

**Новик Наталья Владимировна**

кандидат технических наук, доцент  
кафедры программного обеспечения ЭВМ  
и информационных технологий Московского  
государственного технического университета  
имени Н.Э. Баумана (национального  
исследовательского университета)

## **ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ СОЗДАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ В РАМКАХ КУРСА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

---

### **Аннотация:**

*В статье рассматривается методика обучения студентов созданию трехмерных моделей с использованием системы AutoCAD в курсе инженерной графики, применяемая в подготовке обучающихся по специальности 09.03.04 «Программная инженерия». Представлены аспекты, которые надо выделить при освоении темы, для обеспечения связи с дисциплиной «Компьютерная графика», которую студенты будут изучать позже. При изучении способов построения моделей в курсе инженерной графики предложено более подробно рассмотреть различные типы моделей: сети, процедурные поверхности, NURBS-поверхности и твердые тела. Чтобы обеспечить последовательность и преемственность образовательного процесса, рекомендовано уже на этапе знакомства с системами автоматизированного проектирования показать основные отличия в их функционале – создании объектов, внутреннем формате их хранения – и продемонстрировать обусловленные этими отличиями разные возможности редактирования.*

### **Ключевые слова:**

*инженерная графика, программная инженерия, система AutoCAD, система автоматизированного проектирования, трехмерная модель, профессиональная подготовка, методика преподавания, междисциплинарные связи.*

---

**Novik Natalia Vladimirovna**

PhD in Technical Sciences, Associate  
Professor, Computer Software  
and Information Technology, Moscow  
State Technical University (National  
Research University)

## **TEACHING STUDENTS TO CREATE DIFFERENT TYPES OF PART MODELS WITHIN THE FRAMEWORK OF AN ENGINEERING GRAPHICS COURSE**

---

### **Summary:**

*The paper discusses the methodology of teaching students to create three-dimensional models using the AutoCAD system in the course of engineering graphics, used by students enrolled in the specialty 09.03.04 "Software engineering". Aspects are presented that need to be highlighted when mastering the subject, to ensure interdisciplinary links with the discipline of "Computer graphics", which students study later. When learning the methods of constructing models in the course of engineering graphics, it is suggested to consider various types of models in more detail: networks, procedural surfaces, NURBS surfaces, and solids. To ensure the consistency and continuity of the educational process, it is recommended at the stage of familiarization with computer-aided design systems to show the main differences in their functionality – creating objects, the internal format of their storage – and demonstrate the various editing options that result from these differences.*

### **Keywords:**

*engineering graphics, software engineering, AutoCAD system, computer-aided design system, three-dimensional model, professional training, teaching methods, interdisciplinary communications.*

---

В соответствии с новыми стандартами образования курс инженерной графики преподают почти на всех технических специальностях высшего образования. Дисциплина включает следующие разделы: начертательная геометрия, черчение и машинная графика. Курс знакомит студентов с основными положениями единой системы конструкторской документации, созданием чертежей деталей, основами конструкторской деятельности. После появления систем автоматизированного проектирования большое внимание уделяется методам автоматизированного создания моделей и чертежей деталей [1].

По новым образовательным стандартам, количество часов, отводимых на изучение дисциплины, уменьшилось. В связи с повсеместным использованием систем автоматизированного проектирования для конструирования возникшая проблема дефицита времени усугубляется. В условиях сокращения количества аудиторных часов студенты должны не только получить традиционные знания и умения в области начертательной геометрии и черчения, но и освоить автоматизированное проектирование. Поэтому особо остро стоит вопрос выбора изучаемых тем и разделов, а также методик их изучения.

Основная задача курса инженерной графики – изображение на чертеже простых изделий, получение навыков чтения чертежа, создание трехмерных моделей и чертежей деталей при помощи систем автоматизированного проектирования. Для решения поставленных задач из существующего многообразия систем автоматизированного проектирования выбирают системы и разделы в них, которые позволяют максимально быстро и легко создать модели и чертежи изделий.

Традиционно изучается создание двумерных чертежей деталей и трехмерных твердотельных моделей с использованием автоматизированных систем проектирования [2]. При этом часто изучают только твердотельное моделирование, а таким типам моделей, как сети и поверхности, не уделяют должного внимания. Это связано с тем, что твердотельные модели обычно проще создать и редактировать, что при дефиците учебного времени позволяет выделить больше часов на изучение других тем, необходимых для получения навыков конструирования. Такой подход видится единственно верным для машиностроительных специальностей, одним из приоритетных направлений подготовки которых является именно конструирование.

