

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра технической механики и инженерной графики

**Методические указания  
по самостоятельной работе студентов**

**по дисциплине: Б1.Б.11 «Инженерная и компьютерная графика»**

**для специальности: 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»**

**специализации «Радиоэлектронные системы передачи информации»**

Форма обучения: заочная

Мурманск  
2019

Составитель:

**Григорьева О. П.**, старший преподаватель кафедры инженерной графики

МУ по СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика  
технической механики и инженерной графики  
19.06.2019 г., протокол № 10.

Рецензент:

Шамрина О. П. - доцент кафедры технической механики и инженерной графики  
Мурманского Государственного Технического Университета.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

- Общие организационно-методические указания
- Тематический план
- Список рекомендуемой литературы
- Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/ специальности **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**,  
(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного **«11» августа 2016 г. № 1031**, учебного плана  
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**, направленности (профилю)/специализации **Радиоэлектронные системы передачи информации**, 2017 года начала подготовки.

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

**Целью дисциплины (модуля)** «Инженерная и компьютерная графика» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом направления подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

#### **Задачи:**

- 1) получить необходимые знания, позволяющие обучающимся, прошедшим полный курс подготовки, приобрести способность пространственного воображения и конструктивно-геометрического мышления, способность к анализу и синтезу пространственных форм и отношений;
- 2) изучить способы получения чертежей различных геометрических пространственных объектов на уровне графических моделей и уметь решать на этих чертежах задачи, связанные с пространственными объектами и их зависимостями;
- 3) научиться применять интерактивную машинную графику как подсистему систем автоматического проектирования.

### 3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Таблица 2. - Результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1	ОПК-10. Способность применять современные программные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки	Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения»	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-современные средства инженерной графики,</li> <li>-способы графического представления пространственных образов;</li> <li>-правила разработки, оформления конструкторской, технической и технологической документации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться стандартами и другой нормативной документацией.</li> <li>- создавать чертежи схем, деталей, механизмов и устройств.</li> <li>- пользоваться справочной литературой и информационными ресурсами.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами создания чертежей схем, деталей, механизмов и устройств;</li> <li>- современными средствами машинной графики.</li> </ul>

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов по формам обучения	
		Очная	Заочная
1	2	3	
1	<p><b>Модуль 1.</b></p> <p>Тема 1.1 <i>Введение. Предмет начертательной геометрии.</i> Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД к выполнению чертежей. «Основные требования к чертежам» ГОСТ 2.109-73.</p>		10
	<p><b>Модуль 2.</b></p>		
2	Тема 2.1 Центральное и параллельное проецирование. Метод проекций как основной метод построения изображений. «АксонOMETрические проекции» ГОСТ 2.317 – 69.		9
3	Тема 2.2 Метод Монжа. <i>Задание точки на комплексном чертеже Монжа.</i> Ортогональные проекции точки. Образование комплексного чертежа в системе двух и трех плоскостей проекций		10
4	Тема 2.3 Прямая линия. <i>Задание прямой линии на комплексном чертеже Монжа.</i> Различные положения прямой линии относительно плоскостей проекций. Взаимное расположение точки и прямой, двух прямых линий. Следы прямой линии.		10

5	Тема 2.4 Плоскость. <i>Задание плоскости на комплексном чертеже Монжа. Следы плоскости. Различные положения плоскости относительно плоскостей проекций. Главные линии плоскости. Взаимное расположение прямой и плоскости, двух плоскостей.</i>		10
6	<b>Модуль 3</b> Тема 3.1 <i>Способы преобразования проекционного чертежа. Способ замены плоскостей проекций. Способ вращения. Способ плоскопараллельного перемещения. Обобщенные позиционные задачи. Метрические задачи.</i>		10
7	<b>Модуль 4</b> Тема 4.1 <i>Поверхности. Способы образования и задания поверхностей. Поверхности вращения. Линейчатые поверхности. Винтовые поверхности. Циклические поверхности. Пересечение поверхности прямой линией и плоскостью. Взаимное пересечение поверхностей. Касательные линии и плоскости к поверхности.</i>		9
8	<b>Модуль 5</b> Тема 5.1 <i>Построение разверток поверхностей.</i>		10
9	<b>Модуль 6</b> Тема 6.1 <i>Нанесение размеров на чертежах (общие положения). Справочные размеры. Конструкторские и технологические базы в машиностроении. ГОСТ 2.307 - 68.</i>		10
10	<b>Модуль 7</b> Тема 7.1 <i>«Изображения – виды, разрезы, сечения, выносные элементы» ГОСТ 2.305 – 68. Аксонометрические проекции деталей. Надписи, обозначения.</i>		10
11	<b>Модуль 8</b> Тема 8.1 <i>Изображение и обозначение резьбы на чертеже. ГОСТ 2.311 – 68. Параметры и конструктивные элементы резьбы. Основные определения и изображение их на чертеже ГОСТ 10549 – 80 Классификация резьбы по форме профиля, по поверхности, по расположению, по назначению, по числу заходов, по направлению винтовой линии.</i>		9
12	<b>Модуль 9</b> Тема 9.1 <i>Выполнение эскизов деталей машин. Требования к эскизам. Основные этапы выполнения эскизов. Выбор главного изображения. Элементы геометрии деталей. Изображения и обозначения элементов деталей.</i>		10
13	<b>Модуль 10</b> Тема 10.1 <i>Конструкторская документация. Оформление чертежей. Изображения сборочных единиц. Виды соединений. Чертеж общего вида. Сборочный чертеж изделия. «Спецификация» ГОСТ 2.106 – 96. Рабочие чертежи деталей. Основные требования к чертежам. ГОСТ 2.109 – 73.</i>		10
14	Тема 10.2 <i>Общие сведения о схемах. ГОСТ 2.701 – 84. «Правила оформления электрических схем» ГОСТ 2.702 – 75. Выполнение чертежа электрической и радиотехнической схемы и заполнение таблицы перечня элементов. Конструкторская документация. Оформление чертежей.</i>		9
15	<b>Модуль 11</b> <i>Понятие о компьютерной графике, геометрическое моделирование и его задачи, графические объекты, примитивы и их атрибуты, применение интерактивных графических систем</i>		10

	<i>для выполнения и редактирования изображений и чертежей, решение задач геометрического моделирования</i>		
		Итого:	144

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная:

1. Боголюбов С. К. Инженерная графика / С.К. Боголюбов. - М. : Машиностроение, 2004. – 352 с.
2. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей: сборник - М. : Издательство стандартов, 1988. - 240с.
3. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей /В.С. Левицкий. - М.: Высшая школа, 2001. - 429с.
4. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии / О.В. Локтев. – М. : Высш. шк., 2004 – 136 с.
5. Начертательная геометрия: Учеб. Для вузов / Н.Н. Крылов [и др.] – М. : Высш. шк., 2002. – 224 с.: ил.
6. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: справочник/ Г.Н. Попова. - СПб. : Политехника, 2005. - 456с.
7. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение / А.А. Чекмарев. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 472 с.
8. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учеб. для бакалавров : [базовый курс] / А. А. Чекмарев. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 470, [1] с. : ил. - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр.: с. 465-466. - ISBN 978-5-9916-2231-8 : 335-94.22.15 - Ч-37
9. Королев, Ю. И. Инженерная графика : для магистров и бакалавров : учебник для вузов / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2013. - 462 с. : ил. - (Учебное пособие) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 461-462. - ISBN 978-5-496-00034-5 : 392-00.30.11 - К 68.

