонение сплайнов от прямой наблюдается на уровне 10^{-7} .

Таким образом, прямые линии, возникающие при пересечении «штатных» квадрик, создаются с погрешностью на уровне 10^{-8} . При «нештатных» квадриках в качестве прямых образуются сплайны, воспроизводящие прямые линии с точностью 10^{-7} – 10^{-8} .

2.7. Дополнительные данные по тестированию компьютерной точности

Приведенные выше тесты легко воспроизвести и убедиться в приведенных нами оценках точности компьютерных построений. Дополнительно отметим наши работы, в которых рассмотрены более сложные частные случаи пересечения квадрик: гиперboloидов с параболоидами

[21], софокусных и псевдософокусных квадрик [14]. Рассмотрена оценка точности частных случаев пересечения торов – образование кругов Вилларсо и коник в проекции пересекающихся торов с общей экваториальной плоскостью [22]. Во всех примерах показано, что погрешность построений не выше 10^{-4} .

Для поверхностей, получаемых сдвигом контура по траектории (*Sweep*), погрешность была исследована при построении геометрически точных моделей резьбы, зубчатых и червячных передач, а также червячной фрезы [16]. Показано, что их погрешность не превышает 10^{-4} .

Для наиболее сложных поверхностей, создаваемых «натягиванием» сплайна на каркас (*Loft*), погрешность зависит от плотности и точности каркаса. Характерная зависимость погрешности от плотности рассмотрена в работе [23].

3. О негативной роли циркуля и линейки в учебном процессе

Методы 3D активно внедряются в практику, делая ненужными 2D проекционные преобразования и НГ как их теоретическую основу. Ввиду эффективности 3D-методов сложные задачи курса НГ являются простыми и даже элементарными для новых методов [24, 25]. Покажем, что стремление ограничить алгоритмы геометрического моделирования применением циркуля и линейки с целью достижения геометрической точности негативно влияет на учебный процесс, сдерживая его развитие.

Рассмотрим знаменитую историческую задачу П. Ферма о сферах (1640 г.): построить сферу, касательную к четырем заданным сферам $S_1 - S_4$ (рис. 2, а). Решение приведем обзорно. Подробное изложение и наша реализация основных алгоритмов этой задачи переданы к публикации.

3.1. Геометрическая модель задачи Ферма о сферах

Возможны два варианта касания двух сфер: внешнее – сферы расположены снаружи относительно друг друга и внутреннее, при котором одна из сфер расположена внутри другой. Из этого следует, что максимальное количество решений задачи Ферма равно количеству комбинаций из четырех элементов, каждый из которых может иметь два значения, т.е. $4 = 16$. В зависимости от положения сфер часть решений может отсутствовать или задача может не иметь решения.

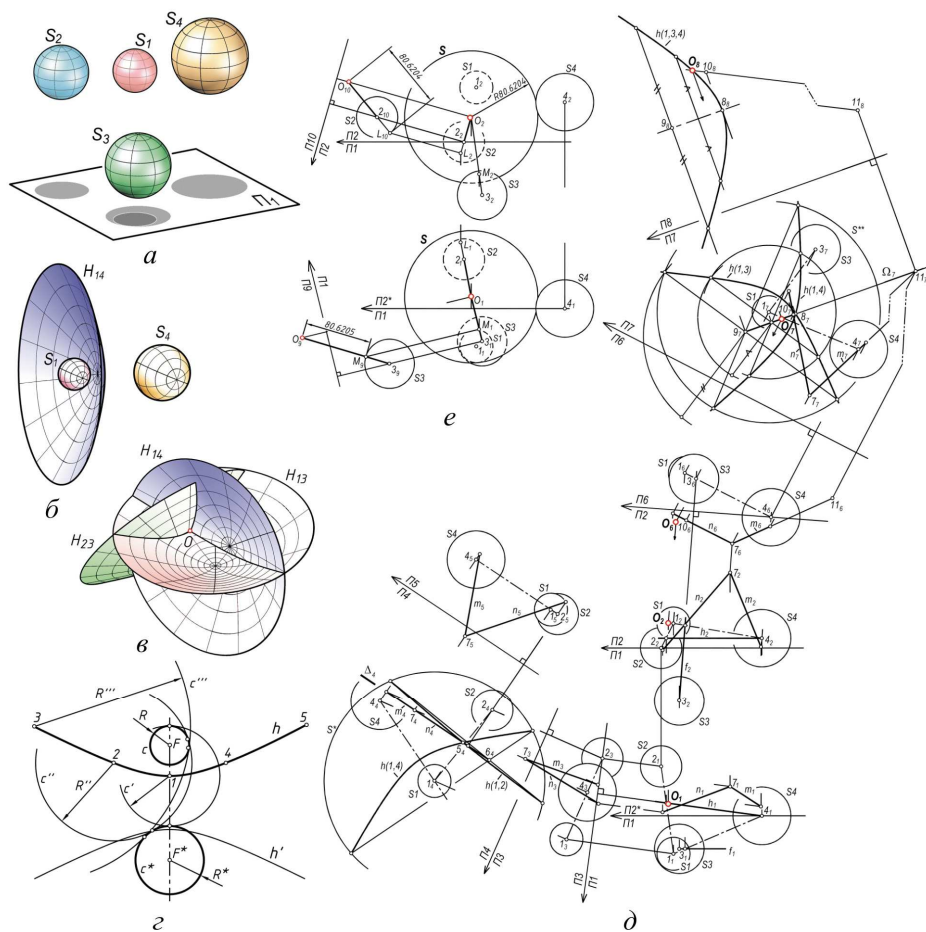


Рис. 2. Задача Ферма: *a* – заданные сферы; *б* – гиперboloид как ГМТ, равноудаленных от двух сфер; *в* – центр искомой сферы; *г* – построение гипербол; *д, е* – алгоритм НГ задачи Ферма

За основу нашего решения возьмем алгоритм [26, с. 97; 27] и покажем его реализацию различными компьютерными методами: компьютерными циркулем и линейкой как методом НГ, 3D-методами и 3D-параметризацией.

ГМТ, равноудаленных от двух сфер, является одна из чаш двуполостного гиперboloида вращения (ДГВ) (рис. 2, б). Из четырех сфер можно составить шесть пар. Экспериментально установлено, что шесть чаш ДГВ пересекаются в одной точке, которая и является центром искомой касательной сферы (теоретическое обоснование этого вывода нам неизвестно). Поэтому для решения достаточно построить чаши ДГВ трех произвольно выбранных пар сфер и найти их общую точку (рис. 2, в).

Составим три пары сфер. Для метода НГ (см. ниже) необходимо, чтобы в каждой паре была общая сфера. Это приведет к софокусному пересечению ДГВ и связанному с этим существенному упрощению решения, поскольку в пересечении образуются коники [14, 26]. Для метода 3D подбор пар не имеет значения.

Для каждой пары сфер решаем планиметрическую задачу по определению гиперболы как очерка ДГВ (рис. 2, z). Строим окружности c, c^* сечений сфер выбранной пары некоторой единой плоскостью. В ней найдем ГМТ, равноудаленных от этих окружностей. Точки этого множества можно построить как центры окружностей различного радиуса, касательных к c, c^* . Необходимо учесть условие касания искомой сферы с заданными. В приведенном примере ветвь h гиперболы получена при внутреннем касании со сферой, имеющей сечением окружность c , и внешнем касании – с окружностью c^* . Ветвь той же гиперболы h' соответствует противоположным условиям касания, т.е. внешнему касанию с окружностью c и внутреннему – с окружностью c^* . Центры окружностей, точки F, F^* , являются точками фокусов найденной гиперболы h, h' .

Для точного построения гиперболы достаточно найти пять ее точек (например, точки 1–5). Затем по ним построить сплайн-кривую, применив Lisp-программу [28] или параметризацию [16]. Такая гипербола формируется «выходом в пространство» как результат сечения «штатного» конуса и обладает погрешностью 10^{-8} . Построение сплайн-кривой вручную, даже по 10–15 точкам, приводит к значительному увеличению погрешности – до 10^{-2} – 10^{-3} .

3.2. Алгоритм НГ

Решение, приведенное авторами алгоритма [26] крайне ненаглядно и громоздко. Рассмотрим наше решение, которое также является весьма громоздким, но выполнено оно в соответствии с программой курса НГ.

Составим две тройки сфер. Первая S_1, S_2, S_4 , вторая S_1, S_3, S_4 . В первой тройке рассмотрим два ДГВ: для сфер S_1, S_2 и для сфер S_1, S_4 . Наличие общей сферы S_1 приводит к тому, что эти ДГВ являются софокусными и пересекаются по гиперболе h (1, 2, 4). Параметры в обозначениях гипербол и ДГВ обозначают номера сфер, для которых они построены. ДГВ второй тройки, имеющей ту же общую сферу S_1 , пересекаются по гиперболе h (1, 3, 4). Центр искомой общей касательной сферы S – точку O – определяем как точку пересечения гиперболы h (1, 3, 4)

и плоскости Δ , в которой расположена гипербола $h(1, 2, 4)$. Саму гиперболу $h(1, 2, 4)$ строить не будем, найдем лишь ее три точки.

Уточним условия задачи. Пусть искомая сфера S имеет внутреннее касание с S_1, S_2 (т.е. эти сферы расположены внутри S) и внешнее – со сферами S_3, S_4 .

Строим фронтальную и горизонтальную проекции заданных сфер (рис. 2, δ). Находим плоскость Δ . Для этого преобразуем чертеж так, чтобы плоскость центров первой тройки сфер стала плоскостью уровня Π_4 . В ней строим софокусные гиперболы $h(1, 2)$ и $h(1, 4)$ как очерковые для ДГВ этой тройки. Из-за перегруженности чертежа построение этих гипербол не показано, оно выполнено по алгоритму (см. рис. 2, ε). На пересечении гипербол $h(1, 2)$ и $h(1, 4)$ находим точку 54. С помощью концентрической сферы S^* с центром в точке 14 определяем точку 64. По точкам 5, 6 определяем плоскость Δ , перпендикулярную Π_4 , задаем ее двумя отрезками $m \cap n$, которые назначаем в плоскости $\Pi_5 \parallel \Delta$ с учетом наглядности последующих построений.

Для второй тройки сфер чертеж преобразуем так, чтобы плоскость центров ее сфер стала плоскостью уровня Π_7 . В этой плоскости строим софокусные гиперболы $h(1, 3)$ и повторно – гиперболу $h(1, 4)$. Указанные гиперболы являются очерковыми для ДГВ второй тройки сфер. По точкам 87, 97 определяем плоскость Ω , перпендикулярную Π_7 . В плоскости $\Pi_8 \parallel \Omega$ способом концентрических сфер с центром в т. 17 строим гиперболу $h(1, 3, 4)$.

Последовательным преобразованием из Π_5 находим проекции отрезков m, n в плоскости Π_7 . Находим точки 10, 11 отрезка, по которому пересекаются плоскости $\Delta(m, n)$ и Ω . В плоскости Π_8 находим точку O пересечения отрезка (10, 11) с гиперболой $h(1, 3, 4)$. Она является центром искомой касательной сферы S . Обратным преобразованием находим ее фронтальную O_2 и горизонтальную проекции O_1 .

Радиус искомой сферы определяем как истинную величину отрезков, соединяющих точку O с центрами заданных сфер, с добавлением или вычитанием радиусов этих сфер в зависимости от условий касания. Например (рис. 2, e), в плоскости Π_{10} для сферы S_2 , имеющей внутреннее касание, к истинной величине отрезка ($O, 2$), добавляем радиус сферы S_2 . Точка L является точкой ее касания с искомой сферой. Для сферы S_3 , имеющей внешнее касание, определена точка касания M .

3.3. Алгоритм 3D

Произвольно, лишь с учетом наглядности, выбираем три пары сфер для построения трех ДГВ. В нашем примере (см. рис. 2, а) это пары S_1, S_3, S_1, S_4 и S_2, S_3 . Для каждой из них строим по одной ветви гиперболы как ГМТ, равноудаленных от очерковых окружностей этих сфер (см. рис. 2, з).

Вращением гипербол строим чаши трех ДГВ (рис. 2, б, в) H_{13}, H_{14}, H_{23} . Находим точку O пересечение чаш и принимаем ее за центр искомой сферы.

Строим (рис. 3, а) сечения сфер S_1-S_4 плоскостями, проходящими через центры этих сфер и точку O . По окружностям сечений заданных сфер c_1-c_4 и окружностям c, c' сечений найденной сферы определяем точки K, L, M, N касания сфер.

Длины отрезков, соединяющих точку O с точками касания, определяют радиус искомой сферы S . По центру и радиусу строим искомую общую касательную сферу (рис. 3, а).

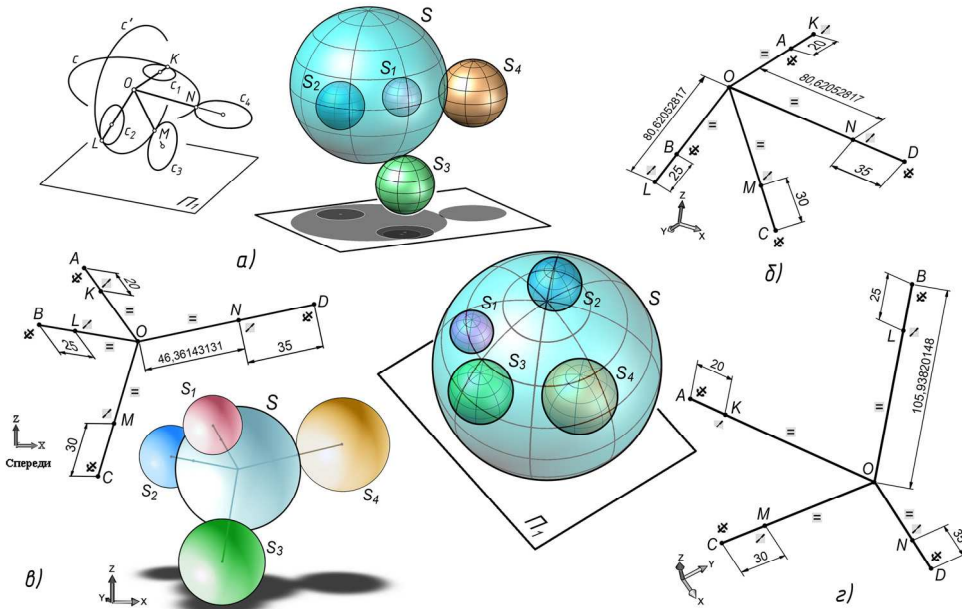


Рис. 3. Задача Ферма (продолжение): а – алгоритм 3D; б – алгоритм 3D-параметризации при смешанном касании сфер; в – параметризация при внешнем касании искомой и заданных сфер; г – параметризация при внутреннем касании

3.4. Алгоритм 3D-параметризации

Параметризация [29, 30] существенно упрощает решение задачи о сферах. Модель параметризации основана на том, что в точках касания заданных сфер с искомой сферой радиальные отрезки, соединяющие точки касания с центрами сфер, выстраиваются в прямую линию, а для искомой сферы ее четыре радиальных отрезка имеют равную длину, как радиусы этой сферы. В итоге задача сводится к построению стержневой конструкции с заданным положением и размерами стержней.

Модель 3D-параметризации построим в пакете SolidWorks (в AutoCAD 3D-параметризации пока нет). Строим (рис. 3, б) отрезки AK , BL , CM , DN , в которых точки A , B , C , D являются центрами заданных сфер. Эти точки фиксируем. На отрезки проставляем управляющие размеры, равные радиусам сфер. Дополняем конструкцию отрезками KO , LO , MO , NO , которые играют роль радиусов искомой сферы. Каждой паре отрезков, например AK и KO , присваиваем коллинеарность, контролируя происходящее при этом их совмещение в прямую линию.

Отрезкам KO , LO , MO , NO присваиваем взаимосвязи равенства. В итоге точка O принимает положение центра искомой общей касательной сферы S_5 . Проставляя справочный размер, определяем радиус найденной сферы. Точки K , L , M , N принимают положение точек касания. Задача решена. Для наглядности модель дополним построением пяти сфер.

