

3. Бондарева Н.Н. Состояние и перспектива развития роботизации: в мире и России // Мир (Модернизация. Инновация. Развитие). 2016. Т.7. №3. С. 49-57.
4. Прохоров В.А. Профессиональный стандарт и ФГОС бакалавриата // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. №1. С. 31-36.

Сведения об авторах:

Прохоров Валерий Афанасьевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Прикладная механика», СВФУ им. М.К. Амосова, г. Якутск;
Афонская Галина Петровна – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Прикладная механика», СВФУ им. М.К. Амосова, г. Якутск.

УДК 378.1

<https://doi.org/10.26160/2658-6185-2019-2-8-11>

ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Маркова Т.В., Бочков А.Л.

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург*

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, САПР, САД-системы, геометрическая модель, твердотельное моделирование, поверхность, поверхностное моделирование.

Аннотация. Обосновывается необходимость раннего изучения компьютерного 3D-моделирования в курсе начертательной геометрии и инженерной графики, описываются новые учебные задания, цель которых – комплексное освоение теории моделирования и методов решения геометрических и инженерных задач.

SURFACE MODELING IN THE COURSE OF ENGINEERING GRAPHICS

Markova T.V., Bochkov A.L.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnical University, St. Petersburg

Keywords: descriptive geometry, engineering graphics, CAD, CAD-systems, geometrical model, solid-state modeling, surface, surface modeling.

Abstract. The necessity of the early study of computer 3D-modeling in the course of descriptive geometry and engineering graphics is substantiated, new training tasks are described, the purpose of which is a comprehensive development of modeling theory and methods for solving geometric and engineering problems.

Цифровизация экономики – одно из приоритетных направлений стратегического развития Российской Федерации. Программа развития охватывает все отрасли и требует специалистов, обладающих новыми качествами, которые должны формироваться и развиваться с опорой на возможности технологий «Цифровой экономики». Если говорить о машиностроении, то, в первую очередь, это – технологии цифрового проектирования и моделирования. Активно развивающиеся САД-системы (системы автоматизированного проектирования, САПР) позволяют

разрабатывать геометрические 3D-модели, которые используются для формирования чертежно-конструкторской и технологической документации, проектирования средств технологического оснащения, разработки программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Модель может быть передана в системы инженерного анализа (CAE-системы) для анализа нагрузок и расчета прочности, а также и оптимизационных задач синтеза конструируемого изделия. Передовые компьютерные технологии проектирования новых изделий связаны с разработкой так называемых «умных» моделей, цифровых двойников объекта/продукта (Digital Twin) – моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, конструкциям и физико-механическим процессам [1], которые агрегируют в себе все знания, применяющиеся при проектировании, производстве и эксплуатации изделия, продукта, конструкции, машины, установки и др. Решаемые при этом задачи, как правило, имеют мультидисциплинарный характер, для обработки данных требуются суперкомпьютерные системы, а инженер-разработчик должен быть не просто конструктором, но и исследователем с фундаментальной физико-математической подготовкой и навыками использования самых современных компьютерными технологиями [2].

Нужно признать, что подготовка таких специалистов – непростая задача, и наряду с необходимостью усиления общетеоретической подготовки, все более востребованным становится раннее изучение компьютерных технологий разработки 3D-моделей – ядра автоматизированного проектирования.

Возникает вопрос: когда, в рамках какой дисциплины и как следует начинать обучение студентов таким технологиям? Авторы считают, что «Начертательная геометрия и инженерная графика», базовый курс всех направлений подготовки машиностроительного профиля, – отлично подходит для решения поставленной задачи. Начертательная геометрия, традиционно рассматриваемая как теоретическая база построения плоского проекционного чертежа пространственного объекта, является дисциплиной, закладывающей основы пространственного мышления, так необходимого для компьютерного моделирования. Именно в курсе начертательной геометрии, изучаемой, как правило, в первом семестре, студенты знакомятся с теорией формообразования, с понятием «определитель поверхности», изучают линии и различные способы построения и задания поверхностей с помощью этих линий – моделированием в широком смысле. Это не только развивает пространственное воображение, но и позволяет обоснованно и грамотно обучать 3D-моделированию с помощью любой CAD-системы, поскольку компьютерная 3D-модель поверхности и графическая модель, имеют общую математическую основу: начертательная и аналитическая геометрия с помощью вычислительных методов объединяются в одну науку на более высоком уровне.