### Дополнительная:

10. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – М. : Машиностроение, 2005. – 3 т.
11. Миронова Р.С., Миронов Б.Г., Пузиков А.А. Инженерная графика / Р.А. Миронова [и др.] - М. : Высшая школа, 2004. - 288с.
12. Виды и аксонометрические проекции: Методические указания к выполнению графических работ / Комарова С.П. [и др.] – МГТУ, 2001. – 80 с.
13. Правила нанесения размеров на чертежах: Методические указания к выполнению графических работ / Бранько Н.Е. [и др.] – МГТУ, – 2006. – 31 с.
14. Рабочая тетрадь по начертательной геометрии: Учебное пособие для проведения практических занятий / Бранько Н.Е. [и др.] – МГТУ, 2002. – 95 с.
15. Разрезы. Сечения. Выносные элементы: Методические указания к выполнению графических работ / Бранько Н.Е. [и др.] – МГТУ, 2005. –20 с.
16. Боголюбов С.К. Альбом «Чтение и детализирование сборочных сборочных чертежей»
17. Мерзон Э. Д, Мерзон Н. Э. Задачник по машиностроительному черчению.
18. Каминский, В. П. Инженерная и компьютерная графика для строителей : учеб. пособие для вузов / В. П. Каминский, Е. И. Иващенко. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 281, [2] с. : ил. - (Серия "Высшее образование"). - Библиогр.: с. 281. - ISBN 978-5-222-14683-5 : 306-60.30.11 - К 18
19. Бранько Н.Е. Методические указания к выполнению задания по теме "Проекционное черчение"
20. Бранько Н. Е. Методические указания и контрольные задания по "Резьбовым соединениям"
21. Бранько Н. Е. Альбом чертежей. Методическое пособие по изображению элементов деталей и сборочных единиц.
22. Бранько Н. Е. Методические рекомендации «Чтение и детализирование чертежей общего вида»
23. Червоняк Т.Ф., Григорьева О.П. МУ к выполнению практических работ по начертательной геометрии «Рабочая тетрадь по начертательной геометрии», МГТУ, 2015
24. Бранько Н. Е., Григорьева О. П. и др. Методические указания "Общие правила оформления



графических работ", МГТУ, 2002

25. Бранько Н.Е., Червоняк Т.Ф. и др. Учебное пособие «Поверхности и тела. Пересечение поверхностей». МГТУ 2017

26. Григорьева О.П., Селяков И. Ю. Выполнение эскизов деталей сборочной единицы. Выполнение сборочного чертежа : учеб. пособие по дисциплине "Инженерная графика" для курсантов и студентов всех специальностей инженер.-техн. направления всех форм обучения / О. П. Григорьева, И. Ю. Селяков; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - 91 с. : ил. + приложения (60 с.). - Приложения к учеб. пособию вышла отдельной кн. - ISBN 978-5-86185-644-7 : 637-64.30.11 - Г 83

27. Григорьева О. П. «Выполнение чертежей электрических схем».

Методические указания к выполнению графического задания Схема электрическая принципиальная, МГТУ, 2008

28. Бранько Н.Е, Катюрина Т.С., Григорьева О. П. и др. Учебное наглядное пособие к выполнению РГР «Виды разъемных соединений. Сборочные чертежи», Мурманск, Изд-во МГТУ, 2010

29. Шамрина О.П., Селякова Н.Ю. «Оформление конструкторской документации по ЕСКД». Методические указания для студентов и курсантов технических специальностей всех направлений и форм обучения /О.П. Шамрина, Н.Ю. Селякова. -- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2017

30. Червоняк Т.Ф. Методические указания по ИГ по теме «Изображение и обозначение резьбы», Мурманск, Изд-во МГТУ, 2009.

31. Куликов, В. П. Инженерная графика : учеб. для сред. проф. образования / В. П. Куликов, А. В. Кузин. - 5-е изд. - Москва : Форум : Инфра-М, 2013. - 366 с. : ил. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 360-366. - ISBN 978-5-91134-587-7 (Форум). - ISBN 978-5-16-006551-9 (Инфра-М) : 379-39. 30.11 - К 90

32. Королев, Ю. И. Инженерная графика : для бакалавров и специалистов : учебное пособие для вузов / Ю. И. Королев, С. Ю. Устюжанина. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2013. – 184,[1] с. : ил. - (Учебное пособие) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 185. - ISBN 978-5-496-00016-1 : 371-00.22.15 - К 68

33. А. Л. Хейфец [и др.]. Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров; под ред. А. Л. Хейфеца ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Юж.-Урал. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2013

34. П.Я. Пантюхин. Компьютерная графика : учеб. пособие. [В 2 ч.]. Ч. 1 / П. Я. Пантюхин, А. В. Быков, А. В. Репинская. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Профессиональное образование) Москва : Форум : Инфра-М 2011

---

---

# СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

## Модуль 1.

### Тема 1.1. «Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД к выполнению чертежей»

#### Методические указания.

Необходимо выполнить титульный лист к подшивке работ за первый семестр. Для выполнения этой работы предварительно нужно познакомиться, как пользоваться чертёжными инструментами, как оформить чертёжный лист линиями рамки, основной надписью чертежа и дополнительными графами, изучить и выписать в лекционную тетрадь основные положения следующих стандартов ГОСТ Единой системы инструкторской документации (ЕСКД):

ГОСТ 2.301-68\* «Форматы», ГОСТ 2.104-68\* «Основная надпись», ГОСТ 2.302-68\* «Масштабы», ГОСТ 2.303-68\* «Линии», ГОСТ 2.304-81\* «Шрифты чертёжные», ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах».

Кроме этого, воспользоваться рекомендациями по оформлению титульного листа и выполнению надписей по методическому указанию: «Общие правила оформления графических работ (авторы Бранько Н.Е. и др.)

#### Вопросы для самопроверки.

1. Что определяют формат листа чертежа?
2. Какие форматы листов установлены на чертежи?
3. Как образуются основные форматы? Приведите примеры их обозначения.
4. Как образуются дополнительные форматы?
5. Как обозначают производные форматы?
6. Как складывают чертежи различного формата при передаче их на хранение?
7. Какая форма основной надписи установлена для чертежей и схем?
8. Какими линиями выполняют рамки и графы основной надписи?
9. Где располагают на чертеже основную надпись и дополнительные графы к ней?
10. Что можете сказать о расположении на чертеже дополнительной графы 26?
11. Каким шрифтом выполняют надписи на чертеже?
12. Что определяет размер шрифта?
13. Чем отличается шрифт типа А от шрифта типа Б?
14. Какая линия на чертеже является основной?
15. Какие установлены типы линий чертежа в зависимости от их назначения?
16. Как используют различные типы линий при выполнении чертежей?
17. Какие требования предъявляют к начертанию штриховых и штрих-пунктирных линий на чертеже (к длине штриха, промежуткам между штрихами, к пересечению штриховых и штрих-пунктирных линий, к началу и окончанию штрихов у основных и штриховых линий)?
18. Что называется масштабом?
19. Какие масштабы устанавливает ГОСТ 2.302-68\* ?
20. Как обозначается масштаб ?
21. Какие установлены правила нанесения на чертеж графических обозначений материалов (штриховок)?

## Модуль 2.

### Тема 2.1. «Центральное и параллельное проецирование. Метод проекций как основной метод построения изображений. Аксонометрические проекции ГОСТ 2.317 – 69».

## Методические указания.

Изготовление деталей и сборка изделий производится по чертежам. Изображение предметов на чертежах получают проецированием. Проецирование – это процесс построения изображения предмета на плоскости. Получившееся при этом изображение называют проекцией предмета.

### Вопросы для самопроверки.

1. Какие способы проецирования существуют?
2. При помощи каких элементов осуществляется проецирование?
3. Какие бывают способы параллельного проецирования?
4. В чем заключаются преимущества и недостатки разных способов проецирования?
5. Какие проекции называют аксонометрическими?
6. Какое положение аксонометрических осей принято в изометрических и диметрических прямоугольных проекциях?
7. Что называется коэффициентом искажения?
8. Чему равны коэффициенты искажения по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  в изометрических и диметрических прямоугольных проекциях?
9. Какие коэффициенты искажения приняты по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  при выполнении изометрических и диметрических прямоугольных проекций?
10. Чему равны большие и малые оси эллипсов при выполнении изометрических и диметрических проекций без искажения по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ?
11. Как наносят линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях?
12. Штрихуют ли в сечениях спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные им элементы в аксонометрических проекциях?

## Тема 2.2. «Метод Монжа. Задание точки на комплексном чертеже Монжа. Ортогональные проекции точки. Образование комплексного чертежа в системе двух и трех плоскостей проекций».

### Методические указания.

Изучив рекомендуемую литературу по данной теме и ответив на вопросы для самопроверки, обучаемый будет способен участвовать в работе практического занятия на эту тему по начертательной геометрии и решать задачи в рабочей тетради по начертательной геометрии.

Начертательная геометрия. Инженерная графика – дисциплина, где весь последующий материал основывается на предыдущем. Поэтому заниматься следует систематически и в той последовательности, в которой читают лекции, проводят практические занятия, аудиторные, самостоятельные работы, выполняются расчетно-графические задания.

