

О РЕОРГАНИЗАЦИИ КУРСА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ НА ОСНОВЕ 3D КОМПЬЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.Л. Хейфец

Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

ON REORGANIZATION OF THE COURSE OF DESCRIPTIVE GEOMETRY BASED ON 3D COMPUTER GEOMETRIC SIMULATION

A. Kheyfets

South Ural State University (the city of Chelyabinsk)

Анализируются причины, по которым компьютерные 3D-методы геометрического моделирования, основанные на возможностях современных графических редакторов, не находят должного применения в учебном процессе кафедр графики. Предлагается альтернатива существующему курсу начертательной геометрии.

Ключевые слова: начертательная геометрия, методика высшего образования, компьютерное моделирование, геометрическое моделирование, 3D-технологии.

The reasons according to which 3D computer methods of geometric simulation based on the capabilities of modern graphics editors do not find proper use in educational process of the department of Graphics, are analyzed. An alternative to the existing course of descriptive geometry is proposed.

Keywords: descriptive geometry, methodology of higher education, computer simulation, geometric simulation, 3D-technologies.

Активное развитие компьютерных технологий привело к тому, что на большинстве кафедр графики стали преподавать компьютерные методы построения чертежа. Однако обычно ограничиваются традиционными 2D-методами, повторяющими ручную графику. Современные и развиваемые во всем мире 3D-методы проектирования и построения чертежа еще не нашли должного применения в учебном процессе, которое бы отражало их эффективность и перспективы.

Основная сдерживающая причина этому – инерция, проявляющаяся в продолжении обучения студентов курсу начертательной геометрии (НГ), который является теоретической основой методов 2D-построения чертежа и обязательной учебной дисциплиной кафедр графики.

Содержание курса НГ в последние годы является предметом активного обсуждения в среде преподавателей. Необходимость реорганизации курса видна многим. Она вызвана

стремлением отреагировать на происходящее сокращение выделяемых на него часов и привести консервативное содержание курса в соответствие с реалиями сегодняшнего дня.

Рассматриваются следующие направления реорганизации. Постепенное инновационное наполнение курса (мультимедийные лекции, частичная компьютеризация практических занятий) [1]. Совмещение методов НГ и аналитической геометрии [2]. Изменения, которые позволяют считать НГ «разделом математики, изучающим теорию конструктивных методов отображения пространств различной конечной размерности и различной структуры друг на друга» [4]. Известна и радикальная точка зрения, предлагающая отменить курс НГ как «умирающую» дисциплину [10].

Рассмотрим подробнее эти направления. Для первых трех характерно сохранение консервативной сущности НГ как учебной дисциплины и науки, изучающей пространствен-

ные свойства объектов на основе их *проецирования*, как правило, на плоскость.

Гаспар Монж, основатель НГ, завещал преподавать НГ совместно с аналитической геометрией как дополняющей и обогащающей наукой. Однако прошедшие 200 лет существования НГ как самостоятельной дисциплины не дают оснований делать вывод о воплощении этого завета в существующий учебный процесс, хотя многочисленные попытки этого известны [2].

Сегодня сторонники математизации курса НГ, понимая сложность этого процесса в существующих условиях, предлагают [4] различать элементарную и высшую НГ. По этой классификации в данной статье рассматривается курс элементарной НГ, который является существующим учебным курсом для студентов. Именно он определяет квалификацию наших выпускников в решении подавляющего большинства прикладных инженерно-технических задач. Курс высшей НГ – это область научных исследований.

Радикальная точка зрения: «Зачем преподавать студентам умирающие дисциплины» [10] – высказана доктором технических наук, членом Ученого совета по инженерной геометрии и компьютерной графике, многолетним заведующим кафедрой графики, известным конструктором А.П. Тунаковым. Он считает, что «на современных системах компьютерной графики... любая задача начертательной геометрии решается просто, наглядно, точно и быстро», что в сравнении с НГ «аналитическая геометрия победила окончательно и бесповоротно», в профессиональном плане НГ сегодня стала невостребованной. Поэтому в учебном курсе от НГ нужно оставить лишь разделы, связанные с основами проецирования. Острая дискуссия по работе [10], начатая в [9], продолжается и сегодня [2].

В последние годы развивается новое направление реорганизации курса НГ [6, 7, 12]. Это направление предполагает замену учебного курса НГ на новый теоретический курс, отражающий современные тенденции компьютерного 3D-моделирования. Внутри этого направления существуют свои «оттенки». Рассмотрим подробнее вариант этого направления, развиваемый автором настоящей статьи [12].