Созданную конструкцию можно быстро перестроить для других условий касания и параметров заданных сфер. Например, для сферы с внешним (рис. 3, в) или внутренним касанием (рис. 3, г) с каждой из заданных сфер.

3.5. Сравнительная оценка алгоритмов

На примере задачи Ферма сравним алгоритмы НГ, 3D и параметризации по критериям геометрической точности, сложности, наглядности и эффективности [24].

В рассмотренной задаче алгоритмы НГ и 3D реализованы единым инструментом – графическим пакетом САПР (AutoCAD), включая единообразное точное построение гипербол [28], которые являются основным источником погрешности. Погрешность оценивали по разбросу значений радиусов касательной сферы, определенных по отношению к каждой из заданных сфер. Простановка контрольных размеров (см. рис. 2, е) показала, что при таких условиях сравнения погрешность алгоритмов НГ и 3D оказалась сопоставимой на уровне 10^{-4} .

Значительно более высокая точность (погрешность 10^{-8} , см. рис. 3, б) достигнута при 3D-параметризации. Причина в том, что графические построения гипербол, точек и линий пересечения не входят в алгоритм. Все определяют аналитические методы решения систем уравнений, выполняемые программным обеспечением графического пакета.

Сложность алгоритмов оцениваем по трудозатратам на выполнение построений. Такой подход неизбежно субъективен. По нашему мнению, сравнение построений НГ (см. рис. 2, д) с реализацией различными алгоритмами 3D (рис. 3) однозначно указывает на преимущества 3D-алгоритмов. Вместо сложных, громоздких, многократных преобразований чертежа НГ, нереальных для учебного процесса, видим построения 3D-объектов, которые выполняются значительно быстрее применением простых в освоении команд графического пакета. Наименьшей сложностью обладает алгоритм 3D-параметризации, в котором требуется минимум построений.

Сравнение алгоритмов по наглядности решения также не в пользу НГ. Вместо малонаглядных и сложных для понимания проекций НГ (см. рис. 2, д) имеем реалистичные виртуальные 3D-модели, соответствующие нашему зрительному восприятию.

Под эффективностью алгоритма понимаем широту охвата проблем, связанных с рассматриваемой задачей. Здесь вне конкуренции метод 3D-параметризации, позволяющий выполнить исследования геометрической модели с минимальными затратами.

Заключение

Независимо от метода решения (НГ или 3D) залогом успешного решения является понимание геометрической сущности задачи. Это делает необоснованными опасения в том, что компьютерные методы 3D снижают геометрическую подготовку студентов. Снижается лишь знание методов НГ, но это с лихвой компенсируется подготовкой по 3D-методам.

Компьютерные 3D-методы моделирования позволяют в значительной мере «переложить» решение на математическое и программное обеспечение графического пакета САПР. Это позволяет решать значительно более сложные задачи, недоступные методам НГ. Примером тому является рассмотренная задача Ферма о сферах, которая ввиду сложности нереальна в курсе НГ, но с успехом может быть решена студентами, владеющими 3D-методами.

Компьютерные 3D-методы, особенно 3D-параметризация, позволяют достаточно просто исследовать геометрические закономерности задач. Этим они создают возможности для реализации исследовательских компетенций студентов.

На студентов оказывает влияние и фактор эмоционального восприятия сопоставляемых алгоритмов. Вместо набора множества линий, карандаша и бумаги, которые до сих пор в учебном процессе остаются основными инструментами НГ, решение 3D – это современные компьютерные технологии, цвет, фотореалистичность. Все это повышает интерес к учебному процессу.

Методы 3D лежат в основе современных САПР и активно развиваются. В отличие от НГ, они являются актуальными и перспективными. Обучение им уже в первом семестре готовит студентов к освоению современных методов проектирования и геометрического моделирования, к последующему курсу инженерной компьютерной графики, к курсовому и дипломному проектированию, делает их востребованными на рынке труда.

Таким образом, точность геометрических построений необходимо определять не по абстрактным критериям применения циркуля и линейки, а по реальной погрешности построений, которую можно измерить и сравнить с требуемым значением. Предложена методика тестирования реальной точности компьютерных геометрических построений. Результаты тестирования показали, что абсолютная погрешность, зависящая от компьютера как инструмента построений, не превышает 10^{-4} , а в большинстве задач находится на уровне $10^{-6} - 10^{-8}$.

Список литературы

1. Хейфец А.Л. Начертательная геометрия как «бег в мешках» // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: материалы V Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 292–325.

2. Сальков Н.А. Американизация геометрического образования в России и начертательная геометрия // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 38–46.

3. Короткий В.А., Хмарова Л.И. Ломоносов и компьютерные технологии в обучении начертательной геометрии // Геометрия и графика. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 58–63.

4. Головнин А.А. Базовые алгоритмы компьютерной графики [Электронный ресурс]. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2016/papers/4> (дата обращения: 10.02.2016).

5. Четверухин Н.Ф. Методы геометрических построений. – М., 1952. – 145 с.

6. Монж Г. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 288 с.

7. Каргин Д.И. Гаспар Монж – творец начертательной геометрии // Гаспар Монж: сб. стат. к двухсотлетию со дня рождения. – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – С. 17–44.

8. Адлер А. Теория геометрических построений. – Л.: Учпедгиз, 1940. – 232 с.

9. Николаева Л.П. О точности графических построений // Вопросы начертательной геометрии и инженерной графики: науч. тр. Ташкент. ин-та инж. железнодорож. транспорта. – Ташкент, 1966. – Вып. 39. – С. 71–78.

10. Николаев И.Н., Букашкин М.И. К вопросу исследования графических построений // Геометрография: межвуз. науч.-метод. сб. – Рига: РПИ, 1974. – Вып. 1. – С. 95–100.

11. Николаев И.Н., Гуляев Ю.И. Отклонения реальных геометрических образов от идеальных в графических построениях // Геометрография: межвуз. науч.-техн. сб. – Рига: РПИ, 1977. – Вып. 2. – С. 29–39.

12. Бородина Л.Н., Рыченкова А.Ю. Решение метрических задач в начертательной геометрии с учетом точности графических построений // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 7-1.

13. Хейфец А.Л., Васильева В.Н. Реализация обобщенной теоремы Данделена для произвольных квадрик вращения в AutoCAD // Геометрия и графика. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 9–14.

14. Хейфец А.Л. 3D-модель пересечения софокусных и псевдософокусных квадрик // Вестник Юж.-Урал. гос. ун-та. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – Т. 13, № 2. – С. 88–96.

15. Хейфец А.Л. 3D-модель червячной фрезы // Обработка металлов. Технология. Оборудование. Инструменты. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – № 3. – С. 47–54.

16. Инженерная 3D компьютерная графика: учеб. и практикум для акад. бакалавриата / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина,

В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2015. – 602 с.

17. Баскарев В.А. Значение Ферзь в создании начертательной геометрии // Начертательная геометрия: сб. тр. Всесоюз. заоч. политехн. ин-та. – М., 1974. – Вып. 93. – С. 3–11.

18. Фролов С.А., Покровская М.В. В поисках начала: рассказы о начертательной геометрии. – М.: Изд-во МГТУ, 2008. – 192 с.

19. Начертательная геометрия / Н.Ф. Четверухин, В.С. Левицкий, З.И. Прянишникова [и др.]; под ред. Н.Ф. Четверухина. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.

20. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия. – М.: Учпедгиз, 1961. – 360 с.

21. Хейфец А.Л. Исследование линии пересечения поверхностей как новый тип позиционных задач в курсе теоретических основ компьютерного геометрического моделирования // Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве: сб. материалов 1-й Междунар. науч. конф., Москва, 24–26 июня 2008 г. / под ред. В.И. Якунина. – М.: Изд-во МГИУ, 2008. – С. 395–401.

22. Хейфец А.Л., Логиновский В.Н., Буторина И.В. 3D-моделирование линий пересечения поверхностей (AutoCAD) // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвуз. науч.-метод. сб. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2004. – С. 127–133.

23. Хейфец А.Л., Логиновский А.Н. 3D-модели линейчатых поверхностей с тремя прямолинейными направляющими // Вестник Юж.-Урал. гос. ун-та. Строительство и архитектура. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – Вып. 7, № 25 (125). – С. 51–56.

24. Хейфец А.Л. Сравнение методов начертательной геометрии и 3D компьютерного геометрического моделирования по точности, сложности и эффективности // Вестник Юж.-Урал. гос. ун-та. Строительство и архитектура. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – Т. 15. № 4. – С. 49–63.

25. Логиновский А.Н., Хейфец А.Л. Решение задач на основе параметризации в пакете AutoCAD // Геометрия и графика. – Т. 1, вып. 2. – С. 58–62.

26. Чернышова З.Т., Глаговский В.В. К методике решения задач по начертательной геометрии. – Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1964. – 105 с.

27. Короткий В.А., Дубовикова Е.П. Задача Аполлония на экране компьютера // Совершенствование подготовки учащихся и студентов

в области графики, конструирования и дизайна: межвуз. науч.-метод. сб. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2013. – С. 5–9.

28. Короткий В.А., Хейфец А.Л. 3D-моделирование коник в пакете AutoCAD // Актуальные вопросы графического образования молодежи: материалы VI Всерос. науч.-метод. конф. / под ред. Ю.П. Шевелева, А.П. Передбогова. – Рыбинск: Изд-во РГТА, 2005. – С. 102–105.

29. Логиновский А.Н. Комплексные задачи в пакетах среднего САПР [Электронный ресурс] // Наука ЮУрГУ: материалы 67-й науч. конф. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – С. 201–206. – URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_KONF&key=000537718_content (дата обращения: 20.01.2016).

30. 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., Москва, 20–22 ноября 2012. – М.: Изд-во МЭИ, 2012. – Т. 1 – С. 72–80.

СЕКЦИЯ «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ДИЗАЙНА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИОННО-ХУДОЖЕСТВЕННОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ В ПРОПЕДЕВТИКЕ ДИЗАЙНА

Е.В. Князева

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,
Санкт-Петербург

Представлен краткий обзор формирования методической основы композиционно-художественного формообразования. Представлены тематические разделы курса «Пропедевтика – основы композиции», которые знакомят с видами композиции, законами их построения и принципами организации. Иллюстрированный материал представляет собой работы студентов-дизайнеров (графический дизайн и дизайн среды), выполненные под руководством автора статьи.

Ключевые слова: композиционно-художественная подготовка, композиция, макетирование, дизайн.

METHODOLOGICAL BASIS OF COMPOSITE-ART DESIGN SHAPING IN PROPAEDEUTICS ANNOTATION

E.V. Knyazeva

Saint Petersburg State Polytechnic University, Saint Petersburg

The article provides an overview of the formation of the methodological foundations of compositional and artistic formation. Presents the thematic sections of the course “Propedeutika – base composition”, which are introduced to the species composition, the laws of their construction and principles of the organization. Illustrative material is a work of students-designers (graphic design and environmental design) done by the author.

Keywords: composite-art training, composition, layout, design.

Введение

Процесс композиционно-художественной подготовки дизайнеров имеет свою основу и исторические корни. Кроме того, он зависит от особенностей, уровня подготовки, личной одаренности студентов и вида дизайна.

Основы композиционно-художественной подготовки были сформированы в одной из ведущих школ дизайна 20–30-х гг. XX в. – Баухауз

(высшая школа промышленного искусства). Создателем и инициатором уникального в своем роде пропедевтического курса является швейцарский художник Иоханнес Иттен (1888–1967). В 1919 г. Иттен вводит в процесс обучения дизайнеров Баухауза данный курс сначала как факультативный предмет, а затем как обязательный. Серия упражнений Иттена касалась изучения абстрактных элементов формы. Они строились на анализе характера трех основных форм: круга, квадрата и треугольника. Надо было проанализировать свойства каждой из этих форм в отдельности, а затем в сочетании друг с другом. Большое внимание на занятиях уделялось цвету [1–3].

После ухода Иттена руководство пропедевтическим курсом перешло к венгерскому художнику Ласло Мохой-Надю (1895–1946). Мохой-Надь сделал главный акцент на упражнения по изучению материалов, считая, что благодаря «интенсивным занятиям с материалами повышается уверенность и точность в ощущениях». Ряд упражнений Мохой-Надь направлял на проработку структурно-пространственной конструкции предметов и поиск оригинальных и новых конструктивных решений. Для их выполнения студенты изучали законы статики и динамики, механики и кинетики [1].

Свою завершенность и структурную целостность пропедевтический курс получил под руководством немецкого художника, дизайнера Йозефа Альберса (1888–1976). Альберс вслед за Иттенем и Мохоем-Надем особое внимание обращал на развитие комбинаторного мышления (умению находить разнообразные вариации из ограниченного числа заданных элементов). Однако, в отличие от Иттена, он делал акцент на объемную композицию и упражнения макетного характера. «Альберс одним из первых ввел в художественную педагогику предварительное изготовление макетов, конструкций и отдельных композиций, что впоследствии будет широко применяться многими дизайнерскими и архитектурными школами» [1]. Также на занятиях со студентами Альберс продолжил ряд упражнений с материалами, разработанных Мохоем-Надем, делая акцент на развитие творческой фантазии и способности изобретать новое.

Из содержания этих курсов постепенно сформировалась методическая основа композиционно-художественного курса «Пропедевтика – основы композиции». В настоящее время он состоит из трех частей и применяется для обучения дизайнеров 1-го курса (графический дизайн, дизайн среды):

– 1-я часть содержит следующие темы «Композиция. Виды композиции. Фронтальная (плоскостная) композиция», «Художественно-

выразительные средства построения композиции», «Композиционные средства гармонизации художественной формы», «Визуальная трансформация и иллюзорные композиции», «Цвет в композиции»;

– 2-я часть включает темы «Основы макетирования», «Рельеф», «Объемная композиция», «Включение графики в объемную композицию», «Пластическое решение объемных форм»;

– 3-я часть – «Глубинно-пространственная композиция».

При изучении 1-й части курса студенты знакомятся с видами композиции, законами их построения и принципами организации. Теоретический материал излагается в форме лекции-беседы с иллюстративным материалом и презентацией. На практических занятиях студенты выполняют ряд формальных упражнений плоскостных композиций, используя художественно-выразительные средства (точку, линию, пятно) и средства гармонизации композиции.

1. Первая часть курса. Тема «Композиция. Виды композиции. Фронтальная (плоскостная) композиция»

Слово композиция происходит от лат. *compositio* «составление», «сочетание». Это искусство сочетания, составления различных частей в единое целое согласно замыслу. Основы композиции едины для всех видов искусства. Это относится ко всему, что нас окружает. Оглядываясь, мы можем убедиться в том, что окружающее нас пространство определенным образом организовано. Композиция обеспечивает логическое и красивое расположение частей, из которых состоит целое, придавая ясность и стройность форме и делая доходчивым содержание. Признаки композиции мы обнаруживаем также в природных формах, строении растений, животных организмов, строении вселенной.

Композиция делится на три вида: фронтальная (плоскостная) композиция, объемная и глубинно-пространственная композиция. Однако такое деление достаточно условно, так как фронтальная композиция входит в состав объемной композиции или глубинно-пространственной, а объемная – неотъемлемая часть глубинно-пространственной композиции.

Фронтальная (плоскостная) композиция – самостоятельное произведение, выполненное в различных техниках и материалах, созданное на плоскости заданного формата. Плоскостные композиции студенты выполняют различными способами: рисуют карандашом или гелевой ручкой, делают в виде аппликации из геометрических фигур, надписей, линий, выполняют в технике коллажа.

Упражнения по комбинаторике с геометрическими фигурами являются прообразом проектного этапа поиска вариантов решений объемно-пространственных объектов на плоскости. Знания, полученные студентами при выполнении формальных упражнений на плоскости, формируют мышление и наталкивают на целый ряд идей, представленных в предметном мире, развивают фантазию и образное мышление. Упражнения на основе симметрии и узоров направляют студентов на путь рационального использования самой проектной площадки или материалов, из которых будут изготовлены проектируемые объекты.