Готовясь к очередному практическому занятию необходимо проработать тему по лекции и указанной литературе к этой теме и ответить на вопросы.

Нельзя приступать к решению задачи в проекциях, не составив себе ясного плана решения её в пространстве.

Построения следует выполнять с максимальной аккуратностью и точностью при помощи чертежных инструментов и принадлежностей, используя при этом черный, остро заточенный карандаш средней твердости (Т, ТМ). Линии построения сохранить. Полученный результат обвести линиями соответствующей толщины, а при необходимости обвести цветным карандашом. При необходимости при выполнении РГЗ применять черновики с использованием листов из тетради в клеточку.

Рекомендуются следующие толщины и типы линий: линии видимого контура – сплошные основные толщиной 0,6 - 0,8 мм; линии невидимого контура – штриховые толщиной 0,3 – 0,4 мм; линии построения и линии связи – сплошные тонкие толщиной не более 0,15 мм.

Выполнение изображений от руки (кроме эскизов деталей с натуры) или чернилами не допускается.

Буквенные и цифровые обозначения наносить чертежным шрифтом по ГОСТ 2,304-81\*.

После практического занятия дома для закрепления темы последовательно решить все оставшиеся задачи этой темы из рабочей тетради.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Назовите основной метод начертательной геометрии.
2. Что называется центральной, параллельной, прямоугольной (ортогональной) проекцией точки?
3. Сформулируйте свойства ортогонального проецирования?
4. Что представляет собой аппарат проецирования по методу Монжа? Укажите наименование плоскостей проекций.
5. Что такое прямоугольные декартовы координаты точки? В какой последовательности они записываются?
6. Какая из координат определяет расстояние до горизонтальной плоскости проекций? Фронтальной? Профильной?
7. Какие координаты определяют горизонтальную проекцию точки? Фронтальную? Профильную?
8. Установите взаимное положение проекций точки на чертеже.
9. Какие точки называются конкурирующими? Для чего используются конкурирующие точки?

### **Тема 2.3. «Прямая линия. Задание прямой линии на комплексном чертеже Монжа. Различные положения прямой линии относительно плоскостей проекций. Взаимное расположение точки и прямой, двух прямых линий. Следы прямой линии».**

#### **Методические указания.**

Так же, как и в предыдущей теме, здесь необходимо дорешать все задачи в «Рабочей тетради» по теме раздела.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. При каком положении относительных плоскостей проекций прямая называется прямой общего положения, проецирующей прямой, прямой уровня?
2. Укажите положение проекций относительно оси X (или линий связи) для прямой, параллельной плоскости H; плоскости V, плоскости W.
3. Укажите вид и положение трёх проекций горизонтально – проецирующей, фронтально проецирующей и профильно проецирующей прямых. Каково положение этих прямых относительно плоскостей H, V, W?
4. Сформулируйте свойства ортогонального проецирования для параллельных прямых; пересекающихся прямых.
5. Как изображаются в системе  $\frac{V}{H}$  проекции двух параллельных прямых, пересекающихся прямых, скрещивающихся прямых?
6. Уясните метод определения истинной величины прямой на комплексном чертеже?
7. Выразить условие принадлежности точки и прямой заданных комплексным чертежом?
8. Что называется следом прямой?
9. Какие следы имеет прямая общего положения?
10. Свойство проецирования прямого угла?

**Тема 2.4. «Плоскость. Задание плоскости на комплексном чертеже Монжа. Следы плоскости. Различные положения плоскости относительно плоскостей проекций. Главные линии плоскости. Взаимное расположение прямой и плоскости, двух плоскостей».**

**Методические указания.**

Для закрепления полученных знаний по всем задачам, касающихся взаимного положения прямой и заданной плоскости (3 типа задач), взаимного положения двух плоскостей, проведения плоскости перпендикулярной заданной плоскости, проведения прямой перпендикулярной плоскости, составить и написать около каждой задачи планы решения.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Каким образом задаётся плоскость в пространстве и на чертеже?
2. Сформулируйте положение о принадлежности прямой и плоскости, точки и плоскости.
3. Как построить на чертеже точку, принадлежащую плоскости?
4. Что такое горизонталь, фронталь плоскости?
5. Какие плоскости называются плоскостями общего положения? Проецирующими плоскостями? Плоскостями уровня?
6. Чем является горизонтальная проекция любого множества точек, принадлежащих горизонтально проецирующей плоскости?
7. Чем является фронтальная проекция любого множества точек, принадлежащих фронтально проецирующей плоскости?
8. Как реализуется на чертеже операция: заключить прямую общего положения  $l$  во фронтально проецирующую плоскость  $P$ ?
9. Назовите возможные варианты взаимного положения двух плоскостей?
10. Каков признак параллельности двух плоскостей?
11. Как установить взаимное положение двух плоскостей?
12. В зависимости от чего задачи на пересечение прямой линии с заданной плоскостью, двух плоскостей, делятся на три типа? Какие возможны случаи?
13. Перечислите алгоритмы решения задач первого, второго и третьего типа по нахождению точки пересечения прямой с заданной плоскостью и по нахождению линии пересечения двух плоскостей?
14. Условие видимости на комплексном чертеже. Метод конкурирующих точек.
15. Условие параллельности прямой и заданной плоскости?
16. Свойство прямой перпендикулярной плоскости?
17. Как на комплексном чертеже располагаются проекции прямой перпендикулярной к плоскости?
18. В чем состоит условие перпендикулярности двух плоскостей?
19. Что такое линии наибольшего наклона плоскости? Что определяется с помощью линий наибольшего наклона плоскости?

**Модуль 3.**

**Тема 3.1. «Способы преобразования проекционного чертежа. Способ замены плоскостей проекций. Способ вращения. Способ плоскопараллельного перемещения. Обобщенные позиционные задачи. Метрические задачи».**

**Методические указания.**

Во многих встречающихся задачах приходится определять натуральную величину фигуры или отдельных её элементов. Известно, что если фигура размещена параллельно какой-либо плоскости

проекций, то на эту плоскость она проецируется в истинную величину и можно по проекции определить площадь фигуры, длину её сторон, углы между ребрами, углы наклона прямых к плоскостям проекций и др.

Возникает необходимость в создании таких приемов, которые позволили бы переводить фигуры из общего положения к плоскостям проекций в частные. С этой целью используются три способа (метода) преобразования проекций.

Некоторые задачи на взаимное положение при использовании методов преобразования чертежа решаются значительно проще. Эти методы необходимо изучить, научиться основным приемам и уметь решать следующие основные задачи:

**Задача 1.** Прямую общего положения преобразовать в прямую уровня.

**Задача 2.** Прямую общего положения преобразовать в прямую проецирующую.

**Задача 3.** Плоскость общего положения преобразовать в плоскость проецирующую.

**Задача 4.** Плоскость общего положения преобразовать в плоскость уровня.

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Назовите основные задачи, решаемые способами преобразования комплексного чертежа?
2. В чем сущность способа замены плоскостей?
3. Какое положение займет новая плоскость проекций по отношению к предыдущей плоскости проекций?
4. Какие координаты концов отрезка будут одинаковы для старой и новой системы плоскостей проекций и почему?
5. Сколько замен необходимо выполнить, чтобы преобразовать отрезок прямой общего положения в линию уровня? в проецирующую линию?
6. Какую линию в плоскости нужно провести, чтобы преобразовать плоскость общего положения в проецирующую?
7. Сколько замен необходимо выполнить, чтобы преобразовать плоскость общего положения в плоскость уровня?
8. В чем сущность способа вращения?
9. Определите положение плоскости вращения точки по отношению к оси вращения. Как определяется центр вращения и радиус окружности вращения точки?
10. Как перемещаются горизонтальная и фронтальная проекции точки при вращении вокруг горизонтально - проецирующей оси? фронтально – проецирующей оси?
11. Какая проекция геометрической фигуры не изменит величину и форму при вращении вокруг горизонтально – проецирующей оси? Почему?
12. В чем сущность способа плоскопараллельного перемещения?