Под 3D геометрическим моделированием в инженерной сфере деятельности понимают решение и исследование задач на основе прямых операций с реалистичной 3D-моделью, без применения характерных для НГ проек-

ционных преобразований. Такой подход стал доступным в 90-е годы с появлением персональных компьютеров. Он определяется современными компьютерными графическими редакторами, позволяющими создавать виртуальные реалистичные 3D-модели деталей, узлов, зданий и выполнять над ними операции редактирования, исследования пространственных характеристик, автоматического построения чертежа. Возможности 3D графических редакторов непрерывно расширяются.

Компьютерное 3D-моделирование находит все большее применение в проектно-конструкторских работах, повышая их эффективность и заменяя традиционные 2D-методы. Появились ГОСТы на электронные изделия, согласно которым построение чертежа уже не является обязательным. Известны программные продукты, которые по 3D-модели, напрямую, без чертежа, создают управляющие программы для станков с ЧПУ.

Сегодня исчезла исторически обусловленная необходимость проецировать объект на плоскость для исследования и проектирования его пространственной формы. Трудно найти инженерную задачу, которая для своего решения требовала бы применения методов 2D как единственно возможных. Поскольку нам свойственно 3D-мышление, то обращение к 3D является естественным возвратом «на круги своя».

Одним из сдерживающих факторов развития 3D в инженерной сфере является практическое отсутствие теоретической основы их применения в задачах инженерной графики. Подобно НГ, составляющей теоретическую основу проекционного 2D-моделирования, необходим новый учебный курс как база методов и алгоритмов инженерного компьютерного 3D-моделирования.

Автор в течение многих лет [12] дополняет курс НГ методами 3D геометрического моделирования. Накопленный опыт позволяет утверждать, что никто из владеющих компьютерными 3D-методами не будет применять 2D-методы НГ в задачах теоретического плана.

У нового направления множество противников. Рассмотрим их аргументы.

Главный аргумент – НГ развивает пространственное мышление (следовательно, отказ от НГ будет этому препятствовать). Мнение о несостоятельности этого положения в практике преподавания НГ высказано в работе [10]: «Опыт преподавания показывает, что

пространственное мышление студентов проще всего вырабатывается при изучении трехмерной компьютерной графики и технического рисования. Их и надо использовать, а не возлагать несбыточные надежды на начертательную геометрию».

Конечно, если работать с проекциями и держать в голове пространственный образ, то пространственное мышление активно развивается. Но сейчас это все равно что играть в шахматы – полезно для ума, кому-то доставляет удовольствие. Но полезно ли для дела? Если работаешь в 3D-пространстве, то все наглядно и понятно. Не надо шифровать и расшифровывать образ по его проекционным изображениям, а можно сосредоточиться на существенной стороне задачи. На этой основе преимущества 3D позволяют ставить перед студентами более сложные задачи, поднимать планку и развивать пространственное мышление на более высоком уровне. Здесь огромное поле методической деятельности.

Среди противников нового есть и те, кто, понимая преимущества 3D-методов, сознательно противодействуют их внедрению в учебный процесс [3]. Так, один из оппонентов предлагает запретить студентам включать команды построения линий пересечения, которые есть во всех графических пакетах САПР. Это для того, чтобы не вводить студентов в соблазн легкого решения и заставить их применять традиционные методы НГ. По нашему мнению, нужно не запрещать строить линии пересечения в автоматическом режиме, а использовать учебные задачи, предполагающие продуктивную, исследовательскую деятельность студента.

Следующий аргумент оппонентов состоит в том, что компьютерные технологии сводятся к нажатию кнопок, что компьютер лишь инструмент, на котором «техник или начинающий инженер... составляет электронный макет изделия».

Заметим, что это зависит от характера деятельности, которую выполняет студент. Действительно, осуществляя репродуктивную деятельность, он «нажимает кнопки», реализуя поставленную перед ним несложную задачу. Другой использует компьютер как современный эффективный инструмент для геометрического моделирования и творческого решения.

В целом используемые оппонентами формулировки «электронные макеты», «компьютер всего лишь инструмент», на наш взгляд, принижают роль 3D-моделирования и сводят

его лишь к подготовке иллюстративного материала к лекциям. Представляется, что данный подход препятствует внедрению новых 3D-методов в учебный процесс и тормозит внедрение данных методов в научные исследования. Однако широкие иллюстративные возможности 3D-методов – это лишь небольшая часть их преимуществ перед 2D. Основные преимущества заключаются в качественно новых возможностях исследования пространственных свойств геометрических объектов, не требующих проекционных построений и аналитических вычислений. Компьютерные 3D-методы позволяют решать и исследовать задачи, которые не удастся решить конструктивными (НГ) и аналитическими методами [14]. В этом их перспектива в области научных исследований.

Рассмотрим причины произошедшего сокращения часов на НГ в новых Федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС). Сторонники реформирования НГ и оппоненты трактуют их противоположно. Первые считают причиной моральное устаревание и неактуальность НГ [7, 10]. Вторые – стремление к реформированию курса [8].

