

Л.С. Соколова,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Наглядная инженерная геометрия в техническом университете

Научно-техническая революция, которая началась в середине XX века, включает в себя и революцию во всей системе образования, прежде всего в подготовке кадров в вузах.

Кафедры графических дисциплин высших технических учебных заведений также вовлечены в этот революционный процесс. Реагируя на ведущие тенденции и потребности современного этапа развития, они вынуждены перестраивать свои учебные планы по существу назревших изменений, но не теряя при этом свою научную направленность.

Текущая задача реорганизации учебного процесса диктуется уходом из практической деятельности чертежа в его классическом понимании, даже в электронной версии, и заменой его 3D-электронной моделью. В связи с этим изучение теоретических основ составления чертежа путем ортогонального проецирования на две (три) взаимно перпендикулярные плоскости проекций в качестве учебной дисциплины также теряет свою практическую направленность. Тем самым исчезает и задача, которую решали кафедры графики в учебном процессе на первом уровне геометро-графической подготовки студентов в технических вузах. Но исходя из сложившейся традиции кафедры графики технических вузов продолжают ставить перед собой в качестве приоритетной цели обучение студентов составлению и чтению чертежа, а также теории его построения.

Электронная 3D-модель становится первичным понятием в содержании программ при геометро-



Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

графической подготовке студентов в техническом вузе, так как выводит графическое моделирование на качественно новый уровень – уровень трехмерного электронного моделирования. Но ориентация исключительно на 3D-моделирование как на базовую геометро-графическую подготовку неизбежно связана с необходимостью включения в курс объемного моделирования тех разделов геометрии форм и взаимодействия предметов пространства, которые составляют суть геометрии как науки [1, 3, 5]. С этих позиций представляется целесообразным изучение 3D-электронного моделирования предварить изучением отдельных курсов на уровне геометрических фигур и композиций тех традиционных разделов конструктивной геометрии, которые представляют интерес для будущих инженеров.

Уход от «обслуживания» чертежа со стороны геометрии открывает

для кафедр графических дисциплин возможность наглядного изучения геометрии, сохраняя геометрию как научное направление деятельности и используя ту важную для учебного процесса особенность геометрии, которая выделяет ее среди дисциплин не только математического профиля, но и среди наук вообще, а именно строгую логику в сочетании с наглядным представлением (по А.Д. Александрову). Наглядное изложение геометрии позволяет изучать фактический материал, отказавшись от рассмотрения математических выкладок и формул – исходя из наглядного представления постановки задач, методов их решения и полученных результатов. В модельном пространстве компьютера практически всегда можно проверить решение задачи и ее результат на виртуальных моделях.

Вместе с тем если подойти к рассмотрению трехмерного про-



ЛЮДМИЛА СЕРГЕЕВНА СОКОЛОВА

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Сфера научных интересов: проблемы современной подготовки студентов в технических вузах. Автор более 60 публикаций

Показано что, инновационная стратегия в современном производстве предусматривает переход от традиционного чертежа к объемному моделированию на основе 3D-электронных моделей [2]. Существующие же в настоящее время учебные программы графических дисциплин по-прежнему нацелены на обучение созданию и чтению традиционного чертежа и теории его получения путем ортогонального проецирования на две (три) взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Для приведения в соответствие запросов производства и учебных программ при начальной геометро-графической подготовке студентов предлагается новая базовая дисциплина «Наглядная инженерная геометрия для бакалавриата». Теоретическое содержание этой дисциплины представлено в ее программе.

Ключевые слова: геометрия, наглядная, многомерное пространство, 3D-электронная модель, учебная программа.

The article the innovation strategy in modern manufacturing, which involves the transition from traditional drawing to volumetric modeling based on 3D electronic models considered. Existing currently, the curriculum is still focused on learning and reading traditional drawing and theory of its receipt by orthogonal projection on two (three) mutually perpendicular to the plane of projection. To align the needs of innovative production and educational programs at elementary geometro-graphic training of students is offered a new basic discipline. As a theoretical component of this discipline presents «Visual engineering geometry for undergraduate». We present its program.