## **Модуль 4.**

### **Тема 4.1. «Поверхности. Способы образования и задания поверхностей.**

#### **Поверхности вращения. Линейчатые поверхности. Винтовые поверхности. Циклические поверхности.**

##### **Методические указания.**

Формы деталей, встречающихся в технике, представляют собой сочетание различных геометрических тел или их частей. Для изготовления этих деталей необходимы рабочие чертежи на них, а для этого необходимо знать образование поверхностей и их изображение на комплексном чертеже.

Если изображение простейших геометрических объектов (точка, прямая, плоскость), свойства изображения которых мы изучали до сих пор, на комплексном чертеже не представляло трудностей, то задание и изображение поверхностей (тел) в ряде случаев сопряжено с трудностями.

Каждую поверхность можно рассматривать как геометрическое место точек, относительное положение которых подчинено некоторому закону или как геометрическое место всех последовательных положений линии, движущейся по определенному закону. Линии, образующие поверхность, могут быть различными. При этом законы, по которым эти линии перемещаются, будут тоже различными. Одна и та же поверхность может иметь несколько законов образования.

Начертательная геометрия изучает образование поверхностей по линейному способу, опираясь на простейшие законы образования.

По характеру ограничивающих поверхностей геометрические тела делятся на многогранные и кривые.

Образование, задание и изображение этих поверхностей необходимо изучить, уметь взять точку на поверхности, выделить характерные линии, научиться находить пересечение поверхностей плоскостью.

Для пересечения кривых поверхностей (цилиндра, конуса, сферы) уметь различать характерные сечения.

В рабочей тетради по начертательной геометрии на эту тему решить задачи и овладеть приемами решения, которые будут необходимы в следующих, связанных с поверхностями, темах.

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Способы образования гранных поверхностей?
2. Способы образования кривых поверхностей?
3. Что представляет собой правильная кривая поверхность?
4. Как подразделяются кривые поверхности в зависимости от вида образующей?
5. Что представляет собой цилиндрическая и коническая поверхности?
6. Какое условие необходимо для того, чтобы точка лежала на цилиндрической или конической поверхности?
7. Какая поверхность называется поверхностью вращения?
8. Что такое параллели поверхности вращения, горло поверхности, экватор, меридианы поверхности, главный меридиан?
9. Что получится от пересечения плоскостью гранной поверхности?
10. Что получится от пересечения кривой поверхности плоскостью?
11. В чем заключается общий прием нахождения сечения поверхности плоскостью?
12. Перечислите, какие возможны линии при пересечении конуса вращения, цилиндра вращения и сферы различными по расположению к поверхностям плоскостей. Назовите условия, при которых получают эти линии.

### **«Пересечение поверхности прямой линией и плоскостью. Взаимное пересечение поверхностей. Касательные линии и плоскости к поверхности».**

#### **Методические указания.**

Поверхности, ограничивающие машиностроительные детали, конструкции которых можно рассматривать с некоторым приближением, представляют собой комбинации пересекающихся тел: цилиндров, призм, пирамид, сфер и т.д.

Поверхности двух геометрических тел могут пересекаться по одной и более замкнутым линиям. Одна линия пересечения получается при частичном пересечении поверхностей (одна из поверхностей как бы “врезается” в другую). Две и более линии пересечения получаются при полном пересечении поверхностей (одна из поверхностей пересекает другую насквозь).

Линии пересечения поверхностей могут быть пространственными (не лежащими на одной плоскости) или плоскими. При пересечении многогранных поверхностей линии пересечения имеют вид замкнутых ломаных линий.

При пересечении кривых поверхностей линия пересечения в общем случае имеет вид пространственной кривой, а в частных случаях она может быть плоской кривой (эллипсом, окружностью и т. д.) или прямой линией.

При пересечении многогранной поверхности с кривой поверхностью линия пересечения имеет форму комбинированной кривой с точками излома на ребрах многогранника.

Обучаемый должен знать, что проекции пересечения всегда располагаются в пределах площади наложения. Кривизна линии пересечения всегда располагается в сторону наибольшего диаметра.

Обычно линию пересечения двух поверхностей строят по её отдельным точкам, к которым относятся: очевидные точки, опорные точки и промежуточные точки.

Среди точек кривой пересечения имеются такие точки, которые выделяются особым расположением или по отношению к плоскостям проекций или занимают особое место на кривой. Например, самая близкая и самая удаленная точка относительно той или иной плоскости проекций (экстремальные точки); точки, лежащие на крайних (контурных) образующих обеих пересекающихся поверхностей, - так называемые точки видимости, точки наибольшей выпуклости и т.д. Такие точки называются опорными. Остальные точки линии пересечения называются произвольными (промежуточными).

Анализируя пересекающиеся поверхности и их расположение относительно плоскостей проекций нужно научиться разделять задачи на пересечение поверхностей на задачи первого, второго и третьего типа, а в каждом отдельном случае уметь применять соответствующий алгоритм решения. Это относится и к задачам на пересечение прямой с поверхностью.

### **Вопросы для самопроверки.**

1. В зависимости от чего задачи на пересечение поверхностей делятся на три типа? Какие возможны случаи?
2. Перечислите алгоритмы решения задач первого, второго и третьего типа на взаимное пересечение поверхностей?
3. Что собой представляет линия пересечения поверхностей двух многогранников? Каковы пути ее построения?
4. В каких случаях при пересечении многогранников образуется одна замкнутая ломаная линия, в каких – две?
5. Как следует выбирать вспомогательные плоскости при построении линии пересечения поверхностей: двух призм, двух пирамид, пирамиды и призмы?
6. В чем заключается общий метод построения взаимного пересечения двух кривых поверхностей?
7. Что представляет собой линия пересечения многогранника с кривой поверхностью?
8. Что относится к характерным или опорным точкам при построении линии пересечения поверхностей?
9. Какие встречаются возможные виды взаимного пересечения поверхностей?
10. В каких случаях для построения линии пересечения двух поверхностей применяются вспомогательные плоскости уровня? проецирующего положения? общего положения?
11. В каком случае для построения линии пересечения двух поверхностей вращения применяется метод вспомогательных сфер?
12. Сущность способа построения точек пересечения прямой с поверхностью?
13. Чем отличаются алгоритмы решения задач первого, второго и третьего типа на нахождение точек пересечения прямой линии и поверхности?
14. Какие вспомогательные плоскости применяются при нахождении точек пересечения прямой линии с поверхностью?

## **Модуль 5.**

### **Тема 5.1. Развертывание поверхностей. Признак развертываемости поверхностей. Построение разверток».**



Во многих задачах в технике встречается необходимость уметь определять натуральные размеры фигуры и её отдельных элементов. Из материалов, рассмотренных ранее, известно, что если отрезок прямой (плоская фигура) параллелен одной из плоскостей проекций, то он проецируется на эту плоскость без искажения, т.е. по проекции можно судить о длине отрезка, о величине углов между пересекающимися прямыми, величине площади фигуры. Если фигура занимает произвольное положение и по её проекциям нельзя определить натуральную величину, то применяют известные способы преобразования, позволяющие строить проекции фигур в частных положениях по отношению к плоскостям проекций.

К метрическим задачам по определению натуральной величины площади поверхности геометрического тела можно отнести и задачи по выполнению развертки поверхности.

Разверткой поверхности называется плоская фигура, полученная совмещением поверхности тела с плоскостью.

Для построения развертки кривой поверхности в неё надо вписать или около неё описать многогранную поверхность и совместить с плоскостью все грани вспомогательной поверхности.

В данной теме нужно уметь отличить развертывающуюся поверхность от неразвертывающейся. Знать признак развертываемости поверхности, основные свойства развертки развертывающихся поверхностей. Уметь построить развертки; пирамиды, призмы, конуса и цилиндра, как частного так и общего положения.

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Чем определяется расстояние между двумя точками? Между точкой и прямой? Между точкой и плоскостью?
2. В каком положении нужно увидеть отрезок, определяющий расстояние относительно плоскости проекций, чтобы получить его истинную величину? Какие для этого существуют способы?
3. Для определения углов и площадей в каком положении должны находиться эти плоскости угла и площади относительно плоскости проекций? Какие для этого существуют способы?
4. Что называется разверткой поверхности?
5. Какая поверхность называется развертывающейся?
6. В чем состоит признак развертываемости поверхности?
7. Как строится для общего случая развертка пирамиды? конуса?
8. Как строится развертка прямого кругового конуса?
9. Как строится для общего случая развертка призмы? цилиндра?
10. Как строится развертка прямого кругового цилиндра?