Выскажем свое мнение, основанное на многолетнем опыте преподавания НГ в полном объеме, многочисленных работах по программированию в геометрическом моделировании, освоению AutoCAD'a с 1991 г., когда он вместе с персональными компьютерами только пришел в Россию. Сегодня нужно учить лишь основам НГ: «поскольку экран компьютера – это плоскость, начертательная геометрия вечна», – а многочисленные методы решения позиционных и метрических задач необходимо переместить в базу знаний. Это закономерный и неизбежный этап развития любой науки.

Новые ФГОС-3, в которых сокращено время на НГ, выдвигают требование давать современные, востребованные рынком труда знания. Сегодня даже выпускник со средними способностями, но владеющий компьютерными технологиями является востребованным на рынке труда.

Отметим две положительные перемены в новых ФГОС-3. Преподавание компьютерных технологий введено в основные часы, выделяемые на инженерную графику. Тем самым снята рекомендация научно-методического совета: преподавать компьютерные технологии только в рамках дополнительных часов. Теперь НГ – обязательная теоретическая

дисциплина. Однако появилась возможность осуществить реорганизацию курса НГ на основе 3D компьютерного моделирования.

Авторское видение нового теоретического курса с условным названием «3D компьютерное моделирование», который должен прийти на смену НГ [12], следующее. За основу можно взять выстроенную за 200 лет структуру учебного курса НГ. По каждому разделу курса показать новые подходы к его раскрытию на основе прямого оперирования в пространстве, без проекционных преобразований. Экскурсы в НГ, конечно, неизбежны. Но все-таки отказ от детального изложения методов НГ дает большие резервы времени.

Объем курса типовой: 18 часов лекционных и 36 часов практических занятий. Структура нового курса состоит из трех модулей.

Модуль 1. Точка, прямая и плоскость в 3D-пространстве. Комплексные задачи [11].

Модуль 2. 3D-модели геометрических тел и операции над ними. Пересечение тел и исследование линии пересечения. 3D-модели кинематических поверхностей. Автоматизация построения чертежа.

Модуль 3. Построение проекционного чертежа методами НГ. Решение типовых задач на построение линий пересечения.

Таким образом, первоначально даются основы 3D. Затем, в соответствии с требованиями ФГОС, даются элементы НГ на примере позиционных задач, но и они подкрепляются 3D-методами.

Нами разработаны и внедрены в учебный процесс качественно новые контрольно-графические задания, ориентированные на 3D. Например, «Исследование линии пересечения поверхностей второго порядка». Здесь вместо традиционного задания НГ, в котором студент 2–3 недели строит на бумаге единственную линию пересечения, поставлена задача исследования возможных вариантов пересечения заданных геометрических тел, включая изумительные по красоте и логике построения частные случаи пересечения. Другие примеры новых заданий: «Расчет продолжительности инсоляции» – для архитекторов и строителей, «Построение и исследование кинематических поверхностей».

В соответствии с требованиями ФГОС-3 сохранено и традиционное задание НГ «Позиционные задачи», которое предусматривает 5–7 индивидуальных задач. В нем для каждой задачи необходимо построить 3D-модель, автоматизированный чертеж и «вручную» проекционный чертеж методами НГ. Это задание

позволяет студентам сравнить мощь 3D-методов с высокой трудоемкостью и малой эффективностью методов НГ.

Разработана и внедрена новая форма контроля знаний по графике, опирающаяся на 3D-методы, в которой компьютер автоматически проверяет решение задачи, а не правильность выбора студентом ответа из 4–5 предложенных [13].

Лекции проходят в мультимедийном классе в режиме прямого моделирования в AutoCAD'e. Практика – в компьютерных классах.

Внедрение 3D порождает новые педагогические проблемы. Например, задачи автоматизированного 3D-коллоквиума успешно решают студенты, которым НГ дается с трудом. Этому способствуют два фактора. Во-первых, поскольку условия задач количественно генерируются вероятностным образом и никогда не повторяются, то для подготовки коллоквиум выдают на дом. Во-вторых, и это основное объяснение успешного решения сложных задач, их значительно более легкое восприятие в формате 3D, требующее главным образом понимания сути и владения несложной техникой 3D, а не знания сложных и морально устаревших проекционных методов НГ.

Тема 2D – 3D активно обсуждается в среде преподавателей. На последней интернет-конференции [5] эта тема явилась наиболее «горячей». Отрадно, что, несмотря на активное противодействие оппонентов, в решение конференции были внесены следующие рекомендации:

1. «Привить устойчивые навыки владения всем спектром инструментальных средств геометрического моделирования и графического представления результатов, включая традиционные и *особенно средства компьютерной графики и 3D-моделирования*».

