

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко**

## **ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате  
по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная  
техника, профиль программы  
«Промышленная информатика и системы управления»

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2025

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инжиниринга  
технологического оборудования института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ  
ВО «КГТУ» Д. Б. Подашев;  
кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной информатики института  
цифровых технологий ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Е. Ю. Заболотнова

Рудаченко, С. В., Рудаченко, Т. В.

Инженерная компьютерная графика: учеб.-методич. пособие по изучению  
дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Промышленная  
информатика и системы управления» / С. В. Рудаченко,  
Т. В. Рудаченко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 61 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Инженерная  
компьютерная графика» представлены материалы по освоению тем лекционного  
курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, материалы  
по подготовке к практическим занятиям, вопросы для самоконтроля, список учебной  
литературы, отражены рекомендации для выполнения расчетно-графической работы  
для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника,  
профиль «Промышленная информатика и системы управления».

Табл. 3, список лит. – 42 наименования

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к в качестве  
локального электронного методического материала кафедрой инжиниринга  
технологического оборудования 26 сентября 2025 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие рекомендовано к использованию в учебном  
процессе в качестве локального электронного методического материала методической  
комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО  
«Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2025 г.,  
протокол № 7

Учебно-методическое пособие рекомендовано к использованию в учебном  
процессе в качестве локального электронного методического материала методической  
комиссией института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский  
государственный технический университет» 21 октября 2025 г., протокол № 7

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (лекционный курс).....	8
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	36
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	52
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	54
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	58

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Инженерная компьютерная графика» входит в состав основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Промышленная информатика и системы управления».

Дисциплина состоит из следующих разделов: «Начертательная геометрия», «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение» и «Компьютерная графика».

*Целью* освоения дисциплины является формирование у обучающихся пространственного представления и конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, подготовка студентов к использованию компьютера при выполнении конструкторской документации.

*Задачи* изучения дисциплины:

- освоение способов получения определенных графических моделей пространства, основанных на ортогональном проецировании;
- приобретение навыков решения на графических моделях инженерных задач, связанных с пространственными формами и отношениями;
- формирование базовых знаний, умений и навыков выполнения чертежей и создания графических моделей с применением средств компьютерной графики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- общие требования стандартов ЕСКД и других нормативных документов к выполнению и оформлению чертежей;
- принципы графического и геометрического моделирования инженерных задач;
- общетеоретические положения и способы, необходимые для построения изображений пространственных форм на плоскости;
- методы геометрических построений, а также приемы решения позиционных и метрических задач;
- современные способы автоматизации графических работ, возможности автоматизированного создания геометрических моделей пространственных объектов и выполнения чертежей;

уметь:

- пользоваться стандартами и справочной литературой, средствами компьютерной графики; строить изображения пространственных форм на плоскости;

- мысленно воспроизводить пространственную форму изображенного на чертеже предмета;
  - выполнять анализ и синтез пространственных отношений на основе графических моделей пространства;
  - составлять алгоритмы и решать графическими методами задачи о взаимном расположении и измерении геометрических форм в пространстве;
  - выполнять графическую часть проекта;
- владеть:
- навыками составления и чтения чертежей;
  - навыками изучения нормативных источников и использования справочной литературы;
  - навыками использования ЭВМ в графических построениях, создания 2D и 3D-моделей в рамках графических систем.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по практическим занятиям;
- задания для расчетно-графической работы.

Перечень и содержание тестовых и контрольных заданий представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Тестовые задания используются для оценки освоения дисциплины – знания основных терминов, определений инженерной и компьютерной графики, а также положений стандартов ЕСКД, регламентирующих общие правила выполнения и оформления чертежей. Тест считается сданным, если даны правильные ответы на 60 % вопросов. В случае получения неудовлетворительной оценки тест подлежит повторной сдаче. Студенты также производят решение в рабочих тетрадях задач по начертательной геометрии.

Аудиторные контрольные задания, которые выполняются на практических занятиях, позволяют проверить итоговые навыки, полученные при изучении отдельных блоков дисциплины. В случае получения положительной оценки результат контрольного задания засчитывается как защита одного из семестровых графических заданий.

Контрольные задания оцениваются положительно, если студент обнаружил знание основного учебного материала, необходимого для последующего освоения дисциплины. Как правило, задание засчитывается, если студент допустил незначительные погрешности в выполнении графического задания, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

При получении неудовлетворительной оценки контрольное задание следует выполнить повторно.

В семестре студенты выполняют расчётно-графическую работу (РГР), содержащую решения некоторых типовых задач начертательной геометрии, задания по проекционному черчению, а также задания, содержащие элементы машиностроительного черчения. Все задания после их выполнения подлежат защите, содержанием которой являются вопросы, позволяющие выяснить степень усвоения материала. Все задания расчетно-графической работы по инженерной компьютерной графике выполняются в графической системе КОМПАС-3D. Практические занятия по дисциплине проводятся в специализированных аудиториях (компьютерных классах).

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (контрольные вопросы по дисциплине – в приложении 1).

К экзамену допускаются студенты:

- выполнившие и защитившие все графические задания, входящие в РГР;
- получившие положительные оценки по результатам тестирования и выполнения контрольных заданий.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	задачи			рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических возможностей.

Данное пособие структурировано по разделам. Во введении приведены цели и задачи дисциплины «Инженерная компьютерная графика», результаты обучения, критерии оценки (уровня освоения дисциплины). В разделах «Методические рекомендации по изучению дисциплины (лекционный курс)» и «Методические рекомендации по проведению практических занятий» представлены материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, материалы по подготовке к практическим занятиям, вопросы для самоконтроля и рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов. В разделе «Методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы (РГР)» размещены требования к выполнению и оформлению заданий расчетно-

графической работы. Пособие содержит также список учебной литературы, заключение и приложения.

## 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (лекционный курс)

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Тема лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ
1	Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи. 2D-моделирование в графических системах; 3D-моделирование в графических системах	2
2	Оформление чертежей. Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)	2
3	Методы проецирования. Проецирование точки. Эпюр Монжа. Октанты. Проецирование прямой линии. Взаимное положение прямых линий	3
4	Проецирование плоскости. Прямая и точка в плоскости, признаки принадлежности	2
5	Взаимное положение прямой и плоскости, двух плоскостей, двух прямых	2
6	Способы преобразования ортогональных проекций	2
7	Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008)	1
8	Многогранные поверхности. Пересечение многогранников плоскостью, прямой линией Развертки многогранников, способы построения	2
9	Кривые линии и поверхности. Пересечение кривых поверхностей. Развертки кривых поверхностей	2
10	АксонOMETрические проекции	1
11	Виды и состав изделий. Виды конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов	1
12	Резьбы. Основные элементы и параметры резьбы. Классификация резьб	2
13	Стандартные крепежные изделия. Изображения на	2



Номер темы	Тема лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ
	чертежах. Условные обозначения	
14	Соединения: разъемные и неразъемные	1
15	Эскизирование. Выполнение эскиза детали. Элементы деталей	1
16	Сборочные чертежи (СБ) и чертежи общего вида (ВО). Детализация чертежа общего вида	2
17	Схемы. Виды и типы (ГОСТ 2.701-84). Правила выполнения схем. Стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем (ГОСТ 19.701-90)	4
Итого		32

## **Тема 1. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи.**

### **2D-моделирование в графических системах.**

### **3D-моделирование в графических системах**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Цели и задачи курса «Инженерная компьютерная графика».
2. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи. Основные принципы работы в графическом пакете КОМПАС. Алгоритмы построения 2D-объектов средствами двухмерной графики. 3D-моделирование в графических системах.

*Ключевые понятия:* автоматизированная графическая система проектирования КОМПАС; типы графических документов в КОМПАСЕ; элементы интерфейса: графический экран, главное меню, строка закладок документов, инструментальные панели, сервисная панель (панель быстрого доступа), дерево документа; локальная система координат; глобальная система координат; объектные привязки; слои чертежа; тип линии; твердотельное моделирование; создание эскиза; смещенная плоскость; инструментальная панель элементы тела (элемент выдавливания (элемент по сечениям, элемент вращения), вырезать выдавливанием); ассоциативные виды; создание чертежа по модели; стандартные виды с модели; проекционный вид; ориентация модели.

*Литература:* [10], [13], [15], [18], [28], [29].

### *Методические рекомендации*

Первая тема курса «Инженерная компьютерная графика» направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результатов освоения дисциплины, возможных рисках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля.

При изучении данной темы, необходимо выяснить каковы цели и задачи курса «Инженерная компьютерная графика», из каких разделов состоит изучаемая дисциплина.

При рассмотрении второго вопроса необходимо сформировать представление о компьютерной графике, геометрическом моделировании и решаемых ими задачах. Уделить внимание основным принципам работы в графическом пакете КОМПАС. КОМПАС-3D – это система автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам ЕСКД и СПДС. При изучении темы обучающиеся должны усвоить, что КОМПАС-3D – это динамически развивающаяся инженерная система проектирования самых разнообразных объектов. Основная задача – моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования [28]. При изучении данной темы нужно рассмотреть алгоритмы построения 2D-объектов средствами двухмерной графики, а также 3D-моделирование в графических системах.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите основные задачи компьютерной графики.
2. Какие существуют типы графических документов в КОМПАСЕ?
3. Каковы основные элементы графического интерфейса?
4. Какие существуют типы объектной привязки?
5. Какие общие требования к простановке размеров? Какие типы размеров можно проставлять в КОМПАСЕ?
6. Как отредактировать размерный стиль?
7. Каковы характеристики слоев чертежа в КОМПАСЕ?
8. Каковы особенности 3D-моделирования?
9. Как в КОМПАС-3D называется точный чертеж объекта, выполненный по правилам ортогонального проецирования в различных плоскостях проекций, состоящий из плоских графических объектов и используемый для задания формы или траектории перемещения сечения?
10. Как при построении чертежа детали в системе КОМПАС-3D называются виды, связанные с моделью?
11. Какой стиль линии в КОМПАС-3D используется при построении эскиза?
12. Назовите типы трехмерных (пространственных) геометрических моделей в компьютерной графике.

13. Какие плоскости проекций в КОМПАС-3D при твердотельном моделировании являются основными плоскостями проекций?

## **Тема 2. Оформление чертежей. Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД): ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи».
2. ГОСТ 2.301-68 «Форматы».
3. ГОСТ 2.302-68 «Масштабы».
4. ГОСТ 2.303-68 «Линии».
5. ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные».
6. ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах».
7. ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах».
8. ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

*Ключевые понятия:* основная надпись, дополнительная графа, основные форматы, дополнительные форматы, предельные отклонения сторон форматов, натуральный масштаб, масштабы уменьшения, масштабы увеличения, сплошная толстая основная линия, сплошная тонкая линия, сплошная волнистая линия, штриховая линия, штрихпунктирная линия, штрихпунктирная утолщенная линия, разомкнутая линия, сплошная тонкая с изломами линия, штрихпунктирная с двумя точками линия, шрифт типа А, шрифт типа Б, размеры шрифта, штриховка, выносные и размерные линии, размерные числа, предельные отклонения.

*Литература:* [21], [42].

### *Методические рекомендации*

При изучении темы «Оформление чертежей. Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)» необходимо уяснить, что основное назначение стандартов ЕСКД – установление единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи» (первый вопрос темы) устанавливает форму, размеры и порядок заполнения основной надписи и дополнительной графы.

При изучении ГОСТ 2.301-68 «Форматы» следует отметить, что форматы бывают основные и дополнительные. В данном вопросе обратить внимание, в каких случаях целесообразно применять дополнительные форматы и как они обозначаются.

При изучении ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» (третий вопрос) необходимо уяснить, что называется масштабом, какие бывают масштабы (натуральный масштаб, масштабы уменьшения, масштабы увеличения); обратить внимание, что размеры на чертежах проставляются действительные и не зависят от масштаба.

ГОСТ 2.303-68 «Линии» (четвертый вопрос) предполагает, что при выполнении чертежей используют линии разных толщины и начертания. Данный стандарт устанавливает начертание и назначение девяти типов линий, которые применяются на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

При изучении пятого вопроса ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные» необходимо отметить, что надписи на чертежах и других технических документах должны выполняться стандартным шрифтом. Шрифты бывают двух типов: шрифт типа А и шрифт типа Б.

ГОСТ 2.306 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах» (шестой вопрос) рассматривает общее графическое обозначение материалов в сечениях (независимо от вида материала) и графические обозначения в зависимости от вида материалов, а также правила нанесения штриховки в сечениях при выполнении чертежей.