## **Модуль 6**

### **Тема 6.1. «Нанесение размеров на чертежах (общие положения). Справочные размеры. Конструкторские и технологические базы в машиностроении. ГОСТ 2.307 – 68».**

#### **Методические указания.**

Величину изображенного изделия и его элементов определяют размерные числа. Простановка размеров является очень важным этапом работы. Ошибка в простановке размеров, в конечном счете, отразится на изготовлении детали и может привести к браку в производстве. Для простановки размеров необходимо выбрать базу. Базой называется обработанная поверхность детали, по отношению к которой определяется положение других ее поверхностей, линий, точек. Базовыми поверхностями чаще всего являются те поверхности, от которых начинается механическая обработка детали. Это торцовые или привалочные плоскости, которыми данная деталь присоединяется к другой детали. Базой может являться также ось симметрии детали.

## Вопросы для самопроверки.

1. Какое количество размеров должно быть на чертеже?
2. Какие размеры называют справочными и как их отмечают на чертеже?
3. Допускается ли повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях?
4. В каких единицах на чертежах линейные и угловые размеры?
5. Как наносятся размеры при расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т.п.) на одной оси или одной окружности?
6. Допускается ли наносить размеры замкнутой цепочкой?
7. С помощью чего указывают размеры на чертежах?
8. Как следует наносить размерные и выносные линии при указании размера прямолинейного отрезка, длины угла окружности и размера угла?
9. В каких случаях допускается проведение выносных линий не под прямым углом к размерным линиям?
10. В каких случаях допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям?
11. На сколько миллиметров должны выходить выносные линии за концы стрелок размерной линии?
12. Какое должно быть расстояние между параллельными размерными линиями, а также расстояние размерной линии от параллельной ей линии контура, от центровой, осевой, выносной линии?
13. Можно ли использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных?
14. Как наносят размеры криволинейного контура?
15. Как проводят выносные линии, если надо показать вершины скругленного угла или центра дуги скругления?
16. Как проводят размерные линии, если вид или разрез симметричного предмета вычерчен до оси симметрии с обрывом?
17. В каких случаях размерные линии допускается проводить с обрывом?
18. Как проводят размерную линию, если изображение на чертеже выполнено с разрывом?
19. От чего зависят величины элементов стрелок для размерных линий и каково примерное соотношение этих элементов?
20. Как наносят размерные стрелки в случае:
  - а) недостатка длины линии для размещения на ней стрелок?
  - б) недостатка места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой?
  - в) недостатка места для стрелок из-за близкого расположения контурной или выносной линии?
21. Как следует наносить размерные числа линейных и угловых размеров, а также размер диаметра, если размерная стрелка расположена внутри окружности?
22. Как рекомендуется располагать размерные числа при нескольких параллельных или концентрично расположенных линиях?
23. Как следует располагать размерные числа линейных и угловых размеров в зависимости от наклона размерных линий?
24. Как проставляют размерные числа в случае недостатка места над размерной линией?
25. Допускается ли разделять или пересекать размерные числа какими-либо линиями?
26. Как рекомендуется наносить размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.)?
27. Какой знак наносят перед размерным числом радиуса, диаметра?
28. Как при необходимости оформляется размерами положение центра дуги окружности. Как поступают, если центр окружности удален на значительную величину?
29. Как допускается наносить размерную линию радиуса, если требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности?
30. Как наносят размеры радиусов наружных и внутренних скруглений?

31. Какой знак наносят перед размерным числом диаметра (радиуса), сферы и в каких случаях пишется слово “сфера”?
32. Как указывают размеры квадрата?
33. Каким знаком обозначается конусность?
34. Каким знаком обозначают уклон?
35. Как наносят размеры фасок?
36. Как рекомендуется наносить размеры одинаковых, повторяющихся элементов изделия (например, отверстий)?
37. Как наносят размеры элементов, равномерно расположенных по окружности изделия?
38. Как наносят размеры для двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий)?
39. Какие рекомендуется наносить размеры, определяющие расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например отверстиями)?
40. Как указываются одинаковые элементы изделия (например отверстия) расположенные на разных поверхностях и разных изображениях?
41. В каких случаях допускается повторить размеры одинаковых элементов или их групп (в том числе и отверстий), лежащих на одной поверхности?
42. Как допускается указывать толщину тонкой детали (пластины, прокладки и т.п.) и длину детали с фасонным поперечным сечением при изображении детали в одной проекции?
43. Как допускается указывать глубину отверстия при отсутствии изображенного в разрезе (сечении)?

## Модуль 7

### Тема 7.1. «Изображение: виды, разрезы, сечения, аксонометрические проекции деталей. Надписи, обозначения».

#### Методические указания.

В зависимости от содержания, изображения на чертежах делят на виды, разрезы, сечения. Правила и рекомендации по выполнению изображений на чертежах приведены в ГОСТ 2.305-68\*.

Расположение изображений на чертежах в различных странах осуществляют по одной из двух существующих систем – европейской или американской. В России и в большинстве европейских стран принята система расположения изображений на чертежах; в США, Англии, Голландии и некоторых других странах – американская система.

Предмет условно помещают внутри пустотелого куба, центр граней которого принимают за основные плоскости проекций; изображения предмета на внутренних шести гранях куба получают по методу прямоугольного проецирования. Разрезав куб по ребрам, разворачивают его грани до совмещения с фронтальной плоскостью проекций и получают чертеж предмета, состоящий из шести изображений.

При получении изображений по американской системе, предмет условно помещают внутри пустотелого куба и рассматривают его сквозь прозрачные грани, на внешнюю сторону которых выступают изображения предмета, являющиеся его проекциями. Принципиальное отличие расположения изображений в американской системе от европейской системы состоит в том, что все виды в этой системе, за исключением главного и вида сзади, расположены в обратном порядке.

В данной теме предстоит изучить изображения: виды, разрезы, сечения, аксонометрические проекции; знать их отличие, условности изображений и обозначений. Уметь, на основе предыдущих тем, строить линию пересечения поверхностей применительно к геометрическим телам и строить эту линию в одной из аксонометрических проекций с вырезом четверти предмета.

Предстоит серьезное и внимательное изучение по указанной литературе основ технических изображений с выполнением тестов по видам, разрезам и сечениям.

Ниже приводятся вопросы по названным темам.

### Вопросы к контролирующей карте по теме: “ВИДЫ”

Укажите изображения, на которых выполнены:

- 1). Главный вид (вид спереди);
- 2). Вид сверху;
- 3). Вид слева;
- 4). Вид справа;
- 5). Вид снизу;
- 6). Вид сзади;
- 7). Вид, который должен быть отмечен на чертеже надписью типа “ А ”;
- 8). Вид, который должен быть отмечен на чертеже надписью типа “А О ”;
- 9). Дополнительный вид;
- 10). Местный вид.

### Вопросы к контролирующей карте по теме: “РАЗРЕЗЫ”

Укажите изображения, на которых выполнены:

- 1). Горизонтальный разрез;
- 2). Фронтальный разрез;
- 3). Профильный разрез;
- 4). Наклонный разрез;
- 5). Ломаный разрез;
- 6). Ступенчатый разрез;
- 7). Местный разрез;
- 8). Соединение половины вида с половиной разреза;
- 9). Разрез, который необходимо сопровождать надписью типа “ А – А ”.

### Вопросы к контролирующей карте по теме: “СЕЧЕНИЯ”

Укажите изображения, на которых выполнены:

- 1). Вынесенные сечения, для которого линия сечения не проводится и не обозначается.
- 2). Наложённые сечения, для которого линия сечения не проводится и не обозначается.
- 3). Наложённое или вынесенное сечения, линия сечения которых обозначается разомкнутой линией со стрелками, но без буквенных обозначений.
- 4). Наложённое или вынесенное сечения, линия сечения которых указывается разомкнутой линией со стрелками (направление взгляда) и обозначается по типу “ А – А ”.
- 5). Выносной элемент.