2. «Необходим активный поиск гармоничного сочетания фундаментальных положений начертательной геометрии и инженерной графики с принципами и технологиями компьютерной графики в целом и *трехмерного электронного геометрического моделирования в частности*».

Весьма актуальными являются разработка и внедрение нового теоретического курса по графическим дисциплинам, который должен отражать современные тенденции развития в направлении 3D компьютерного геометрического моделирования.

Создание нового курса предусматривает большой объем новой интересной научно-

методической работы. Напомним, что НГ исполнилось 200 лет, а для 3D все только начинается.

Если о математизации курса НГ [2, 10] сегодня говорить не реально, то освоение 3D компьютерных технологий вполне доступно и преподавателям с любым уровне компьютерной подготовки.

Предлагаемая нами реорганизация курса НГ на основе 3D компьютерного геометрического моделирования позволит вооружить студентов новыми методами решения графических задач и существенно повысить их конкурентоспособность на рынке труда.

Литература

1. Волошинов, Д.В. *К вопросу о содержании и формах организации базовой графической подготовки в техническом вузе* / Д.В. Волошинов // *Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвуз. науч.-метод. сб.* – Саратов: СГТУ, 2011. – С. 173–177.
2. Иванов, Г.С. *О перспективах начертательной геометрии как учебной дисциплины* / Г.С. Иванов // *Геометрия и графика: сб. науч. тр.* – М.: МГУТХТ, 2011. – Вып. 1. – С. 36–39.
3. Короткий, В.А. *Электронные макеты в начертательной геометрии* / В.А. Короткий // *Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе: материалы Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 80-летию АГТУ.* – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. – С. 94–97.
4. *Курс начертательной геометрии на основе геометрического моделирования* / В.Я. Волков, В.Ю. Юрков, К.Л. Панчук, Н.В. Кайгородцева. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 253 с.
5. *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Пермь, февр. – март 2011 г.* – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. – 322 с. – <http://dgng.pstu.ru/conf2011/news/25/>.
6. Райкин, Л.И. *Стратегия компьютерно-графической подготовки в условиях перехода на ФГОС третьего поколения* / Л.И. Райкин, В.И. Якунин, О.А. Соснина // *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях перехода на образовательные стандарты нового поколения: материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф., февр. – апр. 2010 г.* – Пермь: ПГТУ, 2010. – С. 41–45.
7. Рукавишников, В.А. *Начертательная геометрия: от расцвета до заката* / В.А. Рукавишников, В.В. Антонов // *Проблемы геометрического компьютерного моделирования в подготовке конструкторов для инновационного производства: сб. материалов Поволж. науч.-метод. конф., посвящ. 80-летию СГТУ.* – Саратов: СГТУ, 2010. – С. 137–143.
8. Сальков, Н.А. *Начертательная геометрия и направление «Строительство»* / Н.А. Сальков // *Геометрия и графика: сб. науч. тр.* – М.: МГУТХТ, 2011. – Вып. 1. – С. 168–170.
9. *Состояние, проблемы и тенденции развития графической подготовки в высшей школе: сб. тр. Всерос. совещ. зав. каф. граф. дисциплин вузов РФ.* – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – Т. 1. – 247 с.
10. Тунаков, А.П. *Начертили и забыли* / А.П. Тунаков // *Поиск.* – 2007. – 14 марта.
11. Хейфец, А.Л. *Комплексные задачи в курсе теоретических основ 3D компьютерного геометрического моделирования* / А.Л. Хейфец // *Проблемы математической и естественно-научной подготовки в инженерном образовании: исторический опыт, современные вызовы: тр. Междунар. науч.-метод. конф.* – СПб: ПГУПС, 2011. – С. 203–208.
12. Хейфец, А.Л. *Концепции нового учебного курса «Теоретические основы 3D-компьютерного геометрического моделирования»* / А.Л. Хейфец // *Проблемы геометрического моделирования в автоматизированном проектировании и производстве: сб. материалов I-й Междунар. науч. конф., 24–26 июня 2008 г. / под. ред. В.И. Якунина.* – М.: МГИУ, 2008. – С. 373–377.
13. Хейфец, А.Л. *Педагогические аспекты применения новой формы автоматизированного коллоквиума* / А.Л. Хейфец // *Информационные технологии и технический дизайн в профессиональном образовании и промышленности: сб. материалов II Всерос. науч.-практ. конф.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – С. 193–200.
14. Хейфец, А.Л. *3D-модель «черного ящика» в задаче совмещения коники с квадрикой* / А.Л. Хейфец // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура».* – 2011. – Вып. 35. – № 35 (252). – С. 48–53.

Поступила в редакцию 26 января 2012 г.