Однако при многообразии возможностей современных систем проектирования для студентов других направлений может быть полезно уменьшить количество часов, отведенных на изучение основ черчения и конструирования, за счет знакомства с другими аспектами. Для студентов, которые в дальнейшем изучают курс компьютерной графики, где они сами создают различные модели, целесообразно при знакомстве с автоматизированными системами проектирования более подробно рассмотреть все способы построения.

В статье рассматривается методика обучения студентов созданию трехмерных моделей с использованием системы AutoCAD, применяемая в процессе подготовки обучающихся по специальности 09.03.04 «Программная инженерия».

На втором курсе студентам указанной специальности читается дисциплина «Компьютерная графика», по завершении которой выполняется курсовая работа. В процессе освоения дисциплины студенты изучают способы задания и алгоритмы визуализации объектов и пишут программы, реализующие различные виды моделей, в том числе каркасные и полигональные. В процессе обучения студенты не только строят поверхности, но и программно реализуют алгоритмы редактирования объектов, удаления невидимых ребер, наложения текстуры, освещения.

Инженерную графику студенты специальности 09.03.04 изучают на первом курсе в первом семестре. Для обеспечения междисциплинарных связей целесообразно перед самостоятельным программированием задач визуализации объектов познакомиться с тем, как эти задачи решены в известных автоматизированных системах. Изучаемая в курсе инженерной графики система проектирования AutoCAD (Computer-Aided Design) создана для конструирования, поэтому не охватывает всех возможностей компьютерной графики, но некоторые задачи визуализации, решаемые при последующем обучении, можно наглядно продемонстрировать студентам. В частности, речь идет о некоторых аспектах визуализации моделей.

Таким образом, при изучении способов построения моделей в курсе инженерной графики было предложено более подробно рассмотреть различные типы моделей. Это, во-первых, поможет студентам в дальнейшем обучении, во-вторых, позволит выбирать наиболее удобное представление детали при конструировании.

Система проектирования AutoCAD позволяет создавать сети, процедурные поверхности, NURBS-поверхности и твердые тела. Для обеспечения междисциплинарных связей рекомендуется после краткого ознакомления со всеми типами моделей [3] показать обучающимся на конкретных примерах основные отличия в создании этих объектов, внутреннем формате хранения данных и, соответственно, обусловленные этим разные возможности редактирования. Далее целесообразно показать возможности перевода одного типа в другой, чтобы воспользоваться преимуществами редактирования для каждого типа.

Объем дисциплины «Инженерная графика» для специальности 09.03.04 «Программная инженерия» – 5 зачетных единиц, 180 часов, в том числе по 17 часов лекций и семинаров, 51 час лабораторных работ, 95 часов самостоятельной работы.

Тему «Создание моделей деталей» изучают в компьютерном классе. На ее освоение отводится 6 часов – три занятия по два часа. Для изучения темы написано методическое пособие «Виды трехмерных моделей и способы их создания в среде AutoCAD» [4].

Студентов учат строить поверхности двух видов: процедурные и NURBS-поверхности. Обращается их внимание на использование векторной графики, позволяющей, в отличие от растровой, применять редактирование и незначительный объем памяти для хранения.

Для определения объектов могут задаваться различные исходные данные, что можно наблюдать при создании поверхностей и сетей. Так, NURBS-поверхность (Non-Uniform Rational B-Spline – неравномерный рациональный B-сплайн) формируется при помощи кривых, заданных алгебраически или сплайнами, проведенными через опорные вершины. Информация об объекте

во внутреннем представлении AutoCAD хранится в виде опорных точек, вершин. Процедурные поверхности представляются во внутренней памяти при помощи формул или алгоритмов.

Следует показать, что разные способы задания предполагают разные методы редактирования. Если исходная информация представлена в виде опорных точек, редактировать форму поверхности можно, меняя их расположение. При изменении положения вершин меняются кривые, проведенные через них, и, соответственно, меняется форма поверхности. При этом поверхность остается непрерывной. У процедурных поверхностей нет опорных точек, поэтому редактировать их аналогично NURBS-поверхности невозможно, для их редактирования применяются другие способы. Кроме того, различаются способы редактирования ассоциативных и неассоциативных процедурных поверхностей.

Модель сети задается вершинами, ребрами и гранями. Для отображения сетей используются полигоны. В дальнейшем обучении, например при изучении курса компьютерной графики, понятие полигона широко используется. Студенты знакомятся с различными видами полигонов, с алгоритмами выбора их количества. В курсовом проекте по компьютерной графике, который обычно пишется на языке программирования C++, обучающиеся сами выбирают модель, форму полигонов для ее реализации, их количество.