### Вопросы для самопроверки.

1. Что представляет собой европейская и американская система расположения изображений предмета на чертеже? их отличие?
2. Что называют видом?
3. Как получают изображение предмета на плоскости?
4. Как располагают изображения предмета на чертеже?
5. Какие виды являются основными?
6. Что называют главным видом?
7. Поясняют ли надписями виды на чертежах?
8. Что называют дополнительным видом?
9. Какими правилами пользуются при выполнении дополнительных видов?
10. Что называют местным видом?
11. Что называют разрезом?
12. Как отличить разрез от вида?
13. Какие обозначения и надписи установлены для разрезов?
14. Какие бывают разрезы в зависимости от положения секущей плоскости?
15. Как делятся простые разрезы в зависимости от положения секущей плоскости?

16. Как располагают разрезы на чертежах?
17. Как подразделяют сложные разрезы в зависимости от взаимного расположения секущих плоскостей?
18. В чем заключаются особенности построения ломаных разрезов?
19. Какой разрез называют местным?
20. Допустимо ли на изображении предмета совмещать половину вида и половину разреза?
21. Что является отличительной особенностью продольных разрезов?
22. Что называют сечением?
23. Какие применяют сечения в зависимости от характера выполнения их на чертеже?
24. Чем отличаются изображения контуров вынесенного и наложенного сечений?
25. Как располагают сечения на чертежах?
26. Всегда ли сечения на чертеже нужно обозначать линиями сечения?
27. Что служит основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов?
28. Какие проекции называют аксонометрическими?
29. Какое положение аксонометрических осей принято в изометрических и диметрических прямоугольных проекциях?
30. Что называется коэффициентом искажения?
31. Чему равны коэффициенты искажения по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  в изометрических и диметрических прямоугольных проекциях?
32. Какие коэффициенты искажения приняты по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  при выполнении изометрических и диметрических прямоугольных проекций?
33. Чему равны большие и малые оси эллипсов при выполнении изометрических и диметрических проекций без искажения по осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ?
34. Как наносят линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях?
35. Штрихуют ли в сечениях спицы маховиков и шкивов, ребра жесткости и подобные им элементы в аксонометрических проекциях?

## Модуль 8

**Тема 8.1.** «Изображение и обозначение резьбы на чертеже. ГОСТ 2.311 – 68. Параметры и конструктивные элементы резьбы. Основные определения и изображение их на чертеже ГОСТ 10549 – 80 Классификация резьбы по форме профиля, по поверхности, по расположению, по назначению, по числу заходов, по направлению винтовой линии».

### Методические указания.

При сборке станков, приборов и аппаратов отдельные их детали в большинстве случаев соединяются друг с другом резьбовыми крепежными изделиями: болтами, винтами, шпильками.

Резьбовые соединения деталей, на одной из которых нарезана наружная, а на другой – внутренняя резьба, называются разъемными. Их можно разобрать без повреждения деталей.

Чертежи разъемных соединений выполняют с применением рекомендуемых стандартами упрощений и условностей.

Резьбы, применяемые для неподвижных соединений, называются крепежными. Резьбы, применяемые в подвижных соединениях для передачи заданного перемещения одной детали относительно другой, называются кинематическими (ходовыми).

Резьба, образованная на цилиндрической поверхности, называется цилиндрической резьбой, на конической поверхности – конической резьбой.

При резьбовом соединении двух деталей одна из них имеет наружную резьбу с наружным и внутренним диаметром, выполненную на наружной поверхности, а другая – внутреннюю, выполненную в отверстии с наружным и внутренним диаметрами. Под размером резьбы

понимается значение его наружного диаметра, который называют номинальным диаметром резьбы.

В машиностроении применяются стандартные цилиндрические и конические резьбы разных типов, отличающихся друг от друга назначением и параметрами: метрическая, трубная цилиндрическая, трубная коническая, трапецеидальная, упорная и др.

Стандарты, устанавливающие параметры той или иной резьбы, предусматривают также ее условное обозначение на чертежах. Обозначение резьбы обычно включает в себя буквенное обозначение, определяющее тип резьбы, а также размер резьбы.

Основным элементом резьбы является ее профиль, установленный соответствующим стандартом.

После изучения данной темы обучаемый должен ответить на вопросы контролирующей карты и записать в специальную карточку для каждого вопроса соответствующий номер ответа в клетке одним из значков: **V** или **X**.

### **Вопросы к контролирующей карте по теме «РЕЗЬБЫ».**

Из изображений 1-9 укажите те, где выполнены:

1. Профиль метрической резьбы.
2. Профиль дюймовой резьбы.
3. Профиль трубной цилиндрической резьбы.
4. Профиль трапецеидальной резьбы.
5. Профиль упорной резьбы.
6. Резьба с нестандартным профилем.

Из изображений 10-18 укажите те, где условно показана и обозначена резьба:

1. С профилем равностороннего треугольника с углом при вершине  $60^\circ$ .
2. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$  и со срезанными вершинами.
3. С профилем равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$  и со скругленными вершинами и впадинами.
4. С профилем равнобокой трапеции.
5. С профилем неравнобокой трапеции.
6. С нестандартным профилем.

Подготовиться к аудиторным самостоятельным работам по задачку по машиностроительному черчению авторов Э.Д.Мерзон, И.Э.Мерзон, тема 3.

«Резьбовые изделия и соединения», где нужно уметь:

1. Перечертить задание в правильном масштабе.
2. Дочертить условное изображение резьбы на указанной поверхности.
3. Выполнить указанное изображение.
4. Обозначить резьбу.
5. Применить местный разрез для показа резьбы нестандартного профиля.
6. Начертить соединения на резьбе указанных в задании деталей (соединения должны быть выполнены до упора).

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Что называется винтовой линией?
2. Что называется ходом винтовой линии?
3. Что называют резьбой?
4. Что называют витком резьбы?
5. Что представляет собой однозаходная и многозаходная резьба?
6. Какие различают резьбы в зависимости от направления винтовой линии?
7. Какую форму может иметь профиль резьбы?
8. На каких поверхностях нарезают резьбу?

9. Какой тип резьбы является основным для крепежных изделий?
10. В каких случаях применяют метрическую резьбу с крупным и мелким шагом?
11. Какая резьба применяется в трубных соединениях?
12. К какому диаметру трубы в обозначении отнесен номинальный диаметр трубной резьбы? В чем он измеряется?
13. Какие установлены правила изображения резьбы?
14. Что относят к элементам резьбы? Что такое сбеги, недорез, проточка и фаска резьбы?
15. Для чего введено условное обозначение резьбы?
16. Что представляет собой болт?
17. Что называют гайкой?
18. Что такое шайба?
19. Что входит в условное обозначение болта? гайки? шайбы?
20. От чего зависит длина резьбы ввинчиваемого в деталь конца шпильки?
21. Какой профиль витков имеет метрическая резьба?
22. Какой профиль витков имеет дюймовая резьба?
23. Какой профиль витков имеет трубная цилиндрическая резьба?
24. Какой профиль витков имеет трапецидальная резьба?
25. Какой профиль витков имеет упорная резьба?
26. Какой профиль витков имеет резьба с нестандартным профилем?
27. Что входит в условное обозначение метрической? дюймовой? трубной цилиндрической? трапецидальной? упорной резьбы?
28. Что представляет собой специальная резьба? резьба с нестандартным профилем?
29. Как обозначается специальная резьба? резьба с нестандартным профилем?

## Модуль 9

### Тема 9.1 «Выполнение эскизов деталей машин. Требования к эскизам.

#### Основные этапы выполнения эскизов. Выбор главного изображения.

#### Элементы геометрии деталей. Изображения и обозначения элементов деталей».

##### Методические указания.

Эскиз выполняют от руки в глазомерном масштабе, без применения чертежных инструментов.

Для выполнения эскиза выбирают главный вид, дающий наиболее полное представление о геометрической форме детали, а также минимально необходимое и достаточное число изображений, при этом обращая внимание при расположении изображений на детали изготовленные на токарном станке. После этого тонкими линиями (мягким карандашом) наносят на эскизе выбранные изображения с последующей обводкой линии контура. Не следует допускать необоснованного уменьшения числа изображений, так как это может привести к неопределенности формы.

Указывая размеры, следует избегать излишнего их количества на одном изображении, так как это затемняет чертеж, затрудняя его чтение. Не допускается повторение одних и тех же размеров.

Изображения следует выполнять в проекционной связи между ними (без нанесения линий связи), отсутствие которой усложняет чтение чертежа.

Нанесению размеров предшествует выбор баз изделия, от которых проставляются размеры. При этом под базой понимается поверхность, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию.

