

# **Методика преподавания основ твердотельного моделирования для студентов первого семестра**

## **The methodology of teaching the basics of solid-state modeling for students of the first semester**

**Палий Н.В.**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика» МГТУ имени Н.Э. Баумана.  
e-mail: n\_pali@yandex.ru

**Paliy N.V.**

Ph.D. in Philosophy, associate professor of department of engineering graphics of BMSTU – Bauman Moscow State Technical University

**Федоритенко Н.А.**

старший преподаватель кафедры «Инженерная графика» МГТУ имени Н.Э. Баумана.  
e-mail: fedoritenkona@bmstu.ru

**Fedoritenko N.A.**

Senior lecturer of department of engineering graphics of BMSTU – Bauman Moscow State Technical University.

### **Аннотация**

В статье описана методика обучения студентов первого курса основам твердотельного моделирования, используемая на кафедре «Инженерная графика» в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Отмечена целесообразность использования при обучении методического материала, содержащего модели и чертежи простых геометрических тел, разработанного на основании имеющихся у студентов знаний. Показана необходимость получения и закрепления знаний и навыков у студентов по использованию взаимосвязей между элементами в структуре модели, а также между моделью и электронным чертежом, создаваемым по модели. Что достигается соблюдением требования о геометрической целостности моделей, создаваемых студентами и выполнением заданий по редактированию моделей и чертежей. Представленная методика направлена на формирование у студентов на начальном этапе обучения базовых упорядоченных и взаимосвязанных знаний и навыков по созданию и редактированию модели детали и связанного с ней чертежа, необходимых для эффективного использования при дальнейшем обучении и в инженерной практике.

**Ключевые слова:** твердотельное моделирование, геометрическая модель детали, геометрическая целостность модели, электронный чертеж, навыки редактирования.

### **Abstract**

The article describes the method of teaching first-year students – the basics of solid-state modeling used at the Department of Engineering Graphics at Bauman Moscow State Technical University. The expediency of using methodological material in teaching, containing models and drawings of simple geometric bodies, developed on the basis of available student's knowledge, is noted. The necessity of obtaining and consolidating student's knowledge and skills using relationships between elements in the structure of the model, as well as between the model and the electronic drawing created by the model, is shown. This is achieved by complying with the requirement of the geometric integrity of models created by students and completing tasks for editing models and drawings. The presented

methodology is aimed at forming students at the initial stage of training basic ordered and interrelated knowledge and skills for creating and editing a model of a part and its associated drawing, necessary for effective use in further training and in engineering practice.

**Keywords:** solid-state modeling, geometric model of a part, geometric integrity of a model, electronic drawing, editing skills

В МГТУ им. Н.Э. Баумана при обучении студентов инженерных специальностей в учебном процессе широко используется твердотельное моделирование изделий в системе автоматизированного проектирования (САПР) «Компас-3D». Базовые знания и навыки по созданию твердотельных моделей изделий и электронных чертежей по моделям студенты получают на первом курсе обучения на кафедре «Инженерная графика», а затем используют и совершенствуют полученные знания и навыки на протяжении всего периода обучения на специальных кафедрах и в дальнейшей конструкторской деятельности при проектировании изделий. На начальном этапе обучения твердотельному моделированию важно обеспечить полное и целостное освоение дисциплины за счет получения студентами базовых упорядоченных и взаимосвязанных знаний и навыков, достижение которых возможно за счет использования методического подхода, описанного в данной статье и созданного в развитие, имеющейся на кафедре методики [1, 2].

Обучение твердотельному моделированию на кафедре «Инженерная графика» в зависимости от специальности начинается в первом или во втором семестрах. В данной работе рассматривается методика обучения основам создания твердотельных геометрических моделей предметов (деталей) и чертежей для студентов первого семестра.

Отметим два положения, на которых основывается методика.

Во-первых, необходимо соблюдать последовательность этапов обучения студентов основам создания твердотельных моделей деталей и электронных чертежей от простого к сложному, начиная с простых примеров с учетом имеющихся у студентов и получаемых по другим дисциплинам знаний. Для создания моделей на начальном этапе обучения следует использовать простые геометрические тела, это позволяет студентам сосредоточить внимание на отработке операций и лучше ориентироваться в панелях инструментов, а затем на более сложных деталях закрепить полученные навыки. Использование при начальном обучении простых геометрических тел также связано с трудностями восприятия сложного графического материала студентами младших курсов [3].

