

Министерство образования Красноярского края  
краевое государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущей и промежуточной аттестации

**ОП. 05 Инженерная графика**

**программы подготовки специалистов среднего звена**

по специальности

**22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства)**

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства) и рабочей программы ОП 05. Инженерная графика

Рассмотрено и одобрено  
на заседании комиссии  
профессионального цикла  
специальности  
22.02.08 Metallургическое производство  
(по видам производства)  
Протокол № \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.  
Председатель комиссии  
\_\_\_\_\_ Юдина Е.С.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УР  
\_\_\_\_\_ Попова И.Е.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

АВТОР: Дмитриева К.И., преподаватель КГБПОУ «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина»

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

<u>1</u>	<u>Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств</u> .....	3
<u>1.1</u>	<u>Перечень умений, знаний, общих и профессиональных компетенций</u> .....	3
<u>1.2</u>	<u>Результаты освоения дополнительного учебного предмета, подлежащие проверке</u> .....	4
<u>1.3</u>	<u>Контроль и качество освоения дополнительного учебного предмета</u> .....	7
<u>2</u>	<u>формы и методы оценивания</u> .....	12
<u>2.1</u>	<u>Оценочные средства текущего контроля успеваемости</u> .....	12
<u>2.2</u>	<u>Оценочные средства для промежуточной аттестации</u> .....	13
<u>3</u>	<u>Приложение к фонду оценочных средств</u> .....	20
<u>Приложение 1</u>	.....	20
<u>Приложение 2</u>	.....	29
<u>Приложение 3</u>	.....	147

## 1 Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, осваивающих программу общепрофессионального цикла ОП.05 Инженерная графика. ФОС разработан в соответствии с требованиями ОПОП-П ППСЗ по специальности 22.02.08 Metallургическое производство (по видам производства), квалификация: техник, рабочей программы общепрофессионального цикла Инженерная графика.

Дисциплина общепрофессионального цикла Инженерная графика осваивается в течение одного семестра, в объеме 156 часов.

ФОС содержит типовые оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формой аттестации по дисциплине ОП.05 Инженерная графика является дифференцированный зачет.

### 1.1 Перечень умений, знаний, общих и профессиональных компетенций

В результате освоения дисциплины ОП.05 Инженерная графика обучающийся должен обладать следующими умениями, знаниями, профессиональными компетенциями и общими компетенциями:

Код ПК, ОК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ПК 2.3.	У1. Выполнять графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике;	31. Законы, методы и приемы проекционного черчения;	
	У2. Выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на их поверхности, в ручной и машинной графике;	32. Правила выполнения и чтения конструкторской и технологической документации;	
	У3. Выполнять чертежи технических деталей в ручной и машинной графике;	33. Правила оформления чертежей, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей;	
	У4. Читать чертежи и схемы;	34. Способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем;	
	У5. Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.	35. Требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической системы (ЕСТД) к оформлению и	



		составлению чертежей и схем	
<b>ОК 02.</b>	У6. Определять задачи для поиска информации;	36. Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;	
	У7. Определять необходимые источники информации;	37. Приемы структурирования информации;	
	У8. Выделять наиболее значимое в перечне информации;	38. Формат оформления результатов поиска информации.	
	У9. Оценивать практическую значимость результатов поиска;		
	У10. Оформлять результаты поиска.		
<b>ОК 04.</b>	У11. Организовывать работу коллектива и команды;	39. Основы проектной деятельности.	
	У12. Эффективно взаимодействовать с коллективом и работать в команде в процессе профессиональной деятельности.		
<b>ОК 05.</b>	У13. Грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе.	310. Правила оформления документов и построения устных сообщений.	

## 1.2 Результаты освоения дополнительного учебного предмета, подлежащие проверке

Освоенные знания и умения	Показатели оценки результата
31. Законы, методы и приемы проекционного черчения	Знает законы, методы и приемы проекционного черчения;
32. Правила выполнения и чтения конструкторской и технологической документации	Применяет правила выполнения и чтения конструкторской и технологической документации;
33. Правила оформления чертежей, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей	Применяет правила оформления чертежей, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей;
34. Способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем	Знает способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем;

35. Требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической системы (ЕСТД) к оформлению и составлению чертежей и схем	Знает требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической системы (ЕСТД) к оформлению и составлению чертежей и схем
36. Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности	Знает номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
37. Приемы структурирования информации	Демонстрирует приемы структурирования информации;
38. Формат оформления результатов поиска информации	Демонстрирует формат оформления результатов поиска информации.
39. Основы проектной деятельности	Знает основы проектной деятельности.
310. Правила оформления документов и построения устных сообщений	Применяет правила оформления документов и построения устных сообщений
У1. Выполнять графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике	Выполняет графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике;
У2. Выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на их поверхности, в ручной и машинной графике	Выполняет комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на их поверхности, в ручной и машинной графике;
У3. Выполнять чертежи технических деталей в ручной и машинной графике	Выполняет чертежи технических деталей в ручной и машинной графике;
У4. Читать чертежи и схемы	Читает чертежи и схемы;
У5. Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией	Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.
У6. Определять задачи для поиска информации	Определяет задачи для поиска информации;
У7. Определять необходимые источники информации	Определяет необходимые источники информации;
У8. Выделять наиболее значимое в перечне информации	Выделяет наиболее значимое в перечне информации;
У9. Оценивать практическую значимость результатов поиска	Оценивать практическую значимость результатов поиска;
У10. Оформлять результаты поиска	Оформляет результаты поиска.

У11. Организовывать работу коллектива и команды	Организовывает работу коллектива и команды;
У12. Эффективно взаимодействовать с коллективом и работать в команде в процессе профессиональной деятельности	Эффективно взаимодействует с коллективом и работать в команде в процессе профессиональной деятельности.
У13. Грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе.	Грамотно излагает свои мысли и оформляет документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе.

### 1.3 Контроль и качество освоения дополнительного учебного предмета

Оценивание сформированности профессиональных и общих компетенций, а также освоения знаний и умений проводится в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации.

Контроль и оценка сформированности профессиональных компетенций осуществляется по пятибалльной системе, общих компетенций - на качественном уровне (без отметки).

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ОК, ПК, З, У	Форма контроля	Проверяемые ОК, ПК, З, У
<b>Раздел 1. Основные правила оформления чертежей</b>				
<b>Тема 1.1</b> Графическое оформление чертежей согласно ЕСКД	Устный опрос Практическое занятие №1 Выполнение основной надписи	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9, У10, У13 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 310	Устный опрос Практическое занятие №1 Выполнение основной надписи Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, У8, У9, У10, У13 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 310
<b>Тема 1.2</b> Правила вычерчивания контуров технических деталей	Устный опрос Практическое занятие №2 Выполнение линий чертежа Практическое занятие № 3 Написание алфавита и словосочетаний заданными номерами шрифтов Практическое занятие № 4 Выполнение титульного листа альбома графических работ студента в тонких линиях	ПК 2.3 ОК 04 У 11, У12 39	Устный опрос Практическое занятие №2 Выполнение линий чертежа Практическое занятие № 3 Написание алфавита и словосочетаний заданными номерами шрифтов Практическое занятие № 4 Выполнение титульного листа альбома графических работ студента в тонких линиях Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 04 У 11, У12 39

<b>Тема 1.3</b> Нанесение размеров на чертежах	Устный опрос Практическое занятие №5 ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Размерные и выносные линии, порядок их проведения. Формы стрелок. Размерные числа и условные знаки. Нанесение размеров	ПК 2.3 ОК 02, ОК 04, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,39,310	Устный опрос Практическое занятие №5 ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Размерные и выносные линии, порядок их проведения. Формы стрелок. Размерные числа и условные знаки. Нанесение размеров Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 02, ОК 04, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,39,310
<b>Раздел 2. Геометрическое черчение</b>				
<b>Тема 2.1</b> Кривые линии	Устный опрос Практическое занятие №6 Лекальные кривые: овал, синusoида, спираль Архимеда Практическое занятие №7 Деление окружности на равные части. Вычерчивание контура детали с сопряжением	ОК 02, ОК 04, ОК 05 У6, У7,У8,У9, У10,У11, У12,У13 36,37,38,39,310	Устный опрос Практическое занятие №6 Лекальные кривые: овал, синusoида, спираль Архимеда Практическое занятие №7 Деление окружности на равные части. Вычерчивание контура детали с сопряжением Дифференцированный зачет	ОК 02, ОК 04, ОК 05 У6, У7,У8,У9, У10,У11, У12,У13 36,37,38,39,310
<b>Раздел 3. Проекционное черчение</b>				
<b>Тема 3.1</b> Методы проецирования. Ортогональные проекции	Устный опрос Практическое занятие №8-9 Проецирование геометрических тел Практическое занятие №10 -11 Построение в аксонометрической проекции Практическое занятие №12-13 Проецирование группы геометрических тел Практическое занятие №14,15 Проецирование группы геометрических тел	ОК 02, ОК 04, ОК 05 У6, У7,У8,У9, У10,У11, У12,У13 36,37,38,39,310	Устный опрос Практическое занятие №8-9 Проецирование геометрических тел Практическое занятие №10 -11 Построение в аксонометрической проекции Практическое занятие №12-13 Проецирование группы геометрических тел Практическое занятие №14,15 Проецирование группы геометрических тел Практическое занятие №16	ОК 02, ОК 04, ОК 05 У6, У7,У8,У9, У10,У11, У12,У13 36,37,38,39,310