В зависимости от назначения различают следующие виды баз: технологическую, используемую для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте; конструкторскую, используемую для определения положения детали или сборочной единицы в изделии; измерительную, используемую для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

Измерить резьбу – значит определить все ее параметры (форму профиля, наружный диаметр, шаг, направление, число заходов и длину нарезки). Наружный диаметр (или внутренний) и длину резьбы измеряют как и любой линейный размер. Число заходов и направление определяют осмотром (правое направление – направление витков слева вверх направо и левое – справа вверх налево, если ось расположена вертикально)

Точное определение формы и размеров профиля любой резьбы производится с помощью специальных мерительных машин. Для метрической, дюймовой и трубной резьбы приближенное определение угла профиля, а также измерение шага осуществляется специальными резьбовыми шаблонами – резьбомерами.

Резьбомеры бывают двух типов – для метрической резьбы и дюймовой. Непосредственное значение резьбомера – определение шага резьбы, т.е. расстояние между соседними витками. О величине угла судят по тому, какой резьбомер подошел к измеряемой резьбе – метрический или дюймовый.

Резьбомер метрической резьбы показывает размер шага в миллиметрах, а резьбомер дюймовой резьбы – в количестве ниток (витков) на один дюйм длины (один дюйм равен 25,4 мм)

Порядок измерения резьбы на стержне следующий:

1. Сначала измеряют наружный диаметр резьбы, причем нужно иметь в виду, что у резьбовых деталей, бывших в работе, часто наружный диаметр несколько меньше, чем у новой детали.
2. Затем определяют тип резьбы и шаг: для этого нужно приложить к нарезке резьбомер и подобрать тот, у которого между витками резьбы и резьбомером отсутствует просвет.
3. Определив исходные данные резьбы и пользуясь таблицами, выясняют тип данной резьбы и ее размер.

При отсутствии резьбомера можно измерить резьбу с помощью масштабной линейки. Необходим наружный диаметр и шаг. Для большей точности рекомендуется измерять шаг не между двумя витками непосредственно, а подсчитать число витков, приходящихся на 20 или 50 мм длины и затем разделить результат на число миллиметров длины. Для дюймовой резьбы подсчитывается число ниток на 1 дюйм, т.е. на длине 25,4 (число ниток на 1 дюйм длины нарезки).

Непосредственное измерение резьбовых отверстий затруднено ввиду их малой доступности. Для их измерения нужно подобрать сопрягаемую (ввинчиваемую) деталь с наружной резьбой и произвести ее измерение.

В случае отсутствия сопрягаемой детали можно рекомендовать следующее. Конец карандаша или палочки (спички) вставляют в резьбовое отверстие и слегка нажимают им на резьбу, от чего на дереве остаются следы витков резьбы. По этим следам и определяют шаг. Затем измеряют внутренний диаметр резьбы и по таблицам определяют номинальный размер резьбы.

Если измеренные диаметр и шаг резьбы не отвечают стандартному сочетанию диаметра и шага, то это означает, что на детали нарезана стандартная по профилю, но не стандартная по размерам резьба, т.е. специальная. и ее обозначение будет начинаться с Сп. (специальная).

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Что такое эскиз детали?
2. Что подразумевают под глазомерным масштабом?
3. В каких случаях выполняется эскиз детали? Охарактеризуйте различия по выполнению эскиза детали при разработке конструкций новых деталей от эскиза детали при ремонте изделия и от эскиза при детализовании по чертежу общего вида изделия?
4. Какие требования предъявляются к выполнению эскиза детали с натуры?
5. В какой последовательности выполняют эскиз детали?
6. Какие особенности выполнения эскиза детали с натуры?
7. Что определяет величину изделия по чертежу?
8. В каких единицах измерения указывают на чертежах линейные и угловые размеры?



9. Допускается ли повторять на чертеже размеры одинаковых элементов детали на разных ее изображениях?
10. Чем отличается нанесение размеров фасок, имеющих разные углы?
11. Какие различают базы, от которых проставляют размеры? Их назначения?

## Модуль 10

**Тема 10.1.** «Конструкторская документация. Оформление чертежей. Изображения сборочных единиц. Чертеж общего вида. **Сборочный чертеж изделия.** «Спецификация» ГОСТ 2.108 – 68. **Рабочие чертежи деталей.** Общие требования. ГОСТ 2.109 – 73».

### Методические указания.

Для выполнения чертежей деталей предварительно тщательно изучают представленный на деталировке чертеж общего вида, выясняя назначение и принцип работы изделия. По спецификации устанавливают стандартные и покупные изделия, не подлежащие деталированию. Определяют форму отдельных деталей, их взаимодействие и назначение. Изучают размеры, нанесенные на чертеже (габаритные, монтажные, установочные и др.) Обращают внимание на масштаб изображения.

На чертеже общего вида нужную деталь находят по номеру позиции, указанному на линии-выноске в соответствии со спецификацией на изделие. По изображениям изучают ее наружную и внутреннюю форму.

При выполнении чертежа (эскиза) выбирают главное изображение детали, которое может и не совпадать с его изображением на чертеже общего вида, и определяют необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов). Выбирают масштаб изображения для чертежа детали и нужный формат бумаги с учетом размещения всех изображений детали и основной надписи. Намечают расположение всех изображений детали на чертеже выбранного формата и тонкими линиями наносят виды, разрезы, сечения и выносные элементы, а также проводят выносные и размерные линии. Определяют истинные размеры элементов детали и проставляют их на чертеже. Размеры фасок, проточек, центровых отверстий и т.п. определяют не по чертежу общего вида, а по стандартам на эти элементы.

После нанесения всех изображений выполняют обводку чертежа, штриховку разрезов и сечений...

Выполняя чертеж детали необходимо помнить о положении детали в токарном станке, о наибольшей подробности, о детали на главном изображении.

На чертеже детали должны быть показаны элементы, не показанные на чертеже общего вида или изображенные упрощенно, условно, схематично, например: скругления, уклоны, конусности, фаски, проточки и т.п. Размеры подобных конструктивных элементов, как и размеры шпоночных пазов, шлицов, гнезд под крепежные винты, шпильки, центровые отверстия и т.п., должны соответствовать соответствующим стандартам на эти элементы, особое внимание обращая на размеры сопрягаемых деталей.

Часто при деталировании приходится решать какую резьбу применить в детали.

Крепежные резьбы (метрическая, дюймовая) применяют для выполнения разъемных соединений деталей машин.

Кинематические резьбы (трапецеидальная и прямоугольная) используют для ходовых винтов станков, винтов столов измерительных приборов и др. с целью обеспечения точного перемещения элементов; к кинематическим также относят упорную резьбу, применяемую для преобразования вращательного движения в прямолинейное в прессах и домкратах.

Трубные и арматурные резьбы (трубная цилиндрическая и коническая, метрическая коническая) применяют для трубопроводов и арматуры, основным назначением которых является обеспечение герметичности соединений.

Основной для крепежных резьб является метрическая резьба, имеющая профиль равнобедренного треугольника с углом при вершине  $60^\circ$ . При одинаковых наружных диаметрах стандартизованные резьбы могут быть выполнены с крупным и мелким шагом.

По условиям прочности в основном применяют метрическую резьбу с крупным шагом. Метрические резьбы с мелким шагом более стойки против самосвинчивания при сотрясениях и вибрациях, а также обладают большей герметичностью. Резьба с мелким шагом нарезается преимущественно на тонкостенных деталях.

Для трубных соединений используют трубную цилиндрическую резьбу, имеющую профиль равнобедренного треугольника с углом при вершине  $55^\circ$  и закругленными вершинами и впадинами. Номинальный диаметр трубной резьбы, которым она обозначается на чертежах, условно отнесен к внутреннему диаметру трубы. Наружный диаметр резьбы больше номинального на удвоенную толщину стенок трубы, например, при номинальном диаметре трубы 1" (25,4 мм) ее наружный диаметр 33,25 мм.