Упражнения на имитацию фактуры [4–6] складываются из арсенала:

– изобразительные средства графики: линия, точка, штрих, пятно; используя основные элементы графики, студенты создают ажурные фактуры из переплетающихся линий и штрихов разной толщины и тональности; сочетание всех видов графических средств позволяет создавать индивидуальные и неповторимые образы, всегда воспринимаемые по-разному;

– выбора инструмента, которым она выполнена, например: карандаш, уголь, кисть, перо, резец, игла и пр.;

– техники исполнения: печать, покраска, штамповка, мармирование, дорисовка, оттиск, процарапывание и др.;

– рабочая поверхность: бумага, картон, акварельная бумага и пр.; при выполнении одного и того же изображения на разных бумагах оно выглядит и воспринимается по-разному; фактура поверхности, на которой выполнено изображение, может обогатить, сделать графику четкой и насыщенной, расплывчатой или вязкой, легкой или тяжелой (например, китайские художники умело используют разнообразные сорта бумаги, в их композициях акварельные тона и размыты легко сменяются простыми и четкими формами и наоборот).

Использование всего многообразия фактур при проектировании изделий дизайна дает возможность показать из какого материала изготавливается изделие, а также как оно будет смотреться в композиции. Многообразие и неповторимость фактуры, формы и цвета открывают широкие возможности при создании композиции. Она получается интересной и удачной, когда удается достичь единства трех составляющих: формы, цвета и фактуры.

Сегодня неотъемлемая часть при выполнении графических заданий – компьютерные технологии. Упражнения выполняют как традиционными способами вручную (рис. 1, а, б), так и при помощи компьютер-

ных специализированных графических программ (Corel Draw, Photoshop, Illustrator и др.). Отсканированный натуральный рисунок вносится в память компьютера, далее он может быть выполнен с применением специализированных графических программ. При создании плоскостных композиций на компьютере можно применить все разнообразие графических приемов и эффектов не воспроизводимых вручную.

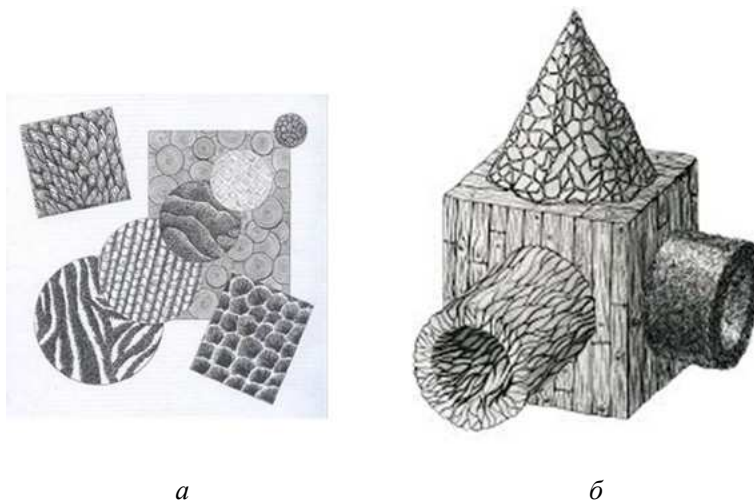


Рис. 1. Композиция из геометрических фигур с использованием различных фактур (материал – бумага, инструменты – карандаш, черная гелевая ручка и др.) (а); включение графических фактур в композицию из геометрических поверхностей (материал – бумага, инструменты – карандаш, черная гелевая ручка и др.) (б)

Преобразования композиции за счет ритмических, графических и размерных рядов, изменения положения элементов иллюстрируют возможность графики, влияющих на восприятие человека. Так мы подошли к упражнениям на визуальную трансформация и иллюзорные композиции. Иллюзорность – обманчивость зрительного восприятия. Причина оптической иллюзии лежит как в физических свойствах предмета, так и в особенностях механизма зрения (являясь следствием несовершенства органов чувств) и в физических свойствах предмета. Научное исследование геометрических оптических иллюзий было начато в середине XIX в. Затем на протяжении полувека появилось около 200 научных работ на эту тему.

Замечательным мастером иллюзий был знаменитый график, голландец Морис Корнелиус Эшер, изучавший особенности симметрии, переход одной исходной формы в другую, отображение трехмерного

пространства на плоскости листа и т.д. В настоящее время швейцарский художник Феличе Варини создает объемные геометрические картины, являющиеся лишь оптической иллюзией. Свои произведения искусства мастер строит по принципу анаморфоза (преднамеренно искаженного изображения, которое принимает правильный вид лишь при рассмотрении с определенной точки) [5].

Студенты выполняют упражнения с применением различных графических средств совместно и по отдельности, преобразуя их и переконпоновывая, изменяя начертания и движения внутри плоскости формата, смещая центры, учитывая средства гармонизации композиции.

2. Вторая часть курса. Темы «Основы макетирования», «Рельеф», «Включение графики в объемную композицию», «Пластическое решение объемных форм», «Объемная композиция»

Основы макетирования. В программе обучения дизайнеров тема макетирования занимает одно из главных мест. Работа с объемными элементами и формами развивает у студентов пространственное мышление, которое необходимо им в дальнейшей творческой профессии. Умения и навыки по основам макетирования помогут в дальнейшем при выполнении заданий по проектированию в дизайне. Изучение начальных навыков макетирования закладывается при выполнении простейших упражнений в курсе «Пропедевтика», помогает усвоить определенные приемы макетного дела, знакомит студентов со средствами выражения творческих архитектурных фантазий, прививает правильный метод работы, дает возможность наглядно представить свои идеи и свободно оперировать объемами и пространством.

Материалами для макетов могут быть картон, пластилин, гипс, дерево и т.д. Однако самым применяемым на занятиях является бумага, она легко обрабатывается и не требует сложных инструментов, хорошо режется и клеится, на ней хорошо видны светотеневые градации.

Сначала студенты знакомятся с рельефной трансформацией и выполняют ряд упражнений, осваивая приемы рельефного формообразования, с использованием различных технологий и материалов. Практические задания выполнены из бумаги. Рельефные композиции – это композиции, выступающие из плоскости, они тоже относятся к фронтальным. Фронтальные композиции воспринимаются только под одним углом зрения, выразительность рельефа зависит от собственных пара-

метров: высоты, глубины и отношения между светом и тенью. Уровень светотени связан с углом наклона композиции к источнику освещения, а также мощностью и местоположением относительно рельефной поверхности (выше, ниже, справа и т.д.) Изменение характеристик источника света: силы, направления, наклона и т.д. – ведут к преобразованиям, воспринимаемым глазом человека, рельефной поверхности.

С помощью искусственных или естественных источников света возникают собственные и падающие тени, моделирующие форму предмета. Рельефные композиции позволяют выявлять их форму и композиционное построение за счет света и тени. Кроме рельефа, в заданиях используются такие средства композиционной выразительности, как пластика, свет, тень, цвет и тень, а также макетный материал и его свойства (рис. 2) [5, 6].

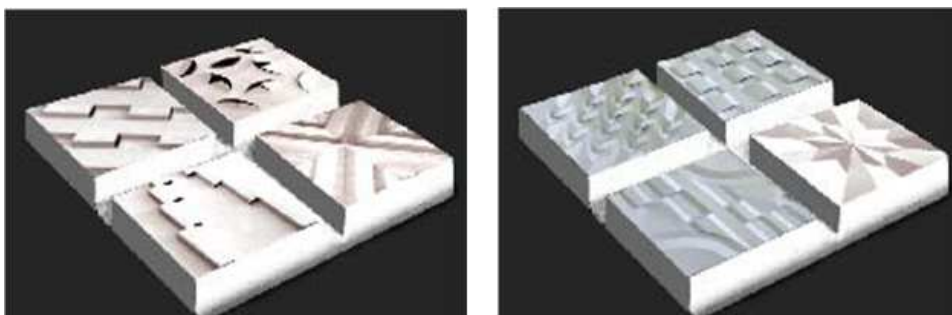


Рис. 2. Создание рельефной композиции в форме геометрического орнамента из надрезов, вырезов и сгибов (материал – бумага, инструменты – карандаш, нож-резак, металлическая линейка, циркуль)

С давних пор было замечено воздействие формы на результат восприятия ее человеком. Доказано, что простые геометрические формы и поверхности воспринимаются лучше, чем более сложные. Это связано с тем, что человек обращает больше внимания на содержимое, а не тратит внимание на изучение замысловатой формы.

Такие исследователи, как Ч. Щемайтис и В. Миронов, причисляют простейшие формы спирали, шара, многогранника, трубы, дерева и звезды к излюбленным формам всех пространственных искусств, в том числе и дизайна. Если свести живые органические формы к геометрическим, то получаем шар, конус, цилиндр, многогранник [5]. В объектах дизайна наибольшее применение находят простые прямоугольные формы, которые являются серьезным ограничением. Приме-

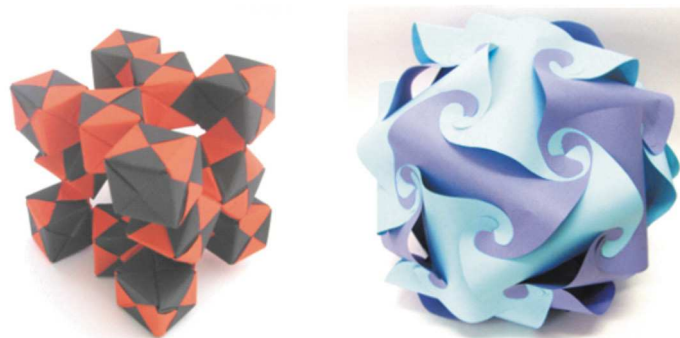
няется принцип удержания простоты и краткости. Но это не всегда оправдано, так как сложные и замысловатые формы наибольшим образом привлекают внимание.

С древнегреческих времен известно о существовании шести правильных многогранниках, их называют тела Платона. Если комбинировать между собой различные правильные многоугольники, то можно построить еще 13 многогранников. Впервые это сделал Архимед, и они называются архимедовыми телами. В свою очередь, комбинируя между собой различные многоугольники правильной и неправильной формы, нарушая симметрию, можно получить большое многообразие полуправильных многогранников и звездчатых форм. Английский математик М. Веннинджер в своей книге «Модели многогранников» [7] знакомит с описанием 75 известных в настоящее время многогранников и большого числа их звездчатых форм, приводит разнообразные варианты цветовых решений для каждой модели.

Выполняя упражнения «Макеты геометрических поверхностей», студенты более углубленно изучают темы из курса начертательной геометрии (геометрические поверхности, развертки, взаимное пересечение геометрических тел). Большое внимание уделяется геометрическим формам сложной конфигурации (многогранники и оригами) (рис. 3), так как любой объект предметного мира представляет сочетание простых и сложных геометрических форм. Для усложнения заданий вводится работа с цветом и фактурой.

Человек проявляет интерес к многогранным поверхностям на протяжении всей жизни, начиная от годовалого ребенка, играющего с кубиками и пирамидками, до профессионального графика, математика, архитектора, дизайнера и реставратора. В статье «Современное направление и перспективы научных исследований по геометрии и графике: обзор докладов на международной конференции ICGG – 2014» было отмечено: «В настоящее время применением многогранных геометрических поверхностей для создания агрегатных модульных конструкций свободной формы занимаются ученые из Франции, Австрии, США, Германии, Австрии, Аргентины, России... Широкую популярность занимают проблемы оригами, построения разверток и применения метода триангуляции для складывания (сворачивания) плоского листа в различные объемные формы» [8]. Можно найти множество примеров, когда ученые из различных стран активно используют многогранники и оригами в архитектуре и строительстве, объектах дизайна и на произ-

водстве. Например, Томохиро Тачи (Япония) занимается изготовлением конструкций жесткой и изогнутой оригами [8], а колумбийский архитектор Manuel Villa создал небольшой дом-многогранник, в качестве формы для здания проектировщик выбрал усеченный октаэдр. Различные виды многогранников находят широкое применение в дизайне упаковки, дизайне стекла и посуды.



а



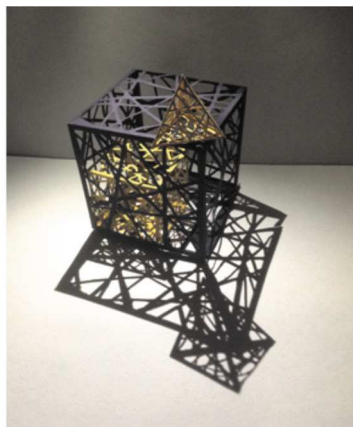
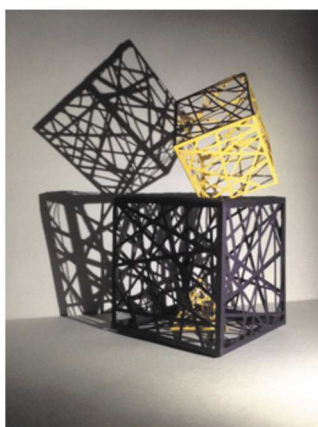
б

Рис. 3. Геометрические поверхности сложной формы (материал – цветная бумага) (а); пластическое преобразование объемных форм (материал – цветная бумага, инструменты – карандаш, нож-резак, металлическая линейка, циркуль) (б)

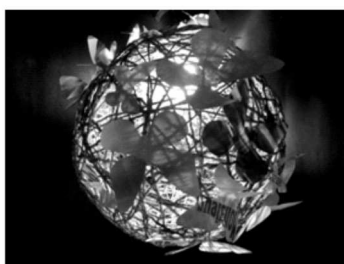
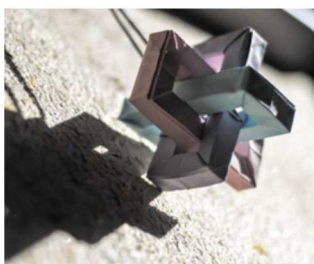
Пластическое решение объемных форм рассмотрим на примере следующего упражнения: «Куб, на каждой грани которого создан геометрический рисунок путем вырезания и удаления отдельных частей. Внутреннее пространство самой объемной формы проявляется за счет использования разнообразных геометрических рисунков, прорезей и проемов. В результате статичная поверхность куба преобразуется в легкую и ажурную» (рис. 4).

Объемная композиция. К объемной композиции относятся произведения искусства, имеющие три измерения (длина, ширина и высота).

Это скульптура, мелкие архитектурные формы, посуда, мебель, одежда – все, что включает в себя дизайн. Поиски удобной формы сочетаются с поисками методов придания ей выразительности и красоты. Объемная композиция делится на симметричную и асимметричную. Симметричная наиболее распространена и имеет вертикальную ось, такие композиции организуют вокруг себя одинаковое пространство и восприятие. Асимметричная объемная композиция имеет широкие возможности для решения неповторимых пластических задач. Такая композиция наиболее интересна, позволяет более емко выразить образ, передать всю многогранность и многоликость. Именно такую композицию легче развить и связать с пространством. Окружающее пространство активно влияет на восприятие объемной композиции.



a



б

Рис. 4. Объемная композиции из геометрических тел, построенная на графике собственных и падающих теней (*a*); объемная композиция из различных фактур с множеством светотеневых оттенков (*б*)

Работа с цветом в объемной композиции значительно отличается от работы на плоскости. Прежде всего необходимо учитывать, помимо психологического воздействия цвета, еще и влияние цвета на объем. Обычно главенствующим в объемной композиции является фактура, которая неразрывно связана с формой.

На обходах задания даются в фотографиях, фотографии можно сделать, используя различные подсветки. Свет в графике можно выделить как самостоятельное изобразительное средство. Источник света в изображении может быть мягким, рассеянным, дающим объемную фактурную форму с множеством светотеневых оттенков. Свет может быть жестким, и форма выглядит плоско, больше работает силуэт. Светом можно выделять центр и расставлять ритмические акценты в композиции. Особый подход в графике – к падающим теням. Изображение может быть построено на графике собственных и падающих теней и их ритме. В графике подобного типа появляется элемент декоративности, нереальности пространства, перевернутого мира, но это также дополнительные возможности для выражения образа (рис. 5) [5, 9].