	<p>Практическое занятие №16  Выставление размеров, обводка аксонометрической проекции группы геометрических тел  Практическое занятие №17  Построение чертежа усеченной шестигранной призмы  Практическое занятие №18  Построение чертежа, развертки усеченной шестигранной призмы  Практическое занятие №19  Построение чертежа, развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы  Практическое занятие №20  Выставление размеров, обводка чертежа развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы</p>		<p>Выставление размеров, обводка аксонометрической проекции группы геометрических тел  Практическое занятие №17  Построение чертежа усеченной шестигранной призмы  Практическое занятие №18  Построение чертежа, развертки усеченной шестигранной призмы  Практическое занятие №19  Построение чертежа, развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы  Практическое занятие №20  Выставление размеров, обводка чертежа развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы  Дифференцированный зачет</p>	
<p><b>Тема 3.2</b>  Проекционное черчение. Технический рисунок модели</p>	<p>Устный опрос  Практическое занятие №21  Взаимное пересечение многогранника с телом вращения  Практическое занятие №22  Построение комплексного чертежа пересекающихся тел в двух видах  Практическое занятие №23  Простой разрез. Вычерчивание 3 вида детали  Практическое занятие №24 -25  Простой разрез. Построение изометрической проекции детали с вырезом четвертой части  Практическое занятие № 26</p>	<p>ПК 2.3  ОК 02, ОК 05  У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13  31,32,33,34,35,36, 37,38,310</p>	<p>Устный опрос  Практическое занятие №21  Взаимное пересечение многогранника с телом вращения  Практическое занятие №22  Построение комплексного чертежа пересекающихся тел в двух видах  Практическое занятие №23  Простой разрез. Вычерчивание 3 вида детали  Практическое занятие №24 -25  Простой разрез. Построение изометрической проекции детали с вырезом четвертой части  Практическое занятие № 26</p>	<p>ПК 2.3  ОК 02, ОК 05  У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13  31,32,33,34,35,36, 37,38,310</p>

	Построение простого разреза на видах, выставление размеров Практическое занятие №27 Сложный ступенчатый разрез		Построение простого разреза на видах, выставление размеров Практическое занятие №27 Сложный ступенчатый разрез Дифференцированный зачет	
<b>Раздел 4 Машиностроительное черчение</b>				
<b>Тема 4.1</b> Изображения – виды, разрезы, сечения	Устный опрос Практическое занятие №28 Сечение вала	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,310	Устный опрос Практическое занятие №28 Сечение вала Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,310
<b>Тема 4.2</b> Зубчатые передачи	Устный опрос Практическое занятие №29 Чертеж зубчатой передачи Практическое занятие №30 Вычерчивание болта Практическое занятие №31 Вычерчивание гайки	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,310	Устный опрос Практическое занятие №29 Чертеж зубчатой передачи Практическое занятие №30 Вычерчивание болта Практическое занятие №31 Вычерчивание гайки Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,310
<b>Тема 4.3</b> Эскизы детали и рабочие чертежи деталей	Устный опрос Практическое занятие №32 Составление спецификации Практическое занятие №33,34,35,36 Вычерчивание сборочного чертежа Практическое занятие №37,38 Эскиз литейной формы в сборе	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,310	Устный опрос Практическое занятие №32 Составление спецификации Практическое занятие №33,34,35,36 Вычерчивание сборочного чертежа Практическое занятие №37,38 Эскиз литейной формы в сборе Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 02, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,310
<b>Тема 4.4</b> Кинематические схемы	Устный опрос Практическое занятие №39 Вычерчивание кинематической схемы Практическое занятие №40 Заполнение условных обозначений	ПК 2.3 ОК 02, ОК 04, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13 31,32,33,34,35,36,	Устный опрос Практическое занятие №39 Вычерчивание кинематической схемы Практическое занятие №40 Заполнение условных обозначений	ПК 2.3 ОК 02, ОК 04, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13 31,32,33,34,35,36,

	кинематической схемы. Спецификация	37,38,39,310	кинематической схемы. Спецификация Дифференцированный зачет	37,38,39,310
<b>Тема 4.5</b> Эскизы деталей и рабочие чертежи	Устный опрос Практическое занятие №41 Чертеж отливки Практическое занятие №42 Литейные и штамповочные уклоны и скругления Практическое занятие №43 Центровые отверстия, галтели, проточки Практическое занятие №44 Порядок составления рабочего чертежа детали по данным ее эскиза Практическое занятие №45 Вычерчивание плана литейного цеха Практическое занятие №46 Составление спецификации для плана литейного цеха Практическое занятие №47 Подбор сварочного оборудования Практическое занятие №48 Расстановка сварочного оборудования	ПК 2.3 ОК 02, ОК 04, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,39,310	Устный опрос Практическое занятие №41 Чертеж отливки Практическое занятие №42 Литейные и штамповочные уклоны и скругления Практическое занятие №43 Центровые отверстия, галтели, проточки Практическое занятие №44 Порядок составления рабочего чертежа детали по данным ее эскиза Практическое занятие №45 Вычерчивание плана литейного цеха Практическое занятие №46 Составление спецификации для плана литейного цеха Практическое занятие №47 Подбор сварочного оборудования Практическое занятие №48 Расстановка сварочного оборудования Дифференцированный зачет	ПК 2.3 ОК 02, ОК 04, ОК 05 У1,У2,У3,У4,У5,У6, У7,У8,У9,У10,У11, У12,У13 31,32,33,34,35,36, 37,38,39,310



## 2 формы и методы оценивания

### 2.1 Оценочные средства текущего контроля успеваемости

**Цель текущей аттестации** – контроль освоения запланированных по дисциплине знаний и умений.

В ходе текущего контроля отслеживается формирование общих и профессиональных компетенций через наблюдение за деятельностью обучающегося (проявление интереса к дисциплине, эффективный поиск, отбор и использование дополнительной литературы, работа в команде).

**Формы текущей аттестации:**

**Периодичность текущей аттестации** – текущая аттестация проводится в соответствии с рабочей программой и планами занятий. Периодичность проведения текущей аттестации не реже одного занятия.

**Порядок проведения.** Текущая аттестация проводится на учебных занятиях, а также включает в себя оценку выполнения практических занятий и устного опроса.

Порядок проведения текущей аттестации определяется оценочными средствами (методическими указаниями по выполнению практических занятий).

Оценочные средства текущей аттестации являются частью фонда оценочных средств по ОП 05. Инженерная графика специальности 22.02.08 Металлургическое производство (по видам производства) и рабочей программы и позволяют оценить освоение обучающимся следующих знаний и умений:

Освоенные знания и умения	Оценочные средства	
	лекций	практических занятий
31. Законы, методы и приемы проекционного черчения	+	+
32. Правила выполнения и чтения конструкторской и технологической документации	+	+
33. Правила оформления чертежей, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей	+	+
34. Способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем	+	+
35. Требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической системы (ЕСТД) к оформлению и составлению чертежей и схем	+	+
36. Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности	+	+
37. Приемы структурирования информации	+	+
38. Формат оформления результатов поиска информации	+	+
39. Основы проектной деятельности	+	+

310. Правила оформления документов и построения устных сообщений	+	+
У1. Выполнять графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике	+	+
У2. Выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на их поверхности, в ручной и машинной графике	+	+
У3. Выполнять чертежи технических деталей в ручной и машинной графике	+	+
У4. Читать чертежи и схемы	+	+
У5. Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией	+	+
У6. Определять задачи для поиска информации	+	+
У7. Определять необходимые источники информации	+	+
У8. Выделять наиболее значимое в перечне информации	+	+
У9. Оценивать практическую значимость результатов поиска	+	+
У10. Оформлять результаты поиска	+	+
У11. Организовывать работу коллектива и команды	+	+
У12. Эффективно взаимодействовать с коллективом и работать в команде в процессе профессиональной деятельности	+	+
У13. Грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе.	+	+

ФОС для текущего контроля по дисциплине включает оценочные материалы для проверки результатов освоения программы теоретического и практического курса дисциплины.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации

Изучение дисциплины ОП 05. Инженерная графика для специальности 22.02.08 Металлургическое производство (по видам производства), согласно рабочей программе, завершается дифференцированным зачетом.

