

5. **Маркова, Т.В.** Инженерная и компьютерная графика. Компьютерные технологии разработки конструкторской документации : уч. пособие / Т.В. Маркова, Г.А. Красильникова, В.В. Самсонов, Н.С. Иванова. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 92 с.
6. **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.
7. **Иванова, Н.С.** Проблемы комплексного обучения студентов инженерной и компьютерной графике / Н.С. Иванова, Г.А. Красильникова, Т.В. Маркова, В.В. Самсонов // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2013. – № 3. – С. 90–99.
8. **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.
9. **Маркова, Т.В.** Об одном применении инструментов параметризации Компас-3D в курсе «Начертательная геометрия и компьютерная графика» / Т.В. Маркова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы. – 2019. – С. 170–175.
10. **Маркова, Т.В.** Поверхностное моделирование в курсе инженерной графики / Т.В. Маркова, А.Л. Бочков // Механика и машиностроение. Наука и практика. – 2019. – С. 8–11.
11. **Амбросимов, С.Н.** О методических аспектах геометро-графической подготовки технических специалистов / С.Н. Амбросимов, Д.Е. Тихонов-Бугров // Современное образование: содержание, технологии, качество. – 2019. – Т. 1. – С. 90–92.
12. **Маркова, Т.В.** Эскиз как критерий оценки и средство формирования навыков анализа и синтеза пространственных форм / Т.В. Маркова // Проблемы качества графической подготовки: традиции и инновации. – 2019. – Т. 1. – С. 250–256.
13. **Маркова, Т.В.** К вопросу формирования графической культуры студента технического вуза / Т.В. Маркова, Т.А. Никитина // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2018. – № 8. – С. 48–62.

УДК 378.147

## **СТИМУЛИРОВАНИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

**Т. В. Маркова**, канд. техн. наук, доцент

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

Ключевые слова: инженерная и компьютерная графика, САПР, КОМПАС-3D, 3D-модель, проекционное черчение, чертеж детали, изображения на чертеже, нанесение размеров.

Аннотация. Описаны цели, задачи и содержание отдельных упражнений нового интегрированного курса инженерной графики на основе САПР.

Искусство выполнения чертежа основывается на навыках, формирующихся в течение нескольких лет при изучении ряда дисциплин. Первое знакомство с правилами оформления этого документа происходит в курсе инженерной графики при рассмотрении темы «Проекционное черчение». В задании, которое

много лет используется в Санкт-Петербургском политехническом университете (СПбПУ), студентам предлагается разработать чертеж детали по двум данным проекциям, изучив при этом основные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). На выданной в качестве исходных данных заготовке чертежа нанесены размеры и указано, какие изображения (виды, разрезы и т. д.) необходимо выполнить.

Опыт показал, что задание, разработанное для «ручного» способа исполнения, может успешно использоваться в учебном процессе, предполагающем применение компьютерных технологий, систем автоматизированного проектирования (САПР). В данной публикации описан новый подход к изучению порядка формирования и содержания конструкторских документов на деталь, практикуемый в рамках экспериментального интегрированного курса инженерной графики, обзор которого дан в [1].

Подготовлены два задания. Первая работа разбита на два этапа. Сначала студенты создают 3D-модель детали, после этого – ассоциативный чертеж. Разработаны упражнения, представляющие собой пошаговую инструкцию выполнения; в качестве примера выбрана деталь с типовыми элементами. В первой части студенты осваивают инструменты моделирования (используется САПР КОМПАС-3D): узнают о формообразующих операциях, требованиях к эскизам, о роли размеров и параметрических ограничений в эскизе и т. п. В ходе выполнения обсуждаются вопросы выбора первой операции, последовательности моделирования и др. В пошаговой инструкции второй части описан порядок использования инструментов КОМПАС-3D для формирования ассоциативно связанных с моделью изображений на чертеже. Прямо в тексте пошаговой инструкции, выделенные специальным форматированием, приведены основные сведения из ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД, правил вынесения размерной информации и т. д. Полагаем, что теоретическая информация, полученная «в контексте» выполнения работы, лучше усваивается студентами; они видят ее практическое приложение.

Объем изучаемого материала достаточно большой. Закрепить приобретенные знания и навыки помогает выполнение задания по индивидуальному варианту и подготовка отчетов: текстового документа с изображением построенной модели, дерева модели и последовательности эскизов для выполнения формообразующих операций – для первого этапа, и чертежа детали с пояснительной запиской (ПЗ) – для второго этапа. Шаблон, выдаваемый студентам для составления ПЗ, представлен ниже. Пункты 1–9 посвящены теории формирования и обозначения изображений, 10–16 – вопросам нанесения размеров, четыре заключительных пункта – правилам выполнения штриховки и записи технических требований. Таким образом, охвачена практически вся теория раздела «Проекционное черчение».

Цель второго задания, выдаваемого студентам при наличии времени, – развитие полученных навыков. По содержанию оно аналогично предыдущему, но имеет ряд усложняющих особенностей. Сложнее форма деталей – соответственно сложнее алгоритм создания модели.