При изучении седьмого и восьмого вопросов (ГОСТ 2.316-2008, ГОСТ 2.307-2011) обсуждаются правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах и правила нанесения размеров и предельных отклонений.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие форматы называют основными?
2. Как образуются дополнительные форматы? Какие размеры имеет формат А4х3?
3. Перечислите масштабы увеличения; уменьшения.
4. Какова толщина разомкнутой линии по ГОСТ 2.303-68?
5. Какие размеры основной надписи и дополнительной графы по ГОСТ 2.106-2006?
6. В каких случаях при выполнении чертежей используется штрихпунктирная тонкая линия (ГОСТ 2.303-68)?
7. Каково по ГОСТ 2.306-68 общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов?
8. Каковы особенности выполнения штриховки группы смежных деталей в сечениях (ГОСТ 2.306-68)?
9. На каком расстоянии от линии основного контура по ГОСТ 2.307-2011 на чертежах проводят первую размерную линию?
10. Какая линия по ГОСТ 2.303-68 используется для нанесения выносных и размерных линий на чертеже?
11. В чем отличие по ГОСТ 2.304-81 шрифтов типа А и типа Б?

### **Тема 3. Методы проецирования. Проецирование точки. Эпюр Монжа. Октанты. Проецирование прямой линии. Взаимное положение прямых линий**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Методы проецирования. Свойства центрального и параллельного проецирования.
2. Проецирование точки. Комплексный чертеж точки (эпюр Монжа). Октанты.
3. Проецирование прямой линии. Прямые общего положения. Прямые частного положения: прямые уровня и проецирующие прямые. Деление отрезка прямой в данном отношении.
4. Следы прямой. Определение следов прямых общего и частного положения.
5. Определение натуральной величины отрезка прямой. Метод прямоугольного треугольника.
6. Взаимное положение прямых линий. Метод конкурирующих точек.

*Ключевые понятия:* проецирующие лучи, центр проецирования, центральное проецирование, параллельное проецирование; ортогональное проецирование; горизонтальная, фронтальная и профильная плоскости проекций, координатные точки  $A_x, A_y, A_z$ , линии проекционной связи, проекции точки (горизонтальная, фронтальная, профильная), координаты точки  $X_A, Y_A, Z_A$ , точки общего и частного положений, октанты. Прямая общего положения; прямые уровня: горизонтальные, фронтальные и профильные; проецирующие прямые: горизонтально-проецирующие, фронтально-проецирующие, профильно-проецирующие; следы прямой; метод прямоугольного треугольника; параллельные прямые; пересекающиеся прямые; скрещивающиеся прямые; конкурирующие точки.

*Литература:* [9], [11], [17], [24], [35].

#### *Методические рекомендации*

При рассмотрении первого вопроса необходимо изучить методы проецирования, а также свойства центрального и параллельного проецирования.

При изучении второго вопроса необходимо усвоить проецирование точки на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций: горизонтальную, фронтальную и профильную; освоить составление комплексного чертежа точки (эпюра Монжа точки); рассмотреть понятия точки общего и частного положений, октанты.

При изучении третьего вопроса темы необходимо усвоить проецирование прямой линии на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций: горизонтальную, фронтальную и профильную. Рассмотреть

классификацию прямых линий: существуют прямые общего положения и прямые частного положения. Прямые частного положения могут быть прямыми уровня (параллельными какой-либо плоскости проекций) и проецирующими прямыми (перпендикулярными какой-либо плоскости проекций).

При рассмотрении четвертого вопроса необходимо изучить понятие «следы прямой», а также освоить определение следов прямых общего и частного положений на комплексном чертеже.

При изучении пятого вопроса темы следует изучить метод прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения.

В шестом вопросе необходимо рассмотреть взаимное положение прямых линий – прямые в пространстве могут быть параллельны, пересекаться и скрещиваться, а также изучить метод конкурирующих точек для определения видимости элементов на чертеже.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите методы проецирования.
2. Как строится центральная проекция точки?
3. В чем заключается метод проецирования, называемый параллельным?
4. Какое проецирование называется ортогональным?
5. Какими координатами определяется горизонтальная (фронтальная, профильная) проекция точки?
6. Какая координата (X, Y или Z) определяет расстояние от точки A до горизонтальной плоскости проекций?
7. Какие прямые называют прямыми общего положения?
8. Какие прямые относятся к прямым уровня?
9. В каком случае прямая проецируется в натуральную величину на фронтальную плоскость проекций?
10. Какая прямая проецируется в точку на горизонтальную плоскость проекций?
11. Что называется следом прямой линии на плоскости проекций?
12. Какая координата равна нулю: а) для горизонтального следа прямой; б) для фронтального следа прямой; в) для профильного следа прямой.
13. Как построить на чертеже прямоугольные треугольники для определения длины отрезка прямой линии общего положения и ее углов с плоскостями проекций  $\pi_1$ ,  $\pi_2$  и  $\pi_3$ ?
14. Как разделить на чертеже отрезок прямой линии в заданном отношении?
15. Какие прямые называются параллельными, пересекающимися, скрещивающимися?
16. В чем сущность метода конкурирующих точек?

## **Тема 4. Проецирование плоскости.**

### **Прямая и точка в плоскости, признаки принадлежности**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Способы задания плоскости на чертеже. Следы плоскости.
2. Положения плоскости относительно плоскостей проекций.

Плоскости общего положения. Плоскости частного положения: плоскости уровня и проецирующие плоскости.

3. Проведение проецирующей плоскости через прямую линию.
4. Прямая и точка в плоскости, признаки принадлежности.
5. Прямые особого положения в плоскости: горизонталь, фронталь и профильная прямая. Линии наибольшего наклона к плоскостям проекций.

*Ключевые понятия:* плоскость общего положения; плоскости уровня: горизонтальные, фронтальные и профильные; проецирующие плоскости: горизонтально-проецирующие, фронтально-проецирующие, профильно-проецирующие; следы плоскости; признаки принадлежности точки и прямой плоскости; горизонталь, фронталь, профильная прямая; линии наибольшего наклона к плоскостям проекций; линия ската плоскости.

*Литература:* [9], [11], [17], [24], [35].

#### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы необходимо рассмотреть способы задания плоскости на чертеже. Выяснить, каким образом можно перейти от одного способа задания плоскости на чертеже к другим способам.

Во втором вопросе необходимо рассмотреть классификацию плоскостей: существуют плоскости общего положения и плоскости частного положения. Плоскости частного положения могут быть плоскостями уровня (параллельными какой-либо плоскости проекций) и проецирующими плоскостями (перпендикулярными какой-либо плоскости проекций). Также следует обратить внимание на то, как рассматриваемые плоскости проецируются на комплексном чертеже.

В третьем вопросе темы изучаются свойства проецирующих плоскостей, рассматривается проведение проецирующей плоскости через прямую линию.

В четвертом и пятом вопросах следует изучить признаки принадлежности точки и прямой плоскости, а также освоить построение прямых особого положения в плоскости: горизонтали, фронтали и профильной прямой. Также необходимо уделить внимание построению линий наибольшего наклона к плоскостям проекций.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите способы задания плоскости.
2. Какую плоскость называют плоскостью общего положения?

3. Какие плоскости называются проецирующими?
4. Что называют следом плоскости на плоскости проекций?
5. Где располагаются фронтальная проекция горизонтального следа и горизонтальная проекция фронтального следа плоскости?
6. Как провести на чертеже через прямую общего положения горизонтально-проецирующую плоскость?
7. Как определить на чертеже принадлежность прямой данной плоскости?
8. В каком случае точка принадлежит плоскости?
9. Что такое фронталь, горизонталь и линия ската плоскости?
10. Как определить с помощью линии ската плоскости угол наклона этой плоскости к плоскости проекций  $\pi_1$ ?

### **Тема 5. Взаимное положение прямой и плоскости, двух плоскостей, двух прямых**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Признак параллельности двух плоскостей. Построение на чертеже взаимно параллельных плоскостей.
2. Признак параллельности прямой и плоскости. Построение на чертеже прямой, параллельной заданной плоскости.
3. Пересечение прямой линии с плоскостью, перпендикулярной к одной или к двум плоскостям проекций (частный случай).
4. Пересечение прямой линии с плоскостью общего положения. Алгоритм определения точки пересечения прямой с плоскостью, его реализация на эюре. Определение видимости.
5. Методы построения линии пересечения плоскостей: а) метод вспомогательных секущих плоскостей; б) построение линии пересечения двух плоскостей по точкам пересечения прямых линий с плоскостью. Определение видимости плоскостей.
6. Теорема о проецировании прямого угла. Построение взаимно перпендикулярных прямой и плоскости; двух прямых; двух плоскостей.

*Ключевые понятия:* параллельные плоскости; пересекающиеся плоскости; видимость плоскостей; проецирование прямого угла; перпендикулярные плоскости; метод вспомогательных секущих плоскостей; плоскости-посредники; взаимно перпендикулярные прямая и плоскость; взаимно перпендикулярные плоскости.

*Литература:* [9], [11], [24], [35], [37], [40].



### *Методические рекомендации*

При рассмотрении первого и второго вопросов необходимо изучить признаки параллельности двух прямых, прямой и плоскости. Рассмотреть построение на комплексном чертеже взаимно параллельных плоскостей и прямой, параллельной заданной плоскости.

Изучая третий и четвертый вопросы темы, следует усвоить алгоритм определения точки пересечения прямой линии с плоскостью, перпендикулярной к одной или к двум плоскостям проекций (частный случай) и с плоскостью общего положения. Рассмотреть реализацию этого алгоритма на комплексном чертеже (эпюре), также освоить метод конкурирующих точек для определения видимости прямой.

В пятом вопросе изучаемой темы необходимо рассмотреть методы построения линии пересечения плоскостей: а) метод вспомогательных секущих плоскостей; б) построение линии пересечения двух плоскостей по точкам пересечения прямых линий с плоскостью, а также углубить знания по методу конкурирующих точек для определения видимости плоскостей.

При изучении шестого вопроса темы следует обратить особое внимание на теорему о проецировании прямого угла, изучить признаки перпендикулярности прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей и рассмотреть построение на комплексном чертеже взаимно перпендикулярных прямых и плоскостей.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В каком случае две плоскости взаимно параллельны? Как провести через точку плоскость, параллельную заданной плоскости?
2. Как взаимно располагаются одноименные следы двух параллельных между собой плоскостей?
3. Сформулируйте признак параллельности прямой линии и плоскости?
4. В каком случае две прямые взаимно перпендикулярны?
5. В каком случае прямая перпендикулярна плоскости? Как на чертеже располагаются проекции перпендикуляра к плоскости?
6. Назовите признак перпендикулярности двух плоскостей. Как построить взаимно перпендикулярные плоскости?
7. Как установить взаимное положение прямой и плоскости?
8. Как определить видимость при пересечении прямой с плоскостью?
9. В чем заключается метод построения линии пересечения двух плоскостей с помощью вспомогательных секущих плоскостей (плоскостей-посредников)?
10. Каков алгоритм определения линии пересечения плоскостей по точкам пересечения прямых одной плоскости с другой плоскостью?

## Тема 6. Способы преобразования ортогональных проекций

### *Ключевые вопросы темы*

1. Способ замены плоскостей проекций.

2. Способы вращения. Элементы вращения.

2.1 Способ вращения вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций.

2.2 Способ вращения вокруг оси, параллельной плоскости проекций (вращение вокруг линии уровня).

2.3 Способ плоскопараллельного перемещения (способ безосного вращения).

2.4 Способ вращения вокруг следа плоскости (способ совмещения).

*Ключевые понятия:* преобразование чертежа; дополнительная плоскость проекций; элементы вращения; ось вращения; плоскость вращения; центр вращения; радиус вращения; плоскопараллельное перемещение; плоскости перемещения; совмещенный горизонтальный (фронтальный) след.

*Литература:* [9], [11], [24], [35], [36].

### *Методические рекомендации*

При изучении данной темы курса необходимо обратить особое внимание на сущность и назначение способов преобразования чертежа. Следует отметить, что задание прямых линий и плоских фигур в частных положениях относительно плоскостей проекций значительно упрощает построения и решение задач, а иногда позволяет получить ответ или непосредственно по данному чертежу, или при помощи простейших построений. Рассматриваемые способы преобразования проекций дают возможность переходить от общих положений прямых линий и плоских фигур в системе  $\pi_1/\pi_2$  к частным в той же системе или в дополнительной.

При изучении первого и второго вопросов темы необходимо освоить способ замены плоскостей проекций и способы вращения: способ вращения вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций, способ вращения вокруг оси, параллельной плоскости проекций (вращение вокруг линии уровня), способ плоскопараллельного перемещения (способ безосного вращения), способ вращения вокруг следа плоскости (способ совмещения). Необходимо научиться определять натуральную величину прямых и плоскостей, решать позиционные и метрические задачи.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем заключается способ замены плоскостей проекций?

2. Сколько преобразований необходимо выполнить, чтобы перевести плоскость общего положения в проецирующую плоскость?

3. При замене плоскостей проекций каким образом необходимо провести вспомогательную плоскость проекций относительно оставшейся плоскости?

4. Как найти длину отрезка прямой линии и углы этой прямой с плоскостями  $\pi_1$  и  $\pi_2$ , проводя новые плоскости проекций?

5. Как найти расстояние: а) от точки до прямой; б) от точки до плоскости; в) между двумя параллельными прямыми; г) между двумя скрещивающимися прямыми; д) между двумя параллельными плоскостями?

6. Какова сущность способов вращения?