Целью дифференцированного зачета является комплексная проверка знаний, умений, приобретенных обучающимися, а также уровня развития общих и профессиональных компетенций.

Дифференцированный зачет проводится в форме тестирования и выполнения чертежа.

**Место проведения:** кабинет «Техническая механика», № 108

**Продолжительность:** 2 урока по 45 минут

**Требования к условиям проведения:** Перечень вопросов

**Форма проведения:** ответы на поставленные вопросы

**Проверяемые результаты обучения:**

31. Законы, методы и приемы проекционного черчения

32. Правила выполнения и чтения конструкторской и технологической документации

33. Правила оформления чертежей, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей

34. Способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем
35. Требования Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической системы (ЕСТД) к оформлению и составлению чертежей и схем
36. Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
37. Приемы структурирования информации
38. Формат оформления результатов поиска информации
39. Основы проектной деятельности
310. Правила оформления документов и построения устных сообщений
- У1. Выполнять графические изображения технологического оборудования и технологических схем в ручной и машинной графике
- У2. Выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на их поверхности, в ручной и машинной графике
- У3. Выполнять чертежи технических деталей в ручной и машинной графике
- У4. Читать чертежи и схемы
- У5. Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с действующей нормативно-технической документацией
- У6. Определять задачи для поиска информации
- У7. Определять необходимые источники информации
- У8. Выделять наиболее значимое в перечне информации
- У9. Оценивать практическую значимость результатов поиска
- У10. Оформлять результаты поиска
- У11. Организовывать работу коллектива и команды
- У12. Эффективно взаимодействовать с коллективом и работать в команде в процессе профессиональной деятельности
- У13. Грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке, проявлять толерантность в рабочем коллективе.

**Формирование общих и профессиональных компетенций:**

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

**Профессиональная направленность реализуется через формирование элементов следующих профессиональных компетенций:**

ПК 2.3 Вести технологический процесс производства цветных металлов и сплава в соответствии с требованиями технологических инструкций и с использованием автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП).

При проведении промежуточной аттестации учитываются следующие результаты текущей аттестации:

**Перечень практических занятий**

№	Наименование
Практическое занятие №1	Выполнение основной надписи
Практическое занятие №2	Выполнение линий чертежа
Практическое занятие №3	Написание алфавита и словосочетаний заданными номерами шрифтов

Практическое занятие №4	Выполнение титульного листа альбома графических работ студента в тонких линиях
Практическое занятие №5	ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Размерные и выносные линии, порядок их проведения. Формы стрелок. Размерные числа и условные знаки. Нанесение размеров
Практическое занятие №6	Лекальные кривые: овал, синусоида, спираль Архимеда
Практическое занятие №7	Деление окружности на равные части. Вычерчивание контура детали с сопряжением
Практическое занятие №8	Проецирование геометрических тел
Практическое занятие №9	Проецирование геометрических тел
Практическое занятие №10	Построение в аксонометрической проекции
Практическое занятие №11	Построение в аксонометрической проекции
Практическое занятие №12	Проецирование группы геометрических тел
Практическое занятие №13	Проецирование группы геометрических тел
Практическое занятие №14	Построение в аксонометрической проекции группы геометрических тел
Практическое занятие №15	Построение в аксонометрической проекции группы геометрических тел
Практическое занятие №16	Выставление размеров, обводка аксонометрической проекции группы геометрических тел
Практическое занятие №17	Построение чертежа усеченной шестигранной призмы
Практическое занятие №18	Построение чертежа, развертки усеченной шестигранной призмы
Практическое занятие №19	Построение чертежа, развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы
Практическое занятие №20	Выставление размеров, обводка чертежа развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы
Практическое занятие №21	Взаимное пересечение многогранника с телом вращения
Практическое занятие №22	Построение комплексного чертежа пересекающихся тел в двух видах
Практическое занятие №23	Простой разрез. Вычерчивание 3 вида детали
Практическое занятие №24	Простой разрез. Построение изометрической проекции детали с вырезом четвертой части
Практическое занятие №25	Простой разрез. Построение изометрической проекции детали с вырезом четвертой части
Практическое занятие №26	Построение простого разреза на видах, выставление размеров
Практическое занятие №27	Сложный ступенчатый разрез
Практическое занятие №28	Сечение вала
Практическое занятие №29	Чертеж зубчатой передачи
Практическое занятие №30	Вычерчивание болта
Практическое занятие №31	Вычерчивание гайки
Практическое занятие №32	Составление спецификации
Практическое занятие №33	Вычерчивание сборочного чертежа
Практическое занятие №34	Вычерчивание сборочного чертежа
Практическое занятие №35	Вычерчивание сборочного чертежа
Практическое занятие №36	Вычерчивание сборочного чертежа
Практическое занятие №37	Эскиз литейной формы в сборе

Практическое занятие №38	Эскиз литейной формы в сборе
Практическое занятие №39	Вычерчивание кинематической схемы
Практическое занятие №40	Заполнение условных обозначений кинематической схемы. Спецификация
Практическое занятие №41	Чертеж отливки
Практическое занятие №42	Литейные и штамповочные уклоны и скругления
Практическое занятие №43	Центровые отверстия, галтели, проточки
Практическое занятие №44	Порядок составления рабочего чертежа детали по данным ее эскиза
Практическое занятие №45	Вычерчивание плана литейного цеха
Практическое занятие №46	Составление спецификации для плана литейного цеха
Практическое занятие №47	Подбор сварочного оборудования
Практическое занятие №48	Расстановка сварочного оборудования

### Перечень тем

№	Тема
Раздел 1 Основные правила оформления чертежей	
Тема 1.1	Графическое оформление чертежей согласно ЕСКД
Тема 1.2	Правила вычерчивания контуров технических деталей
Тема 1.3	Нанесение размеров на чертежах
Раздел 2 Геометрическое черчение	
Тема 2.1	Кривые линии
Раздел 3 Проекционное черчение	
Тема 3.1	Методы проецирования. Ортогональные проекции
Тема 3.2	Проекционное черчение. Технический рисунок модели
Раздел 4 Машиностроительное черчение	
Тема 4.1	Изображения – виды, разрезы, сечения
Тема 4.2	Зубчатые передачи
Тема 4.3	Эскизы детали и рабочие чертежи деталей
Тема 4.4	Кинематические схемы
Тема 4.5	Эскизы деталей и рабочие чертежи

### Время на подготовку и выполнение практических занятий:

Подготовка: 10 минут;

Выполнение: 70 минут

Оформление и сдача: 10 минут

Всего: 1 час 30 минут

Каждое практическое задание имеет критерии оценивания, которые указаны в методических рекомендациях к практическим работам (Приложение 2).

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине «Инженерная графика», направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

В процессе изучения дисциплины предусмотрены следующие формы контроля: текущий, промежуточный контроль (дифференцированный зачет).

Текущий контроль успеваемости обучающихся, осуществляется по всем видам работы, предусмотренным рабочей программой дисциплины, осуществляется преподавателем, ведущим аудиторские занятия.

Текущий контроль успеваемости проводится в следующих формах:

~ устная (устный опрос, защита чертежа);

~ тестовая (письменное, выполнение чертежа, компьютерное тестирование).

Результаты текущего контроля успеваемости фиксируются в журнале занятий с соблюдением требований по его ведению.

Промежуточная аттестация – это элемент образовательного процесса, призванный определить соответствие уровня и качества знаний, умений и навыков обучающихся, установленным требованиям согласно ФГОС рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине определяется рабочим учебным планом и рабочей программой дисциплины, проводится в форме дифференцированного зачета – выполнение чертежа.

### Формы и методы оценивания

№	Тип (вид) задания	Критерии оценки
1	Тестирование	«5» - 100 – 90% правильных ответов «4» - 89 - 80% правильных ответов «3» - 79 – 70% правильных ответов «2» - 69% и менее правильных ответов
2	Устные ответы	Оценка <b>«отлично»</b> ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения нормального литературного языка. Оценка <b>«хорошо»</b> ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого. Оценка <b>«удовлетворительно»</b> ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировок; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого. Оценка <b>«неудовлетворительно»</b> ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.
4	Практические работы	<b>Критерии оценивания</b> Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале. <b>Оценка «5» (отлично)</b> выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует

		<p>уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.</p> <p><b>Оценка «4» (хорошо)</b> присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.</p> <p><b>Оценка «3» (удовлетворительно)</b> ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.</p> <p><b>Оценка «2» (неудовлетворительно)</b> выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.</p>
--	--	---

### Критерии оценки дифференцированного зачета

Дифференцированный зачет проводится в письменной форме с решением задач. Зачет предусматривает выполнение 30 заданий, которые включают в себя весь материал, призванный определить соответствие уровня и качества знаний, умений и навыков студентов, согласно рабочей программе дисциплины.