3. Третья часть курса – «Глубинно-пространственная композиция»

Глубинно-пространственная композиция воздействует на наше зрительное восприятие не только сочетанием плоскостей и объемов, но и пространством, сочетанием пропорций, цвета, объема и фактуры. При создании глубинно-пространственной композиции в макете наиболее углубленно отрабатываются средства гармонизации композиции и ее закономерности, а также разнообразные варианты подходов в решении поставленной задачи, активнее прослеживаются пространственные связи в композиции.

Заключение

Курс «Пропедевтика – основы композиции» закладывает основы графического и объемного формообразования, знакомит с основными графическими средствами композиции (точка, линия, пятно), раскрывает средства гармонизации композиции (ритм, пропорция, симметрия, модульность и т.д.), развивает пространственное мышление, чувство цвета, зрительную память и художественное воображение. Упражнения, предусмотренные курсом, позволяют сформировать у студентов основу для дальнейшего выполнения заданий по проектированию, а также по

элементарным навыкам макетирования. В связи с внесением различных изменений в предметную тематику заданий и апробацией различных подходов к организации учебно-творческой работы студентов требуется методическая гибкость от преподавателя и необходима адаптация любого творческого задания к конкретной ситуации и виду дизайна.

Список литературы

1. Дружкова Н.С. Педагогическая концепция и ее традиции в современном художественном образовании: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 2008. – 58 с.
2. Иттен И. Искусство цвета. – М.: Д. Миронов, 2001.
3. Иттен И. Искусство формы. – М.: Д. Миронов, 2001.
4. Голубева О.Д. Основы композиции: учеб. пособие. – 2-е изд. – М.: Искусство, 2004. – 120 с.
5. Изюмова М.В., Князева Е.В. Пропедевтика. Основы композиции: учеб.-метод. пособие. – СПб.: Изд-во Нев. ин-та управления и дизайна, 2012. – 138 с.
6. Устин В.Б. Композиция в дизайне. Методические основы композиционно-художественного формообразования в дизайнерском творчестве: учеб. пособие. – 2-е изд., уточн. и доп. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 239 с.
7. Веннинджер М. Модели многогранников / пер. с англ. В.В. Фирсова; под ред. И.М. Яглома. – М.: Мир, 1974.
8. Волков В.В., Кайгородцева Н.В., Панчук К.Л. Современное направление и перспективы научных исследований по геометрии и графике: обзор докладов на международной конференции ICGG – 2014 // Проблемы качества графической подготовки: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – С. 90–99.
9. Князева Е.В. Организация самостоятельной работы студентов-дизайнеров // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – С. 396–404.

ИЗ ОПЫТА ОБУЧЕНИЯ СИСТЕМНОМУ ПОДХОДУ В ДИЗАЙНЕ

А.Ю. Наместников, Н.С. Ахметшина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь

Представлен опыт знакомства студентов-дизайнеров специалитета с системотехникой. Приведены фрагменты рефератов студентов 5-го курса по дисциплине «Проектирование системных объектов».

Ключевые слова: опыт преподавания, системный подход, дизайн.

SOME OF EXPERIENCE OF TEACHING OF THE SYSTEM APPROACH IN DESIGN

A.Yu. Namestnikov, N.S. Akhmetshina

Perm National Research Polytechnic University, Perm

The designer with a 40-year experience notes difficulties and imparts experience of introduction of students-designers to system analysis and synthesis. Fragments of papers of students of the 5th course on discipline Design of system objects are given.

Keywords: experience teaching, design, system.

Традиционно навыки системного подхода прививаются будущим дизайнерам в установочных лекциях и, главное, практических заданиях дисциплины «Проектирование и моделирование». На специалитете «Дизайн» Пермского политехнического университета в 2004 г. при разработке программы и планов в соответствии с тогда новым ГОС автором была предложена и осуществлена специальная дисциплина «Проектирование системных объектов».

Целью изучения данной дисциплины являются ознакомление с основами системного подхода к дизайн-проектированию сложных объектов и освоение практических приемов их анализа и синтеза.

В изучении дисциплины предполагается решение следующих задач:

- введение в системотехнику;
- получение знаний об основных методах анализа и синтеза системных объектов дизайна;
- приобретение начальных навыков художественного проектирования системных объектов.

Предметом изучения дисциплины являются:

- типы связей и отношений в системном объекте дизайна;
- средства художественной выразительности при дизайн-проектировании системных объектов;
- практические приемы анализа и синтеза системных объектов дизайна.

В результате изучения дисциплины студент должен:

1) знать:

– основные принципы системного подхода к сложным объектам дизайн-проектирования;

– основные методы анализа и синтеза системных объектов дизайна;

2) уметь:

– формулировать проблему, цель, концепцию проекта;

– моделировать системный объект;

– описывать и обосновывать проектное решение системного объекта;

3) иметь навыки:

– анализа сложной проектной ситуации как системы;

– синтеза проектного решения системного объекта и его обоснования [1].

Опыт автора 2008–2014 гг. (7 групп) может быть интересен коллегам если не на бакалавриате, где и так мало времени на обучение у мастера, то на магистратуре (если владение системным подходом продекларировано в ООП «Дизайн» вуза). Дизайн-проектирование системных объектов невозможно без системного подхода, но и художественное конструирование отдельных (штучных) вещей вне системного мышления о ней неэффективно. Новая дисциплина стала для будущих партнеров-инженеров дверью в системотехнику.

Дисциплина «Проектирование системных объектов» (9-й семестр, 102 аудиторных часа, 102 часа самостоятельной работы студента) тематически была тесно связана с главной дисциплиной дизайнеров «Проектирование и моделирование промышленных изделий», и то, что их вели разные преподаватели, не было мешающим фактором. Учебные задания были связаны с проектами, которые выполнялись по той дисциплине. Новый взгляд на художественное проектирование помогал студентам упорядочить умственную работу, стимулировал рефлексивную деятельность, ориентировал на более серьезные цели и задачи, заставлял искать более творческие решения. Преподаватели замечали, что пояснительные записки становились стройнее, инте-

реснее и убедительнее, а проекты – умнее и глубже. В 2010 г. на Международном конкурсе лучших дипломных проектов года по архитектуре и дизайну были высоко оценены не только представленные по квоте два проекта мебели (дипломами первой степени), но и третий, выставленный вне конкурса, по графическому дизайну для фестиваля русского языка.

Содержание дисциплины:

Тема 1. Введение в системотехнику (Лк – 8 ч, ПЗ – 16 ч, СРС – 24 ч).

Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения (система, системный подход, системные объекты, особенности художественного проектирования системных объектов). Системный анализ ситуации и объекта: целеполагание и проблематизация (методы и приемы, дерево целей, выявление проблемы, конфликта, противоречия).

Тема 2. Концепция системного решения (Лк – 8 ч, ПЗ – 16 ч, СРС – 24 ч).

Поиск и нахождение проектного решения в проблеме (методы и приемы).

Тема 3. Синтез системного решения (Лк – 8 ч, ПЗ – 16 ч, СРС – 24 ч).

Системный синтез (построение новой системы, оптимизация системы, описание спроектированной системы: методы и приемы).

Тема 4. Обоснование системного решения (Лк – 10 ч, ПЗ – 20 ч, СРС – 30 ч).

Обоснование системного решения в аспектах цели и задач проекта.

Принимаясь за новую дисциплину, автор (дизайнер промышленных изделий и графики с 27-летним стажем) имел профессиональный интерес углубиться в системный подход дизайнера, познать новейшие приемы, увидеть эффект в работах учеников. Однако было выявлено, что за последние 30 лет ничего не добавилось, обо всем сказано у Георгия Петровича Щедровицкого. Монография «Методика художественного конструирования» (ВНИИТЭ, 1983 г.) остается основой, и учебник Инны Александровны Розенсон (СПб.) не превзойден, ждем обновления его года издания. Но самое удивительное, что универсального учебника по системному подходу к проектированию будущего на русском языке нет! В последние 10 лет появилось много новейших методов творчества: ментальные карты, глаголы действия, матричные диаграммы, исследование места, принудительные связи [2]. Мы, безусловно, благодарны психологии творчества, но ведь именно системотехнике они обязаны своим появлением.

Системный подход в дизайне осуществляется в следующих аспектах:

1. Объект рассматривается дизайнером не как отдельный предмет, а как система связанных элементов и элемент метасистемы. В самом простом виде метасистема обязательно включает человека – зрителя, оператора – и называется система «человек – машина». Внешний вид объекта рассматривается как композиция – система композиционных элементов, связанная с чувственным восприятием человека и вызывающая определенное воздействие на душу человека, с учетом художественной культуры. Эргономика же изучает систему «человек – машина» без учета художественных эффектов.

2. Дизайн систем – выбор в качестве объекта дизайн-проектирования не отдельного изделия, а системы изделий или вещей:

а) система продукции (примеры: мебель Тонет во второй половине XIX в., компьютерная техника);

б) система потребления (пример: товары марки ИКЕА – от разных производителей для одного потребителя);

в) «дизайн-программа» (в СССР) или «тотальный дизайн» (в США) (пример дизайн-программы: «Электромера» 1982 г. – 1200 изделий 32 предприятий одной отрасли; число корпусов приборов уменьшено дизайнерами от 60 до 5, число внешних установочных элементов приборов – от 200 до 50; достигнута гармонизация системы потребления – лаборатории).

3. Дизайн-деятельность как система, а не просто работа выпускника кафедры дизайна на фирме. Работа дизайнера как элемент корпоративного большого дела, и даже общенационального, глобального дела. Работа дизайнера как система связанных элементов, например «анализ – концепция – синтез» или «дивергенция – трансформация – конвергенция».

4. Труд дизайнера как система. Как и в любой другой системе, проблема здесь кроется в связях, на стыках элементов – таких как дизайнер в коллективе разработчиков новой техники, дизайнер и его рабочее место, клиент и эскизы, договорные документы и налоговая инспекция. Проектирование (налаживание, оптимизация) самого дизайнерского труда (вообще или над новым проектом) называется метадизайном.

Заметим, что художественная композиция – это чистой воды система! Чтобы найти новое ценное в композиции, надо подходить к ней как к системе и с учетом метасистемы – культуры.

Принципы системного подхода усваиваются студентами без труда, с интересом. Результаты системного подхода в готовых трудах, произведениях дизайна принимаются бесспорно. Но освоить системность

в своей творческой проектной работе оказывается делом непростым. Практика преподавания показывает, что выпускникам российской средней школы непросто дается написание хоть чуть сложных текстов.

Особый энтузиазм вызывала тема энтропии, которая в мире и в системе растет сама, а бороться с ней приходится своими силами и особенно с помощью дизайн-творчества.

Самостоятельная работа студентов включала следующее:

- системный анализ объекта дизайн-проектирования (изучение связей с человеком, его жизнедеятельностью, средой, культурой);
- системный синтез (выстраивание улучшенных связей в системе и с метасистемой);
- особенности композиции того и другого типа системных объектов;
- реферат или эссе на свободную тему о системном подходе в дизайне, про системность труда дизайнера.

При подготовке бакалавров из-за недостатка времени трудно углубиться в тонкости системотехники как следует, а работа с будущими магистрами нуждается в хорошем учебнике по основам системотехники, системного дизайна.

Ниже приведены примеры работ студентов-дизайнеров 5-го курса (2014 г.) в сокращенном виде и без иллюстраций.

Н.С. Ахметшина

Дизайн – для заказчика или для потребителя?

Системный подход

(эссе по дисциплине «Проектирование системных объектов»)

На сегодняшний день границы представления о дизайне достаточно размыты, в том числе из-за того, что утеряна основная идея дизайна. Профессия приобретает больше исполнительский характер, чем обрекает себя на исчезновение – не как специальность, а как уход профессионалов, убежденных в неприкосновенности высоких принципов. Заказчики и производители все чаще считают допустимым собственное вмешательство в работу нанятых ими же специалистов, даже во вред будущим потребителям. А раз дизайнер только выполняет пожелания, он утрачивает склонность к мышлению, пропадает интеллектуальная ответственность. Это при том, что среди других видов деятельности только в дизайне со вмещаются логические и образные системы мышления.

Дизайнер обязан осознавать себя личностью, различать в профессии движения и течения, которых не замечает публика. Его продукт должен быть исключительного качества во всех проявлениях. Идея, положенная в основу продукта, должна не только отвечать требованиям современного динамично развивающегося общества, но и обращаться к вечным ценностям. Именно дизайнер определяет судьбу изделия, с которым работает: будет ли оно продаваться, кому, где, в каких количествах, долго ли и как им будут пользоваться? Соответственно, к продуктивному участию в мировых экономических процессах больше готовы те производители, которые имеют развитые системы дизайна. Естественно, понимание этого было достигнуто не сразу. К сожалению, до сих пор большинство производителей практически игнорируют дизайн как часть производства. Рассмотрим некоторые из них, применив системный подход.

В промышленной отрасли не каждый производитель всерьез задумывается о дизайне, так как он препятствует обsolesценции, мешает запланированному преждевременному ухудшению качества выпускаемого продукта. Иногда новому дизайну преграждает путь хороший стабильный уровень сбыта товара: производитель не готов остановить конвейер ради модернизации изделия, которое и в существующем виде приносит солидную прибыль, вопреки нуждам потребителя.

Так было в 80-е гг. прошлого столетия с дизайном тракторов – очень востребованного в то время продукта промышленного производства. В СССР изготовители умышленно снизили качество продукции до такой степени, что потребовалось создать целое «министерство ремонта». Одновременно с ухудшением качества стоимость как целого изделия, так и запчастей стала невероятно высокой. В то же время в Америке, напротив, производители настолько улучшили качество выпускаемых ими тракторов, что предусматриваемый срок службы 10–15 лет на деле превысил 35 лет. И в той, и в другой стране изготовители уделили внимание только одному свойству продукции, и в тракторостроении наступил кризис. Хотя существовало множество решений, предложенных совместно дизайнерами и конструкторами, производители не брали их во внимание и продолжали выпускать изделия, не отвечающие требованиям потребителей, но все равно продаваемые благодаря отсутствию на рынке альтернатив. Однако к дизайну не обращались не потому, что отсутствовала конкуренция (компаний, занимающихся тракторостроением, было достаточно). Товаропроизводители в то время еще не понимали, что конкуренция ведется не в сфере самих изделий как отдельных

единиц. Каждая фирма стремится ворваться на рынок с уникальным продуктом, какой больше никто предложить не может. Кризис постепенно разрешился, стали появляться альтернативные модели изделия, созданные с непосредственным участием дизайнеров, а значит, ориентированные на потребителей, поскольку дизайн, а точнее хороший дизайн, гарантирует привлекательность товара на рынке, способствует увеличению объема продаж и снижению затрат на производство. Примеры – американский колесный трактор Fordson SM 1961–1964 гг., советский гусеничный трактор ДТ-75 1963 г.

Если говорить о привлекательности, то можно привести в пример Apple – одну из самых успешных корпораций нашего времени. Apple невероятно требовательна к дизайну, что имеет большое значение для ее покупателей. Абсолютно все, что связано с компанией: бренд, технология, работа с потребителем, – создает желанный продукт, совмещающий в себе эстетику, изобретательность и харизму. С самого начала работы основатель компании установил стандарт: все товары должны быть «безумно замечательными». В корпорации дизайн – это часть культуры, если не сказать религия. Дизайн – инструмент создания прекрасных товаров, в которых гармонично сочетаются все мельчайшие детали: от тактильных ощущений до возможности начать пользоваться устройством сразу после извлечения из упаковки, которой также уделяется огромное внимание, потому что в Apple дизайн является частью непрерывного инновационного процесса, который охватывает всю компанию. Пример – безупречный внешний вид продукции Apple.

Сегодня многие производители понимают, что при высокой конкуренции на большом рынке важно знать в разы больше, чем просто то, какой стиль или цвет сделает их продукт более заманчивым и вызывающим желание у покупателей. Непонимающие терпят неудачи.