Простейший пример формирования 3D-модели поверхности вращения в системе автоматизированного проектирования – яркая иллюстрация сказанного. Плоская проекционная модель такой поверхности, которую студенты учатся задавать в курсе начертательной геометрии, содержит две проекции оси вращения и образующей линии, в качестве которой, в общем случае, может быть выбрана любая пространственная или плоская линия. Поскольку одна и та же

поверхность может быть образована вращением разных образующих, как правило, выбирают более простую, плоскую линию. Что делают при создании 3D-модели поверхности вращения? Выбирают плоскость, создают в ней так называемый «эскиз», в котором строят линию необходимой формы (образующую), далее определяют каким-либо образом ось вращения и применяют команду формообразующей операции. Не только поверхности вращения, но и поверхности переноса, трубчатые, каналовые, винтовые, линейчатые, сложные топографические – все строятся в САПР по алгоритмам, соответствующим их определителям, изучаемым в начертательной геометрии. Научить студентов видеть эти взаимосвязи, классифицировать вид поверхностей изделия, описывать определитель поверхности, используя соответствующую терминологию, а, как следствие, грамотно использовать функциональные возможности современных САД-систем при их моделировании – задача преподавателей графических дисциплин. Считаем, что вопросы моделирования поверхностей – наиболее интересные и практически значимые на современном этапе, поэтому в учебном процессе следует расширить круг задач, связанных с их проекционным и компьютерным моделированием, больше внимания уделять поверхностям сложным, в том числе, задаваемым сетью кривых или точек. Сформулированная цель не отменяет необходимость изучения базовых понятий теории проекционного моделирования, способов решения геометрических задач на базе проекционного чертежа, но позволяет расширить область применения полученных знаний.

В Санкт-Петербургском политехническом университете вопросам взаимосвязи дисциплин графического цикла всегда уделялось особое внимание [3-6], последовательно внедрялись образовательные технологии, позволяющие осваивать современные способы разработки конструкторской документации [7-9]. В настоящее время ведется активная работа по созданию новых упражнений и заданий, направленных на комплексное изучение начертательной геометрии, инженерной графики и компьютерной графики, включающих задачи моделирования поверхностей разных видов. Так, например, в одном из упражнений студентам предлагается на основе заданных графически и словесно определителей сконструировать поверхность, состоящую из нескольких частей. В другом упражнении ставится обратная задача: необходимо проанализировать геометрию объекта (машиностроительной детали, предмета обихода, элемента здания и др.) по его изображению (фотографии, картинке), разбить, при необходимости, на несколько тел, определить виды поверхностей, ограничивающих эти тела, понять, как выделенные поверхности образуются, задать графически определители, а потом в соответствии с ними создать поверхностную 3D-модель объекта. Таким образом, студент видит, что предметы, которые его окружают, можно представить как совокупность нескольких тел, поверхности которых поддаются геометрическому описанию. Считаем, что данный анализ важен не только для понимания теории начертательной геометрии, но и поможет в дальнейшем при изучении дисциплин, связанных с конструированием.

Отметим: задания – достаточно высокого уровня сложности, что способствует развитию инициативности, самостоятельности и творческой

активности обучающихся, формированию компетенций, необходимых современному инженеру.

Начатая методическая работа – эксперимент, который планируется продолжить, а разработанные упражнения совершенствовать и внедрять в учебную практику.

Список литературы

1. Боровков А.И. Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий ОПК / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин, В.М. Марусева, В.Ю. Кулемин // Вестник Восточно-Сибирской Открытой Академии. 2019. № 32. С. 1-39.
2. Болдырев Ю.Я. Некоторые вопросы подготовки кадров в области суперкомпьютерных технологий для цифровой индустрии / Ю.Я. Болдырев, А.И. Боровков, В.В. Глухов, О.А. Картавенко // Суперкомпьютерные дни в России. 2019. С. 169-174.
3. Иванова Н.С. Использование технологий 3D-моделирования для изучения пространственных форм в курсе "Начертательная геометрия" / Н.С. Иванова, Г.А. Красильникова, Т.В. Маркова, И.С. Смирнова // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке. 2009. – С. 315-316.
4. Иванова Н.С. Проблемы комплексного обучения студентов инженерной и компьютерной графике / Н.С. Иванова, Г.А. Красильникова, Т.В. Маркова, Самсонов В.В. // Современное машиностроение. Наука и образование. 2013. №3. С. 90-99.
5. Красильникова Г.А. 3D-моделирование как средство самоконтроля знаний геометрии форм и позиционных отношений компонентов сборочной единицы машиностроительного изделия / Г.А. Красильникова, Т.В. Маркова // Современное машиностроение. 2016. №5. С. 90-97
6. Маркова Т.В. Об одном применении инструментов параметризации Компас-3D в курсе «Начертательная геометрия и компьютерная графика» // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы. 2019. С. 170-175
7. Инженерная и компьютерная графика. Компьютерные технологии разработки конструкторской документации: учеб. пособие / Т.В. Маркова и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 92 с.
8. Голдобина Л.А. Опыт использования САПР в учебном процессе и дополнительном образовании в вузе / Л.А. Голдобина, А.Л. Бочков // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2012. Т. 1. С. 98-100.
9. Бочков А.Л. Использование lms-систем для дистанционного обучения // Современное машиностроение. Наука и образование. 2014. № 4. С. 42-48.

Сведения об авторах:

Маркова Татьяна Владимировна – к.т.н., доцент, СПбПУ, г. Санкт-Петербург;

Бочков Андрей Леонидович – старший преподаватель, СПбПУ, г. Санкт-Петербург.