7. Как строятся: а) плоскость вращения точки; б) центр вращения точки; в) радиус вращения точки?

8. Какие способы относят к способам вращения?

9. Как найти длину отрезка прямой линии и угол этой прямой с плоскостью проекций, применяя способ вращения?

10. Как найти величину двугранного угла?

## **Тема 7. Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008).**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Виды (ГОСТ 2.305-2008): основные, дополнительные, местные.

2. Разрезы (ГОСТ 2.305-2008): классификация, выполнение и оформление.

3. Сечения (ГОСТ 2.305-2008): классификация, выполнение и оформление.

4. Выносные элементы.

5. Условности и упрощения на чертежах.

*Ключевые понятия:* вид (предмета); основные виды (вид спереди (главный вид), вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу, вид сзади), дополнительный вид, местный вид, разрез (предмета), горизонтальный разрез, вертикальный (фронтальный и профильный) разрез, наклонный разрез, простой разрез, сложный разрез, ступенчатый разрез, ломаный разрез, продольный разрез, поперечный разрез, местный разрез, сечение (предмета), вынесенное сечение, наложенное сечение, выносной элемент.

*Литература:* [21], [22].

### *Методические рекомендации*

Изучение данной темы предполагает обсуждение основных положений ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения».

В первом вопросе необходимо изучить, что называется видом (предмета), рассмотреть классификацию видов (основные, дополнительные, местные). Следует уяснить правила выполнения и оформления видов на чертежах.

При рассмотрении второго вопроса предполагается ознакомление с понятием разреза (предмета), а также изучение классификации разрезов: по

расположению относительно горизонтальной плоскости проекций (горизонтальные, вертикальные (фронтальные и профильные), наклонные разрезы), по количеству секущих плоскостей (простые и сложные (ступенчатые и ломаные)), продольные, поперечные, местные. Обучающиеся должны получить представление о выполнении и оформлении разрезов на чертежах.

В третьем вопросе необходимо обсудить, что называется сечением и какова классификация сечений (вынесенные и наложенные), особое внимание уделить правилам выполнения и оформления сечений на чертежах.

В четвертом вопросе требуется рассмотреть, в каких случаях применяют выносные элементы и как их оформляют на чертежах.

При рассмотрении пятого вопроса следует обратить внимание, что при выполнении чертежей используют ряд упрощений и условностей, которые, в ряде случаев, значительно сокращают время разработки графического документа.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется видом? Назовите классификацию видов. Перечислите основные виды.
2. Какое изображение называется разрезом? Приведите классификацию разрезов.
3. Что называется местным видом?
4. В каких случаях выполняют дополнительные виды?
5. Какие разрезы называют сложными?
6. В каких случаях на чертежах не подписывают разрезы?
7. Что называется сечением? Какова классификация сечений?
8. Каковы особенности оформления наложенных сечений?
9. В каких случаях целесообразно выполнение выносных элементов?
10. Укажите условности и упрощения по ГОСТ 2.305-2008, применяемые на чертежах.

### **Тема 8. Многогранные поверхности. Пересечение многогранников плоскостью, прямой линией. Развертки многогранников, способы построения**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Многогранные поверхности: виды, задание на эюре. Точка на поверхности.
2. Пересечение многогранников плоскостью. Построение сечения.
3. Пересечение многогранников прямой линией. Алгоритм определения точек пересечения прямой с поверхностью, его реализация на эюре.
4. Развертки многогранников, способы построения.
  - 4.1 Способ построения нормального сечения.
  - 4.2 Способ треугольников (способ триангуляции).
  - 4.3 Способ раскатки.

*Ключевые понятия:* многогранные поверхности; призмы; пирамиды, тела Платона (тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр); признак развертываемости; развертка поверхности; способ триангуляции (треугольников); способ построения нормального сечения; способ раскатки.

*Литература:* [9], [11], [23], [24], [35], [38], [39].

#### *Методические рекомендации*

Тема 8 курса дисциплины «Инженерная компьютерная графика» позволит обучающимся получить представление о проецировании многогранных поверхностей.

При изучении первого вопроса необходимо выяснить, какие поверхности относятся к многогранным поверхностям и как эти поверхности задаются на комплексном чертеже. Также важно усвоить правила построения точек на поверхностях призмы и пирамиды.

Во втором вопросе следует обратить внимание на алгоритм построения сечений многогранников (призмы и пирамиды) плоскостью.

При рассмотрении третьего вопроса необходимо усвоить алгоритм определения точек пересечения прямой линии с многогранной поверхностью и обсудить вопрос видимости прямой.

Изучение четвертого вопроса позволит обучающимся получить представление о способах построения разверток многогранных поверхностей – о способе треугольников (триангуляции), способе построения нормального сечения, способе раскатки, а также обсудить реализацию этих способов на комплексном чертеже.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие поверхности относят к многогранным поверхностям?
2. Какие признаки позволяют установить, что на данном чертеже изображена призма?
3. Чем задается поверхность пирамиды?
4. Как строятся точки пересечения призмы или пирамиды прямой линией (точки входа и выхода)?
5. Как строится фигура, получаемая при пересечении призмы или пирамиды плоскостью?
6. Назовите признак развертываемости поверхности.
7. Какую развертку имеют многогранные поверхности – точную, приближенную или условную?
8. Назовите способы построения разверток многогранных поверхностей.
9. В чем сущность способа построения нормального сечения?
10. Какова последовательность построения развертки многогранной поверхности способом триангуляции (треугольников)?
11. Как строится развертка наклонной призмы способом раскатки?

## **Тема 9. Кривые линии и поверхности. Пересечение кривых поверхностей. Развертки кривых поверхностей**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Кривые линии и их классификация. Определение типа, длины кривой. Пространственные кривые линии. Винтовые линии, их развертки.
2. Кривые поверхности. Классификация, способы задания. Линейчатые поверхности. Определители. Точка на поверхности. Нелинейчатые поверхности. Поверхности вращения.
3. Пересечение кривых поверхностей прямой линией. Алгоритм построения точек пересечения прямой с поверхностью, его реализация на эюре.
4. Построение линии взаимного пересечения поверхностей с применением вспомогательных секущих плоскостей. Применение способа вспомогательных секущих сфер для построения линии пересечения кривых поверхностей.
5. Развертки кривых поверхностей (точные, приближенные, условные).

*Ключевые понятия:* плоские и пространственные кривые линии; цилиндрические винтовые линии одинакового уклона (гелисы); конические винтовые линии; способы задания поверхности (аналитический, каркасный, кинематический); определитель поверхности; образующая и направляющая; линейчатые развертываемые поверхности с одной направляющей; линейчатые неразвертываемые поверхности с двумя направляющими (поверхности с плоскостью параллелизма – поверхности Каталана); линейчатые неразвертываемые поверхности с тремя направляющими; нелинейчатые поверхности с образующей постоянного вида (трубчатые поверхности); нелинейчатые поверхности с образующей переменного вида (циклические поверхности); поверхности вращения (общего вида и закономерные); винтовые поверхности; метод вспомогательных секущих плоскостей; метод вспомогательных секущих сфер; точные, приближенные и условные развертки кривых поверхностей.

*Литература:* [9], [11], [17], [24], [34], [35].

### *Методические рекомендации*

Изучение данной темы позволит обучающимся получить представление о проецировании кривых линий и поверхностей.

При рассмотрении первого вопроса темы необходимо обсудить классификацию кривых линий, представление плоских и пространственных кривых на комплексном чертеже, а также рассмотреть решение типовых задач.

Во втором вопросе изучаемой темы следует обратить внимание на способы задания поверхностей: аналитический, каркасный, кинематический. Также необходимо усвоить основные понятия: определитель поверхности,

образующая и направляющая. Проанализировать классификацию поверхностей по типу образующей: линейчатые (образующая – прямая линия) и нелinearчатые (образующая – кривая линия). Также следует рассмотреть классификацию линейчатых поверхностей – поверхности развѳртываемые (с одной направляющей) и неразвѳртываемые (с двумя направляющими (с плоскостью параллелизма), с тремя направляющими). Указать определители этих поверхностей, обсудить построение точек на поверхности.

В третьем вопросе следует обсудить алгоритм определения точек пересечения кривых поверхностей прямой линией и вопрос видимости элементов чертежа.

При рассмотрении четвертого вопроса необходимо сформировать представление о методах построения линии пересечения поверхностей с помощью вспомогательных секущих плоскостей вспомогательных секущих сфер. Обратить внимание, при каких условиях возможно применение этих методов при решении задач.

В пятом вопросе следует рассмотреть способы построения развѳрток кривых поверхностей, а также реализацию на комплексном чертеже.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие кривые линии относят к плоским кривым, а какие – к пространственным кривым линиям?
2. Как на комплексном чертеже проецируется цилиндрическая винтовая линия; коническая винтовая линия?
3. Как определить длину кривой линии?
4. Перечислите способы задания поверхностей.
5. Какова классификация поверхностей по типу образующей?
6. Что является определителем поверхности?
7. Какие поверхности относят к линейчатым развѳртываемым поверхностям; к линейчатым неразвѳртываемым поверхностям?
8. Какие поверхности относят к нелinearчатым поверхностям с постоянной образующей; к нелinearчатым поверхностям с переменной образующей?
9. Какова последовательность определения на комплексном чертеже точек пересечения прямой линии с кривой поверхностью?
10. Какие методы существуют для определения линии пересечения поверхностей?
11. При выполнении каких условий возможно применение метода вспомогательных секущих сфер для определения линии пересечения поверхностей?
12. Какие кривые поверхности имеют точную развѳртку?
13. Какова последовательность построения приближенных развѳрток?
14. Для каких кривых поверхностей строят условную развѳртку?

## Тема 10. Аксонометрические проекции

### *Ключевые вопросы темы*

1. Сущность аксонометрического проецирования.
2. Основная теорема аксонометрии: теорема К. Польке-Г. Шварца. Основное уравнение аксонометрии.
3. Классификация аксонометрических проекций.
4. Прямоугольные аксонометрические проекции. Построение окружности в аксонометрии.
5. Косоугольные аксонометрические проекции.

*Ключевые понятия:* плоскость аксонометрических проекций (картинная плоскость); направление проецирования; аксонометрические масштабы; коэффициенты искажения по осям; приведенные коэффициенты искажения; аксонометрическая проекция точки; вторичная проекция точки; изометрия, диметрия, триметрия; прямоугольные аксонометрические проекции; косоугольные аксонометрические проекции; эллипс, овал.

*Литература:* [9], [11], [17].

### *Методические рекомендации*

При изучении данной темы курса необходимо обратить внимание на сущность аксонометрического проецирования. Усвоить термины: картинная плоскость (плоскость аксонометрических проекций); коэффициенты искажения по осям; аксонометрическая проекция точки; вторичная проекция точки.

При рассмотрении второго вопроса необходимо изучить основную теорему аксонометрии – теорему К.Польке-Г. Шварца – и основное уравнение аксонометрии.

В третьем вопросе следует рассмотреть классификацию аксонометрических проекций: по направлению проецирования (прямоугольные и косоугольные) и по коэффициентам искажения (изометрия, диметрия, триметрия).

При изучении четвертого и пятого вопросов следует обратить внимание на коэффициенты искажения и величины углов между аксонометрическими осями для прямоугольных и косоугольных аксонометрий. Обсудить построение окружности в прямоугольной изометрии.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем заключается сущность аксонометрического проецирования?
2. Какова классификация аксонометрических проекций?
3. В чем заключается основная теорема аксонометрии; основное уравнение аксонометрии?
4. Какие пять видов аксонометрических проекций рекомендует использовать ГОСТ 2.317-2011?



5. Каковы коэффициенты искажения и величины углов между аксонометрическими осями для прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии?

6. Назовите коэффициенты искажения и величины углов между аксонометрическими осями для фронтальной косоугольной изометрии и фронтальной косоугольной диметрии?

7. Как определить координаты точек, заданных в прямоугольной аксонометрической проекции на поверхности: а) цилиндра вращения; б) конуса вращения?

8. Какова последовательность построения окружности в прямоугольной изометрии?

## **Тема 11. Виды и состав изделий. Виды конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Виды и состав изделий (ГОСТ 2.101-2016). Унифицированное изделие, оригинальное изделие, деталь, сборочная единица, комплекс, комплект.

2. Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ 2.102-2013). Чертеж детали. Спецификация. Сборочный чертеж. Чертеж общего вида. Схема.

3. Стадии разработки конструкторской документации (ГОСТ 2.103-2013). Проектные документы (техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект) и рабочие документы (рабочая документация).

*Ключевые понятия:* унифицированное изделие, оригинальное изделие, деталь, сборочная единица, комплекс, комплект; виды конструкторских документов, комплектность конструкторских документов; чертеж детали, спецификация, сборочный чертеж, чертеж общего вида, схема; стадии разработки конструкторской документации; проектные документы (техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект), рабочие документы (рабочая документация).

*Литература:* [12], [19], [21].

### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы необходимо ознакомиться с основными положениями ГОСТ 2.101-2016. Уяснить, что называется изделием, какие бывают виды изделий (деталь, сборочная единица, комплекс, комплект). Усвоить понятия «унифицированное изделие», «оригинальное изделие».

При рассмотрении второго вопроса необходимо изучить виды и комплектность конструкторских документов на изделия (ГОСТ 2.102-2013). Следует обратить внимание, что к конструкторским документам относят

графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. При изучении этого вопроса уделить внимание понятиям чертеж детали, спецификация, сборочный чертеж, чертеж общего вида, схема.

В третьем вопросе темы рассматриваются стадии разработки конструкторской документации (ГОСТ 2.103-2013): техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, изучается рабочая конструкторская документация, а также содержание этих работ.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется изделием?
2. Перечислите виды изделий.
3. Назовите виды конструкторских документов.
4. Что называется чертежом детали?
5. Какие конструкторские документы относятся к основным?
6. Назовите стадии разработки конструкторской документации.

### **Тема 12. Резьбы. Основные элементы и параметры резьбы. Классификация резьб**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Основные элементы и параметры резьбы.
2. Изображение и обозначение резьбы (ГОСТ 2.311-68).
3. Классификация резьб. Цилиндрические и конические резьбы. Крепежные и ходовые резьбы. Специальные резьбы.

*Ключевые понятия:* профиль резьбы; угол профиля резьбы; шаг резьбы; ход резьбы; однозаходная и многозаходная резьба; наружный, внутренний и средний диаметры резьбы; номинальный диаметр резьбы; длина резьбы; сбег резьбы; фаска; условное обозначение резьбы; крупный шаг резьбы; мелкий шаг резьбы; цилиндрические и конические резьбы; метрическая, дюймовая, трубная, круглая резьбы; крепежные резьбы; трапецеидальная, упорная, прямоугольная резьбы; ходовые (кинематические) резьбы; специальные резьбы.

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25], [26].

#### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса данной темы необходимо рассмотреть основные элементы и параметры резьбы: ось резьбы, профиль резьбы, боковая сторона резьбы, угол профиля резьбы, наружный, внутренний, средний диаметр резьбы, номинальный диаметр резьбы, шаг и ход резьбы.

Во втором вопросе следует изучить основные положения ГОСТ 2.311-68 «Изображение резьбы». Необходимо уяснить правила изображения наружной и внутренней резьбы, а также рассмотреть условные обозначения резьбы на чертежах.

В третьем вопросе изучаемой темы необходимо сформировать представление о классификации резьб: по эксплуатационному назначению, по форме поверхности, по расположению на детали, по форме профиля, по направлению винтового выступа, по единице измерения, по числу заходов. Рассмотреть примеры условного обозначения крепежных резьб (метрической, дюймовой, трубной и круглой), ходовых резьб (трапецеидальной, упорной, прямоугольной) и специальных резьб.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется резьбой?
2. Каковы основные элементы и параметры резьбы?
3. Какой диаметр называют номинальным диаметром резьбы?
4. Что называют шагом резьбы?
5. Что называют ходом резьбы?
6. Как изображают резьбу на стержне (наружную резьбу) и резьбу в отверстии (внутреннюю резьбу)?
7. Какие бывают резьбы по форме профиля резьбы?
8. Как классифицируются резьбы по направлению винтовой поверхности?
9. Какова классификация резьбы по форме поверхности?
10. Какие бывают резьбы по назначению?
11. Какие резьбы относят к специальным резьбам?

### **Тема 13. Стандартные крепежные изделия. Изображения на чертежах. Условные обозначения**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Стандартные крепежные изделия.
2. Изображение болта. Варианты исполнений. Условное обозначение болта.
3. Изображение и условное обозначение гайки.
4. Изображение и условное обозначение шайбы.
5. Шпильки. Классификация шпилек. Изображение и обозначение шпильки. Сверленное и нарезанное гнездо под шпильку.

*Ключевые понятия:* стандартные крепежные изделия; болт; варианты исполнений; гайка; шайба; шпильки фланцевые (двусторонние) и общего применения (односторонние и двусторонние); ввинчиваемый конец шпильки; гаечный конец шпильки; сверленное и нарезанное гнездо под шпильку; условное обозначение стандартного крепежного изделия.

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25], [26].

#### *Методические рекомендации*

При освоении данной темы курса необходимо сформировать представление о стандартных крепежных изделиях, их применении в промышленности.

Во втором вопросе темы следует обратить внимание на изображение на чертеже болта, рассмотреть варианты исполнения болтов и примеры условного обозначения болта.

В третьем и четвертом вопросах темы необходимо изучить стандартные гайки и шайбы, обратить внимание на их изображение на чертежах, варианты исполнений, а также на условные обозначения гаек и шайб на чертежах.

При изучении пятого вопроса следует получить представление о стандартном крепежном изделии - шпильке, являющейся одной из соединительных деталей разъемного соединения. Необходимо проанализировать классификацию шпилек, а также рассмотреть их конструкцию. Уделить внимание изображению на чертежах односторонних шпилек общего применения и их условному обозначению. Рассмотреть последовательность выполнения сверленного и нарезанного гнезда под шпильку.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие резьбовые изделия относятся к стандартным?
2. Какое резьбовое изделие называют болтом?
3. Что означает в условном обозначении Болт 2М20х1,5х100 ГОСТ 7805-70 цифра 2?
4. Какие возможны варианты исполнений для болта?
5. Какие возможны исполнения у гайки?
6. Для чего предназначена шайба?
7. Каким образом определяется длина ввинчиваемой части шпильки?
8. От каких параметров зависит длина гаечного конца шпильки?
9. Как определяется диаметр сверленного отверстия при конструировании гнезда под шпильку?
10. Какова длина сверленной части глухого отверстия при конструировании гнезда под шпильку?
11. Как определяется длина нарезанной части гнезда под шпильку?

### **Тема 14. Соединения: разъемные и неразъемные**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Соединения разъемные и неразъемные.
2. Резьбовые соединения. Изображение соединений наружной и внутренней резьбы.
3. Болтовое соединение. Изображение болтового соединения: по действительным размерам, упрощенное и условное.

4. Шпилечное соединение. Изображение шпилечного соединения: по действительным размерам, упрощенное и условное.

5. Сварные соединения. Типы соединений. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений (ГОСТ 2.312-72). Обозначение паяных и склеиваемых швов.

*Ключевые понятия:* разъемные и неразъемные соединения; изображение болтового соединения по действительным размерам; упрощенное изображение болтового соединения; условное изображение болтового соединения; изображение шпилечного соединения по действительным размерам; упрощенное изображение шпилечного соединения; условное изображение шпилечного соединения; изображение сварного шва; условное обозначение сварного шва; катет шва; типы соединений; способ сварки.

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25], [26], [27].

#### *Методические рекомендации*

При изучении темы необходимо уяснить, что соединения бывают разъемными (повторная сборка и разборка которых происходит без нарушения целостности составных частей изделия) и неразъемными (соединения, которые нельзя разобрать, не нарушив деталей или скрепляющих их элементов).

Во втором вопросе рассматриваются разъемные резьбовые соединения. Необходимо уделить особое внимание правилу изображения соединений наружной и внутренней резьбы.

В третьем и четвертом вопросах требуется уяснить, что называется болтовым и шпилечным соединениями, в каких случаях они используются. Изучить как эти соединения изображаются на чертежах по действительным размерам, упрощенно и условно.

Пятый вопрос темы позволит обучающимся получить представление о неразъемном соединении – сварном. При освоении этой темы необходимо проанализировать типы соединений: стыковое, нахлесточное, тавровое, угловое и ознакомиться с условными изображениями и обозначениями швов сварных соединений (ГОСТ 2.312-72). Также при изучении темы следует уяснить, как на чертежах изображаются и обозначаются паяные и склеиваемые швы.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие соединения называют разъемными?
2. Какие соединения называют болтовыми; шпилечными?
3. Какова последовательность выполнения изображения болтового соединения по действительным размерам?
4. Какие упрощения принимают при изображении болтового соединения упрощенно?
5. Какие упрощения принимают при изображении шпилечного соединения упрощенно?

6. В каких случаях допускается изображать крепежные соединения условно?
7. Какие соединения называют неразъемными? Каким образом осуществляется соединение деталей в таких случаях?
8. Перечислите типы сварных швов.
9. Какие линии используются при изображении на чертежах видимого и невидимого сварных швов?
10. Какие позиции включает условное обозначение сварного шва?

## **Тема 15. Эскизирование. Выполнение эскиза детали. Элементы деталей**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Эскиз детали. Группы деталей.
2. Последовательность выполнения эскиза детали. Выбор главного вида детали и количества изображений.
3. Особенности выполнения эскизов литых деталей.
4. Элементы деталей (стандартные и нестандартные).

*Ключевые понятия:* эскизирование; группа стандартных деталей; группа деталей со стандартным изображением; группа оригинальных деталей; технология изготовления детали; литые детали; глазомерный масштаб; конструкторская и технологическая база; измерительные приборы и инструменты: кронциркуль, нутромер, резболомер, шаблон радиусный, штангенциркуль; фаски; галтели; центровые отверстия; рифления; лыски; шлицы; бобышки (приливы); проточки (канавки); шпоночные пазы; шлицы.

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25].

### *Методические рекомендации*

При рассмотрении темы необходимо ознакомиться с понятием «эскиз детали», изучить, в каких случаях выполняют эскизы деталей, проанализировать, какие группы деталей существуют (стандартные детали, детали со стандартным изображением, оригинальные детали).

Во втором вопросе следует уяснить последовательность выполнения эскиза оригинальной детали. Обратить особое внимание на выбор главного вида и количества изображений эскизируемой детали, получить представление об измерительных приборах и инструментах: кронциркуле, нутромере, резболомере, шаблоне радиусном.

При освоении третьего вопроса темы необходимо выявить, какими особенностями обладают литые детали и как эти особенности отображаются при выполнении чертежей.

Изучение четвертого вопроса темы позволит обучающимся получить представление о классификации элементов деталей. Обратить внимание, что

элементы деталей могут быть стандартными (к ним относятся фаски, галтели, проточки (канавки), рифления, центровые отверстия, шпоночные пазы) и нестандартными (буртики, бобышки, приливы). Также необходимо рассмотреть особенности изображения этих элементов на чертежах.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какой чертеж называется эскизом?
2. В каких случаях выполняют эскизы?
3. Какие группы деталей существуют?
4. Как выбирается главный вид детали и число изображений при выполнении эскиза детали?
5. Какова последовательность выполнения эскиза?
6. Перечислите характерные особенности литых деталей при выполнении эскиза?
7. Какие измерительные инструменты используют при обмере детали при выполнении эскиза?
8. Какие элементы деталей относят к стандартным?
9. Какие элементы деталей встречаются, как правило, на валах?
10. Что называют лыской и как лыска изображается на чертежах?
11. Какое количество изображений требуется для выявления на чертеже призматического шпоночного паза; сегментного шпоночного паза?
12. Какие бывают рифления? Как рифления изображаются и обозначаются на чертежах?

### **Тема 16. Сборочные чертежи (СБ) и чертежи общего вида (ВО).**

#### **Деталирование чертежа общего вида**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Чертеж общего вида (ВО). Выбор главного вида и количества изображений. Нанесение размеров на чертеже. Номера позиций. Таблица составных частей изделия.
2. Сборочный чертеж (СБ). Выбор главного вида и количества изображений. Спецификация.
3. Условности и упрощения на чертежах общего вида и сборочных чертежах.
4. Изображение уплотнительных устройств.
5. Деталирование чертежа общего вида (ВО).
6. Основные понятия и определения теории зубчатого зацепления. Элементы и параметры зубчатых колес. Выполнение чертежа зубчатого колеса.

*Ключевые понятия:* сборочная единица; чертеж общего вида (ВО); номера позиций; габаритные размеры, установочные размеры, присоединительные размеры; таблица составных частей изделия; изображение

соседних изделий («обстановка»); сборочный чертеж (СБ); спецификация; разделы спецификации; уплотнительные устройства, сальниковые устройства. Зубчатая передача; цилиндрические зубчатые колеса: прямозубые, косозубые, шевронные; коническая зубчатая передача; червячная зубчатая передача; шестерня; зубчатое колесо; профиль зубьев; делительная окружность; толщина зуба; ширина впадины; модуль зацепления; шаг зацепления; коэффициент смещения исходного контура (коэффициент коррекции).

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25].

#### *Методические рекомендации*

При изучении первого и второго вопросов темы необходимо уяснить, какое изделие называют сборочной единицей и какие документы называются чертежом общего вида (ВО) и сборочным чертежом (СБ). Следует обратить особое внимание при составлении этих чертежей на выбор главного вида и количества изображений. Следует выяснить, какие размеры должны быть нанесены на сборочном чертеже и чертеже общего вида. Необходимо рассмотреть правила выполнения номеров позиций на этих чертежах. Также обратить внимание на то, что к чертежам СБ разрабатывается спецификация, а к чертежам ВО – таблица составных частей. Необходимо изучить порядок заполнения этих текстовых документов.