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Что называется детализированием?
2. Какая работа предшествует детализированию?
3. Чем отличается чертеж детали от эскиза?
4. На все ли детали в изделии выполняют чертежи?
5. В какой последовательности производят детализирование по чертежу общего вида?
6. Каковы требования к чертежам деталей?
7. Как определяют на чертежах общего вида действительные размеры деталей?
8. О чем следует помнить, детализируя чертеж общего вида?
9. Что называется спецификацией?
10. Что и в каком порядке вносят в спецификацию?
11. Что вносят в каждый из разделов спецификации?
12. Как заполняют графы спецификации?
13. В каком случае допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом?
14. Что должен содержать сборочный чертеж?
15. В какой последовательности выполняют чертеж сборочной единицы?
16. Какие допускаются упрощения на сборочных чертежах?
17. Как отмечают отдельные составные части на сборочном чертеже?
18. Какие размеры наносят на сборочных чертежах?
19. В каких положениях на сборочных чертежах изображают перемещающиеся части?

## **Тема 10.2. «Общие сведения о схемах. ГОСТ 2.701 – 84. «Правила оформления электрических схем» ГОСТ 2.702 – 75. Выполнение чертежа электрической схемы и заполнение таблицы перечня элементов. Конструкторская документация. Оформление чертежей».**

### **Методические указания.**

Схема – это графический конструкторский документ, на котором составные части изделия и связи между ними показаны в виде условных изображений или обозначений.

Схемы используют при проектировании, для изучения принципов работы, для изготовления, регулировки, контроля и ремонта изделий. Правила выполнения и оформления схем стандартизованы и изложены в седьмой группе стандартов ЕСКД.

### **Вопросы для самопроверки.**

1. Что называется схемой?
2. Где используют схемы?

3. Что называется элементом схемы?
4. Что называется устройством?
5. Что называется функциональной группой, функциональной частью, функциональной цепью?
6. Что называется линией взаимосвязи (или связи)?
7. Что называется установкой?
8. На какие виды и в зависимости от чего подразделяют схемы?
9. На какие типы и в зависимости от чего подразделяют схемы?
10. Каковы общие требования к выполнению схем (комплексность или номенклатура, форматы листов, масштаб схемы, линии связи и расстояние между ними)?
11. Какая толщина линий принята для условных графических обозначений электрических схем?
12. Из чего состоит позиционное обозначение элементов электрической схемы?
13. В каких местах на схеме проставляют позиционные обозначения?
14. Что называется перечнем элементов?

## Модуль 11

### **Тема 11.1. Понятие о компьютерной графике, геометрическое моделирование и его задачи, графические объекты, примитивы и их атрибуты, применение интерактивных графических систем для выполнения и редактирования изображений и чертежей, решение задач геометрического моделирования.**

#### Методические указания.

Основными *свойствами* двумерных объектов являются цвет, тип и толщина линии.

Информативность цветных чертежей значительно выше, чем черно-белых. AutoCAD позволяет присваивать цвета как целым слоям, так и отдельным элементам чертежа.

*Тип* – это внешний вид линии. Каждый тип имеет свое название.

В обычном режиме толщина линии на экране не показывается, поэтому все контуры, кроме полилиний, выглядят одинаково и рисуются толщиной в один пиксель. Это сделано для того, чтобы сократить время регенерации рисунка. Основными командами панели рисования являются построение отрезков, линий конструкции, полилиний, прямоугольников, многоугольников, окружностей.

Под редактированием в AutoCAD понимают действия, приводящие к изменению количества, внешнего вида и размещения *существующих* объектов. Среди таких действий можно выделить копирование, вырезание, изменение размеров и расположения (в том числе поворот), удаление. Умелое использование команд редактирования значительно ускоряет работу и повышает точность выполняемых построений.

Наиболее важные команды редактирования сосредоточены в панели инструментов *Изменение*. Кроме панели эти инструменты доступны из ниспадающего меню *Изменить* и имеют собственные команды. В программе AutoCAD есть еще одна панель с инструментами редактирования, которая называется *Изменение II*. Она содержит инструменты правки ломаной, штриховки, текста, сплайна, мультилиний и некоторые другие. Помимо панели и ниспадающего меню существуют еще и десятки команд, которые просто нужно помнить: *Удаление* (Erase); *Копирование объектов* (Copy); *Зеркальное отражение объектов* (Mirror); *Команда Отступ* (Offset); *Команда Массив* (Array); *Перемещение объектов* (Move); *Поворот объектов* (Rotate); *Масштабирование объектов* (Scale); *Удлинение объектов* (Lengthen); *Команда Обрезать* (Trim); *Команда Продолжить* (Extend); *Команда Разрыв* (Break); *Команда Взорвать* (Explode).

Текст является обязательным элементом любого чертежа. Программа AutoCAD выделяет два вида текстовых объектов – однострочный и многострочный текст. Каждый из них вводится и обрабатывается разными командами. Однострочный текст в инженерных чертежах используется чаще. Он бывает элементом штампа, спецификации, пояснительных подписей и вводится командой Dtext.

Многострочный текст применяют для вывода блоков с большим количеством строк при создании пояснительных записок или описательного материала к чертежам. Он вводится командой Mtext с помощью встроенного в AutoCAD редактора. Для создания текста AutoCAD использует как собственные векторные шрифты, так и стандартные шрифты Windows. Векторные шрифты, например, txt.shx, менее красивы, зато быстрее обрабатываются компьютером.

### Вопросы для самопроверки.

1. Что представляют собой программные средства компьютерной графики?
2. Что такое графические объекты, примитивы и их атрибуты?
3. Как произвести запуск программы? Выход из программы.
4. Что такое «Шаблон», создание шаблона, сохранение.
5. Рабочий стол: Панели инструментов. Стандартная панель инструментов. Панель стилей, свойств объектов, строка состояния, командная строка.
6. Функциональные клавиши, контекстное меню.
7. Настройка рабочей среды AutoCAD.
8. Открытие рисунка, создание рисунка. Сохранение рисунка.
9. Определение границ рисунка.
10. Определение параметров сетки, шага привязки, изменение угла поворота шаговой привязки, установка изометрического стиля и шаговой привязки.
11. Рассказать о Системах координат, используемых в программе.
12. Какими командами можно построить прямые линии?
13. Как организованы команды Line? Как выйти из команды?
14. Для чего применяются команды Прямая (Xline) и Луч (Ray)?
15. Что представляет собой команда Полилиния (Pline)? Как организованы запросы этой команды?
16. Какие геометрические элементы можно построить в режиме полилинии?
17. Что представляют собой многоугольники в программе? Какими способами можно построить многоугольники?
18. Перечислить способы построения окружностей.
19. Что такое «Объектная привязка»? Для чего нужна объектная привязка?
20. Режимы объектной привязки, выбор режимов объектной привязки.
21. Что подразумевают под зумированием?
22. При зумировании абсолютные размеры рисунка остаются прежними или меняются в соответствии с изменениями рисунка?
23. Что такое «увеличение или уменьшение масштаба изображения в реальном времени»?
24. Как установить масштабный коэффициент увеличения или уменьшения?
25. Какими способами можно выбрать объект на чертеже?
26. Чем отличается выбор объекта с помощью «рамки» и «секущей рамки»?
27. Что такое «ручки»?
28. Редактирование с помощью ручек.
29. Какова последовательность запросов команды Move?
30. Как осуществить копирование изображения однократно? Многократно?
31. Какие виды размножения массивом используются в программе?
32. Какова последовательность команд при размножении прямоугольным массивом?
33. Какова последовательность команд при размножении круговым массивом?
34. Возможно ли при зеркальном отображении объектов удалить исходное изображение объекта?
35. Какие геометрические примитивы можно создавать при использовании команды Offset?
36. Какие подобные фигуры позволяет строить ACAD?
37. Какой командой в ACAD можно изменить размер рисунка объекта?
38. Как следует выбирать объекты при выполнении команды «Растянуть» (STRETCH)?

39. Когда возможно использование команды «Удлинение объекта»: до выбора объекта или после?
40. Какие объекты можно удлинять, а какие – нет?
41. Можно ли указывать удлиняемые объекты рамкой или секущей рамкой?
42. Чем отличается разбиение объекта на части от расчленения объекта?
43. Какие виды текста используются в программе?
44. Что такое текстовые стили? Как их задать?
45. Как создать однострочный текстовый стиль?
46. Каковы запросы команды однострочного текстового стиля?
47. Что подразумевается под понятием «многострочный текст»?
48. Редактирование однострочного текста.
49. Редактирование многострочного текста.
50. Последовательность вывода рисунка на печать.