В результате работы должны соответствовать следующим требованиям.

**Оценки «5» (отлично)** выставляется студенту, обнаруживший при выполнении заданий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно - программного материала, учения свободно выполнять профессиональные задачи с всесторонним творческим подходом, обнаруживший познания с использованием основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой, усвоивший взаимосвязь изучаемых и изученных дисциплин в их значении для приобретаемой специальности, проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала, проявивший высокий профессионализм, индивидуальность в решении поставленной перед собой задачи, проявивший неординарность при выполнении практических заданий.

**Оценки «4» (хорошо)** выставляется студенту, обнаруживший при выполнении заданий полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий профессиональную задачу или проблемную ситуацию, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе, показавший систематический характер знаний, умений и навыков при выполнении теоретических и практических заданий.

**Оценки «3» (удовлетворительно)** выставляется студенту, обнаруживший при выполнении практических и теоретических заданий знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, допустивший погрешности в ответе при защите и выполнении теоретических и практических

заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, проявивший какую-то долю творчества и индивидуальность в решении поставленных задач.

**Оценки «2» (неудовлетворительно)** выставляется студенту, обнаруживший при выполнении практических и теоретических заданий проблемы в знаниях основного учебного материала, допустивший основные принципиальные ошибки в выполнении задания или ситуативной задачи, которую он желал бы решить или предложить варианты решения, который не проявил творческого подхода, индивидуальности.

### **3 Приложение к фонду оценочных средств**

#### **Приложение 1**

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Продолжительность устного (письменного) опроса – 10-15 минут, проводится в начале занятия, в виде фронтального или индивидуального опроса.

Устный опрос (устный ответ обучающегося на один или систему вопросов в форме рассказа, беседы, собеседования)

#### **Устного опроса:**

##### **Раздел 1 Основные правила оформления чертежей**

##### **Тема 1.1 Графическое оформление чертежей согласно ЕСКД**

1.1.1 Актуализация знаний о дисциплине Инженерная графика. Инструменты, принадлежностях и материалах, необходимых для выполнения чертежей. Единая система конструкторской документации (ЕСКД); Правила и требования к оформлению чертежей, отраженных в государственных стандартах ЕСКД и применяемых организациями, предприятиями и учебными заведениями РФ. Формат чертежей, оформлении чертежных



листов и обозначении чертежей по ГОСТ 2.201-80\*. Основные форматы, установленных ГОСТ 2.301-68\*; Формы основной надписи для рабочих чертежей в соответствии с ГОСТ 2.104-68. Понятий структуры и содержания рабочего чертежа. Классификация масштабов изображений согласно ГОСТ 2.302-68. Масштабы

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое инженерная графика? Назовите основные цели и задачи дисциплины.
2. Какие виды графических документов существуют в инженерной практике? Приведите примеры.
3. Какова роль инженерной графики в профессиональной деятельности технического специалиста?
4. Перечислите основные инструменты, необходимые для выполнения чертежей вручную.
5. Какие материалы используются при выполнении чертежей? Опишите их характеристики.
6. Какие принадлежности необходимы для хранения и защиты чертежей?
7. Как правильно организовать рабочее место для выполнения чертежных работ?
8. Что такое ЕСКД? Какова её роль в инженерной практике?
9. Какие основные стандарты входят в систему ЕСКД?
10. Какие требования предъявляются к оформлению конструкторской документации согласно ЕСКД?
11. Какие основные форматы установлены ГОСТ 2.301-68? Назовите их размеры.
12. Как правильно оформить чертежный лист? Опишите последовательность действий.
13. Какие обозначения используются при маркировке чертежей согласно ГОСТ 2.201-80?
14. Как выглядит форма основной надписи согласно ГОСТ 2.104-68?
15. Какие данные должны быть указаны в основной надписи?
16. Как правильно заполнить основную надпись на рабочем чертеже?
17. Из каких элементов состоит рабочий чертеж?
18. Какие требования предъявляются к содержанию рабочего чертежа?
19. Как правильно расположить изображения на чертежном листе?
20. Что такое масштаб чертежа? Назовите основные виды масштабов.
21. Какие масштабы установлены ГОСТ 2.302-68?
22. Как правильно выбрать масштаб для конкретного чертежа?
23. Как обозначить масштаб на чертеже? Приведите примеры.

#### **Тема 1.2** Правила вычерчивания контуров технических деталей

##### 1.2.1 Масштаб ГОСТ 2.302 – 68 «Масштабы» Применение и обозначение масштаба.

Типы шрифтов, правила написания согласно ГОСТ 2.304-81

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое масштаб чертежа? Дайте определение согласно ГОСТ 2.302–68.
2. Какие виды масштабов существуют? Приведите примеры каждого вида.
3. Как определяется масштаб увеличения? Приведите конкретные примеры из ГОСТа.
4. Какие масштабы уменьшения установлены стандартом? Назовите основные.
5. В каких случаях применяются масштабы увеличения? Приведите примеры.
6. Как правильно обозначить масштаб на чертеже? Где он указывается?
7. Какие масштабы используются при проектировании генеральных планов крупных объектов?
8. Как выбрать подходящий масштаб для конкретного чертежа?

9. Как записывается масштаб в основной надписи чертежа?
10. Какие дополнительные требования предъявляются к обозначению масштаба в электронных документах?
11. В каких случаях допускается применение масштабов увеличения вида  $(100n):1$ ?
12. Как правильно интерпретировать масштабное отношение на чертеже?
13. Какой ГОСТ регламентирует начертание и размеры шрифтов на чертежах?
14. Какие типы шрифтов допускаются при оформлении чертежей?
15. Какой угол наклона должен иметь чертёжный шрифт?
16. Что такое размер шрифта? Как он определяется?
17. Какие размеры шрифтов установлены стандартом?
18. Как определяется высота строчных букв относительно размера шрифта?
19. Какие параметры характеризуют чертёжный шрифт?
20. Как правильно выполнять вспомогательную сетку для написания шрифтов?

### **Тема 1.3 Нанесение размеров на чертежах**

1.3.1 Нанесение размеров. ГОСТ 2.307 – 68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» Общие требования. Размерные и выносные линии, порядок их проведения. Форма стрелок. Размерные числа и условные знаки

#### **Вопросы для устного опроса**

1. Что является основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов на чертеже?
2. Какое количество размеров должно быть на чертеже согласно стандарту?
3. Что такое справочные размеры? Как они обозначаются на чертеже?
4. Какие размеры считаются предельными отклонениями?
5. В каких случаях допускается наносить размеры в виде замкнутой цепи?
6. Какими линиями наносятся размерные и выносные линии?
7. Как проводится размерная линия при нанесении размера прямолинейного отрезка?
8. Как располагаются выносные линии относительно размерных?
9. Какие требования предъявляются к выносящим линиям?
10. На каком расстоянии должны находиться размерные линии от контура изображения?
11. Как ограничиваются размерные линии с обоих концов?
12. От чего зависит величина стрелок на размерных линиях?
13. Какие требования предъявляются к единообразию стрелок на чертеже?
14. На сколько миллиметров выносные линии должны выходить за стрелки?
15. Где располагаются размерные числа относительно размерной линии?
16. Какое минимальное расстояние должно быть между размерным числом и размерной линией?
17. Какой минимальный размер должны иметь цифры размерных чисел?
18. Как располагаются меньшие и большие размеры относительно изображения?
19. В каком случае допускается не наносить размеры радиуса дуги окружности?
20. Какие условные знаки используются при нанесении размеров?
21. Как наносятся размеры углов?
22. Как наносятся размеры радиусов и диаметров?
23. Какие правила следует соблюдать при нанесении размеров симметрично расположенных элементов?
24. Как наносятся размеры элементов, расположенных равномерно по окружности?

## **Раздел 2 Геометрическое черчение**

### **Тема 2.1 Кривые линии**

### 2.1.1 Правила построения сопряжений. Сопряжения. Циркульные и лекальные кривые

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое сопряжение? Дайте определение и объясните его практическое значение.
2. Какие виды сопряжений существуют в инженерной графике? Приведите примеры.
3. Какие элементы необходимы для построения сопряжения?
4. Что такое радиус сопряжения? Как его определить?
5. Какие основные правила следует соблюдать при построении сопряжений?
6. Как построить сопряжение двух прямых линий? Опишите последовательность действий.
7. Как выполнить сопряжение прямой с окружностью? Какие этапы включает построение?
8. Как построить сопряжение двух окружностей? Опишите два способа (внешнее и внутреннее).
9. Какие инструменты необходимы для построения сопряжений?
10. Как определить центр сопряжения при построении различных видов сопряжений?
11. Что такое циркульные кривые? Приведите примеры.
12. Как построить овал циркульным способом? Опишите алгоритм.
13. Какие параметры необходимы для построения овала?
14. Как построить эллипс циркульным способом?
15. В каких случаях применяются циркульные кривые в технических чертежах?
16. Что такое лекальная кривая? Приведите примеры.
17. Какие виды лекальных кривых существуют?
18. Как построить спираль Архимеда? Опишите последовательность построения.
19. Как построить синусоиду? Какие этапы включает построение?
20. Какие инструменты используются при построении лекальных кривых?