В третьем и четвертом вопросах следует обсудить условности и упрощения, применяемые при выполнении чертежей общего вида и сборочных чертежей, а также рассмотреть изображение уплотнительных устройств на этих чертежах.

При освоении пятого вопроса необходимо уяснить последовательность чтения чертежа общего вида и последовательность детализирования чертежа ВО.

Изучение шестого вопроса темы позволит обучающимся получить представление об основных понятиях и определениях теории зубчатого зацепления. Следует рассмотреть виды передаточных механизмов, виды зубчатых передач (цилиндрические, конические, червячные), а также особенности их изображений на чертежах. Необходимо уделить внимание понятиям: профиль зубьев, делительная окружность, толщина зуба, ширина впадины, модуль зацепления, шаг зацепления, головка зуба, ножка зуба, окружность вершин зубьев, окружность впадин зубьев. Изучить методы нарезания зубчатых колес с эвольвентным профилем: метод копирования и метод обкатки. Необходимо сформировать представление о коррекции зубчатых колес. Рассмотреть последовательность расчета размеров зубчатых колес и особенности выполнения чертежа цилиндрического зубчатого колеса (ГОСТ 2.403-75).

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какое изделие называют сборочной единицей?
2. Дайте определение чертежа общего вида (ВО).



3. Какой чертеж называется сборочным чертежом (СБ)?
4. Каковы требования к выбору главного вида и количества изображений при выполнении сборочных чертежей; чертежей общего вида?
5. Как на сборочных чертежах (СБ) и чертежах общего вида (ВО) изображают соседние изделия «обстановку»?
6. Какой линией на сборочных чертежах и чертежах общего вида показывают перемещающиеся части изделия?
7. Перечислите условности и упрощения, применяемые при выполнении сборочных чертежей и чертежей общего вида.
8. Какой документ называется спецификацией? На каких форматах выполняют спецификацию?
9. Для какого документа разрабатывают таблицу составных частей изделия?
10. В какой последовательности располагаются разделы спецификации?
11. Назовите правила нанесения номеров позиций на сборочных чертежах и чертежах общего вида.
12. С какой целью применяют уплотнительные устройства?
13. Какова последовательность детализирования чертежа общего вида?
14. Что называется шагом зацепления; модулем зацепления?
15. Каковы основные элементы и параметры зубчатых колес?
16. С какой целью выполняют коррекцию зубчатых колес?
17. Каковы особенности выполнения чертежа цилиндрического зубчатого колеса?

**Тема 17. Схемы. Виды и типы. Правила выполнения схем.  
Стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД).  
Схемы алгоритмов, программ, данных и систем (ГОСТ 19.701-90)**

*Ключевые вопросы темы*

1. Схемы. Виды и типы (ГОСТ 2.701-84). Правила выполнения схем.
2. Стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД). ГОСТ 19.701-90: Схемы алгоритмов, программ, данных и систем (схемы). Описание схем. Классификация и назначение схем.
3. Описание символов.
4. Правила применения символов и выполнения схем.

*Ключевые понятия:* виды схем: вакуумные, гидравлические, деления, кинематические, оптические, пневматические, комбинированные, энергетические, газовые (кроме пневматических), электрические; типы схем: структурные, функциональные, принципиальные полные для электрических схем, соединений (монтажные), подключения, общие, расположения, объединенные; буквенно-цифровой код схем; перечень элементов, стандарты Единой системы программной документации (ЕСПД); схема данных, схема программ, схема работы системы, схема взаимодействия программ, схема

ресурсов системы; символы данных (основные и специфические), символы процесса, символы линий,

*Литература:* [14], [19], [21], [25], [30], [31].

#### *Методические рекомендации*

При освоении первого вопроса темы необходимо изучить, какие документы относят к схемам. Получить представление о видах схем и соответствующих им буквенных обозначениях, установленных в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (ГОСТ 2.701-84). Ознакомиться с понятием «типы схем» и соответствующим им цифровым обозначением, установленным в зависимости от назначения схемы. Необходимо рассмотреть правила выполнения схем. Обсудить способы изображения элементов и устройств на схемах. Следует отметить, что данные об элементах должны быть записаны в перечень элементов, который располагают на листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа на формате А4, согласно требованиям ГОСТ 2.104-2006.

При изучении второго вопроса темы необходимо сформировать у обучающихся представление о Стандартах Единой системы программной документации (ЕСПД), устанавливающих взаимоувязанные правила разработки, оформления и обращения программ и программной документации. Следует отметить, что правила и положения ЕСПД – составная часть организационно-технической структуры системы автоматизированного проектирования (САПР) – распространяются на программы и программную документацию для вычислительных машин и комплексов независимо от их назначения и области применения.

Необходимо обратить внимание, что ГОСТ 19.701-90 ЕСПД распространяется на условные обозначения (символы) в схемах алгоритмов, программ, данных и систем и устанавливает правила выполнения схем, используемых для отображения различных видов задач обработки данных и средств их решения.

При рассмотрении второго вопроса обучающиеся должны получить представление о классификации схем (схемы данных, схемы программ, схемы работы системы, схемы взаимодействия программ, схемы ресурсов системы). Также необходимо усвоить назначение этих схем и какие символы используются в этих схемах.

При изучении третьего вопроса темы следует обратить внимание, что символ предназначен для графической идентификации функции, которую он отображает, независимо от текста внутри этого символа. Требуется рассмотреть графическое изображение 1) символов данных: основные символы данных (данные, запоминаемые данные) и специфические символы данных (оперативное запоминающее устройство, запоминающее устройство с последовательным доступом, с прямым доступом, документ, ручной ввод, карта, бумажная лента, дисплей); 2) символов процесса: основные символы

(процесс) и специфические (предопределенный процесс, ручная операция, подготовка, параллельные действия, граница цикла); 3) символы линий: основной символ линий (линия) и специфические символы линий (передача управления, сигнал связи, пунктирная линия); специфические символы (соединитель, терминатор, комментарий, пропуск).

В четвертом вопросе следует изучить правила применения символов в соответствии с ГОСТ 19.701-90. Рассмотреть правила соединений, а также уделить внимание специальным условным обозначениям. Изучение темы предполагает также рассмотрение примеров выполнения схем.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие бывают виды схем?
2. Назовите типы схем и соответствующие им цифровые обозначения.
3. Чем определяется буквенно-цифровой код схем?
4. Каковы требования к выполнению перечня элементов?
5. Как называется графическое представление определения, анализа или метода решения задачи, в котором используются символы для отображения операций, данных, потока, оборудования и т.д.?
6. Приведите классификацию схем алгоритмов, программ, данных и систем (схем) по ГОСТ 19.701-90.
7. С какой целью используют символы в схемах?
8. В каких случаях при выполнении схем используют символ «соединитель»?
9. К каким символам (символам данных, процесса, линий, специальным символам) по ГОСТ 19.701-90 относят символ «канал связи»?
10. Как на схемах выполняют символ «комментарий» и в каких случаях его используют?
11. Какое требование установлено к размерам символов на схемах?
12. Перечислите требования к расположению текста для понимания функции символа.
13. Какие требования предъявляются к выполнению соединений на схемах по ГОСТ 19.701-90?
14. Приведите примеры специальных условных обозначений, применяемых при выполнении схем алгоритмов, программ, данных и систем.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков чтения и составления чертежей; углубления знания стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД); развития технического мышления. Практические занятия по дисциплине «Инженерная компьютерная графика» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

По учебному плану предусмотрены занятия в компьютерном классе для выполнения графических заданий. На практических занятиях прививаются навыки автоматизированного выполнения конструкторской документации с применением одной из наиболее распространённых CAD- систем.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов ПЗ
1	Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Решение задач по теме «Проецирование точки». Введение в КОМПАС. Выполнение заданий «Контур учебный», «Контур индивидуальный» (2D-моделирование)	4
2	Решение задач по теме «Проецирование прямой линии». Графическое задание «Многогранники» Проецирование многогранных поверхностей.	4
3	Построение сечений многогранных поверхностей проецирующими плоскостями. Решение задач по теме «Проецирование плоскости»	2
4	Решение задач по теме «Взаимное положение прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей» Проецирование поверхностей вращения. Графическое задание «Тела вращения»	4
5	Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение плоскостей. Графическое задание «Пересечение плоскостей» (эпюр). Решение задач по теме «Способы преобразования чертежа»	3
6	Решение задач по теме «Многогранные поверхности». Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-	3

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов ПЗ
	2008). Графическое задание «Схематизированная деталь». Прямоугольная изометрия детали	
7	Контрольное задание по теме «Многогранные поверхности»	1
8	Основы 3D-моделирования Решение задач по теме «Кривые линии и поверхности»	4
9	Стандартные крепежные изделия. Графическое задание «Изделия крепежные»	3
10	Деталирование чертежа общего вида. Графическое задание «Деталирование»	2
11	Контрольное задание по теме «Деталирование чертежа общего вида»	2
Итого		32

## **2.1 Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).**

### **Решение задач по теме «Проецирование точки».**

#### **Введение в КОМПАС. Выполнение заданий «Контур учебный», «Контур индивидуальный» (2D-моделирование)**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков оформления конструкторской документации; навыков проецирования точек общего и частного положений; приобретение первичных навыков работы в среде автоматизированной графической системы проектирования КОМПАС-3D, изучение и освоение команд построения и редактирования графических примитивов, режимов черчения, средств объектной привязки.

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи», ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах».

2. Решение задач по теме «Проецирование точки» (задачи № 1.1; № 1.3 (а, б) [35]).

3. Введение в КОМПАС. Выполнение заданий «Контур учебный», «Контур индивидуальный» (2D-моделирование).

#### *Методические рекомендации*

На занятии следует обсудить стандарты: ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи», ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», ГОСТ 2.316-2008

«Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах».

При изучении второго вопроса необходимо усвоить проецирование точки на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций: горизонтальную, фронтальную и профильную; освоить составление комплексного чертежа точки (эпюра Монжа точки); рассмотреть понятия точки общего и частного положений, октанты. По теме «Проецирование точки» необходимо выполнить задачи № 1.1; № 1.3 (а, б). Условия задач приведены в учебно-методическом пособии [35]. Решение задач должно быть представлено в отдельной тетради формата А4. Правила оформления задач приведены в пособии [35].

Третий вопрос: предполагается выполнение заданий «Контур учебный», «Контур индивидуальный» (2D-моделирование) [28]. Цель данной работы – приобретение навыков автоматизированного вычерчивания плоских изображений в системе КОМПАС-3D, изучение и освоение команд построения и редактирования графических примитивов, режимов черчения, средств объектной привязки [28].

*Литература:* [1–8], [9], [11], [21], [24], [28], [35].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Какие размеры имеет формат А3 по ГОСТ 2.301-68?
2. В зависимости от каких параметров по ГОСТ 2.303-68 выбирают толщину сплошной основной линии?
3. Что называется масштабом по ГОСТ 2.302-68?
4. В каких случаях при выполнении чертежей используется штриховая линия (ГОСТ 2.303-68) и каковы ее параметры?
5. Какова величина угла наклона по ГОСТ 2.304-81 для шрифтов типа А и Б с наклоном?
6. Какими координатами определяется горизонтальная проекция точки?
7. Какая линия проекционной связи (горизонтальная, вертикальная или ломаная) соединяет фронтальную и профильную проекции точки А?
8. Какой координатой определяется расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций?
9. Что называется октаном?
10. Как в компьютерной графике называется способ ввода, использующий геометрию графических примитивов (объектов), уже созданных в чертеже?
11. Как называется вспомогательный тип графического документа, отличающийся от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других атрибутов оформления?
12. Опишите элементы интерфейса системы КОМПАС-3D.
13. Какие системы координат применяются в графической системе КОМПАС-3D?

## **2.2 Решение задач по теме «Проецирование прямой линии».**

### **Проецирование многогранных поверхностей. Графическое задание «Многогранники»**

*Цель занятия* – приобретение навыков проецирования прямых общего и частного положений; приобретение умений и навыков проецирования многогранных поверхностей. Приобретение навыков работы в среде автоматизированной графической системы проектирования КОМПАС-3D. Текущий контроль знаний по теме «Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД): ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи», ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах».

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Решение задач по теме «Проецирование прямой линии» (задачи № 2.1; № 2.4; № 2.6; № 2.7 [35]).
2. Графическое задание «Многогранник».
3. Проецирование поверхности призмы и пирамиды. Построение точек на поверхностях призмы и пирамиды.
4. Построение прямоугольной диметрии многогранных поверхностей.
5. Тестовое задание по теме: «Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД): ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи», ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах».

#### *Методические рекомендации*

В первом вопросе необходимо обратить внимание, что задачи второго раздела пособия [35] – по теме «Проецирование прямой линии», а именно: задача № 2.1 – деление отрезка на  $n$  равных частей; задача № 2.4 – определение следов прямой линии и октантов, через которые эта прямая проходит; задачи № 2.6, 2.7 – определение натуральной величины отрезка прямой общего положения.

