

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ В ОБРАЗОВАНИИ

*Тараховский А.Ю., Стреляная Ю.О.*

*Севастопольский государственный университет, Севастополь*

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, инженерная графика, 3D моделирование, САПР, Компас 3D, прототипирование, электронная модель, проектирование, техническая документация, графическая подготовка.

**Аннотация.** В условиях современного инженерного образования акцентируется внимание на важности инженерно-графической подготовки, которая охватывает основы черчения, проектирования и работы с САПР. В процессе обучения изучают базовые основы начертательной геометрии, ортогональное проецирование, основы построения чертежа и использование САПР в процессе подготовки конструкторской документации. Рассмотрен опыт преподавания дисциплин инженерно-графической подготовки при организации учебного процесса. Овладение навыками геометрического моделирования представляется наиболее актуальным в подготовке современных технических кадров. Комплексное применение предложенных методов и средств обучения является наиболее актуальным в настоящий момент.

## MODERN APPROACHES TO ENGINEERING AND GRAPHIC TRAINING IN EDUCATION

*Tarakhovskiy A.Yu, Strelyanaya Yu.O.*

*Sevastopol State University, Sevastopol*

**Keywords:** additive technologies, engineering graphics, 3D modeling, CAD, Compass 3D, prototyping, electronic model, design, technical documentation, graphic preparation.

**Abstract.** In the context of modern engineering education, attention is focused on the importance of engineering and graphic training, which covers the basics of drawing, designing and working with CAD. In the course of training, they study the basic basics of descriptive geometry, orthogonal projection, the basics of drawing construction and the use of CAD in the preparation of design documentation. The experience of teaching disciplines of engineering and graphic training in the organization of the educational process is considered. Mastering the skills of geometric modeling seems to be the most relevant in the training of modern technical personnel.

Актуальность инженерного образования, в современных условиях, не подлежит сомнению. Базой инженерной подготовки можно считать инженерно-графическую подготовку. «Инженерно-графическая подготовка — это обучение основам построения чертежа, ортогональному проецированию, использованию компьютерных технологий в процессе разработки конструкторской документации» [1]. С повсеместным внедрением компьютеров и бурным развитием САПР классические курсы дисциплин претерпели значительные изменения, многие разделы потеряли актуальность, а часть разделов значительно расширилась [2, 3].

В настоящее время специалисты должны уверенно владеть ГОСТами, стандартами проектирования, знать правила оформления проектно-технической документации, иметь навыки проектирования и разработки чертежей [4]. Кроме

этого «Современное проектирование объектов машиностроения содержит работы с электронной моделью изделия в трехмерной форме. В дальнейшем электронная модель изделия является объектом работы PLM (Product Lifestyle Management) систем в предприятии» [5].

В данной статье мы представляем опыт преподавания дисциплин инженерно-графической подготовки в Политехническом институте ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет.

В Политехническом институте готовят бакалавров по следующим направлениям:

- 12.03.01 – Приборостроение (профиль: Информационно-измерительная техника и технологии);
- 12.03.04 – Биотехнические системы и технологии (профиль: Биотехнические и медицинские аппараты и системы);
- 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (профиль: Автоматизация технологических процессов и производств (промышленность));
- 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (профиль: Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств);
- 15.03.06 – Мехатроника и робототехника (профиль: Мехатронные и роботизированные технологические системы и комплексы);
- 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профиль: Эксплуатация наземных транспортных средств (ОФО)/ Автомобили и автомобильное хозяйство (ЗФО));
- 19.03.04 – Технология продукции и организация общественного питания (Профиль: Технология и организация производства продукции общественного питания);
- 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль: Техносферная безопасность).

Графическая подготовка осуществляется на протяжении всего периода обучения, на младших курсах – приобретение базовых графических компетенций, на старших – выполнение курсовых проектов и работ, и выполнение ВКР.