Key words: geometry, descriptive, multidimensional space, 3D-electronic model, the curriculum.

странства как одной из возможных составляющих многомерного пространства, то можно заинтересовать будущих инженеров познанием современных научных теорий, например, представлением о многомерности пространства. Современные взгляды на абстрактный многомерный мир базируются на обобщении законов трехмерного мира и доступны для восприятия при наглядном изложении с проверкой основных постулатов посредством частных реализаций на компьютерных моделях трехмерного пространства. При этом абстрактные логические построения геометрии расширяют область геометрических приложений, что повышает уровень профессиональной деятельности будущих инженеров.

Экспериментально была подтверждена и возможность встраивания наглядной геометрии и многомерного пространства в современные учебные программы по геометрической подготовке будущих инженеров, показавшая, что на этой основе может быть построена новая учебная дисциплина по геометрической подготовке бакалавров [4].

Современные компьютерные средства обеспечивают высокую наглядность при 3D-электронном моделировании объекта за счет создания трехмерных компьютерных моделей, варьирования цвета, динамики, использования других привлекательных возможностей компьютера. Все это является хорошим стимулом для развития пространственного воображения, так как наиболее полно отвечает эволюции человеческого мозга, приспособленного для восприятия трехмерного окружающего мира. Ставка на развитие пространственного воображения при изучении проецирования на плоскость лишилась реалистичности 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 зрительной системы, приспособленной для восприятия объемных предметов реального мира. Объективные трудности при изучении изображений на плоскости возникают именно на уровне зрительного восприятия, когда вместо трехмерного объекта пред-

лагается двумерная модель, что приводит к возникновению психологического барьера и его проявлению при обучении студентов, в том числе начертательной геометрии. Преодоление трудностей при изучении двумерного геометрического пространства возможно лишь путем запоминания посредством монотонного обучения в течение всего периода изучения дисциплины и зависит от степени и интенсивности обучения, и быстро утрачивается при его прекращении. Переход к трехмерному компьютерному моделированию сразу же снимает проблему зрительного восприятия и указывает пути решения объективно существующей проблемы развития пространственного воображения студентов, изучающих геометрию, подтвердив, что эта проблема возникает на уровне зрительного восприятия.

Такой взгляд на современную геометро-графическую подготовку студентов высших технических учебных заведений в условиях существующей реалии – ухода чертежа из практической деятельности – дает кафедрам графики возможность создать свое научное направление, реагируя на ведущие тенденции и потребности инженерной подготовки. С этой целью была предложена новая учебная программа по геометрии для бакалавриата, в основу которой положены представления современной геометрии о наглядном изображении форм геометрических моделей объектов и отношений между ними в электронной версии, а также о многомерности пространства. Такая программа позволит сохранить геометрию в качестве научного направления в деятельности кафедр графики. В соединении с разделом «Основы 3D-моделирования на базе 3D-электронных моделей» они могут создать базовый курс по геометро-графической подготовке студентов на кафедрах инженерной графики в высших технических учебных заведениях. Такой базовый курс не только отвечает требо-

ваниям современного инновационного образования, но позволяет не потерять геометрию как науку в геометрическом образовании бакалавров и специалистов.

С учетом всего сказанного базовый курс по геометро-графической подготовке студентов на кафедрах инженерной графики в вузах предлагается построить на основании изучения двух дисциплин: «Наглядная инженерная геометрия для бакалавриата» и «Основы 3D-моделирования на базе 3D-электронных моделей».

В инструментарии кафедр инженерной графики совместно с компьютером должен использоваться 3D-принтер, позволяющий напечатать физический объект (макет) на основе его трехмерной электронной модели, а также реально увидеть, проверить функциональность и форму спроектированной детали, что станет хорошей практикой для студентов при 3D-моделировании как геометрических фигур, так и деталей, составляющих сборочную единицу.