Во втором вопросе следует отметить, что задание на работу «Многогранник» и образец данной работы приведены в пособии [38]. Задание «Многогранник» выполняется по вариантам. Варианты заданий (графическая часть) размещены в ЭИОС.

При изучении третьего вопроса необходимо усвоить проецирование поверхностей призмы и пирамиды, а также изучить способы построения точек на поверхностях призмы и пирамиды.

В четвертом вопросе требуется рассмотреть этапы построения прямоугольной диметрии многогранников: построение внешней формы комбинированной многогранной фигуры (призмы и пирамиды), вырез одной четверти, построение во фронтальной плоскости формы сквозного отверстия, построение точек сквозного отверстия.

На занятии (пятый вопрос) предполагается выполнение тестового задания по теме: «Стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД): ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи», ГОСТ 2.301-68 «Форматы», ГОСТ 2.302-68 «Масштабы», ГОСТ 2.303-68 «Линии», ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах». Примерный вариант тестового задания по этой теме приведен в пособии [42].

*Литература:* [9], [11], [21], [24], [35], [38], [42].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Какие поверхности относят к многогранным?
2. Как располагаются оси прямоугольной диметрии и каковы коэффициенты искажения по осям?
3. Какова последовательность построения аксонометрической проекции многогранной поверхности со сквозным фронтально-проецирующим отверстием?
4. Какие прямые относятся к прямым общего положения; частного положения?
5. Как на комплексном чертеже осуществляется деление отрезка на  $n$  равных частей?
6. В чем сущность метода прямоугольного треугольника для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения?

### **2.3 Построение сечений многогранных поверхностей проецирующими плоскостями.**

#### **Решение задач по теме «Проецирование плоскости»**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков построения сечений многогранных поверхностей проецирующими плоскостями; навыков проецирования плоскостей общего и частного положений. Приобретение навыков работы в среде автоматизированной графической системы проектирования КОМПАС-3D. Текущий контроль знаний по теме «Проецирование точки».

*Ключевые вопросы темы*

1. Последовательность построения сечений поверхностей призмы и пирамиды горизонтально-проецирующими, фронтально-проецирующими и профильно-проецирующими плоскостями.



2. Графическое задание «Многогранник». Построение сечения.
3. Решение задач по теме «Проецирование плоскости» (задачи № 3.2 (а, б); № 3.4 [35]).
4. Тестовое задание по теме «Проецирование точки».
5. Проверка графического задания «Многогранник» (построение проекций).

#### *Методические рекомендации*

При рассмотрении первого вопроса необходимо обсудить этапы построения сечений поверхностей призмы и пирамиды проецирующими плоскостями: первый этап – построение сечения от внешней формы (без сквозного отверстия); второй этап – построение сечения от сквозного отверстия (окна). Изучить особенности построений сечений горизонтально-проецирующими плоскостями (положение секущей плоскости задается на виде сверху), фронтально-проецирующими плоскостями (положение секущей плоскости – на главном виде), профильно-проецирующими плоскостями (сечение – на виде слева).

Во втором вопросе следует рассмотреть продолжение выполнения графического задания «Многогранник»: построение сечения проецирующей плоскостью. Обратит внимание, что примеры построения сечений приведены в пособиях [23] и [38].

В третьем вопросе при решении задач по теме «Проецирование плоскости» (задачи № 3.2, 3.4) необходимо обсудить признаки принадлежности точки и прямой плоскости.

На данном занятии (четвертый вопрос) следует провести тестовый контроль по теме «Проецирование точки» с целью проверки усвоения теоретического материала изучаемой темы. Примерный вариант тестового задания приведен в пособии [35].

В пятом вопросе темы предполагается проверка графического задания «Многогранник» (построение проекций).

*Литература:* [9], [11], [21], [23], [24], [35], [38].

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какова последовательность построения сечения поверхностей призмы и пирамиды горизонтально-проецирующей плоскостью?
2. Дайте определение плоскости общего положения.
3. Какие плоскости называют плоскостями уровня?
4. В каком случае прямая принадлежит плоскости; точка принадлежит плоскости?
5. Каким образом на комплексном чертеже через прямую провести фронтально-проецирующую плоскость?

## **2.4 Решение задач по теме «Взаимное положение прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей».**

### **Проецирование поверхностей вращения. Графическое задание «Тела вращения»**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков проецирования поверхностей вращения. Изучить вопросы взаимного положения прямых и плоскостей. Текущий контроль знаний по теме «Проецирование прямой линии».

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Решение задач по теме «Взаимное положение прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей» (задачи № 4.4 (а, б, в); № 4.5 (а, в); № 4.10; № 4.12 [35]).
2. Проецирование поверхностей вращения: цилиндра, конуса и сферы.
3. Построение точек на поверхностях вращения.
4. Варианты сечений поверхностей вращения проецирующими плоскостями.
5. Графическое задание «Тела вращения».
6. Тестовое задание по теме «Проецирование прямой линии».
7. Проверка графического задания «Многогранник».

#### *Методические рекомендации*

В первом вопросе необходимо рассмотреть решение задач по теме «Взаимное положение прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей»: задачи № 4.4, 4.5 – определение точки пересечения прямой с плоскостью и определение линии пересечения плоскостей; задача № 4.10 – определение расстояния от точки до плоскости (перпендикулярность прямой и плоскости); задача № 4.12 – определение расстояния между двумя прямыми (перпендикулярность двух прямых).

В втором и третьем вопросах темы необходимо освоить проецирование поверхностей вращения: прямого кругового цилиндра; прямого кругового конуса и сферы на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций, а также получить навык построения точек на поверхностях вращения.

При рассмотрении четвертого вопроса требуется изучить варианты сечений конуса, цилиндра и сферы проецирующими плоскостями.

Следует отметить, что в графическом задании «Тела вращения» (пятый вопрос) предполагается построение трех проекций комбинированной поверхности (включающей поверхности конуса, цилиндра и сферы) со сквозным фронтально-проецирующим отверстием («окном»). Задание на данную работу и последовательность выполнения представлены в пособии [41].

На данном практическом занятии следует провести текущий тестовый контроль по теме «Проецирование прямой линии». Примерный вариант тестового задания по этой теме приведен в пособии [35].

В седьмом вопросе предполагается проверка графического задания «Многогранник».

*Литература:* [9], [11], [21], [24], [35], [37], [38], [40], [41].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Какие поверхности относятся к поверхностям вращения?
2. Какие возможны варианты сечений поверхности цилиндра; конуса; сферы проецирующими плоскостями?
3. Как на комплексном чертеже построить проекции прямой, перпендикулярной заданной плоскости?
4. Каков алгоритм определения на чертеже расстояния от точки до плоскости?
5. Назовите признак перпендикулярности двух прямых.

## **2.5 Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение плоскостей.**

**Графическое задание «Пересечение плоскостей» (эпюр).**

**Решение задач по теме «Способы преобразования чертежа»**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков решения позиционных и метрических задач. Текущий контроль знаний по теме «Проецирование плоскости».

*Ключевые вопросы темы*

1. Графическое задание «Пересечение плоскостей».
2. Решение задач по теме «Способы преобразования чертежа» (задачи № 5.1; № 5.3; № 5.5; № 5.9; № 5.11 [35]).
3. Тестовое задание по теме «Проецирование плоскости».
4. Проверка графического задания «Тела вращения».

*Методические рекомендации*

При рассмотрении первого вопроса необходимо отметить, что задание «Пересечение плоскостей» предполагает построение линии пересечения двух плоскостей, определение видимости этих плоскостей, нахождение следов линии пересечения плоскостей и октантов, через которые проходит эта прямая. Работа выполняется по вариантам. Задание на данную работу и последовательность выполнения представлены в пособии [37].

Во втором вопросе следует обсудить решение задач по теме «Способы преобразования проекций». Задачи № 5.1, 5.3, 5.5 необходимо решить способом замены плоскостей проекций; задачу № 5.9 – способом вращения, а именно вращением вокруг проецирующей оси; задачу № 5.11 – способом плоскопараллельного перемещения (безосное вращение).

На данном практическом занятии планируется проведение текущего тестового контроля по теме «Проецирование плоскости». Примерный вариант тестового задания по этой теме приведен в пособии [35].

В четвертом вопросе темы предполагается проверка графического задания «Тела вращения».

*Литература:* [9], [11], [21], [24], [35–37], [41].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Какой метод используют для определения видимости элементов на чертежах?
2. Какие существуют методы определения линии пересечения плоскостей?
3. Какова последовательность определения точки пересечения прямой с плоскостью?
4. В чем сущность способа замены плоскостей проекций?
5. Назовите элементы вращения.
6. Какова сущность способов вращения?
7. Какие способы вращения существуют?

## **2.6 Решение задач по теме «Многогранные поверхности».**

**Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008).**

**Графическое задание «Схематизированная деталь». Прямоугольная изометрия детали**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков проецирования схематизированных деталей. Изучить методы построения разверток многогранных поверхностей.

*Ключевые вопросы темы*

1. Решение задач по теме «Многогранные поверхности» (задачи № 6.1; № 6.2; № 6.3; № 6.4 [35]).
2. Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008).
3. Графическое задание «Схематизированная деталь».
4. Проверка графического задания «Пересечение плоскостей».

*Методические рекомендации*

Первый вопрос темы предполагает решение задач по теме «Многогранные поверхности». В задачах № 6.1, 6.2 требуется построить проекции многогранников (пирамиды) со сквозным отверстием (№ 6.1), со срезами фронтально-проецирующими плоскостями (№ 6.2); в задаче № 6.3 необходимо выполнить развертку наклонной призмы методом построения нормального сечения; в задаче № 6.4 – построить развертку пирамиды методом треугольников (триангуляции).

Во втором вопросе следует обсудить основные положения ГОСТ 2.305-2008 «Изображения -виды, разрезы, сечения». Усвоить классификацию видов (основные, дополнительные, местные); классификацию разрезов (по расположению относительно горизонтальной плоскости проекций, по количеству секущих плоскостей, продольные, поперечные, местные); классификацию сечений (вынесенные и наложенные).

При рассмотрении третьего вопроса необходимо отметить, что задание на работу «Схематизированная деталь» и последовательность выполнения изложены в учебном пособии [32].

В четвертом вопросе темы планируется осуществить проверку графического задания «Пересечение плоскостей».

*Литература:* [9], [11], [21], [24], [32], [35], [37], [39].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что называется видом? Назовите классификацию видов. Перечислите основные виды.
2. Какое изображение называется разрезом. Приведите классификацию разрезов.
3. Какое изображение называется разрезом? Какова классификация разрезов?
4. Что называется местным видом?
5. В каких случаях выполняют дополнительные виды?
6. Какие разрезы называют сложными?
7. В каких случаях на чертежах не подписывают разрезы?
8. Какую развертку имеют многогранные поверхности: точную, приближенную или условную?
9. Назовите способы построения разверток многогранных поверхностей.

## **2.7 Контрольное задание по теме «Многогранные поверхности»**

*Цель занятия* – проверка приобретенных умений и навыков проецирования многогранных поверхностей.

*Ключевые вопросы темы*

1. Контрольное задание по теме «Многогранные поверхности».

*Методические рекомендации*

На данном занятии планируется провести контрольное задание по теме «Многогранные поверхности». Задание включает построение трех проекций (необходимо достроить вид сверху и построить вид слева) многогранника (призмы или пирамиды) со сквозным фронтально-проецирующим отверстием или со срезами фронтально-проецирующими плоскостями. На виде слева для вариантов со сквозными отверстиями с целью выявления внутренней формы

необходимо выполнить разрез профильной плоскостью. Также в данной работе необходимо построить фигуру сечения проецирующей плоскостью. Положение секущей плоскости задает преподаватель. Данное задание выполняется по вариантам. Примерные варианты заданий приведены в пособии [38]. Задание оформляется в соответствии со стандартами ЕСКД.

*Литература:* [21], [23], [38].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Как на чертеже отличить проекции призмы от пирамиды?
2. Каким образом строятся на чертеже проекции точки, принадлежащей граням пирамиды?
3. В какой графе основной надписи должен быть указан масштаб изображения?
4. Какой разрез называют профильным разрезом?

## **2.8 Основы 3D-моделирования**

### **Решение задач по теме «Кривые линии и поверхности»**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков 3D-моделирования схематизированных геометрических объектов, создания по этим моделям плоских проекций (видов и разрезов); приобретение умений и навыков проецирования кривых линий и поверхностей, построения линии пересечения поверхностей, построения разверток кривых поверхностей.

*Ключевые вопросы темы*

1. 3D-моделирование схематизированных геометрических объектов.
2. Решение задач по теме «Кривые линии и поверхности» (задачи № 7.1; № 7.2; № 7.9; № 7.10; № 7.11; № 7.12 [35]).
3. Проверка графических заданий.