Обучение на первом и втором курсе построено следующим образом:

1-й семестр – Инженерная графика (РПД унифицирована по Политехническому институту);

2-й семестр – элективные дисциплины (дисциплины по выбору). Студенты выбирают себе дисциплину из следующего списка: Цифровое проектирование элементов измерительных систем, Цифровое проектирование элементов автоматизированных и мехатронных систем, Цифровое проектирование изделий машиностроения, Цифровое проектирование технологического оборудования и приборов предприятий питания, Цифровое проектирование элементов конструкций транспортных средств, Цифровое проектирование техники в области техносферной безопасности.

3-й семестр - Инженерный дизайн CAD.

4-й семестр – дисциплины по выбору: Компьютерная графика и прототипирование, 3D моделирование для арт-индустрии, Реверс инжиниринг.

Дисциплина «Инженерная графика» включает в себя два раздела: **Основы начертательной геометрии** и **Основы начертательной геометрии**.

В первом разделе студенты изучают: изображение геометрических объектов на комплексном чертеже; методы проецирования; основные свойства проецирования; метод Монжа; комплексный и аксонометрический чертеж точки, прямой и плоскости; поверхности; образование поверхностей; способы задания поверхностей (каркасом, определителем, очерком); принадлежность точки и линии поверхности; пересечение поверхностей плоскостями и линиями; наклонные сечения; взаимное пересечение поверхностей; способ плоскостей-посредников. Таким образом, в первой части дисциплины студенты изучают базовые методы получения изображений, а также развивают образное и пространственное мышление.

Второй раздел нацелен на изучение стандартов оформления чертежей. В этом разделе подробно рассматриваются: изображения, виды, разрезы, сечения – ГОСТ 2.305-2008; построение наглядных изображений, аксонометрические проекции – ГОСТ 2.317-2011; нанесение размеров и предельных отклонений – ГОСТ 2.307-2011; обозначения шероховатости поверхностей – ГОСТ 2.309-73; соединения, классификация соединений, неразъемные соединения пайкой, склеиванием и деформацией; разъемные соединения шлицами, шпонкой и штифтом; резьбы; соединения стандартными крепёжными деталями. Особое внимание уделяется созданию и детализированию сборочных чертежей. Таким образом студент приобретает компетенции связанные с ЕСКД. Он должен научиться читать чертежи и оформлять их в соответствии с ЕСКД.

Во втором семестре студенты выбирают дисциплину, ориентированную на будущую специальность. Дисциплина состоит из трех разделов.

### **Раздел 1. Работа с плоским чертежом в графической системе КОМПАС-3D.**

Тема 1. Интерфейс САПР Компас 3D. Типы документов. Общие приёмы работы в графических документах. Создание и настройка чертежа. Основные элементы интерфейса. Создание новых документов. Панели инструментов. Управление изображением в окне документа. Использование привязок. Заполнение основной надписи.

Тема 2. Основы работы в документах «Чертеж» и «Фрагмент». Работа с плоским чертежом. Построение чертежа, содержащего три вида, по данному наглядному изображению детали.

### **Раздел 2. Создание трехмерных моделей в графической системе КОМПАС-3D. Работа с библиотеками.**

Тема 3. Основы работы в документе «Деталь». Работа с эскизами. Создание трехмерных моделей в графической системе КОМПАС. Проставление размеров, шероховатостей, технических требований в режиме 3D модели.

Тема 4. Работа с 3D деталью, с последующим построением ассоциативного чертежа, содержащего три вида. Выполнение разрезов на чертеже.

Тема 5. Работа с телами вращения. Создание 3D модели детали типа «вал», использование библиотек, создание ассоциативного чертежа по модели, вынесение на чертеже сечений и разрезов.

### **Раздел 3. Трехмерные сборки.**

Тема 6. Основы работы в документах «Сборка» и «Спецификация». Подготовка 3 D моделей деталей, входящих в сборку. Работа с крепежными резьбовыми изделиями, разъемные соединения деталей. Использование библиотек. Создание и редактирование сборки.