Для сравнения: еще одна компания по выпуску сотовых телефонов – Motorola – далеко не так высоко оценивала роль дизайна, как Стив Джобс. Производитель принимал решение касательно разработки товара исходя лишь из технических соображений и экономических затрат. Во время процветания компании главной идеей было создание нескольких моделей телефонов с разным внешним видом, ориентированных на различные категории потребителей. Специально нанятой командой было проведено исследование предпочтений массового потребителя. Очевидно, что самым многочисленным критерием стала рыночная стоимость продукта. В результате был создан ассортимент концептуальных

дизайнов. Поскольку техническое наполнение всех моделей было одинаковым, то исключительно для экономии был разработан единственный вариант исполнения нижней части раскладного телефона, а верхняя часть менялась. Motorola создала такую модель, поскольку рассматривала дизайн только как маркетинговое дополнение. Философия компании отдавала приоритет инженерным решениям за счет визуальных приемов привлечения клиентов. Но такая ориентация не в состоянии обеспечить производство товаров, которые покоряют покупателей. Пример – сотовые телефоны Motorola Talkabout, Motorola Timeport.

Еще одна компания, приверженная дизайну как основе производства, признанный лидер в мебельной промышленности – HermanMiller. Ее подход к дизайну отличается от того, каким руководствуется Apple, но тоже крайне успешен. Продукция HermanMiller представляет собой совокупность компонентов дизайна, вместе составляющих единый образ. При разработке нового изделия дизайнеры отталкиваются не от мысли непосредственно о самом изделии, а от образа человека, который будет этим изделием пользоваться. И после этого задают себе вопрос: способно ли это изделие сделать жизнь человека лучше? Пример – кресло с оттоманкой Имз, производство – «Герман Миллер».

Apple не спрашивает своих покупателей, что и как производить, не проводит традиционные исследования рынка (а лишь анализирует отзывы покупателей касательно уже выпущенного продукта, чтобы усовершенствовать последующую модель). Компания нацелена на людей, которые понимают ее культуру. Для каждого нового изделия изготавливаются десятки прототипов только для настройки ощущений в процессе использования устройства. Лидеры тракторостроения 35 лет назад и не задумывались, насколько важна столь тщательная проработка каждой детали, хотя дизайнеры всегда имели большой запас идей и решений, который по тем или иным причинам не удалось реализовать. И Apple, и HermanMiller работают, основываясь на интуиции и всепроникающей культуре, ориентированной на человека. Наблюдение за жизнью и бытом потребителя с целью выявления неудовлетворенных потребностей приводит компании к созданию товаров не просто утилитарных, а представляющих собой ценность, будь то улучшение существующего продукта либо создание совершенно нового на рынке товара. Motorola же ограничилась только опросом потребителей, выстроила все производство вокруг одной потребности и не выдержала рыночной конкуренции.

Сложнее обстоит ситуация в графическом дизайне, так как он более доступен и является кратковременным продуктом. Заказчик графической продукции, как и производитель промышленной, – лицо, заинтересованное в выгодном вложении денег в дизайн. Дизайн определяет, как будет выглядеть продукт, насколько он соответствует времени и обстоятельствам, как он будет принят покупателем. Но слишком часто заказчик имеет собственное (специфическое, странное) представление о том, что красиво (интересно, выигрышно), а что нет. Обычно дизайнеру приходится иметь дело с заказчиком, который искренне убежден в истинности своего суждения и упорно его придерживается, хотя вовсе обделен художественным вкусом. Он не желает прислушиваться к советам квалифицированного дизайнера и пытается все сделать по-своему, не заботясь о результате. А на самом деле дизайн создается не для дизайнера и не для заказчика, а для будущего потребителя. Пример из жизни: была задача разработать товарный знак для студии танцев. Заказчик был глубоко убежден, что идеал его логотипа – это балерина на земном шаре. Он не профессионал и не может представить, что его «оригинальная» идея не может конкурировать с другими. Задача должна исходить из требований проекта, а не из собственных представлений. Дизайнер же в данном случае решал только одну проблему – угодить заказчику.

В ноябре 2013 г. интернет-портал о творчестве adme.ru опубликовал шутливую, но крайне правдоподобную статью «5 способов испортить логотип». В ней автор на примерах известных брендов предположил, что было бы, если бы в работу дизайнера вмешался заказчик и дизайнер пошел бы у него на поводу.

Дизайнер несет ответственность за то, как товары, которые он проектирует, принимаются (или не принимаются) потребителем. Но его ответственность должна быть больше и определяться его принципиальной позицией еще до начала работы. Кроме того, дизайнер априори принимает решение, стоит ли товар внимания вообще и нужно ли с ним работать. Другими словами, нужен ли его дизайн. И если нужен, то разрабатывать его как систему, в которой продукт и контекст едины. Дизайнер обязан гармонично совместить разные потребности и приоритеты, чтобы результат представлял собой целостный, системный дизайн для человеческих нужд, а не желаний, с учетом всех требований и заказчика, и производителя, и покупателя, а также самих принципов дизайна как части культуры в целом.

Список литературы

1. Эдсон Дж., Бек Э. Уроки дизайна от Apple / пер. с англ. Д. Кириенко. – М.: Манн: Иванов и Фербер, 2013. – 240 с.
2. 5 способов испортить логотип [Электронный ресурс]. – URL: <http://adme.ru/tvorchestvo-reklama/5-sposobov-isportit-logotip-582005> (дата обращения: 13.02.2014).
3. Война с дизайнером: откуда берется хороший дизайн [Электронный ресурс]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/210208> (дата обращения: 12.02.2014).
4. Пузанов В.И. Интеллект дизайнера: общественное сознание и парадоксы проектной практики // Техническая эстетика. – 1992. – № 2. – С. 1–3.

А.В. Цветова

Преимущества системного подхода в промышленном дизайне на примере смартфонов Apple (самостоятельная работа по дисциплине «Проектирование системных объектов»)

Мы живем в век активной информатизации общества. Сегодня главной ценностью человечества является информация. Каждый обладает своим инфопространством и стремится наиболее рационально и удобно его использовать. Соответственно, все инструменты, помогающие людям получать, хранить и передавать желаемую информацию, занимают в жизни особое место. Одним из самых востребованных таких инструментов является смартфон. Смартфон – это мобильный телефон, дополненный функциональностью карманного персонального компьютера.

Объемы продаж смартфонов iPhone компании Apple впечатляют: ни одна из моделей сотового телефона или любого другого электронного гаджета за всю историю не расходилась такими тиражами как iPhone. В 2012 г. iPhone получил подряд девять наград агентства J.D.Power and Associates за высокие оценки потребителей. iPhone занял наивысшее место в исследовании, которое рассматривало следующие категории: производительность, физический дизайн, функции и удобство использования, соответствие ожиданиям пользователей.

Успех приписывают сочетанию качеств устройства и продуманной маркетинговой политики Apple. Безусловно, маркетинговые ходы компании настолько грамотны, что Apple является самым узнаваемым

брендом на планете на протяжении уже нескольких лет. Но невозможно списать популярность iPhone лишь на маркетинг. Вся продукция Apple, несомненно, выделяется на фоне своих конкурентов и является желанной для многих пользователей. В чем же секрет такого ошеломительного успеха, ведь первые модели iPhone уступали своим конкурентам и не предвещали подобной популярности? Ответ кроется в особой идеологии компании, основанной на системном подходе и распространяющейся на все аспекты продукции.

«Системный подход в любой деятельности – это способ организации наших действий, основанный на представлении об объекте как системе. Система – это совокупность связей между элементами рассматриваемого множества. Система – это не сам объект, а его свойства: устройство, действие, совокупность связей его частей. При анализе систему делят на элементы, выявляя существенные связи между ними; при синтезе систему складывают из элементов, налаживая связи» [1].

На примере смартфонов компании Apple можно наглядно увидеть преимущества системного подхода не только в промышленном дизайне, но и в целом в идеологии компании.

Для рассмотрения данного вопроса необходимо разобраться, из чего состоит смартфон. Условно смартфон можно разделить на две основные части: непосредственно аппарат (изделие) и его операционную систему (набор информации, обеспечивающей работу смартфона). Аппаратов, как мы понимаем, существует огромное множество, как и их производителей (Samsung, Nokia, Apple, HTC и т.д.). Операционных систем значительно меньше, а активно используются в основном две системы (iOS и Android). Каждый производитель смартфонов выбирает операционную систему и покупает ее для своей продукции. Иными словами, системное обеспечение и сам аппарат – это разные продукты, совмещенные вместе. Исключение составляет только Apple. Они разработали свое собственное программное обеспечение iOS и устанавливают его исключительно на свою продукцию. Таким образом, для обоих элементов возможна одна связка: Apple (iPhone) + iOS, при этом производитель как у системы, так и у аппарата один. А для всех других производителей смартфонов возможны разные связки (Samsung + Android, HTC + Windows, Nokia + Android и т.д), созданные разными производителями. Уже на этом этапе мы видим колоссальную разницу между организацией продукции Apple и ее конкурентов.

Поскольку Apple разрабатывает и аппаратное, и программное обеспечение, функции iOS идеально работают со всеми другими технология-

ми iPhone. У пользователей не возникнет проблем с частым зависанием, перезагрузками и другими какими-либо несовпадениями систем, так как система полностью адаптирована под один конкретный аппарат.

Смартфоны выпускаются на рынок с 2000 г., и iPhone был далеко не первым представителем. Первый iPhone был оснащен хуже предшественников и не выделялся в глазах пользователей. Однако дальнейшая эволюция всех смартфонов пошла по пути разнообразия моделей, а Apple работала над совершенствованием одного и того же устройства, добавляя в него модули и датчики, повышая производительность и надежность, расширяя ассортимент программ и сервисов. Apple совершенствовали не только свой продукт, но и само устройство корпорации, график работы, условия труда, технологии изготовителей и т.д., что, несомненно, положительно сказывалось на продукции и создавало имя, бренд, идеологию.

Различные производители смартфонов пытались конкурировать между собой обычными методами: количеством мегапикселей, различных «примочек», объемами памяти и т.д. Apple же, в свою очередь, вел себя отстраненно, не обращая внимания на старания конкурентов, фокусируясь совсем на других качествах техники: на сервисных опциях, инфраструктуре, интерфейсе, надежности, взаимодействии с пользователями, создании уникальной системы и др. Они были верны выбранному пути – полному вниманию к деталям, тщательной проработке каждой проблемы, сосредоточенности на одном изделии, системности.

Компания Apple конкурировала с другими производителями в сфере отношений с клиентами – привязка каждого клиента к своему контенту. Пользователь, купивший iPhone, регистрирует себя в системе iOS при помощи присваиваемого номера Apple ID, и с этой минуты вся информация, заведенная им в своем смартфоне, хранится в защищенном электронном облаке, т.е. пользователь получает некий собственный «шкаф» для хранения информации, не имеющий привязки к аппарату, вы можете зайти с любого устройства Apple в это пространства и легко пользоваться своей информацией. Фотографии, календари, заметки, приложения, контакты – все будет автоматически интегрировано на используемое устройство. Ваши данные будут всегда актуальны, куда бы вы ни отправились. Все, что вам нужно, – это ничего не делать. Никакая другая система не может обеспечить таким удобством пользователя из-за отказа от системного подхода.

Конечно, популярность iPhone нельзя приписать только политике централизации компании. Стоит рассмотреть дизайн и технические характеристики продукта.

Простота – вот основа дизайна продукции Apple. Как известно, добиться простоты, кроющей в себе всю функциональность, – одна из самых сложных задач дизайна. Все гаджеты от Apple невероятно просты в использовании. Минимальное количество кнопок, интуитивный интерфейс, освоить и пользоваться устройствами очень легко. Системный подход прослеживается во внешнем виде смартфона и интерфейса.

Технически iPhone тоже занимает в мире лидирующие позиции среди смартфонов. Компания и в этом вопросе руководствуется системным подходом. Apple тщательно подходит к выбору технического оснащения, не распыляясь на всевозможные новинки, как делают это конкуренты. Компания фильтрует инновации и использует только то, что действительно необходимо, на их взгляд, пользователям.

Отсюда формируется и цена продукта. Смартфоны Apple стоят зачастую на порядок дороже конкурентов. Такая политика тоже может рассматриваться как системный подход. С помощью цены аппараты выделяются в линейке, становятся уникальными.

Итак, продукция компании Apple отличается хорошо продуманным системным дизайном. «Системный дизайн – это решение функционально-художественной проблемы части с учетом целого» [1]. В доказательство этого рассмотрим 4 аспекта системного подхода в дизайне, которыми обладает iPhone.

1. Объект рассматривается дизайнером не как отдельный предмет, а как система связанных элементов и элемент метасистемы. Внешний вид объекта рассматривается как композиция – система композиционных элементов, связанная с чувственным восприятием человека и вызывающая определенное воздействие на душу человека. Apple тщательно продумывает все стадии взаимодействия человека с продуктом. Смартфоны никогда не проектируются в разрыве с пользователем и метасистемой.

2. «Дизайн систем – выбор в качестве объекта дизайн-проектирования не отдельного изделия, а системы изделий или вещей» [1]. Apple разрабатывает систему продукции: не отдельно стоящие в линейке девайсы, а тесно связанные инструменты.

3. «Дизайн-деятельность как система, а не просто работа дизайнера на фирме. Работа дизайнера как элемент корпоративного большого дела и даже общенационального, глобального дела» [1]. Инженеры Apple создают продукт, меняющий в целом взгляд человека на электронные устройства, подход к использованию информации, и способствуют развитию технологической цивилизации планеты.

4. «Труд дизайнера как система. Связи: дизайнер и его рабочее место, клиент и эскизы, договорные документы и налоговая инспекция, налаживание, оптимизация самого дизайнерского труда – метадизайн» [1]. Идеология компании распространяется не только на выпускаемую продукцию, но и на метадизайн. Apple тщательно подходит к подбору персонала, постановке проблем, имеет развитую корпоративную систему.

Рассмотрев смартфоны компании Apple, изучив основные цели корпорации и сравнив продукцию с продукцией конкурентов, можно сделать вывод о пользе системного подхода не только в промышленном дизайне, а также в маркетинге и построении общей идеологии. Apple нашла пути решения не просто технических вопросов конкретного аппарата, призванного стать популярным на рынке, а выполняет миссию цивилизационного характера, создав серию продуктов, сильно изменивших в целом взгляд на развитие технологической цивилизации планеты. И сделать это помог компании системный подход, поскольку все, что отличает их от конкурентов и делает уникальными, основано на системности.

«Почему я использую iOS, а не Android? Одна из самых первых причин – мне просто эстетически больше нравится iOS. Для меня Android еще не доделанная система, такое ощущение, что это проект, который никогда не сделают полностью. Еще одна не менее важная причина, по которой я выберу iOS, это их надежность, то, как они работают. Они оптимизированы до конца именно для данного аппарата. С iOS у вас не будет проблем, в отличие от Android. У вас будут намного реже зависать телефон, не включатся программы. Еще одна причина моей привязанности к iOS: это система, которая интегрирована в огромное количество разных продуктов. На сегодняшний день, если у вас есть дома Macintosh, iPad, Apple TV или iPhone, то это все будет работать вместе, без всяких проблем, и для этого вам не нужно ничего добавлять. Это очень удобно» (Тимур Синельников) [2].

Список литературы

1. Наместников А.Ю. Проектирование системных объектов. – Пермь, 2014.

2. Синельников Т. Лучшая OS телефонов [Электронный ресурс]. – URL: <http://hi-tech-gadget.ru/chto-luchshe-android-ili-ios.html> (дата обращения: 10.01.2014).

3. Ермеев А. iPhone или Android [Электронный ресурс]. – URL: <http://digit.ru/technology/20130823/404655527.html> (дата обращения: 10.01.2014).