*Методические рекомендации*

На занятии (первый вопрос) необходимо 1) создать трехмерную модель детали, состоящей из комбинации многогранников: призмы и пирамиды, просеченных сквозным фронтально-проецирующим отверстием. По созданной модели необходимо сформировать комплексный чертеж; 2) создать трехмерную модель детали, состоящей из комбинации поверхностей вращения: конуса, цилиндра и сферы, просеченных сквозным фронтально-проецирующим отверстием; 3) создать трехмерную модель детали, состоящей из комбинации различных объемных элементов. Необходимо сформировать чертеж детали. Выполнить аксонометрическую проекцию с вырезом условной четверти.

При рассмотрении второго вопроса темы необходимо обсудить классификацию кривых линий (плоские и пространственные), последовательность определения длины кривой линии (задача 7.1). При

решении задач 7.1, 7.2 (построение на комплексном чертеже проекций конической и цилиндрической винтовых линий) необходимо обсудить, какие винтовые линии называют гелисами, как построить проекции цилиндрической винтовой линии (проекция на плоскости, параллельной оси цилиндра, подобна синусоиде, а на плоскости, перпендикулярной оси цилиндра – окружности) и проекции конической винтовой линии (в этом случае проекция на плоскости, параллельной оси конуса подобна угасающей синусоиде, а на плоскости, перпендикулярной оси конуса – спирали Архимеда). При рассмотрении задач 7.1, 7.2 следует усвоить построение разверток винтовых линий. Решение задачи 7.9 предполагает изучение алгоритма определения точек пересечения прямой линии с кривой поверхностью и решение вопроса видимости прямой. Задача 7.10 – по теме «Пересечение поверхностей». При рассмотрении необходимо обсудить, в каких случаях целесообразно выполнить решение, используя метод вспомогательных секущих плоскостей, а в каких – метод вспомогательных секущих сфер. В задачах 7.11, 7.12 требуется построить развертки наклонного (эллиптического) цилиндра и наклонного конуса. Необходимо усвоить, какие развертки (точные, приближенные или условные) строятся для таких поверхностей и каков будет алгоритм построения этих разверток.

В третьем вопросе темы предполагается проверка графических заданий.

*Литература:* [9], [10], [15], [18], [24], [28], [29], [34], [35].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что называют эскизом в системе КОМПАС?
2. Какая линия в КОМПАСе используется при создании эскиза?
3. Перечислите основные виды ориентации модели.
4. Какой вид называется ассоциативным?
5. Укажите требования, которые предъявляются к эскизу при создании тел вращения?
6. Какова последовательность создания чертежа детали по модели?
7. Как на комплексном чертеже определить тип и длину кривой линии?
8. Назовите алгоритм определения точек пересечения прямой линии с кривой поверхностью.
9. Какова последовательность построения линии пересечения поверхностей с использованием метода вспомогательных секущих плоскостей?
10. В каких случаях возможно применение метода вспомогательных секущих сфер для определения линии пересечения поверхностей?
11. Как на комплексном чертеже построить проекции цилиндрической винтовой линии?
12. Каким образом построить развертку цилиндрической винтовой линии?
13. Как на чертеже проецируется на фронтальную плоскость проекций коническая винтовая линия (с горизонтально-проецирующей осью)?
14. Какая развертка (точная, приближенная или условная) строится для

наклонного конуса?

15. Как нанести на развертку прямого кругового конуса коническую винтовую линию?

## **2.9 Стандартные крепежные изделия. Графическое задание «Изделия крепежные»**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков изображения и обозначения на чертежах резьб, стандартных крепежных изделий; навыков использования нормативных документов и справочной литературы. Текущий контроль знаний по теме «Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008)».

### *Ключевые вопросы темы*

1. Графическое задание «Изделия крепежные». Выполнение изображений стандартных болта, гайки и шайбы к болту.
2. Выполнение изображений стандартной шпильки, сверленного и нарезанного гнезда под шпильку.
3. Выполнение изображений деталей с нестандартной резьбой.
4. Тестовое задание по теме «Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008)».

### *Методические рекомендации*

Необходимо отметить, что графическое задание «Изделия крепежные» выполняется по вариантам. Данные по вариантам для выполнения этой работы приведены в пособии [26] в приложениях 1, 2, 3. Масштаб изображений выбирают в зависимости от значения номинального диаметра резьбы крепежной детали. Образец данной работы приведен в пособии [26].

В задании для этой работы определены основные характеристики резьбовых изделий. Недостающие размеры, которые требуются для вычерчивания изображений, подбирают по соответствующим стандартам.

В первом вопросе темы необходимо вычертить стандартные болт, гайку и шайбу к болту, нанести размеры для этих крепежных изделий и указать условные обозначения для болта, гайки и шайбы к болту. Основные данные приведены в приложении 1 пособия [26].

Во втором вопросе необходимо подобрать размеры для стандартной шпильки (данные – в приложении 2 пособия [26]). Затем следует вычертить шпильку, проставить размеры и выполнить условное обозначение этой крепежной детали. В задании также требуется сконструировать и выполнить чертеж резьбового отверстия (гнезда) для ввинчиваемого конца шпильки. В работе вычерчивается шпилька общего применения односторонняя.

В третьем вопросе темы необходимо выполнить изображения условных деталей с нестандартной резьбой. Данные для этой части работы приведены в приложении 3 пособия [26].



На данном практическом занятии в четвертом вопросе планируется проведение текущего тестового контроля по теме «Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008)». Примерный вариант тестового задания по этой теме приведен в пособии [25].

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25], [26].

*Вопросы для самоконтроля*

1. В зависимости от какого параметра определяется масштаб для изображения болта, гайки, шайбы или шпильки?
2. В каком случае в условном обозначении крепежной детали не указывают шаг резьбы?
3. Что означает в условном обозначении Шайба А24 ГОСТ 11371-78 буква А?
4. Какое количество изображений требуется для изображения болта?
5. Какие конструктивные особенности характерны для болта пятого исполнения, выполненного по ГОСТ 7796-70?
6. В каком случае в условном обозначении шайбы указывают класс точности?
7. При изображении ввинчиваемого и гаечного концов шпильки в зависимости от какого параметра определяют размер сбег?
8. Что означает в условном обозначении Шпилька М24х2х100 ГОСТ 22034-76 величина 100?
9. С какой целью в месте соединения цилиндрической части болта и головки выполняют галтель (скругление)?
10. Перечислите два этапа технологии изготовления резьбового отверстия для ввинчиваемого конца шпильки.

## **2.10 Детализирование чертежа общего вида. Графическое задание «Детализирование»**

*Цель занятия* – приобретение умений и навыков чтения чертежей общего вида и составления рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида. Текущий контроль знаний по теме «Нанесение размеров (ГОСТ 2.307-2011)».

*Ключевые вопросы темы*

1. Графическое задание «Детализирование». Выполнение рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида.
2. Выполнение аксонометрии детали с вырезом условной четверти.
3. Тестовое задание по теме «Нанесение размеров (ГОСТ 2.307-2011)».
4. Проверка графического задания «Изделия крепежные».

### *Методические рекомендации*

При рассмотрении данной темы необходимо уяснить понятие чертежа общего вида (ВО) – документа, который поясняет конструкцию изделия и принцип его работы. Чертеж ВО является основой для разработки рабочей документации. Для чертежей общего вида перечень составных частей изделия оформляют в виде таблицы.

В задании «Деталирование» необходимо выполнить рабочие чертежи нескольких деталей по чертежу общего вида. Работа выполняется по вариантам.

В первом вопросе при выполнении данного задания следует обратить внимание на последовательность чтения чертежа общего вида – процесс, который позволяет правильно понять принцип работы всего изделия и функциональное назначение каждой отдельной детали [33]. Следует отметить, что чтение чертежа общего вида предполагает: ознакомление с содержанием основной надписи (наименование чертежа); последовательный анализ таблицы перечня составных частей изделий (с целью уяснения устройства изделия); изучение содержания принципа работы изделия; ознакомление с изображениями на чертеже общего вида. В работе необходимо по номерам позиций чертежа и таблице последовательно найти на всех изображениях проекции всех деталей и изучить конструкцию каждой детали. Целью чтения чертежа общего вида является мысленное представление формы и внутреннего устройства детали. При выявлении формы детали следует учитывать проекционные связи изображений и штриховку, которая одинакова (по направлению и шагу) для этой детали на всех разрезах и сечениях [33]. Также при чтении чертежа ВО следует отметить, что на сборочных чертежах и чертежах общего вида допускается помещать изображение соседних изделий, сопрягаемых с конструируемым («обстановку»). Обратить внимание на особенности оформления «обстановки»: линии «обстановки» – тонкие линии отсутствующего контура.

В первом вопросе также следует обсудить последовательность детализирования чертежа ВО: определение формы детали; выбор главного вида и количества изображений, выбор масштаба чертежа; вычерчивание изображений; нанесение размеров; оформление чертежа.

Во втором вопросе предполагается выполнение аксонометрической проекции детали с вырезом условной четверти. Необходимо построить прямоугольную изометрию для одной из деталей задания.

Во третьем вопросе планируется проведение текущего тестового контроля по теме «Нанесение размеров (ГОСТ 2.307-2011)» с целью контроля усвоения теоретического материала. Примерный вариант тестового задания приведен в пособии [42].

В четвертом вопросе темы предполагается проверка графического задания «Изделия крепежные».

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25], [33].

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Как называют документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия?
2. Какова последовательность чтения чертежа общего вида при выполнении работы «Деталирование чертежа общего вида (ВО)»?
3. В какой последовательности выполняется детализация чертежа общего вида?
4. Какой линией на сборочных чертежах и чертежах общего вида изображают «обстановку»?
5. Как выделяют на чертежах ВО и СБ повторяющиеся номера позиций?
6. Какие условности и упрощения необходимо учитывать при чтении чертежа ВО?
7. Каким образом (в каком положении) на рабочем чертеже располагают пружины сжатия?
8. Какие данные указывают в таблице параметров при выполнении чертежа цилиндрического зубчатого колеса?

## **2.11 Контрольное задание по теме «Деталирование чертежа общего вида»**

*Цель занятия* – контроль приобретенных умений и навыков чтения чертежей общего вида и составления рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида.

### *Ключевые вопросы темы*

1. Выполнение контрольного задания по теме «Деталирование чертежа общего вида». Составление рабочего чертежа детали (эскизно) по чертежу общего вида.
2. Выполнение технического рисунка детали.

### *Методические рекомендации*

На данном занятии предполагается выполнение контрольного задания по теме «Деталирование чертежа общего вида».

В первом вопросе предусматривается составление рабочего чертежа (эскизно) одной детали сборочной единицы по чертежу общего вида. Первым этапом выполнения данной работы является чтение заданного чертежа общего вида. Необходимо ознакомиться с описанием работы сборочной единицы, представленным на учебном чертеже, таблицей составных частей изделия, изображениями, размещенными на чертеже. После определения формы детали необходимо выбрать главный вид и количество изображений для заданной детали. Затем в глазомерном масштабе эскизно выполнить необходимые изображения, нанести выносные и размерные линии (без указания числовых

значений), оформить графическую работу в соответствии со стандартами ЕСКД.

Во втором вопросе задания требуется выполнить технический рисунок для данной детали.

*Литература:* [12], [14], [19], [21], [25], [33].

*Вопросы для самоконтроля*

1. Какой документ называют чертежом детали?
2. Как называется чертеж, выполненный от руки, без применения чертежных инструментов, без точного соблюдения масштаба, но с обязательным соблюдением пропорций элементов деталей?
3. Какие размеры содержит чертеж общего вида?
4. Как выбирается главный вид и количество изображений для детали при детализовании чертежа общего вида?
5. Как рекомендуется располагать размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию)?

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

При изучении дисциплины «Инженерная компьютерная графика» часть необходимой информации студенты должны приобретать в процессе самостоятельного изучения учебной и справочной литературы и выполнения графических заданий.

Содержание самостоятельной работы студентов представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Структура самостоятельной работы студентов

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание самостоятельной работы</b>	<b>Форма контроля, аттестации</b>
1	Освоение теоретических основ дисциплины, изучение учебной и справочной литературы	Тесты защита работ
2	Подготовка к аудиторным (практическим) занятиям, к текущему контролю знаний	Тесты, контрольные задания
3	Решение и оформление задач в рабочей тетради по начертательной геометрии (в дополнение к практическим занятиям)	Проверка тетради
4	Выполнение и оформление графических заданий (в дополнение к практическим занятиям)	Защита работ

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ (РГР)**

Согласно учебному плану дисциплины «Инженерная компьютерная графика» направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Промышленная информатика и системы управления») студенты выполняют расчетно-графическую работу (РГР).

В состав РГР входят графические задания, содержащие решения некоторых типовых задач начертательной геометрии, и задания, содержащие чертежи схематизированных пространственных тел и реальных деталей машиностроительного производства.

Расчетно-графическая работа включает:

- задание «Многогранник»;
- задание «Тела вращения»;
- задание «Деталь»;
- задание «Пересечение плоскостей»;
- задание «Изделия крепежные»;
- задание «Деталирование чертежа общего вида».

Все графические задания выполняются по вариантам. Номер варианта указывается преподавателем. Графическая часть заданий размещена в ЭИОС.

Все задания расчетно-графической работы по инженерной компьютерной графике выполняются в графической системе КОМПАС-3D.