Для осуществления преемственности образовательного процесса предлагается при изучении сетей, создаваемых при помощи AutoCAD, наглядно продемонстрировать зависимость качества визуализации объекта от количества полигонов, которое задается числом параллелей и меридианов. Следует обратить внимание обучающихся на то, что увеличение количества полигонов на этапе создания модели позволяет точнее визуализировать как линии, задающие поверхность, так и саму поверхность.

Необходимо обратить внимание студентов на различия в визуализации, возникающие при сглаживании и изменении числа исходных полигонов. Если увеличение количества полигонов для построения поверхности по исходным линиям и параметрам дает более точную аппроксимацию детали и делает изображение визуально более реалистичным, то увеличение степени сглаживания улучшает реалистичность изображения, но дает отклонение от начальной формы, размеры и форма детали могут измениться.

Для наглядной демонстрации этого аспекта целесообразно попросить обучающихся на базе одних и тех же линий построить поверхность двумя способами. В первом случае задать для визуализации большое количество параллелей и меридианов, определив таким образом большое количество полигонов для исходного построения. Во втором – сначала построить модель, используя небольшое количество полигонов, а потом провести сглаживание. Этот пример позволит показать обучающимся, что при сглаживании работа идет с полигонами. Линии, на основе которых построены полигоны, уже не рассматриваются, что приводит к отклонению от исходной формы. Увеличение степени сглаживания позволит наблюдать нарастание отклонений от исходной формы детали.

При работе с сетями полезно продемонстрировать такую операцию редактирования, как сгиб, что позволит обучающимся в дальнейшем, при изучении алгоритмов визуализации компьютерной графики, иметь представление о том, что при выполнении этой операций одни полигоны не изменяются, а другие сглаживаются.

При изучении твердотельных моделей также целесообразно подчеркнуть использование векторной графики, показать возможность разного набора исходных параметров. Например, при задании четырехугольной призмы в качестве исходных параметров можно использовать три точки или две точки, задающие нижнее основание, и высоту.

Указанный подход, во-первых, позволяет использовать способы создания моделей, наиболее оптимальные для данной конструкции, во-вторых, реализует преемственность образовательного процесса. Предложенная методика позволяет при изучении курса инженерной графики не только познакомиться с основными понятиями, которые будут использованы в рамках курса компьютерной графики, но и наглядно посмотреть визуализацию разных типов моделей, используемых в дальнейшем обучении, изменения созданного изображения в зависимости от различных параметров и режимов.

#### **Ссылки:**

1. Филатова О.И. Применение современных систем автоматизированного проектирования в обучении студентов инженерной графике // Общество: социология, психология, педагогика. 2017. № 3. С. 62–64. <https://doi.org/10.24158/spp.2017.3.15>.
2. Демидов С.Г. Компьютерное моделирование в графической подготовке студентов технического университета // Российский научный журнал. 2015. № 1 (44). С. 143–145 ; Якунин В.И., Филатова О.И. Содержание дисциплины «Инженерная графика» на базе компьютерных технологий // Теория и практика общественного развития. 2014. № 3. С. 171–174.
3. Новик Н.В. Создание электронных моделей при изучении курса инженерной графики // Символ науки. 2016. № 8-2 (20). С. 131–133.
4. Новик Н.В., Филатова О.И. Виды трехмерных моделей и способы их создания в среде AutoCAD. М., 2014. 32 с.

## References:

- Demidov, SG 2015, 'Computer Modeling in the Graphic Training of Students of a Technical University', *Rossijskij nauchnyj zhurnal*, no. 1 (44), pp. 143-145, (in Russian).
- Filatova, OI 2017, 'The Use of Modern Computer-aided Design Systems in Teaching Students Engineering Graphics', *Obshhestvo: sociologija, psihologija, pedagogika*, no. 3, pp. 62-64, (in Russian). <https://doi.org/10.24158/spp.2017.3.15>.
- Jakunin, VI & Filatova, OI 2014, 'The Content of the "Engineering Graphics" Discipline Based on Computer Technology', *Teorija i praktika obshhestvennogo razvitija*, no. 3, pp. 171-174, (in Russian).
- Novik, NV & Filatova, OI 2014, 'Types of Three-Dimensional Models and How to Create them in AutoCAD', Moscow, p. 32, (in Russian).
- Novik, NV 2016, 'Creation of Electronic Models When Studying the Engineering Graphics Course', *Simvol nauki*, no. 8-2 (20), pp.131-133, (in Russian).

Редактор: Тальчук Калерия Сергеевна  
Перевод: Ездина София Александровна