**Моцарт: алгебра и гармония. Системный подход
(реферат по дисциплине
«Проектирование системных объектов»)**

Вольфганг Амадей Моцарт – самый светлый гений классической музыки. Его искусство – одна из вершин мировой музыкальной культуры. Творчество композитора отразило передовые идеи эпохи Просвещения, неиссякаемую веру в торжество добра, справедливости. Задачей данной работы было выявить связь алгебры и гармонии в произведениях Моцарта, так как понятие гармонии имеет большое значение и в дизайне. Нет стремления сводить музыку к определенным числовым закономерностям, так как определенно можно сказать, что именно ритм, пропорции, вариации, музыкальные интервалы – эти известные составляющие любой музыкальной композиции связывают музыку и математику. В данной работе интересен процесс поиска ответа на заданный вопрос, и он равнозначен выявленному результату.

В знаменитых словах Сальери в пьесе А.С. Пушкина: «...Звуки умертвив, музыку я разъял, как труп, проверил я алгеброй гармонию» – предстает пропасть между музыкой и математикой. Отравлен Моцарт – живое воплощение музыки, и сама музыка мертва под математическим скальпелем убийцы-гения. Эти строки отражают мнение большинства людей, что между математикой и музыкой не может быть ничего общего.

Конечно, не во времена Сальери, а значительно раньше началось развитие важного направления музыкальной науки – теории гармонии, которая выявляет и описывает правила соединения отдельных звуков в музыку. Известно, что Моцарт не только знал теорию гармонии, но и внес гигантский вклад в ее развитие. Он является одним из основоположников классического стиля в музыке, связанного с разработкой симфонизма как высшего типа музыкального мышления, классических норм музыкального языка, его функциональной организации. В творчестве Моцарта универсальное значение получила идея динамичной гармонии как принципа видения мира, способа художественного преобразования реальности. Для своих богатых учеников Моцарт даже создал математический алгоритм создания новых мелодий, в котором бесконечное разнообразие мелодий задавалось игральной костью.

Исследованию музыки посвящали свои работы многие величайшие математики: Рене Декарт, Готфрид Лейбниц, Христиан Гольдбах,

Жан д'Аламбер, Леонард Эйлер, Даниил Бернулли. Лейбниц в письме Гольдбаху пишет: «Музыка есть скрытое арифметическое упражнение души, не умеющей считать». И Гольдбах ему отвечает: «Музыка – это проявление скрытой математики». Похожее мнение существовало в Древней Греции: музыка прямо считалась частью математики, а еще точнее – разделом теории чисел. Первым, кто попытался выразить красоту музыки с помощью чисел, был Пифагор.

Другими словами можно сказать, что связь между алгеброй и математикой заключается именно в теории гармонии, построении отдельных звуков в аккорды, а аккордов – в последовательности.

Чтобы лучше понять, чем же отличается гармония музыки Моцарта, необходимо изучить биографию композитора. Там есть некоторые факты, которые, на наш взгляд, стали факторами зарождения определенной гармонии, системы в творчестве музыканта.

Можно сравнить также принципы работы с музыкальным материалом Моцарта и Бетховена. Бетховену было достаточно одной темы, одной мелодии, чтобы создать из нее целое произведение (например, 1-я часть 5-й симфонии – тема судьбы). Если бы Бетховен взял темы из «Турецкого рондо» Моцарта, он написал бы несколько разных произведений. Моцарту же одной темы было недостаточно, он не мог обойтись одной мелодией и щедро использовал многие по всему произведению. Мелодии и тональности в произведениях Моцарта меняются и, взаимодействуя, создают новую гармонию.

Чтобы убедиться в этом, можно прослушать Сонату фа мажор и определить, сколько разных тем по характеру и оттенкам звучит там (более 5).

Со времен Моцарта классическая гармония шла по пути усложнения, обострения. Постепенно композиторы стали применять более острые, диссонирующие гармонические сочетания. Использование Моцартом в произведениях уменьшенного септаккорда произвело революцию. В произведениях Моцарта это очень напряженный и динамичный аккорд, он требует от исполнителя особого отношения (Симфония соль минор).

Наверное, связь гармонии и алгебры стала причиной того, что музыкальная гармония почти целиком строится на противоположностях (минор и мажор). По сути, гармония в музыкальном произведении выражает стремления и страдания, мечты и надежды, тревоги и раздумья – все, чем полна человеческая жизнь, именно этими чувствами на-

полнена музыка Моцарта. Собственно обращение к человеческим чувствам привело к тому, что музыкальная гармония открыла неисчерпаемые художественные богатства, разнообразие выразительных средств и приемов.

В музыке Моцарта, обращенной к человеческим чувствам, небывалого расцвета достигло не только сопоставление мажора и минора, способное выразить смену настроений и образов, но и диссонантные гармонии, передающие шероховатости облика и характера, противоречия внутреннего мира человека, конфликты и столкновения между людьми.

Список литературы

1. Рабочая программа дисциплины «Проектирование системных объектов» / сост. А.Ю. Наместников. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011.
2. Луптон Э. Графический дизайн от идеи до воплощения / пер. с англ. – СПб.: Питер, 2013.

СОВРЕМЕННАЯ ШРИФТОВАЯ КУЛЬТУРА И ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИЗАЙНЕРОВ

С.В. Наумова

Уральская государственная архитектурно-художественная академия, Екатеринбург

Проанализированы изменения, происходящие в современной шрифтовой культуре, терминологии, классификациях и аксиологических аспектах проектирования в шрифтовом дизайне. Определены основные направления в профессиональном обучении шрифтовой культуре студентов, обучающихся по направлению «Графический дизайн» (бакалавриат).

Ключевые слова: шрифт, шрифтовая культура, акцидентные шрифты, вербальная и невербальная коммуникация, профессиональный канон.

TYPE CONTEMPORARY CULTURE AND THE PROBLEMS OF TRAINING GRAPHIC DESIGNER

S.V. Naumova

Ural Academy of Architecture and Arts, Ekaterinburg

Objective of the research: to analyze the changes taking place in modern type's culture. The study analyzed the changes in terminology, classifications and axiological aspects of type and graphic designing and the main trends in vocational training type culture of students enrolled in "Graphic Design" (bachelor).

Keywords: type, type's culture, display types, verbal and nonverbal communications, professional canon.

Современный шрифтовой ландшафт, как и графический дизайн в целом, представляет собой крайне неоднородную смесь из продуктов профессионального, маргинального и дилетантского творчества, причем зачастую именно маргинальное творчество стимулирует развитие профессиональной культуры. Эта ситуация ставит под сомнение традиционные профессиональные ценности, транслируемые через систему стандартов и каналы образования.

Методологическая база, на основе которой строится обучение шрифтовому и графическому дизайну, является продуктом полиграфической эпохи и ориентирована на полиграфический же дизайн. Эпоха цифровых технологий привела к таким изменениям в сфере проектирования и потребления шрифтов, что в пересмотре нуждаются как сами

образовательные технологии, так и все то, на чем они основываются. Трансляция профессиональной культуры строится на введении обучаемого в семантический (терминология), аксиологический (профессиональные ценности), историко-культурный (контекстный) профессиональные профили, а также на обучении конкретным методам, техникам и приемам работы. Все знания, умения и навыки структурируются в некий профессиональный канон, включающий, помимо терминологии и ценностных приоритетов, систематизацию и классификации. Рассмотрим некоторые аспекты профессионального шрифтографического канона в контексте современной практики.

Обратимся к терминологии. Термин «шрифт» имеет разделительно-выделительную природу и обусловлен появлением у наборщика возможности выбора из разных шрифтовых гарнитур, что и зафиксировано в английском термине *type*.

В русскоязычную культуру термин «шрифт» пришел из немецкого языка. «Шрифт (нем. *Schrift*, от *Schreiben* – писать) – графическая форма знаков определенной системы алфавитного письма» [1, с. 8]. В этом термине зафиксированы определяющее значение формы и фонетическая основа шрифтовых символов. В него не входят неалфавитные (иероглифические) системы письма, а также неалфавитные символы (знаки препинания, цифры, логogramмы и пр.).

На сайте фирмы «Паратайп», наиболее последовательно и аргументированно представляющей терминологию в типографическом дизайне, приводится следующее определение: «Шрифт – это:

1. Графически упорядоченное изображение знаков определенной системы письма.

2. Комплект литер, воспроизводящий какой-либо алфавит, а также цифры, знаки препинания и другие символы, необходимые для набора текста на одном или нескольких языках. Шрифт может быть наборным и рисованным, а также написанным (рукописным). Наборные шрифты различаются по характеру рисунка..., начертанию, размеру и т.д.» [2].

В это определение также не вошли спроектированные той же фирмой «Паратайп» так называемые неалфавитные шрифты («Квадрат пикт» и «Мас д'Азиль Символ», представляющие собой комплекты пиктограмм).

Попробуем уточнить, что же такое шрифт сегодня.

В шрифтах всегда соединялись вербальная и невербальная составляющие коммуникации. Отсутствие вербальной составляющей переводит сообщение в пространство орнамента или другой художественной

композиции. Отсутствие невербальной составляющей приводит к нивелированию самого существования понятия «шрифт», поскольку оно имеет прежде всего разделительную функцию, т.е. именно благодаря невербальной составляющей мы имеем в наличии больше одной формы знаков для записи текстов. Таким образом, шрифт является средством передачи одновременно вербальной и невербальной информации в разных пропорциях. Поэтому имеет смысл остановиться на следующем определении: шрифт является графически упорядоченной системой вербально и интонационно интерпретируемых знаков, с помощью которых передается содержание и определяется контекст коммуникации.

Единой классификации шрифтовых форм не существует. В самом общем виде по своей функции во всех классификационных системах шрифты разделяют на текстовые и акцидентные. В текстовых шрифтах доминирует функция передачи вербальной информации, в акцидентной – донесение до адресата информации невербальной. Между этими классами нет строгой границы, текстовые и акцидентные шрифты представляют собой непрерывный ряд, на одном полюсе которого находятся текстовые шрифты (со слабовыраженной невербальной составляющей), на другом – буквицы с плохо считываемыми графемами. Существуют более дифференцированные классификации, в которых шрифты делятся на текстовые, заголовочные и акцидентные (в некоторых источниках – декоративные). В зарубежной литературе акцидентные шрифты определяются термином *display*.

Поскольку, как мы уже выяснили, основной функцией любого шрифта является интонационно интерпретируемое вербальное сообщение и, следовательно, любому шрифту присуща некая степень акцидентности, обратимся к истории возникновения и развития акцидентных шрифтов, причинам их появления и, соответственно, обслуживаемым ими функциям.

Первые акцидентные буквы появились в силу необходимости структурирования текста. «Выделившись из общей массы текста, первая буква некой структурно-смысловой единицы текста (абзаца или главы), начиная с IV в., сначала становилась несколько крупнее и выделялась цветом, постепенно становясь все больше и графически сложнее, пока к XII в. не переросла в своего рода иллюстрацию, занимающую иногда целую страницу» [1, с. 69].

Эта своего рода иллюстрация, помимо структурирующей, стала выполнять еще ряд функций: организовывала композицию листа, при-

влекала внимание, создавала необходимую эмоциональную атмосферу, вводила социокультурный контекст, доносила определенные ценности и, наконец, доставляла эстетическое наслаждение.

Все акцидентные шрифты эпохи рукописной книги (которая в то время была основной средой обитания шрифтов), представленные прежде всего буквицами, по своему пластическому строю представляли собой рисованное и орнаментированное воспроизведение каллиграфического текстового оригинала. Формообразование кельтских буквиц восходит к островному полуунциалу, в ломбардских версалих интерпретируются либо унциал, либо римский капитальный шрифт, русские буквицы воспроизводят пластический строй той или иной разновидности древнерусского письма, т.е. являются продуктом взаимодействия каллиграфической и орнаментальной культур. Буквицы Ренессанса, барокко, классицизма (относящиеся уже к культуре печатной книги) также представляют собой соответствующий вид орнаментированной антиквы. Таким образом, до XIX в. шрифты всегда находились внутри стилевого канона эпохи, и, следовательно, этот период развития акциденции можно назвать каноническим.

Каллиграфическая, дуктальная природа формообразования знаков установила следующие законы, ставшие составной частью профессионального канона полиграфической эпохи:

- единство контраста штрихов, причем слабые и сильные штрихи в каждом стиле определяются дуктом письма;
- единообразное завершение штрихов, зависящих от инструмента письма;
- единообразное формообразование одинаковых структурных единиц букв в шрифте, количество которых было ограничено.

Литерная (глиптальная) природа формообразования эпохи книгопечатания привела к образованию понятия баланса формы и контрформы, вследствие чего появились:

- компенсаторы в местах соединений штрихов (врезки);
- кернинг;
- оптические компенсации роста букв, ширины штрихов и средней линии с учетом особенностей зрительного восприятия.

Смена канонического этапа развития шрифтовой культуры антиканоническим, произошедшая впервые в XIX в., была связана с появлением новой среды обитания букв – рекламной акциденции.

В этой среде к шрифтам появились новые требования: они должны отличаться от своих соседей, привлекать внимание. Требования новиз-

ны и уникальности стали реализовываться методами формообразования от противного (через последовательное нарушение канонических форм), поэтому этот этап развития шрифтовой культуры можно назвать антиканоническим.

Шрифтовая культура функционализма (XX в.) ориентировалась на четко сформулированный (Э. Рудером, Я. Чихольдом) профессиональный канон, который вобрал в себя сложившиеся нормы как каллиграфической культуры, так и литерного набора (стилевое единство, баланс формы и контрформы, единообразие элементов букв, соединений и завершений штрихов, подчиненных логике дуктального воспроизведения).

Переход с литерного набора на цифровые технологии привел к упрощению процесса проектирования шрифтов, ставшего настолько доступным для пользователей, не знакомых с профессиональными ценностями, что в массовую культуру хлынул поток ненормативной акциденции.

Рассмотрим, какие изменения в шрифтографике были обусловлены цифровой средой потребления, уверенно вытесняющей среду полиграфическую:

1. Появился новый тип знаковых систем. Пиктограммы, или иконки, используемые в интерфейсах, не относятся к системам письменности, но исполняют все функции традиционного шрифта.

2. Вербальное сообщение дополняется пиктограммами (эмотиконами), передающими невербальную информацию (характер интонации, эмоциональный контекст).

3. Современный интерфейс, заменяя собой традиционную бумажную полосу набора, активно взаимодействует с потребителем. Традиционно двухмерные буквы приобретают дополнительное измерение – время, а иногда и становятся интерактивными.

4. Возможность пользователя установить самому наиболее удобный и привлекательный для него шрифт, с одной стороны, перекладывает на него часть ответственности дизайнера, с другой – затрудняет верстку текста по традиционным правилам (не гарантирует отсутствия висячих строк, «коридоров», появления предлогов в начале предложения).

5. Требования удобочитаемости букв с бумажного листа и с экрана различны. Исследования, к примеру, показывают, что с бумаги легче читать антиквенные шрифты, а с экрана – гротески (правда, из других источников мы узнаем, что нет всеобщих эргономических рекомендаций, а шрифтовые предпочтения, скорость и удобство чтения определяются прежде всего привычкой) [3, с. 102].

Обратимся к цифровым технологиям проектирования. В настоящее время в сети Интернет предлагается около двух десятков программ для проектирования шрифтов. В целом все они предоставляют следующие методы генерации нового шрифта:

- преобразование контура готового шрифта, служащего прототипом;
- свободное рисование контура в векторе;
- преобразование в вектор сканированных изображений (как правило, с помощью встроенного инструмента для трассировки);
- рисование по точкам (проектирование пиксельных шрифтов);
- конструирование символов из готовых примитивов.