### Раздел 3 Проекционное черчение

#### Тема 3.1 Методы проецирования. Ортогональные проекции

3.1.1 Методы проецирования. Ортогональные проекции. Исходная терминология процесса проецирования. Плоскости и оси проекций и их обозначение. Решение задач на построение проекции точки

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое проецирование? Дайте определение и объясните суть процесса.
2. Какие существуют методы проецирования? Перечислите и кратко охарактеризуйте каждый.
3. В чём заключается сущность центрального проецирования? Приведите пример.
4. Что такое ортогональное проецирование? Назовите его основные особенности.
5. Кто является основоположником ортогонального проецирования? Расскажите о его вкладе в развитие метода.
6. Какие основные плоскости проекций используются в ортогональном проецировании? Как они обозначаются?
7. Как располагаются оси проекций относительно друг друга?
8. Что такое эпюр? Объясните принцип его построения.
9. Какие обозначения используются для проекций точек на разных плоскостях?
10. Как определяется положение точки в пространстве по её проекциям?
11. Какие основные свойства характерны для ортогонального проецирования?
12. В чём заключается теорема о проецировании прямого угла?

13. Какие свойства сохраняются при проецировании?
14. Как влияет положение точки относительно плоскостей проекций на её проекции?
15. Как построить горизонтальную проекцию точки? Опишите последовательность действий.
16. Как построить фронтальную проекцию точки? Приведите алгоритм.
17. Как определить координаты точки по её проекциям?
18. Как определить положение точки в пространстве по знакам её координат?
19. Какие существуют способы построения профильной проекции точки?
20. Как выбрать систему плоскостей проекций для конкретного чертежа?
21. Какие ошибки наиболее часто встречаются при построении проекций?
22. Как проверить правильность построения проекций точки?
23. Как использовать свойства проецирования при решении метрических задач?
24. Какие практические задачи решаются с помощью методов проецирования?

### **Тема 3.2** Проекционное черчение. Технический рисунок модели

3.1.1 Взаимное пересечение поверхностей тел. Технический рисунок. Выбор положения модели более наглядного изображения. Приемы построения рисунков модели. Штриховка теневая

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое линия пересечения двух поверхностей? Как она определяется?
2. Какие методы используются для построения линии пересечения поверхностей?
3. В чём заключается метод секущих плоскостей при построении линии пересечения?
4. Как определить видимость линии пересечения на чертеже?
5. Какие поверхности чаще всего пересекаются в технических деталях? Приведите примеры.
6. Что такое технический рисунок? В чём его отличие от чертежа?
7. Какие основные требования предъявляются к техническому рисунку?
8. Какие инструменты используются при выполнении технического рисунка?
9. Какие виды технического рисунка существуют? Охарактеризуйте каждый.
10. Как выбрать положение модели для наиболее наглядного изображения?
11. Какие основные этапы включает построение технического рисунка?
12. Как правильно расположить рисунок на формате?
13. Какие приёмы используются для построения аксонометрических проекций?
14. Как определить пропорции изображаемой модели?
15. Какие методы применяются для построения окружностей в аксонометрии?
16. Какие факторы влияют на выбор положения модели?
17. Как определить наиболее выгодное положение для технического рисунка?
18. Какие особенности следует учитывать при выборе положения для сложных деталей?
19. Как показать внутренние элементы конструкции на техническом рисунке?
20. Какие условности допускаются при выборе положения модели?
21. Какие виды штриховки используются в техническом рисунке?
22. Как правильно наносить теневые штрихи?
23. Какие правила следует соблюдать при выполнении штриховки?
24. Как передать объёмность предмета с помощью штриховки?
25. Какие ошибки часто встречаются при выполнении теневой штриховки?
26. Где применяется технический рисунок в инженерной практике?
27. Как использовать технический рисунок при проектировании?
28. Какие приёмы помогают улучшить наглядность технического рисунка?
29. Как проверить правильность построения технического рисунка?

### 30. Какие современные методы используются для создания технических рисунков?

#### **Раздел 4** Машиностроительное черчение

##### **Тема 4.1** Изображения – виды, разрезы, сечения

4.1.1 Изображения – виды, разрезы, сечения. Виды изделий и конструкторских документов по ГОСТ. Наименование конструкторских документов в зависимости от способа выполнения и характера пользования. ГОСТ 2.305-68 «Изображение – виды, разрезы, сечения». Виды – основные, дополнительные, местные; принципы получения, расположения. Сечение. Правило выполнения наложенных и вынесенных сечений. Сложный ступенчатый разрез

##### Вопросы для устного опроса

1. Что такое изображение в инженерной графике? Перечислите основные виды изображений.
2. Какие требования предъявляются к изображениям согласно ГОСТ 2.305-68?
3. В чём заключается назначение различных типов изображений на чертежах?
4. Какие основные элементы входят в состав конструкторской документации?
5. Что такое основной вид? Перечислите основные виды и их расположение на чертеже.
6. Как получить дополнительный вид? В каких случаях он применяется?
7. Что такое местный вид? Как он оформляется на чертеже?
8. Какие правила существуют для обозначения видов на чертеже?
9. Как правильно расположить виды на чертежном листе?
10. Что такое разрез? В чём его отличие от сечения?
11. Какие виды разрезов существуют согласно ГОСТ?
12. Как выполнить простой разрез? Опишите последовательность действий.
13. Что такое ступенчатый разрез? Как он строится?
14. Как правильно обозначить разрез на чертеже?
15. Что такое сечение? Какие типы сечений существуют?
16. Как выполнить наложенное сечение? В чём его особенности?
17. Как построить вынесенное сечение? Как оно обозначается?
18. Какие правила существуют для штриховки сечений?
19. Как правильно расположить сечение на чертеже?
20. Какие виды изделий регламентируются ГОСТом?
21. Какие конструкторские документы существуют?
22. Как классифицируются конструкторские документы по способу выполнения?
23. Какие документы относятся к основным конструкторским документам?
24. Как правильно именовать конструкторские документы?
25. Как выбрать необходимое количество видов для полного представления о детали?
26. Какие правила следует соблюдать при выполнении разрезов?
27. Как определить необходимость выполнения сечений?
28. Какие ошибки часто встречаются при выполнении изображений?
29. Как проверить правильность выполнения изображений на чертеже?
30. Как выполнить соединение части вида с частью разреза?
31. Какие особенности существуют при выполнении разрезов тонкостенных деталей?
32. Как правильно показать отверстия в разрезе?
33. Какие условности допускаются при выполнении изображений?
34. Как оформить сложные разрезы согласно требованиям ГОСТа?

##### **Тема 4.2** Зубчатые передачи

##### 4.2.1 Расчет зубчатой передачи

### Вопросы для устного опроса

1. Что такое зубчатая передача? Назовите основные элементы зубчатой передачи.
2. Какие виды зубчатых передач существуют?
3. В чем заключается назначение зубчатых передач в механизмах?
4. Какие основные параметры характеризуют зубчатую передачу?
5. Как определить диаметр делительной окружности зубчатого колеса?
6. Как определить окружную силу в зацеплении?
7. Как учитывается влияние угла наклона зубьев на величину сил?
8. Какие материалы используются для изготовления зубчатых колес?
9. Как выбрать оптимальный материал для зубчатых колес?
10. Какие виды разрушений зубьев существуют?
11. Какие требования предъявляются к точности изготовления зубчатых колес?
12. Как определить основные размеры зубчатого колеса по заданному модулю?
13. Какие формулы используются для расчета межосевого расстояния?
14. Как проверить правильность расчета зубчатой передачи?
15. Какие допуски необходимо учитывать при расчете зубчатых передач?