Во-вторых, при обучении необходимо получение и закрепление знаний и навыков у студентов по использованию взаимосвязей между элементами в структуре модели, а также между моделью и электронным чертежом, создаваемым по модели.

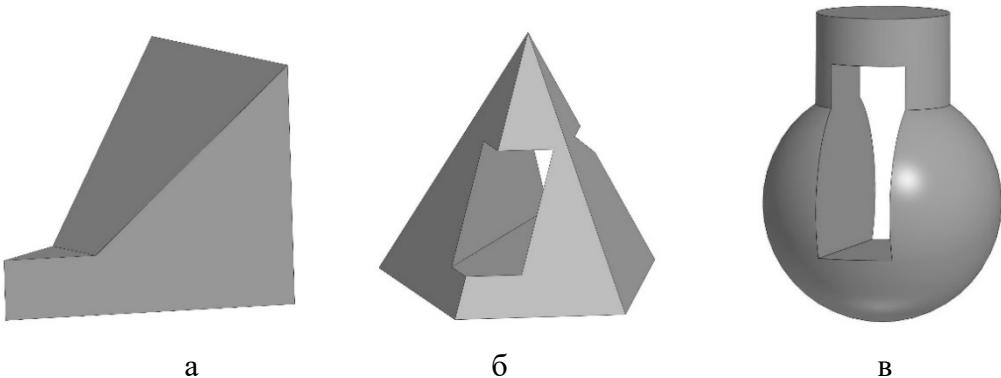
Занятия проводятся в форме лабораторных работ объемом 17 часов. В начале занятия преподаватель дает пояснения, затем студенты выполняют самостоятельную работу по созданию модели или чертежа, используя методические указания. После выполнения каждого задания студенты защищают работу, выполняя контрольное задание по редактированию модели или чертежа.

Лабораторные работы содержат следующие разделы:

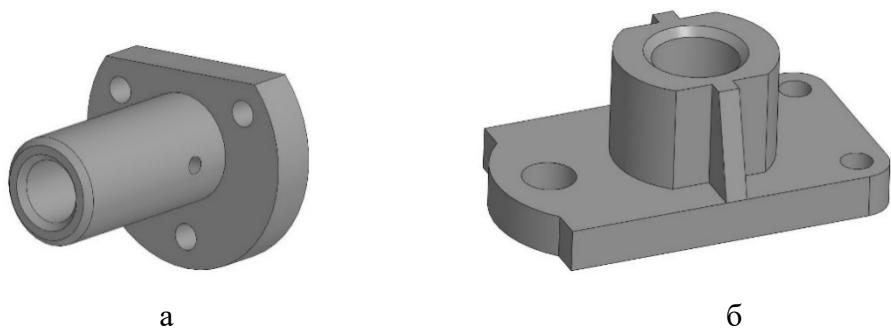
1. Стандарты ЕСКД на выполнение электронных документов (моделей, чертежей).
2. Работа в САПР «Компас-3D».
  - Обзор САПР. Интерфейс «Компас-3D».
  - Создание электронных геометрических моделей предметов (деталей).
  - Создание электронных чертежей по моделям.

Учебно-методический материал, используемый на занятиях преподавателями и студентами, разработан на основании имеющихся у студентов знаний по стереометрии, полученных в школе, и знаний, которые получают студенты при параллельном изучении первого раздела инженерной графики «Проекционное черчение». Задания для самостоятельной работы студентов содержат модели и чертежи простых геометрических тел - призмы, пирамиды, тела вращения (рис. 1), для отработки базовых формообразующих

операций, модели деталей типа «тело вращения» и «не тело вращения» (рис. 2) для отработки базовых и конструкционных операций [4, 5].