В 2013 г. была создана программа *Font generator/processing*. В ней появились следующие возможности, осуществляемые с помощью движка или задаваемые в виде числа:

- свободное манипулирование насыщенностью и пропорциями шрифта (интерполяция), позволяющее легко создавать дополнительные начертания шрифтов (от сверхсветлых до сверхжирных, от сверхузких до сверхшироких);

- свободное манипулирование углом наклона шрифта, позволяющее создавать наклонные и курсивные начертания с корректировкой контура;

- свободное манипулирование базовыми линиями для выносных элементов, позволяющее создавать начертания с разной длиной выносных элементов, и разным очком знаков;

- выбор степени контраста штрихов;

- выбор угла наклона сопряжений;

- выбор размера и формы засечек (если пользователь установит их наличие), установка размера скругления;

- выбор формы концевых элементов дуг (например, размера и формы капли);

- выбор формы и размеров врезки, или «ловушки» для компенсации насыщенности в месте соединения жирных штрихов.

Программа *Ares FontChamellen* предлагает функцию *blend* для генерации шрифта методом геометрической суммы двух шрифтов: движок задает степень смешения этих шрифтов; с помощью же других инструментов пользователь может установить необходимую степень насыщенности, ширины и наклона шрифта, а также пропорции знаков (относительную длину выносных элементов, разницу роста строчных и прописных букв).

Таким образом, кардинально изменившиеся технологии проектирования приводят к тому, что традиционные классификации шрифтов (к примеру, типологическое деление на антиквы и гротески), в новой ситуации имеют лишь историко-культурное значение, а сам шрифт может быть спроектирован в реальном времени не имеющим профессионального образования пользователем ситуативно; проектирование и классификации акцидентных шрифтов в этом контексте теряют смысл. Единственной областью, в которой специальное проектирование акцидентных шрифтов остается (и, по-видимому, останется) востребованным – это айдентика.

Определяющими проектными ценностями становятся уникальность и эффективность коммуникации, что выводит акцидентную шрифтографику из-под воздействия профессионального канона, поэтому современный этап развития шрифтовой культуры можно назвать постканоническим.

Чему же и как учить в этой ситуации студентов?

1. Безусловно, истории развития шрифтовой культуры.
2. Навыкам леттеринга и каллиграфии, которые не только позволяют создавать востребованные сегодня уникальные композиции, но и помогают композиционно освоить пространство любой конфигурации (что особенно важно в графическом решении упаковки).
3. Умению моделировать невербальный слой коммуникации и адекватно его визуализировать.
4. Сценарному проектированию интерактивной, развивающейся во времени композиции с учетом наработанного в сфере анимации опыта.
5. Технологиям проектирования шрифтов и типографических композиций.
6. Разумеется, композиции и методологии проектирования, как основам дизайнерской деятельности.

Список литературы

1. Абленин Ф.М., Кравченко И.А., Чепурова О.Б. Приобретение и развитие навыков рукописного шрифта. Латинский шрифт: учеб. пособие. – Оренбург: Оренбург. книж. изд-во, 2008.
2. Паратайп [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.paratype.ru> (дата обращения: 17.01.2016).
3. Герчук Ю. История графики и искусство книги. – М.: Аспект-пресс, 2000. – 320 с.
4. Феличи Дж. Типографика: шрифт, верстка, дизайн / пер. с англ. и коммент. С.И. Пономаренко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 496 с.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ЦВЕТОВЕДЕНИЕ И КОЛОРИСТИКА»

Е.В. Чагина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь

Представлена разработка рабочей программы дисциплины «Цветоведение и колористика» для академического бакалавриата по направлению «Дизайн», профилю «Промышленный дизайн».

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, рабочая программа дисциплины, цветоведение, колористика.

WORK PROGRAMME OF THE SUBJECT “CHROMATICS AND COLOURING”

E.V. Chagina

Perm National Research Polytechnic University, Perm

This paper presents the work program for the discipline “Chromatics and Coloring” for the academic Bachelor in “Design” profile “Industrial Design”.

Keywords: training complex, work program of discipline, chromatics, coloring.

Введение

Разработка учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД) – неотъемлемая часть работы любого преподавателя. Главным документом УМКД является рабочая программа дисциплины. Цветоведение – фундаментальная дисциплина, которую изучают студенты всех художественных специальностей. Это предполагает выработку обобщенной тематической структуры, а необходимость приближения учебного процесса к будущей профессиональной деятельности порождает введение узкоспециальных тем (или аспектов темы) и вносит значительные различия в формирование заданий.

Представлена разработка рабочей программы дисциплины «Цветоведение и колористика» основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы академического бакалавриата по направлению 072500.62 «Дизайн», профилю «Промышленный дизайн» для очной формы обучения. Дисциплина изучается на первом курсе в течение 1 и 2-го семестров.

Учебно-методический комплекс дисциплины разработан на основании федерального государственного образовательного стандарта высше-

го профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 072500.62 «Дизайн». При составлении программы использовались учебные пособия [1, 2], литература [3], методические рекомендации вуза [4, 5]. Рабочая программа дисциплины утверждена в университете.

1. Общие положения

Цель учебной дисциплины – формирование систематизированного знания о свойствах цвета и закономерностях составления гармоничных цветосочетаний.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующую профессиональную компетенцию – владеет рисунком; умением использовать рисунки в практике составления композиции и переработкой их в направлении проектирования любого объекта; владеет принципами выбора техники исполнения конкретного рисунка; навыками линейно-конструктивного построения и основами академической живописи; элементарными профессиональными навыками скульптора; современной шрифтовой культурой; приемами работы в макетировании и моделировании; приемами работы с цветом и цветовыми композициями; основными правилами и принципами набора и верстки; методами и технологией классических техник станковой графики (гравюра, офорт, монотипия); основными правилами и принципами набора и верстки (ПК-2).

Задачи учебной дисциплины:

– изучение основ теории цвета, основных характеристик и свойств цвета, цветовых систем, основ колориметрии, основ психологии и физиологии восприятия цвета, символики цвета, типологии цветовых гармоний, классификации контрастов, разновидностей колорита, характеристик органических и неорганических красителей и пигментов;

– формирование умения использовать типологии цветовых гармоний, учитывать оптические иллюзии и психологические ассоциации, вызываемые цветом, для достижения эстетической выразительности, художественной образности и композиционной целостности;

– формирование навыков работы с цветом и цветовыми композициями.

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты: цвет, свет, цветовые системы, методы измерения и количественные выражения цвета, символика цвета, типы цветовых гармоний, разновидности колорита, классификация контрастов, органические и неорганические красители и пигменты.

Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников. Дисциплина «Цветоведение и колористика» относится к вариативной части общепрофессионального цикла дисциплин и является обязательной при освоении ООП по направлению «Дизайн», профилю «Промышленный дизайн».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в п. 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

– знать: основы теории цвета, основные характеристики цвета, цветовые системы, основы колориметрии, основы психологии и физиологии восприятия цвета, символику цвета, типологии цветовых гармоний, классификации контрастов, разновидности колорита, характеристики органических и неорганических красителей и пигментов;

– уметь: использовать типологию цветовых гармоний, учитывать оптические иллюзии и психологические ассоциации, вызываемые цветом, для достижения эстетической выразительности, художественной образности и композиционной целостности;

– владеть: приемами работы с цветом и цветовыми композициями.

В табл. 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1

Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Профессиональные компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
ПК-2	Владеет рисунком; умением использовать рисунки в практике составления композиции и переработкой их в направлении проектирования любого объекта; владеет принципами выбора техники исполнения конкретного рисунка; навыками линейно-конструктивного построения и основами академической живописи; элементарными профессиональными навыками скульптора; современной шрифтовой культурой; приемами работы в макетировании и моделировании; приемами работы с цветом и цветовыми композициями; методами и технологией классических техник станковой графики (гравюра, офорт, монотипия); основными правилами и принципами набора и верстки	Технический рисунок	– Академический рисунок; – Академическая живопись; – Академическая скульптура и пластическое моделирование; – Компьютерное обеспечение дизайна; – Проектирование

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-2 (согласно п. 1.1).

Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции
	Владеет рисунком; умением использовать рисунки в практике составления композиции и переработкой их в направлении проектирования любого объекта; владеет принципами выбора техники исполнения конкретного рисунка; навыками линейно-конструктивного построения и основами академической живописи; элементарными профессиональными навыками скульптора; современной шрифтовой культурой; приемами работы в макетировании и моделировании; приемами работы с цветом и цветовыми композициями; методами и технологией классических техник станковой графики (гравюра, офорт, монотипия); основными правилами и принципами набора и верстки
Код ПК-2 Б2.В.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Владеет приемами работы с цветом и цветовыми композициями

Требования к компонентному составу части компетенции представлены в табл. 2.

Таблица 2

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – основы теории цвета; – основные характеристики цвета; – цветовые системы; – основы колориметрии; – основы психологии и физиологии восприятия цвета; – символику цвета; – типологию цветовых гармоний; – классификацию контрастов; – разновидности колорита; – характеристики органических и неорганических красителей и пигментов	– Лекции; – практические занятия (в том числе семинары); – самостоятельная работа студентов (доклад); – самостоятельная работа студентов (индивидуальные задания)	– Темы семинарских занятий; – темы доклада; – задания практических занятий; – индивидуальные задания; – вопросы экзамена
Умеет: – использовать типологию цветовых гармоний, учитывать оптические иллюзии и психологические ассоциации,	– Практические занятия; – самостоятельная работа студентов (индивидуальные задания);	– Задания практических занятий; – индивидуальные задания;

Окончание табл. 2

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
вызываемые цветом, для достижения эстетической выразительности, художественной образности и композиционной целостности	– самостоятельная работа студентов (проектно-графическая работа)	– типовые темы проектно-графической работы
Владеет: – приемами работы с цветом и цветовыми композициями	– Практические занятия; – самостоятельная работа студентов (индивидуальные задания); – самостоятельная работа студентов (проектно-графическая работа)	– Задания практических занятий; – индивидуальные задания; – типовые темы проектно-графической работы

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем и виды учебной работы представлены в табл. 3.

Таблица 3

Объем и виды учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоемкость, ч		
		по семестрам		Всего
		1-й семестр	2-й семестр	
1	Аудиторная работа	64	32	96
	Аудиторная работа в интерактивной форме	45	27	72
	Лекции (Л)	28	–	28
	Лекции в интерактивной форме	18	–	18
	Практические занятия (ПЗ)	36	32	68
	Практические занятия в интерактивной форме	27	27	54
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	12
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	72
	Подготовка к семинарам	12	–	12
	Доклад	10	–	10
	Проектно-графическая работа	–	18	18
	Индивидуальные задания (составление/ создание цветовых композиций)	14	18	32
4	Итоговая аттестация по дисциплине	Экзамен/36	Зачет	36
5	Трудоемкость дисциплины всего:			
	– в часах (ч)	108	108	216
	– в зачетных единицах (ЗЕ)	3	3	6

4. Содержание учебной дисциплины

Модульный тематический план представлен в табл. 4.

Таблица 4

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)						Трудо-емкость, ч/ЗЕ	
			Аудиторная работа			КСР	Итоговая аттестация	Само-стоятельная работа		
			Всего	Л	ПЗ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	Введение	1	1	–	–	–	–	–	1
		1	25	11	14	2	–	ПС-4, Д-10	41	
		2	14	4	10	2	–	ПС-8	24	
	2	3	4	4	–	–	–	–	4	
		4	20	8	12	4	–	ИЗ-14	38	
Всего по модулю			64	28	36	8	–	36	108	
2	3	5	13	–	13	1	–	ИЗ-10	24	
		6	5	–	5	1	–	ИЗ-4	10	
		7	2	–	2	–	–	–	2	
		8	5	–	5	1	–	ИЗ-4	10	
Всего по модулю			25	–	25	3	–	18	46	
3	4	9	7	–	7	1	–	ПГР-18	26	
Всего по модулю			7	–	7	1	–	18	26	
Итоговая аттестация			–	–	–	–	36	–	36	
Итого			–	–	–	–	–	–	216/6	

Примечание: ПС – подготовка к семинару; Д – доклад; ИЗ – индивидуальное задание; ПГР – проектно-графическая работа.

Содержание разделов и тем учебной дисциплины:

Введение (Л – 1 ч).

Предмет и задачи дисциплины.

Модуль 1. Основы цветоведения.

Раздел 1. Естественно-научные основы цветоведения (Л – 15 ч, ПЗ – 24 ч, СРС – 22 ч).

Тема 1. История развития науки о цвете. Физическая природа цвета. Основные характеристики цвета. Основы трехкомпонентной теории смешения цветов. Основы колориметрии. Цветовые системы. Цветовые атласы.

Тема 2. Химические основы цвета. Колоранты (органические и неорганические красители и пигменты, специальные пигменты: перламут-

ровые, люминесцентные). Характеристики материала, влияющие на восприятие цвета: блеск, прозрачность/непрозрачность, текстура, флуоресценция. Смешение красок.

Раздел 2. Особенности восприятия цвета (Л – 12 ч, ПЗ – 12 ч, СРС – 14 ч).

Тема 3. Физиологическое воздействие цвета на человека. Строение глаза.

Тема 4. Психологическое воздействие цвета на человека. Тест М. Люшера. Цветовые ассоциации. Символика цвета.

Модуль 2. Закономерности построения цветовой композиции.

Раздел 3. Закономерности построения цветовой композиции (ПЗ – 25 ч, СРС – 18 ч).

Тема 5. Типология цветowych гармоний.

Тема 6. Классификация контрастов. Оптические иллюзии и способы их устранения. Оптическое смешение цветов.

Тема 7. Влияние спектрального состава освещения на цвет. Метамеризм.

Тема 8. Разновидности колорита.

Модуль 3. Роль цвета в формировании предметного образа.

Раздел 4. Роль цвета в формировании предметного образа (ПЗ – 7 ч, СРС – 18 ч).

Тема 9. Роль цвета в формировании предметного образа. Цвет и форма. Цвет и материал. Цвет и функция.

В табл. 5 представлен перечень тем практических занятий.

Таблица 5

Темы практических занятий

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	1	История развития науки о цвете. Физическая природа цвета. Основные характеристики цвета. Основы трехкомпонентной теории смешения цветов. Основы колориметрии. Цветовые системы. Цветовые атласы
2	2	Химические основы цвета. Колоранты (органические и неорганические красители и пигменты, специальные пигменты: перламутровые, люминесцентные). Характеристики материала, влияющие на восприятие цвета: блеск, прозрачность/непрозрачность, текстура, флуоресценция. Смешение красок

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
3	4	Психологическое воздействие цвета на человека. Тест М. Люшера. Цветовые ассоциации. Символика цвета
4	5	Типология цветовых гармоний
5	6	Классификация контрастов. Оптические иллюзии и способы их устранения. Оптическое смещение цветов
6	7	Влияние спектрального состава освещения на цвет. Метамеризм
7	8	Разновидности колорита
8	9	Роль цвета в формировании предметного образа. Цвет и форма. Цвет и материал. Цвет и функция

Виды самостоятельной работы студентов представлены в табл. 6.

Таблица 6

Виды самостоятельной работы студентов

Номер темы (раздела) дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, ч
1	Подготовка к семинару	4
1	Доклад	10
2	Подготовка к семинару	8
4	Индивидуальное задание	14
5	Индивидуальное задание	10
6	Индивидуальное задание	4
8	Индивидуальное задание	4
9	Проектно-графическая работа	18
Итого (в ч/в ЗЕ)		72/2

Виды индивидуальных заданий:

I. Создание/составление цветовых композиций.

1. Ассоциативно-психологические неизобразительные цветовые композиции:

- теплая гамма – холодная гамма;
- легкий – тяжелый;
- глухой – звонкий;
- поверхностный – глубокий / приближающийся – удаляющийся;
- позитивный – негативный – нейтральный / веселый – грустный – безразличный.

2. Контрастная, нюансная, контрастно-нюансная композиции.

3. Типология цветовых гармоний.

4. Гармония ахроматических цветов.
5. Монохроматическая гармония.
6. Полихроматическая гармония хроматических цветов (равносторонний треугольник).
7. Полихроматическая гармония хроматических цветов (равнобедренный треугольник).
8. Полихроматическая гармония хроматических цветов (квадрат).
9. Полихроматическая гармония хроматических цветов (прямоугольник).
10. Полихроматическая гармония хроматических цветов с ахроматическими.
11. Разновидности колорита:
 - высветленный/затемненный;
 - насыщенный/приглушенный;
 - классический.