### **Тема 4.3** Эскизы детали и рабочие чертежи деталей

#### 4.3.1 Понятие об эскизе и рабочем чертеже детали. Спецификация

### Вопросы для устного опроса

1. Что такое эскиз? В чём его основное назначение?
2. Какие требования предъявляются к выполнению эскизов?
3. Чем отличается эскиз от рабочего чертежа?
4. Какие инструменты используются при выполнении эскизов?
5. В каких случаях необходимо выполнять эскиз?
6. Что такое рабочий чертёж детали? Каковы его основные элементы?
7. Какие требования предъявляются к оформлению рабочего чертежа?
8. Какие виды изображений должны быть на рабочем чертеже?
9. Как правильно выбрать главное изображение детали?
10. Какие размеры должны быть указаны на рабочем чертеже?
11. Как правильно подготовить формат для эскиза?
12. Какие этапы включает процесс выполнения эскиза?
13. Как определить необходимое количество изображений для полного представления о детали?
14. Какие правила следует соблюдать при нанесении размеров на эскизе?
15. Как правильно оформить основную надпись эскиза?
16. Что такое спецификация? Её назначение и состав.
17. Какие разделы включает спецификация?
18. Как правильно заполнить каждый раздел спецификации?
19. Какие требования предъявляются к оформлению спецификации?
20. Как нумеруются позиции в спецификации?
21. Как использовать эскиз при создании рабочего чертежа?
22. Какие данные переносятся с эскиза на рабочий чертёж?
23. Как проверить правильность переноса размеров с эскиза на чертёж?
24. Какие особенности следует учитывать при переходе от эскиза к рабочему чертежу?
25. Как выбрать масштаб для эскиза и рабочего чертежа?

## **Тема 4.4** Кинематические схемы

### **4.4.1** Определение и назначение схемы. Условные условных обозначений элементов схем

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое схема как конструкторский документ? Назовите основные виды схем.
2. Какие типы схем существуют? Охарактеризуйте каждый тип.
3. Какие правила существуют для выполнения условных графических обозначений?
4. Можно ли изменять размеры условных графических обозначений? Если да, то как?
5. Как правильно располагать условные обозначения на схеме?
6. Какие линии используются при выполнении схем?
7. Как обозначать электрические связи между элементами на схеме?
8. Какие данные рекомендуется указывать на поле схемы?
9. Как правильно заполнять основную надпись к схеме?
10. Какие требования предъявляются к оформлению перечня элементов?
11. Как нумеруются функциональные группы и элементы на схемах?
12. Какие стандарты регламентируют выполнение схем?
13. Как строятся буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах?
14. Какие правила существуют для нанесения обозначений на схемах?
15. Как указывать номинальные характеристики элементов на схеме?
16. Как обозначать направление сигнала на структурных и функциональных схемах?
17. Какие условности допускаются при обозначении микросхем?

## **Тема 4.5** Эскизы деталей и рабочие чертежи

**4.5.1** Форма детали и её элементы. Графическая и текстовая часть чертежа. Последовательность выполнения эскиза детали с натуры и рабочего чертежа. Нанесение размеров на эскизах и чертежах. Дополнение чертежа специальными знаками. Допуски, посадки и предельные отклонения. Обозначение покрытий и обработок. Обозначение шероховатости поверхности

#### Вопросы для устного опроса

1. Что такое форма детали? Как она определяется?
2. Какие геометрические тела являются базовыми элементами формы детали?
3. Какие виды изображений используются для отображения формы детали?
4. Как выбрать главный вид детали?
5. Какие правила существуют для компоновки чертежа?
6. Как правильно расположить изображения на формате?
7. Какие линии используются при выполнении чертежа?
8. Какие данные включаются в текстовую часть чертежа?
9. Как заполняется основная надпись чертежа?
10. Какие технические требования указываются на чертеже?
11. Как правильно оформить таблицу параметров?
12. Какие условные обозначения используются в текстовой части?
13. Какие этапы включает выполнение эскиза детали?
14. Как выполнить анализ формы детали при создании эскиза?
15. Как выбрать необходимое количество видов для эскиза?
16. Какие пропорции следует соблюдать при выполнении эскиза?
17. Как правильно нанести размеры на эскизе?

18. Какие правила существуют для нанесения размеров на чертежах?
19. Как определить необходимое количество размеров?
20. Какие размеры считаются справочными?
21. Как правильно расположить размерные линии?
22. Какие особенности существуют при нанесении размеров на эскизах?
23. Какие специальные знаки используются на чертежах?
24. Как обозначаются покрытия и виды обработки?
25. Как указываются допуски и посадки?
26. Как обозначаются предельные отклонения?
27. Какие правила существуют для обозначения шероховатости?
28. Что такое допуск? Как он определяется?
29. Какие виды посадок существуют?
30. Как правильно указать предельные отклонения на чертеже?
31. Какие системы посадок применяются?
32. Как выбрать подходящий допуск для конкретной детали?
33. Какие виды покрытий существуют?
34. Как правильно обозначить покрытие на чертеже?
35. Какие виды обработки указываются на чертеже?
36. Как указать способ обработки поверхности?
37. Какие условные обозначения используются для покрытий?
38. Что такое шероховатость поверхности?
39. Как правильно обозначить шероховатость на чертеже?
40. Какие параметры характеризуют шероховатость?
41. Как выбрать подходящее обозначение шероховатости?
42. Какие правила существуют для нанесения обозначений шероховатости?

#### **Критерии оценивания устного опроса:**

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка **«отлично»** ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения нормального литературного языка.

Оценка **«хорошо»** ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировок; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.



Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

## Приложение 2

### Практическое занятие № 1

**Тема:** Выполнение основной надписи

**Цель:** Сформировать навык оформления чертежей в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, рабочая тетрадь, линейка, карандаш, ластик, листы формата А4.

### Теоретическая часть

Основная надпись

На всех чертежах и конструкторских документах обязательно выполняется основная надпись, которая помещается в правом нижнем углу формата вплотную к рамке поля

чертежа. На формате А4 основную надпись помещают вдоль короткой стороны формата. На остальных форматах основную надпись располагают как вдоль короткой, так и вдоль длинной сторон. ГОСТ 2.104-68 описывает назначение всех граф основной надписи и заполнение их на производственных чертежах. На рис. 1 приведены размеры основной надписи.

В основной надписи студенты заполняют следующие графы:

1. Наименование изделия.
2. Обозначение документа
3. Обозначение материала детали.
4. Название учебного заведения, номер группы
5. Фамилии студента и преподавателя.

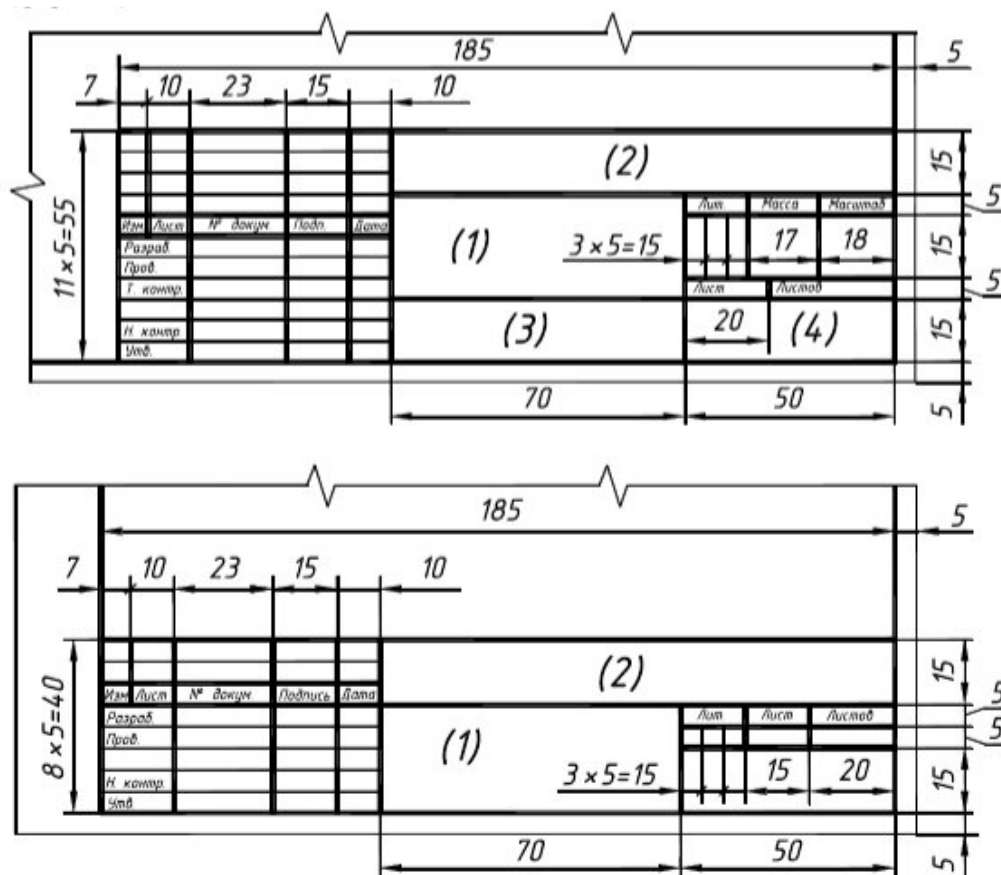


Рисунок 1. Образец выполнения основной надписи

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

## **Практическое занятие № 2**

**Тема:** Выполнение линий чертежа

**Цель:** приобретение навыков работы с чертежными инструментами, а также закрепление линий чертежа, является приобретение навыков работы с чертежными инструментами, а также закрепление линий чертежа.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, рабочая тетрадь линейка, карандаш, транспортир, циркуль, ластик, листы формата А4.