**Рис. 1.** Модели простых геометрических тел – а) призмы, б) пирамиды, в) тела вращения, для отработки базовых операций



**Рис. 2.** Модели деталей типа а) «тело вращения» и б) «не тело вращения» для отработки базовых и конструкционных операций

При обучении созданию электронных геометрических моделей предметов (деталей) отрабатывается построение моделей, обладающих свойством геометрической целостности и редактирование моделей.

Структура модели состоит из элементов модели, элемент модели состоит из контура, к которому применяется операции формообразования, контур состоит из примитивов (отрезков, дуг, прямоугольников и т.д.). Модели деталей, создаваемые студентами, должны обладать свойством геометрической целостности: при внесении изменений (редактировании) модель должна корректно перестраиваться, сохраняя свою геометрическую форму и положение в пространстве. При построении модели все контуры должны быть полностью определены, т.е. не иметь степеней свободы, что обеспечивается наложением на примитивы геометрических и размерных ограничений.

После создания каждой модели студенты выполняют контрольное задание по ее редактированию. Редактирование заключается в изменении двух размеров модели по указанию преподавателя. Один размер при редактировании задается для изменения размера одного из контуров модели в режиме «Эскиз», второй размер задается для изменения параметра формообразующей операции. При редактировании студент должен найти в «Дереве построений» модели нужный элемент, перейти в режим его редактирования и изменить требуемый параметр. При этом модель должна перестроиться, сохранив свою геометрическую форму. При выполнении контрольного задания, студенты получают навыки работы с «Деревом построений», закрепляют знания о структуре модели, взаимосвязях между элементами модели и необходимости наложения ограничений при построении модели, получают необходимые для инженерной деятельности навыки по редактированию моделей.

После создания моделей изделий, студенты выполняют электронные чертежи по моделям. При этом последовательно отрабатывается создание изображений на чертеже - видов, простых и сложных разрезов, сечений; нанесение размеров, оформление чертежа, редактирование чертежа по модели.

После создания каждого чертежа детали студенты выполняют контрольное задание по его редактированию. Редактирование чертежа детали выполняется по модели детали и заключается в изменении одного из размеров (параметров) модели по указанию преподавателя. При редактировании студент должен перейти в файл модели детали, найти в «Дереве построений» нужный элемент, перейти в режим его редактирования и изменить требуемый размер (параметр). Затем перейти обратно в файл чертежа детали. При редактировании чертежа по модели изображения и заданный размер на чертеже должны перестроиться в соответствии с изменениями в модели. Выполняя контрольное задание, студенты закрепляют знания о использовании ассоциативных связей чертежа с моделью детали и получают навыки по редактированию чертежа детали.

В результате использования изложенного методического подхода на начальном этапе обучения твердотельному моделированию студенты получают систематизированные базовые знания и навыки по созданию и редактированию модели, обладающей геометрической целостностью, и связанного с ней чертежа, которые они эффективно используют и совершенствуют при дальнейшем обучении и в профессиональной деятельности.

## **Литература**

1. Алиева Н.П., Журбенко П.А., Сенченкова Л.С. Autodesk Inventor. Основы работы. Москва: Из-во ДМК Пресс, 2013. 112с.
2. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Система автоматизированного проектирования «Компас-3D» в подготовке машиностроителя // Будущее машиностроения России: сборник докладов XV Всероссийской конф. молодых ученых и специалистов. Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2023. Т. 2. С. 345-348.
3. Бойков А. А., Егиазарян К. Т., Ефремов А. В., Кадыкова Н. С. Проблемы геометро-графической подготовки студентов ВУЗов // Геометрия и графика. 2023. Т. 11. №. 1. С. 4-22. DOI: <https://doi.org/10.12737/2308-4898-2023-11-1-4-22>
4. Палий Н.В. Системный подход к обучению студентов возможностям современных систем автоматизированного проектирования // Геометрия и графика. 2023. Т. 11. № 4. С. 52-60. DOI: <https://doi.org/10.12737/2308-4898-2024-11-4-52-60>
5. Палий Н.В., Федоритенко Н.А., Белобородова Т.Л. Опыт преподавания основ твердотельного моделирования и создания чертежей в Компас-3D для учащихся первого семестра // Развитие'23: Российский PLM-комплекс для подготовки кадров: тез. докл. Всероссийского форума (с международным участием). Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2023. С. 128-131.