II. Доклад.

Темы доклада:

1. Основные положения теории цвета И. Ньютона.
2. Основные положения теории цвета Т. Юнга.
3. Вклад в науку о цвете Г. Гельмгольца.
4. Вклад в науку о цвете Д. Максвелла.
5. Вклад в науку о цвете Л. Дюко дю Орон.
6. Цветовой круг И. Гете. Соотношение площадей дополнительных цветов.
7. Цветовой шар Ф. Рунге.
8. Цветовая система Э. Манселла.
9. Цветовое тело В. Освальда.
10. Колориметрия. Системы МКО 1931 и 1964 гг.
11. Колориметрия. Цветовое пространство $L^*a^*b^*$.
12. Цветовая система RGB. Аддитивное смешение цветов.
13. Цветовая система CMYK. Субтрактивное смешение цветов.

III. Проектно-графическая работа.

Например, «цветовое решение изделия промышленного производства (бытовой предмет)». В качестве бытового предмета могут быть настольная лампа, кухонный комбайн, электроутюг и т.д.

Выбор изделия осуществляется студентом с учетом рекомендаций преподавателя, основанных на существующем заказе от фирм и предприятий Перми и Пермского края.

5. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

На занятиях используются как традиционные образовательные технологии (информационная лекция, практическое занятие, в том числе, семинар), так и современные образовательные технологии: диалоговые (практические занятия с элементами дискуссии), технологии проблемного обучения (практические занятия в форме практикума), технологии проектного обучения (проектно-графическая работа).

6. Управление и контроль освоения компетенций

1. Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций.

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующей форме:

- оценка работы студента на практических занятиях (в том числе, семинарах);
- просмотры (с обсуждением) работ практических занятий.

2. Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенции проводится в следующих формах:

- доклад;
- просмотры (с обсуждением) самостоятельной работы студента (индивидуальных заданий);
- защита проектно-графической работы.

3. Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

4. Экзамен (1-й семестр).

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса.

Экзаменационная оценка выставляется с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

5. Зачет (2-й семестр).

Зачет по дисциплине выставляется по итогам текущего и рубежного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий и самостоятельной работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, пере-

чень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав УМКД на правах отдельного документа.

Заключение

Представленная программа еще только проходит апробацию, которая неизбежно внесет коррективы, как и грядущее изменение документальной базы.

Список литературы

1. Ломов С.П., Аманжолов С.А. Цветоведение: учеб. пособие для вузов. – М.: ВЛАДОС, 2015. – 144 с.
2. Устин В.Б. Учебник дизайна. Композиция, методика, практика. – М.: АСТ: Астель, 2009. – 254 с.
3. Сурина М.О., Сурин А.А. История образования и цветодидактики (история систем и методов обучения цвету). – М.; Ростов н/Д: МарТ, 2003. – 349 с.
4. Организация самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине: метод. рекомендации преподавателям, разрабатывающим новые образовательные программы на основе ФГОС ВПО / сост. Н.Н. Матушкин, В.Ю. Столбов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 41 с.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЦВЕТОВЕДЕНИЕ И КОЛОРИСТИКА»

Е.В. Чагина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь

Представлена разработка фонда оценочных средств по дисциплине «Цветоведение и колористика» программы академического бакалавриата по направлению «Дизайн», профилю «Промышленный дизайн».

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, фонд оценочных средств, цветоведение, колористика.

MEANS AND METHODS OF EVALUATION OF STUDENTS' KNOWLEDGE FUND ON THE SUBJECT “CHROMATICS AND COLORING”

E.V. Chagina

Perm National Research Polytechnic University, Perm

This article presents the development of means and methods of evaluation of students' knowledge fund for intermediate evaluation of students on the subject “Chromatics and Coloring” of the academic undergraduate program in “Design” profile “Industrial Design”.

Keywords: training complex, means and methods of evaluation of students' knowledge fund, chromatics, coloring.

Фонд оценочных средств является частью учебно-методического комплекса дисциплины и базируется на ее рабочей программе, поэтому представленная статья является смысловым продолжением статьи «Рабочая программа дисциплины “Цветоведение и колористика”». Фонд оценочных средств составлен в соответствии с методическими рекомендациями вуза [1], но, как и любой типовой документ, он обладает некоторой универсальностью. Его структура четко регламентирована, однако сохранена и свобода творчества преподавателя. Жизнеспособность этой разработки, конечно, утвердит практика, но проверить – подтвердить или опровергнуть – ее целесообразность, по мнению автора, может и обсуждение.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

В рабочей программе дисциплины «*Цветоведение и колористика*» [2] указано, что дисциплина участвует в формировании одной компе-

тенции – ПК-2. В рамках учебного плана образовательной программы в 1 и 2-м семестрах на этапе освоения данной учебной дисциплины формируется дисциплинарная часть компетенции – владеет приемами работы с цветом и цветовыми композициями. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1).

Таблица 1

Контролируемые результаты обучения и виды контроля по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий		Рубежный			Промежуточный	
	С	ПРПЗ	ПИЗ	Д	ЗПГР	Зачет	Экзамен
Усвоенные знания							
3.1. Основы теории цвета, основные характеристики и свойства цвета, цветовые системы, основы колориметрии	С	ПРПЗ	–	Д	–	По итогам текущего и рубежного контроля	ТВ
3.2. Основы психологии и физиологии восприятия цвета, символику цвета, типологию цветовых гармоний, классификацию контрастов, разновидности колорита	С	ПРПЗ	ПИЗ I ПИЗ II ПИЗ III ПИЗ IV	–	–	По итогам текущего и рубежного контроля	ТВ
3.3. Характеристики органических и неорганических красителей и пигментов	С	ПРПЗ	–	–	–	По итогам текущего и рубежного контроля	ТВ
Освоенные умения							
У.1. Использовать типологию цветовых гармоний, учитывать оптические иллюзии и психологические ассоциации, вызываемые цветом, для достижения эстетической выразительности, художественной образности и композиционной целостности	–	ПРПЗ	ПИЗ I ПИЗ II ПИЗ III ПИЗ IV	–	ЗПГР	По итогам текущего и рубежного контроля	По итогам рубежного контроля
Приобретенные владения							
В.1. Приемами работы с цветом и цветовыми композициями	–	ПРПЗ	ПИЗ I ПИЗ II ПИЗ III ПИЗ IV	–	ЗПГР	По итогам текущего и рубежного контроля	По итогам рубежного контроля

Примечание: С – семинар; ПРПЗ – просмотр работ практических занятий с обсуждением; Д – доклад; ЗПГР – защита проектно-графической работы; ПИЗ – просмотр работ индивидуальных заданий с обсуждением; ТВ – теоретический вопрос.

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля на семинарах, при просмотрах (с обсуждением) работ практических занятий, выступлениях с докладом, просмотрах (с обсуждением) работ индивидуальных заданий, защите проектно-графической работы, сдаче экзамена и зачета.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена и зачета, проводимых с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

1. Текущий контроль.

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (см. табл. 1) проводится в форме семинаров, просмотров работ практических занятий с обсуждением. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Текущий контроль для оценивания компонента «умение» дисциплинарных частей компетенций (см. табл. 1) проводится в форме просмотров с обсуждением работ практических занятий. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Текущий контроль для оценивания компонента «владение» дисциплинарных частей компетенций (см. табл. 1) проводится в форме просмотров с обсуждением работ практических занятий. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2. Рубежный контроль.

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (см. табл. 1) в первом семестре проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме доклада (тема 1), просмотра с обсуждением работ индивидуального задания I (тема 4).

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (см. табл. 1) во втором семестре проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме просмотра с обсуждением работ индивидуального задания II, III, IV (тема 5, 6, 8) и защиты проектно-графической работы (тема 9).

3. Доклад.

Темы доклада приведены в РПД. Форма доклада – публичное выступление с возможной демонстрацией наглядного материала или/и презентацией. Выступление осуществляется индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Шкала и критерии оценки доклада (знаниевый компонент)

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Студент хорошо излагает материал. Доклад структурирован, соответствует теме, указаны использованные источники. Студент точно ответил на вопросы по тематике доклада
4	Средний уровень	Студент хорошо излагает материал. Доклад структурирован, соответствует теме, указаны использованные источники. Студент, отвечая на вопросы по тематике доклада, испытывал затруднения
3	Минимальный уровень	Студент, излагая материал доклада, испытывал затруднения. Доклад структурирован, соответствует теме, указаны использованные источники. Студент, отвечая на вопросы по тематике доклада, испытывал затруднения
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выступил с докладом или доклад не структурирован, не указаны использованные источники или доклад не соответствует теме

Результаты оценки доклада по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

4. Просмотр индивидуальных заданий.

Темы индивидуальных заданий приведены в РПД. Все студенты группы одновременно выставляют работы индивидуального задания/индивидуальных заданий по определенной теме/модулю. Просмотр проходит с обсуждением, в процессе которого преподаватель задает автору рассматриваемой работы и/или студентам группы вопросы по тематике задания. Шкала и критерии оценки приведены в табл. 3.

**Шкала и критерии оценки просмотра индивидуальных заданий
(знаниевый, умениевый, владениеый компоненты)**

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Индивидуальное задание выполнено в полном объеме. Работы полностью соответствуют требованиям задания, выполнены аккуратно. Студент обосновал созданную композицию/композиции, выбор цвета/сочетания цветов/цветовой гаммы. Студент точно ответил на вопросы по тематике задания
4	Средний уровень	Индивидуальное задание выполнено в полном объеме. Работы полностью соответствуют требованиям задания, но присутствуют замечания по аккуратности исполнения работ (исполнительскому мастерству). Студент обосновал созданную композицию/композиции, выбор цвета/сочетания цветов/цветовой гаммы. Ответил на вопросы по тематике задания
3	Минимальный уровень	Индивидуальное задание выполнено в полном объеме. Работы полностью соответствуют требованиям задания. Студент обосновал созданную композицию/композиции, выбор цвета/сочетания цветов/цветовой гаммы. Не ответил на вопросы по тематике задания
2	Минимальный уровень не достигнут	Индивидуальное задание не выполнено или выполнено не в полном объеме или работа/работы не соответствует требованиям задания или студент не может обосновать созданную композицию/композиции, выбор цвета/сочетания цветов/цветовой гаммы

Результаты оценки защиты проектно-графической работы по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

5. Защита проектно-графической работы.

Типовые темы проектно-графической работы приведены в РПД. Защита проектно-графической работы проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в табл. 4.

Результаты оценки защиты проектно-графической работы по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

6. Промежуточная аттестация.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена (1-й семестр) и зачета (2-й семестр).

Экзамен по дисциплине проводится по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса (ТВ) для проверки усвоенных знаний.

**Шкала и критерии оценки защиты проектно-графической работы
(знаниевый, умениевый, владениеый компоненты)**

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Работа выполнена в полном объеме, аккуратно, полностью соответствует требованиям задания, обладает художественной выразительностью. Студент обосновал выбор цвета (эмоциональное воздействие, связь цвета с функцией и формой), указал материал и характеристики материала, влияющие на восприятие цвета, способ окрашивания материала (лакокрасочное покрытие/колорант). Студент точно ответил на вопросы по тематике задания
4	Средний уровень	Работа выполнена в полном объеме, аккуратно, полностью соответствует требованиям задания, обладает художественной выразительностью, но есть замечания по аккуратности исполнения (исполнительскому мастерству). Студент обосновал выбор цвета (эмоциональное воздействие, связь цвета с функцией и формой), указал материал и характеристики материала, влияющие на восприятие цвета, способ окрашивания материала (лакокрасочное покрытие/колорант). Студент ответил на вопросы по тематике задания
3	Минимальный уровень	Работа выполнена в полном объеме, аккуратно, полностью соответствует требованиям задания, обладает художественной выразительностью. Студент обосновал выбор цвета (эмоциональное воздействие, связь цвета с функцией и формой), указал материал и характеристики материала, влияющие на восприятие цвета, способ окрашивания материала (лакокрасочное покрытие/колорант). Студент не ответил на вопросы по тематике задания
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил проектно-графическую работу или работа не соответствует требованиям задания или присутствуют существенные замечания по художественной выразительности работы или студент не может обосновать выбор цвета (эмоциональное воздействие, связь цвета с функцией и формой), не указал материал и характеристики материала, влияющие на восприятие цвета, способ окрашивания материала (лакокрасочное покрытие/колорант)

Шкала и критерии оценки результатов обучения при экзамене для компонента *знать* приведены в табл. 5.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонента *знать* заявленной дисциплинарной компетенции проводится по 4-балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Общая оценка уровня сформированности дисциплинарной компетенции проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемой компетенцию, с учетом

результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	Студент правильно ответил на вопросы билета. Ответил на все дополнительные вопросы
4	Средний уровень	Студент правильно ответил на вопросы билета. Ответил на большинство дополнительных вопросов
3	Минимальный уровень	Студент ответил на вопросы билета с неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не ответил на вопросы билета или ответил на два из трех вопросов билета или ответил на один из трех вопросов билета

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде экзамена является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемой дисциплинарной компетенции путем агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов *текущей успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы билета.

В оценочный лист включаются:

- 1) интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-балльной шкале оценивания;
- 2) одна оценка за ответы на вопросы билета по 4-балльной шкале оценивания;
- 3) интегральная оценка за умение по итогам рубежного контроля;
- 4) интегральная оценка за владения по итогам рубежного контроля;
- 5) средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций;
- 6) итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4 оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированно-

сти заявленной дисциплинарной компетенции. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в табл. 6.

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности
дисциплинарной компетенции

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за экзамен			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарной компетенции	Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарной компетенции
	Знания	Умения	Владения		
5	5	4	5	4,75	Отлично
4	3	3	3	3,25	Удовлетворительно
3	5	4	3	3,75	Хорошо
3	3	3	2	2,75	Неудовлетворительно
3	3	4	2	3,0	Неудовлетворительно

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации при экзамене:

- «отлично» – средняя оценка $> 4,5$;
- «хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,5$;
- «удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;
- «неудовлетворительно» – средняя оценка $< 3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, во втором семестре проводится в виде зачета.

Зачет по дисциплине выставляется по итогам проведенного текущего и рубежного контроля, при выполнении всех работ практических занятий и индивидуальных заданий, положительной оценки за защиту проектно-графической работы.

Шкала оценивания результатов обучения при зачете:

- 1) интегральная оценка за знание по 4-балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- 2) интегральная оценка за умение по 4-балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля;
- 3) интегральная оценка за владение по 4-балльной шкале выставляется студенту по результатам текущего и рубежного контроля.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист, форма которого приведена в табл. 7.

Таблица 7

**Оценочный лист уровня сформированности
дисциплинарных компетенций**

Оценка уровня сформированности компетенций			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка
Знания	Умения	Владения		
5	4	5	4,67	Зачтено
3	3	3	3,0	Зачтено
3	4	3	3,33	Зачтено
2	3	3	2,67	Незачтено
4	4	2	3,33	Незачтено

По первым 3 оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным ниже критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций.

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета:

– «зачтено» – средняя оценка $\geq 3,0$ и нет ни одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций;

– «незачтено» – присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Итоговая оценка по дисциплине – интегральная оценка результатов промежуточной аттестации.

Список литературы

1. Методические рекомендации по разработке и использованию фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине / А.Н. Данилов, В.Ю. Столбов, М.Б. Гитман, В.А. Голосов. – Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 37 с.

2. Чагина Е.В. Рабочая программа дисциплины «Цветоведение и колористика» [Электронный ресурс]. – URL: <http://dgng.pstu.ru/conf2016/papers/102> (дата обращения: 10.02.2016).

Научное издание

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

Материалы
VI Международной научно-практической
интернет-конференции

(Пермь, февраль – март 2016 г.)

Выпуск 3

Корректоры:
Е.И. Герман, М.А. Капустина

Подписано в печать 29.09.2016. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 36,12. Тираж 10 экз. Заказ № 149/2016.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.