### **Теоретическая часть**

ГОСТ 2.303-68 устанавливает начертания и основные назначения линий применяемых при выполнении чертежей.

Толщина **S** сплошной толстой основной линии выбирается в пределах от **0,5 до 1,4 мм** и зависит от величины и сложности изображений и формата чертежа.

Толщина однотипных линий, а также их тональность должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже.

Центровые и осевые штрихпунктирные линии должны выступать за контур детали на длину не более чем на 5 мм.

Расстояние между линиями штриховки зависит от величины площади штрихуемой фигуры.

Наименования, начертания, толщина линий по отношению к толщине основной линии и их основные назначения

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
Сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура, линии контура вынесенного сечения
Сплошная тонкая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии контура наложенного сечения, размерные и выносные линии, штриховка
Сплошная волнистая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза
Штриховая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная тонкая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые
Штрихпунктирная утолщенная		$\frac{s}{2} \dots \frac{2}{3}s$	Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью
Разомкнутая		S...1,5S	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	Линии сгиба на развертках, линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Рисунок 1. Основные назначения линий

### Порядок выполнения работы

- Ознакомиться теоретическим материалом.
- Выбрать вариант задания в соответствии с порядковым номером в журнале.
- Выполнить линии чертежа в соответствии с ГОСТ 2.303-68 «ЕСКД. Линии» на формате А4.
  - Продумать компоновку.
  - Проверить качество инструментов.
  - Отмерить от внутренней рамки расстояния по заданию.
  - Наметить, где будет первая линия.
  - Провести тонкой линией, только потом обводить контуром.
  - При выполнении окружности проверить остроту грифеля циркуля.
  - При выполнении окружности провести сначала осевые (в центре должны пересекаться штрихи), только потом приступить к самим окружностям, последовательность (меньший диаметр или больший) выбираете сами.
  - Штриховка выполняется тонкими линиями, равномерно, под 45°.
- Выполнить рамку и основную надпись чертежа в соответствии с ГОСТ 2.104 «ЕСКД. Основные надписи».

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

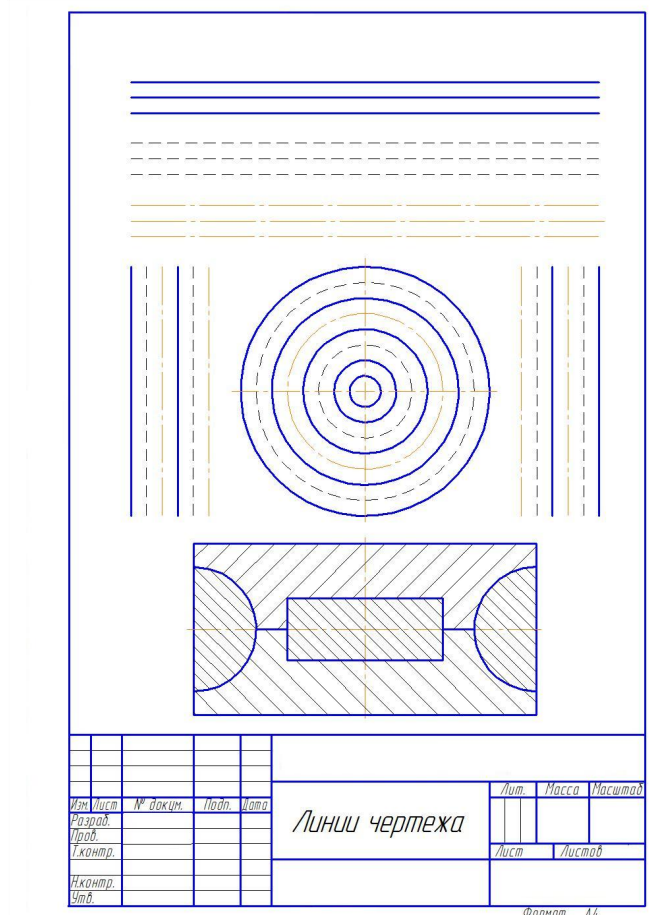
**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

### Пример выполнения задания (размеры не ставить)



### Практическое занятие № 3

**Тема:** Написание алфавита и словосочетаний заданными номерами шрифтов

**Цель:** получить навыки выполнения надписей на чертежах чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, транспортир, ластик, листы формата А4.

### Теоретическая часть

Шрифтом называется однородное начертание всех букв алфавита и цифр, которое придает им общий характерный облик. Чертежный шрифт должен легко читаться и быть простым в написании. На чертежах и других конструкторских документах применяют

чертежный шрифт, который устанавливает ГОСТ 2.304 – 81. ГОСТ устанавливает следующие размеры чертежного шрифта (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Все надписи на чертежах должны быть выполнены **чертежным шрифтом**.

Пример построения одной из букв (Н) на вспомогательной сетке показан на рисунке 1.

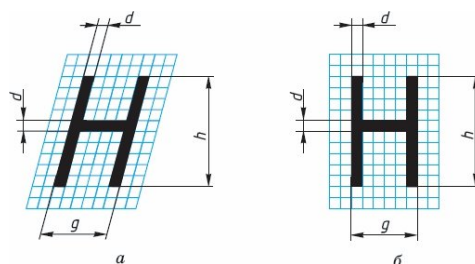


Рисунок 1. Шрифт типа Б: а – с наклоном, б – без наклона

Шрифт может быть как с наклоном (около  $75^\circ$ ) (рис. 1, а), так и без наклона (рис. 1, б).

Стандарт устанавливает несколько размеров шрифта, в том числе: 3,5; 5; 7; 10 и др. За размер (h) шрифта принимается величина, определяемая высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах.

Высота буквы измеряется перпендикулярно к основанию строки. Нижние элементы букв Д, Ц, Щ и верхний элемент буквы

Й выполняют за счет промежутков между строками.

Толщину (d) линии шрифта определяют в зависимости от его высоты (h). Толщина равна  $0,1h$ .

Ширина (g) большинства прописных букв равна  $6d$ , некоторых - больше или меньше этой величины, в зависимости от конструкции буквы.

Высота строчных букв соответствует высоте следующего меньшего размера шрифта. Так, высота строчных букв размера 10 равна 7 мм, размера 7 – 5 мм и т. д. Верхние и нижние элементы строчных букв выполняются за счет расстояний между строками. Эти элементы выходят за строку на  $3d$ . Ширина большинства строчных букв равна  $5d$ , остальных - больше или меньше.

Расстояние между буквами и цифрами в словах принимают равным  $2d$ , между словами и числами —  $6d$ .

Расстояние между нижними линиями строк равно  $17d$ .

Параметры	Обозначение параметров	Относительный размер	Размеры шрифта, мм				
			3,5	5	7	10	14
Высота букв: прописных строчных без отростков строчных с отростками	$h$		3,5	5	7	10	14
	$s$		2,5	3,5	5	7	10
	$k$	$0,7h$	3,5	5	7	10	14
Ширина прописных букв: узких (Г, Е, З, С) средних (Б, В, И, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ч, Э, Ъ, Я) широких (А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю) особо широких (Ж, Ф, Ш, Ь) сверхширокой (Щ)	$g$	$0,5h$	1,8	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	2,1	3	4	6	8
		$0,7h$	2,5	3,5	5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	6	8	9
		$0,9h$	3,1	4,5	6,3	9	12,6
Ширина строчных букв: узких (с) средних (б, в, г, д, е, з, к, и, й, л, н, о, п, р, у, х, ч, ь, э, я) широких (а, м, ц, ы, ю, ь) особо широких (ж, ф, т, ш) сверхширокой (щ)	$g$	$0,4h$	1,2	2	3	4	6
		$0,5h$	1,5	2,5	3,5	5	7
		$0,6h$	1,8	3	4	6	8
		$0,7h$	2	3,5	3,5	7	10
		$0,8h$	2,8	4	5,6	8	11,2
Толщина линий шрифта	$d$	$0,1h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4
Расстояние между буквами	$a$	$0,2h$	0,7	1	1,4	2	2,8

Рисунок 2. Шрифт согласно ГОСТ 2.304 – 81

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

### Практическое занятие № 4

**Тема:** Выполнение титульного листа альбома графических работ студента в тонких линиях

**Цель:** получить навыки выполнения надписей на чертежах чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, листы формата А4.