Тема 7. Создание сборочных чертежей. Создание спецификации к сборочному чертежу. Организация ассоциативной связи между этими документами.

В третьем семестре студенты углубляют свои знания в ПО Компас 3D. Дисциплина состоит из следующих разделов и тем.

### **Раздел 1. Работа с приложением «Механика» в графической системе КОМПАС-3D.**

Тема 1. Булева операция в детали. Построение тела и выреза в существующем теле модели с помощью команды «по траектории», «по нескольким сечениям» (контурам).

Тема 2. Приложение «Механика». Работа с приложением «Механика: Пружины». Работа с приложением «Валы и механические передачи 2D». Работа с приложением «Валы и механические передачи 3D». Работа с приложением «Механические передачи. Шестерни»

### **Раздел 2. Электронная модель ГОСТ 2.052-2015.**

Тема 3. Правила оформления электронной модели по ГОСТ 2.052-2015. Правила построения модели сборки «Сверху-Вниз», «Снизу-Вверх». Работа с приложением «Механика: Анимация». Работа с приложением «Каркас и поверхности».

В четвёртом семестре студенты углубляют свои знания по работе с ПО Компас-3D, и изучают дисциплины, по своему выбору, связанные с инженерным моделированием, прототипированием и аддитивными технологиями, 3-х мерным бесконтактным сканированием и реверс инжинирингом [6-9].

Таким образом, к окончанию второго курса студент в полной мере владеет САПР Компас-3D и готов к самостоятельной работе связанной с конструкторскими разработками. Это подтверждается участием студенческих команд в реальных НИОКР и хозяйственных темах, а также призовыми местами в профильных олимпиадах.

### **Список литературы**

1. Туркина Л.В. Реализация интерактивного подхода при выполнении практических заданий в курсе инженерной графической подготовки // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 2. – С. 31. – DOI: 10.17513/spno.29656.
2. Рудева В.А., Бессонова А.С. Использование графического редактора «Компас 3D» в обучении компьютерной инженерной графике // Академическая публицистика. – 2024. – №3-1. – С. 283-288.
3. Сергеева И.А., Петухова А.В. Инженерно-графическая подготовка студентов в условиях компьютеризации обучения // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 3(22). – С. 152.

4. Андреев-Твердов А.И., Бескровный Д.В., Яковук О.А. Использование цифровых технологий в методике преподавания инженерной графики // Развитие'23: Российский PLM-комплекс для подготовки кадров: Тезисы докладов Всероссийского форума (с международным участием), Москва, 06 декабря 2023 года. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. – С. 6-8.
5. Завозина О.Ю., Чиркин А.В. Требования к электронным моделям изделий в учебных проектно-конструкторских работах на основе инженерной практики и стандартов // Развитие'23: Российский PLM-комплекс для подготовки кадров: Тезисы докладов Всероссийского форума (с международным участием), Москва, 06 декабря 2023 года. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. – С. 48-52.
6. Рудева В.А., Бессонова А.С. Использование графического редактора «Компас 3D» в обучении компьютерной инженерной графике // Академическая публицистика. – 2024. – №3-1. – С. 283-288.
7. Мухина О.В., Тараховский А.Ю., Стреляная Ю.О., Сазонов С.Е. Графические дисциплины в системе дистанционного обучения Moodle // Современное педагогическое образование. – 2022. – № 2. – С. 75-79.
8. Тараховский А.Ю., Смирнов И.А. Реверс-инжиниринг коленчатого вала компрессора // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – № 18. – С. 91-97. – DOI: 10.26160/2658-3305-2023-18-91-97.
9. Тараховский А.Ю. Трехмерное моделирование объекта на основе данных лазерного 3D сканирования // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2023. – № 14. – С. 16-19. – DOI: 10.26160/2309-8864-2023-14-16-19.

Сведения об авторах:

*Тараховский Алексей Юрьевич* – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Цифровое проектирование»;

*Стреляная Юлия Олеговна* – к.т.н., доцент кафедры «Цифровое проектирование».