Необходимо отметить, что объем работы для всех графических заданий и последовательность выполнения подробно изложены в разделе «Методические рекомендации по проведению практических занятий» данного пособия.

Пример оформления титульного листа РГР приведен в приложении 2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Успеваемость студента оценивается следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии оценки (уровня освоения дисциплины) рассмотрены подробно во введении данного пособия.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Следует отметить, что при преподавании дисциплины учитываются особенности учебного плана подготовки по данному направлению, требования непрерывности геометрического и графического образования и преемственности знаний при переходе к профилирующим учебным дисциплинам, новейшие достижения науки и техники.

Формами учебной работы являются: лекционные и практические занятия. Важной составляющей учебного процесса являются консультации (индивидуальная работа студента под контролем преподавателя). Здесь

происходит доработка графических заданий, их защита, исправление неудовлетворительных оценок, полученных студентом при промежуточной аттестации знаний.

Залогом успешного освоения дисциплины является непрерывность и системность выполнения всех графических заданий, своевременное решение в рабочей тетради предлагаемых геометрических задач, обязательная подготовка к практическим занятиям всех вопросов, рассматриваемых на лекциях. Современные информационные технологии с использованием интернет-ресурсов дают возможность дополнить недостающие знания.

По всем темам дисциплины «Инженерная компьютерная графика» на кафедре имеются в изданном через РИО университета и в электронном виде учебно-методические пособия по изучению дисциплины и выполнению соответствующих графических заданий. Пособия содержат задания на работы, методические рекомендации по их выполнению, требования к оформлению, справочные материалы, ссылки на информационные источники, списки литературы.

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих дисциплин, обеспечивающих дальнейшую подготовку в графической области.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

### **Основная литература**

1. Колесниченко, Н. М. Инженерная и компьютерная графика: учеб. пособие / Н. М. Колесниченко, Н. Н. Черняева. – 2-е изд. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 236 с.

2. Кордонская, И. Б. Инженерная и компьютерная графика: учебник / И. Б. Кордонская, Е. А. Богданова. – Самара: ПГУТИ, Издательство Лань, 2020. – 264 с.

3. Серга, Г. В. Начертательная геометрия: учебник / Г. В. Серга, И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2022. – 444 с.

### **Дополнительная литература**

4. Серга, Г. В. Инженерная графика: учебник / Г. В. Серга, И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2022. – 228 с.

5. Учаев, П. Н. Инженерная графика: учебник / П. Н. Учаев, А. Г. Локтионов, К. П. Учаева; под общ. ред. П. Н. Учаева. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 304 с.

6. Кожевникова, П. В. Инженерная графика: учеб. пособие / П. В. Кожевникова. – Ухта: УГТУ, Издательство Лань, 2020. – 128 с.

7. Бударин, О. С. Начертательная геометрия: учеб. пособие / О. С. Бударин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2022. – 360 с.
8. Савченко, Н. В. Инженерная и компьютерная графика в системе Компас-3D: практикум: учеб. пособие / Н. В. Савченко. – Самара: Самарский университет, Издательство Лань, 2023. – 160 с.
9. Бубенников, А. В. Начертательная геометрия / А. В. Бубенников. – Москва: Высшая школа, 1985. – 288 с.
10. Герасимов, А. А. Самоучитель КОМПАС-3D v19 / А. А. Герасимов. – Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2021. – 624 с.
11. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – 27-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2007. – 272 с.
12. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для втузов / В. С. Левицкий. – 7-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2006. – 435 с.
13. Никонов, В. В. КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать / В. В. Никонов. – Издательство: Питер, 2020. – 208 с.
14. Попова, Г. Н. Машиностроительное черчение: справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. – Ленинград: Машиностроение, 1986. – 447 с.
15. Стриганова, Л. Ю. Основы работы в Компас-3D. / Л. Ю. Стриганова, Н. В. Семёнова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 160 с.
16. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шошин. – Ленинград: Машиностроение, 1983. – 416 с.
17. Фролов, С. А. Начертательная геометрия / С. А. Фролов. – Москва: Машиностроение, 1983. – 240 с.
18. Чагина, А. В. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий v17 и выше. Учебное пособие для вузов / А. В. Чагина, В. П. Большаков. – Издательство: Питер, 2021. – 256 с.
19. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 5-е изд., стер. – Москва: Машиностроение, 2004. – 493 с.
20. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика. Программа, контрольные задания и методические указания для студентов-заочников направлений подготовки (специальностей) в области техники, технологии, педагогики, сельского и рыбного хозяйства / А. А. Чекмарев, А. В. Верховский, А. А. Пузиков; под ред. А. А. Чекмарева. – Москва, Высшая школа. – 2006. – 155 с.

### **Учебно-методические пособия, нормативная литература**

21. Государственные стандарты ЕСКД.

22. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Проекционное черчение с модульными классификаторами теоретической информации: учеб.-метод.

пособие по выполнению расчетно-граф. работы для студентов бакалавриата по направлениям подготовки. в области техники и технологий / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: КГТУ, 2024. – 40 с.

23. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Многогранные поверхности. Построение сечений: учеб.-метод. пособие по практическим занятиям и самостоятельной учебной работе для студентов бакалавриата и специалитета в обл. техники и технологий / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград : КГТУ, 2021. – 24 с.

24. Рудаченко, С. В. Инженерная графика: сборник задач для практических. занятий и самостоятельной работы по начертательной геометрии и инженерной. графике с модульными классификаторами теоретической информации: учеб.-метод. пособие для студентов высших учебных заведений / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2012. – 47 с.

25. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Машиностроительное черчение с модульными классификаторами теоретической информации: учеб.-метод. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата и специальностям в обл. техники и технологии / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2014. – 24 с.

26. Обрехт, Ю. С. Инженерная графика. Резьбы. Изделия крепежные резьбовые: учеб.-метод. пособие по практическим занятиям и самостоятельной учебной работе для студентов бакалавриата и специалитета / Ю. С. Обрехт; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2017. – 55 с.

27. Обрехт, Ю. С. Инженерная графика. Соединения резьбовые и сварные: учеб.-метод. пособие по практ. занятиям и самостоят. учеб. работе для студентов бакалавриата и специалитета / Ю. С. Обрехт; Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2018. – 37 с.

28. Обрехт, Ю. С. Компьютерная графика. Плоская графика «Компаса»: учеб.-метод. пособие по лаб. работам для студентов бакалавриата по направлениям подгот. в области техники и технологий / Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2023. – 59 с.

29. Обрехт, Ю. С. Компьютерная графика. Трехмерное моделирование в «Компасе»: учеб.-метод. пособие по лаб. работам для студентов бакалавриата по направлениям подгот. в области техники и технологий / Калинингр. гос. техн. ун-т. – Калининград: КГТУ, 2023. – 35 с.

30. Курилло, Т. Н. Схема электрическая принципиальная: метод. указания по выполнению графической работы / Т. Н. Курилло, Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2009. – 36 с.



31. Курилло Т. Н. Схема электрическая принципиальная (ч. 2). Методические указания по выполнению графической работы / Т. Н. Курилло, Ю. С. Обрехт. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. – 33 с.
32. Обрехт, Ю. С. Выполнение чертежа схематизированной детали / Ю. С. Обрехт. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 39 с.
33. Обрехт, Ю. С. Чтение и детализирование чертежей общего вида / Ю. С. Обрехт. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2021. – 61 с.
34. Рудаченко, С. В. Кривые линии и поверхности. Решение типовых задач: учебно-методическое пособие / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2010. – 54 с.
35. Рудаченко, С. В. Решение задач по начертательной геометрии. Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы для студентов 1-го курса / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 100с.
36. Рудаченко, С. В. Способы преобразования проекций. Решение типовых задач: учеб.-метод. пособие / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2013. – 25 с.
37. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Пересечение прямой с плоскостью. Пересечение плоскостей: учебно-методическое пособие / С. В. Рудаченко, Т.В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2016. – 29 с.
38. Рудаченко, С. В. Многогранные поверхности / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2017. – 28 с.
39. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Развертки поверхностей: учебно-методическое пособие / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 27 с.
40. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Решение типовых задач по теме «Перпендикулярность прямых и плоскостей»: учебно-методическое пособие / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 32 с.
41. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Поверхности вращения: учебно-методическое пособие / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. – 27с.
42. Рудаченко, С. В. Инженерная графика. Оформление чертежей: учебно-методическое пособие / С. В. Рудаченко, Т. В. Рудаченко. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 32 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Предмет начертательной геометрии. Понятие проекции. Способы получения обратимых изображений. Метод Монжа. Октанты. Проецирование точки. Эпюр Монжа.
2. Проецирование отрезка прямой общего и частного положения. Следы прямой. Определение натуральной величины отрезка прямой. Взаимное положение прямых линий. Конкурирующие точки.
3. Задание плоскости на эпюре Монжа. Прямая и точка в плоскости, условия принадлежности, алгоритмы построения.
4. Взаимное положение прямой и плоскости. Алгоритм определения точки пересечения прямой с плоскостью, его реализация на эпюре. Определение видимости. Взаимное положение двух плоскостей. Определение линии пересечения.
5. Проецирование прямого угла. Построение взаимно перпендикулярных прямой и плоскости, двух прямых, двух плоскостей.
6. Способ замены плоскостей проекций. Примеры использования. Метод вращения вокруг прямых, перпендикулярных плоскости проекций, его применение. Способ плоскопараллельного перемещения. Примеры использования.
7. Кривые линии и их классификация. Определение типа, длины кривой. Пространственные кривые линии. Винтовые линии, их развертки.
8. Многогранные поверхности: виды, задание на эпюре. Точка на поверхности. Пересечение многогранников плоскостью. Построение сечения. Пересечение многогранников прямой линией. Алгоритм определения точек пересечения прямой с поверхностью, его реализация на эпюре.
9. Развертки многогранников, способы построения.
10. Кривые поверхности. Классификация, способы задания и конструирования.
11. Поверхности вращения. Основные разновидности. Точка на поверхности. Пересечение кривых поверхностей плоскостью.
12. Пересечение кривых поверхностей прямой линией. Алгоритм построения точек пересечения прямой с поверхностью, его реализация на эпюре.
13. Построение линии взаимного пересечения двух кривых поверхностей с применением вспомогательных секущих плоскостей. Развертки кривых поверхностей (точные, приближенные, условные).
14. Аксонометрические проекции, их получение, классификация, основные термины. Стандартные аксонометрии. Окружность в аксонометрии.

15. Форматы основные и дополнительные (ГОСТ 2.301-68): размеры, предельные отклонения. Основные надписи (ГОСТ 2.104-2006), реквизиты заполнения.
16. Масштабы изображений (ГОСТ 2.302-68): термины, обозначения.
17. Линии чертежа (ГОСТ 2.303-68): наименование, назначение.
18. Шрифты чертёжные (ГОСТ 2.304 – 81).
19. Виды (ГОСТ 2.305 – 2008): основные, дополнительные, местные.
20. Разрезы (ГОСТ 2.305-2008): классификация, выполнение и оформление.
21. Сечения (ГОСТ 2.305-2008): классификация, выполнение и оформление.
22. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах (ГОСТ 2.306-68).
23. Нанесение размеров и предельных отклонений (ГОСТ 2.307-2011).
24. Виды изделий (ГОСТ 2.101-68). Виды и комплектность конструкторских документов (ГОСТ 2.102-68). Стадии разработки конструкторских документов (ГОСТ 2.103-68).
25. Резьба: термины, определения, элементы, параметры. Классификация резьб.
26. Изображение (ГОСТ 2.311-68) и обозначение резьбы.
27. Изображение и обозначение стандартных крепёжных (резьбовых) деталей. Конструирование нарезанного отверстия под шпильку.
28. Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей (ГОСТ 2.315-68).
29. Изображение болтового соединения: по действительным размерам, упрощённое и условное.
30. Изображение шпилечного соединения: по действительным размерам, упрощённое и условное.
31. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений (ГОСТ 2.312-68).
32. Эскиз детали: последовательность выполнения. Выбор главного изображения и общего количества изображений. Технический рисунок. Стандартные элементы деталей (фаски, проточки, рифления и т. п.): изображение и обозначение.
33. Чертежи сборочной единицы: общего вида, сборочный; условности и упрощения при выполнении. Оформление спецификации (ГОСТ 2.106-96). Детализирование чертежей общего вида. Последовательность выполнения рабочего чертежа детали.
34. Компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи. Графический пакет КОМПАС, интерфейс, структура меню, панели инструментов.
35. 2D-моделирование в графических системах.
36. 3D-моделирование в графических системах.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт агроинженерии и пищевых систем  
Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Расчетно-графическая работа  
допущена к защите:  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Расчетно-графическая работа  
защищена  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Расчетно-графическая работа  
  
по дисциплине  
«ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»  
Шифр студента \_\_\_\_\_  
Вариант № \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Локальный электронный методический материал

Светлана Владимировна Рудаченко  
Татьяна Владимировна Рудаченко

## ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Редактор С. Кондрашова  
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 4,9. Печ. л. 3,8.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1