В заключение приведем проект программы учебной дисциплины по наглядной инженерной геометрии для бакалавриата.

1. Наглядная инженерная геометрия: дисциплина, назначение, наглядность. Электронная геометрическая модель: типы представления формы модели. Модельное пространство: координатная си-

стема и преобразование координат и пространства. Понятие о многомерности пространства.

2. Введение в наглядную многомерную геометрию.

3. Задание линейных форм многомерной геометрии:

– основные понятия многомерной геометрии: многомерное множество, p -плоскость (p -мерное пространство), вмещающее (содержащее) пространство, размерность пространства пересечения;

– задание прямых и плоскостей, их взаимное положение: отсутствие общих точек, пересечение, параллельность, перпендикулярность;

– многогранники в n -мерной геометрии: наглядно-геометрический подход, состав и представление геометрического образа в n -мерном пространстве, правильные многогранники в многомерном пространстве;

– понятие о развертке и поверхности n -мерного многогранника: развертывающиеся и не развертывающиеся поверхности, примеры построения разверток трех-/четырёхмерных 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 их в модельном пространстве. Сечение многогранника, цилиндра, сферы, тора плоскостью. Количественные сечения.

6. Позиционные задачи. Геометрические способы их решения в модельном пространстве:

– принадлежность элементов пространства n измерений подпространствам разных размерностей и пространству пересечения;

– взаимное положение двух фигур: пересечение прямой с плоскостью, двух плоскостей, прямой с поверхностью, двух поверхностей (частные случаи);

– касание – частный случай пересечения. Плоскость, касательная к поверхности, и нормаль к ней.

7. Метрические задачи. Геометрические способы их 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горнов А.О., Усанова Е.В., Шацилло Л.А. Базовая геометро-графическая подготовка на основе 3D-электронных моделей // Геометрия и графика. 2015. Т. 2. № 3. С. 46–52.
2. Международная энциклопедия CALS-технологий. Авиационно-космическое машиностроение / гл. ред. А.Г. Братухин. М.: Научно-исследовательский центр автоматизированных систем конструирования, 2015. 608 с.
3. Рукавишников В.А. Геометро-графическая подготовка инженера: роль и место в системе образования // Образование и наука. 2009. № 5.
4. Соколова Л.С. Многомерное пространство и наглядная геометрия в учебной программе по геометрической подготовке для бакалавриата // Геометрия и графика. 2015. Т. 3. № 1. С. 40–46.
5. Хейфец А.Л., Логиновский А.Н., Буторина И.В., Васильева В.Н. Инженерная 3D-компьютерная графика: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. А.Л. Хейфеца. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2015.

LITERATURA

1. Gornov A.O., Usanova E.V., Shacillo L.A. Bazovaja geometro-graficheskaia podgotovka na osnovie 3D-yelektronnykh modelej // Geometrija i grafika. 2015. T. 2. № 3. S. 46–52.
2. Mezhduнародnaja yenciklopedija CALS-tehnologij. Aviacionno-kosmicheskoe mashinostroenie / gl. red. A.G. Bratuhin // Nauchno-issledovatel'skii centr avtomatizirovannykh sistem konstruirovaniya, 2015. 608 s.
3. Rukavishnikov V.A. Geometro-graficheskaia podgotovka inzhenera: rol' i mesto v sisteme obrazovaniya // Obrazovanie i nauka. 2009. № 5.
4. Sokolova L.S. Mnogomernoe prostranstvo i nagljadnaja geometrija v uchebnoj programme po geometricheskoi podgotovke dlja bakalavriata // Geometrija i grafika. 2015. T. 3. № 1. S. 40–46.
5. Hejfec A.L., Loginovskij A.N., Butorina I.V., Vasil'eva V.N. Inzhenernaja 3D-komp'yuternaja grafika: uchebnik i praktikum dlja akademicheskogo bakalavriata / pod red. A.L. Hejfec. 3-e izd., pererab. i dop. M.: Yurajt, 2015.