## Шаблон для составления пояснительной записки

Вместо текста, выделенного курсивом, дать пояснения в соответствии со своим вариантом задания (приложить к чертежу)

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к чертежу ... (обозначение чертежа)

Выполнил студент \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_

1. На месте главного вида выполнен полный фронтальный разрез (или: половина главного вида в соединении с фронтальным разрезом, или...), т.к. ... (пояснить, почему можно или нельзя совместить половину вида и половину соответствующего разреза). Этот разрез является простым (или сложным, указать, как именно называется) и выполнен одной плоскостью, параллельной фронтальной плоскости проекций (или ...). Положение секущей плоскости (или плоскостей) можно показать на виде сверху (или указано...).
2. На месте вида сверху выполнен ... (аналогично п. 1).
3. На месте вида слева выполнен ... (аналогично п. 1).
4. Фронтальный разрез обозначен буквами ..., и это обозначение необходимо т.к. .... (или: обозначение разреза не требуется, т.к....).
5. Горизонтальный разрез обозначен.... (аналогично п. 4).
6. Профильный разрез обозначен... (аналогично п. 4).
7. Буквой ... обозначен выносной элемент (местный вид или другие обозначенные буквами изображения – перечислить, описать, для чего они выполнены).
8. Имеется местный разрез, он выполнен для того, чтобы ... (пояснить). Его не обозначают, положение секущей плоскости можно показать... (указать, где).
9. Имеется сечение (другие изображения, не обозначенные буквами – перечислить), которое не обозначено, т.к. ...
10. Поставленные размеры ... (перечислить численные значения с указанием знака диаметра, если нужно) являются габаритными.
11. Поставленные размеры ... (перечислить численные значения с указанием знака диаметра, если нужно) являются координирующими.
12. Остальные размеры являются формообразующими.
13. Размеры ... (перечислить численные значения с указанием знака диаметра, если нужно) сгруппированы на главном виде (или: на виде сверху, выносном элементе, ... др. изображениях – указать, где), т.к. они относятся к одному элементу детали – «нижний фланец» (или: «отверстия на фланце», «паз», и т.п.), т.к. на этом изображении наиболее полно показана форма этого элемента (пояснить выбор размещения размерных линий).
14. Размеры нескольких одинаковых элементов ... (указать, каких) нанесены ... (пояснить, где и почему).
15. Размеры, относящиеся к наружным элементам детали, расположены преимущественно со стороны ..., размеры, относящиеся к внутренним элементам – со стороны .....
16. Размеры ... (указать численные значения с указанием знака диаметра, если нужно) являются справочными, т.к. .... (если есть). Обозначены ...
17. Штриховка в разрезах и сечениях выполнена с одинаковым шагом и наклоном и обозначает материал детали – ... (записать и расшифровать марку материала, кратко - когда применяется). Такой тип штриховки используется для .....
18. Ребро жесткости (если есть) заштриховано ... (где – название изображения) и не заштриховано ... (где – название изображения), т.к. ...
19. Штриховка фигур сечения на аксонометрическом изображении выполнена с углом наклона ... (указать). Ребро жесткости также заштриховано (или...).
20. Технические требования записаны над основной надписью чертежа, дано пояснение ....  
Нумерации нет (или технические требования пронумерованы), т.к. ...

Кроме того, в задании не нанесены размеры (кроме одного габаритного для возможности моделирования с сохранением пропорций) и не указано, какие изображения на чертеже нужно выполнить, поэтому студенты должны самостоятельно решить все вопросы, связанные с составом чертежа и размерами. Составление ПЗ помогает студентам провести рассуждения и оформить чертеж правильно.

Заметим, что компьютерные технологии разработки конструкторской документации при выполнении заданий по инженерной графике в СПбПУ применяются давно [2], и вопросам взаимосвязи дисциплин графического цикла всегда уделялось особое внимание [3–7]. В новом интегрированном курсе использование современных средств проектирования и рассмотренных приемов стимулирования учебно-познавательной активности студентов способствуют комплексному освоению дисциплины и повышению качества обучения.

### Список литературы:

1. **Маркова, Т.В.** САПР как основа интеграции геометро-графических дисциплин / Т.В. Маркова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 24 апреля 2020 г. –г. Брест, Республика Беларусь, г. Новосибирск, Российская Федерация: НГАСУ (Сибстрин), 2020. – С. 173–178.

2. **Маркова, Т.В.** Инженерная и компьютерная графика. Компьютерные технологии разработки конструкторской документации : учебное пособие / Т.В. Маркова, Г.А. Красильникова, В.В. Самсонов, Н.С. Иванова. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 92 с.

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: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 19 апреля 2019 г., г. Брест, Республика Беларусь, г. Новосибирск, Российская Федерация: НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 170–175.

7. **Маркова, Т.В.** Поверхностное моделирование в курсе инженерной графики / Т.В. Маркова, А.Л. Бочков // Механика и машиностроение. Наука и практика: сб. тр. II междунар. науч.-практ. конф., 13 декабря 2019 г. – г. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра «Машиностроение», 2019. – С. 8–11.