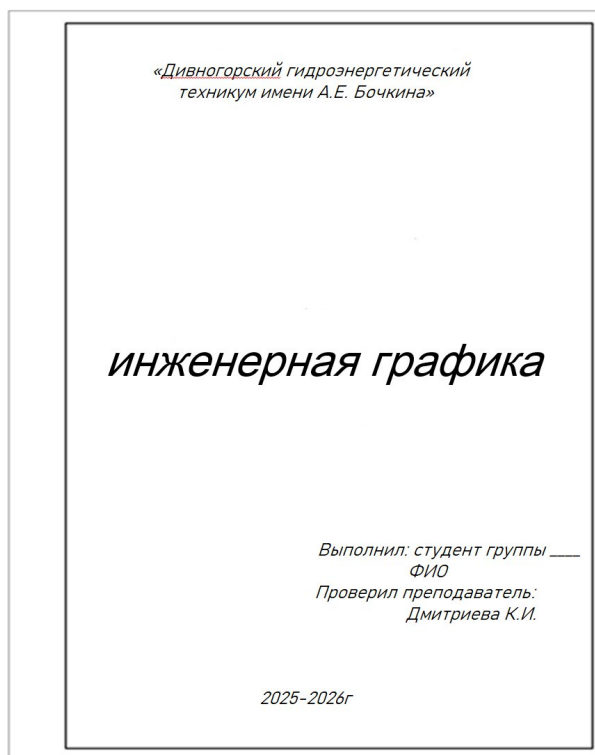


## Теоретическая часть

Титульный лист – текстовый документ является первым листом документа и заполняется студентами по форме, приведённой на рисунке 1. При выполнении чертежей для каждого из них используются основные форматы, установленные стандартом ГОСТ 2.301-68 и выделяемые на листе бумаги внешней рамкой, проводимой сплошными толстыми линиями.

### Методические указания

**Задание:** Выполнить титульный лист на чертежной бумаге формата А4 (210×297 мм). Согласно образца (рисунок 1).



«Дивногорский гидроэнергетический  
техникум имени А.Е. Бочкина»

*инженерная графика*

Выполнил: студент группы \_\_\_\_  
ФИО  
Проверил преподаватель:  
Дмитриева К.И.

2025–2026г

Рисунок 1. Образец титульного листа

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения



в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

## **Практическое занятие № 5**

**Тема:** ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений». Размерные и выносные линии, порядок их проведения. Формы стрелок. Размерные числа и условные знаки. Нанесение размеров

**Цель:** Освоить правила нанесения размерных и выносных линий, стрелок, размерных чисел и условных знаков на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307-68, научиться правильно применять основные положения стандарта при оформлении технической документации.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, транспортир, циркуль, ластик, листы формата А3.

### **Теоретическая часть**

#### **Назначение размеров**

Для определения величины изображенного изделия или какой-либо его части на чертеже на нем наносят размеры.

Размеры разделяют на линейные и угловые. Линейные размеры характеризуют длину, ширину, толщину, высоту, диаметр или радиус измеряемой части изделия. Угловые размеры характеризуют величину углов.

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах, но обозначение единицы измерения не выносят. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах.

Общее количество размеров на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

#### **Методы нанесения размеров**

Способы нанесения размеров на чертеже зависят от последовательности обработки поверхностей детали. В практической работе конструкторы применяют три метода нанесения размеров – цепной, координатный и комбинированный.

**Цепной метод** – размеры наносят по одной линии, цепочкой, один за другим размеры А, А1, А2, А3, А4. За технологическую базу принята торцовая поверхность вала. Метод характеризуется постепенным накоплением суммарной погрешности при изготовлении элементов детали. Значительная суммарная погрешность может привести к непригодности изготовленной детали (А\* - размер для справки).

**Координатный метод** – все размеры Б1, Б2, Б3, Б4, Б5 наносят от одной и той же базовой поверхности (см. рис. 1). Этот метод отличается значительной точностью изготовления детали. При нанесении размеров этим методом необходимо учитывать повышение стоимости изготовления детали.

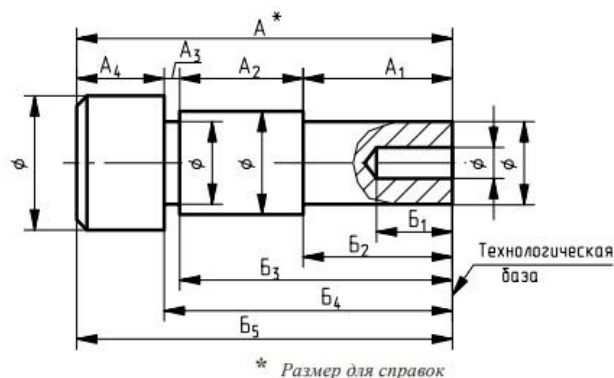


Рисунок 1. Метод нанесения размеров

**Комбинированный метод** – простановка размеров осуществляется цепным и координатным методами одновременно (рис. 2). Этот метод наиболее оптимален. Он позволяет изготавливать более точно те элементы детали, которые этого требуют.

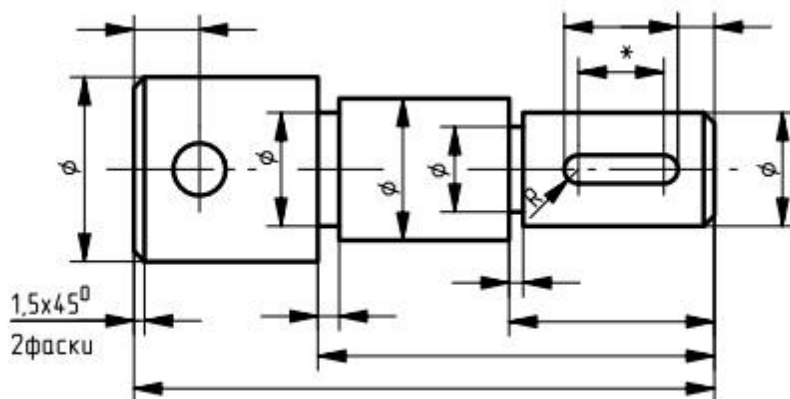
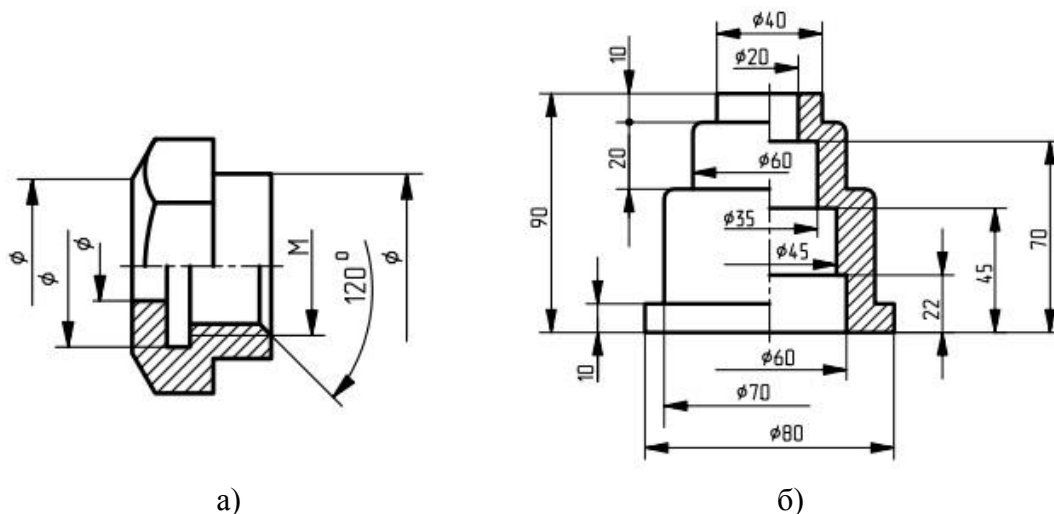


Рисунок 2. Комбинированный метод

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения, располагая по возможности внутренние и наружные размеры деталей по разные стороны изображения.

При неполном изображении симметричного контура, а также при соединении вида и разреза размерные числа ставят со стороны вида для наружных и со стороны разреза для внутренних элементов изделия.

При этом размерную линию обрывают дальше линии разграничения вида и разреза (рис.3,а) или за осью симметрии (рис. 3,б).



а)

б)

Рисунок 3. Нанесение размеров симметрии

### Правила нанесения размеров

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Для этого сначала проводят выносные линии перпендикулярно отрезку, размер которого указывают (рис. 4, а). Затем на расстоянии не менее 10 мм от контура детали проводят параллельную ему размерную линию. Размерная линия ограничивается с двух сторон стрелками. Какой должна быть стрелка, показано на рисунке 4, б. Выносные линии выходят за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Выносные и размерные линии проводят сплошной тонкой линией. Над размерной линией, ближе к ее середине, наносят размерное число.

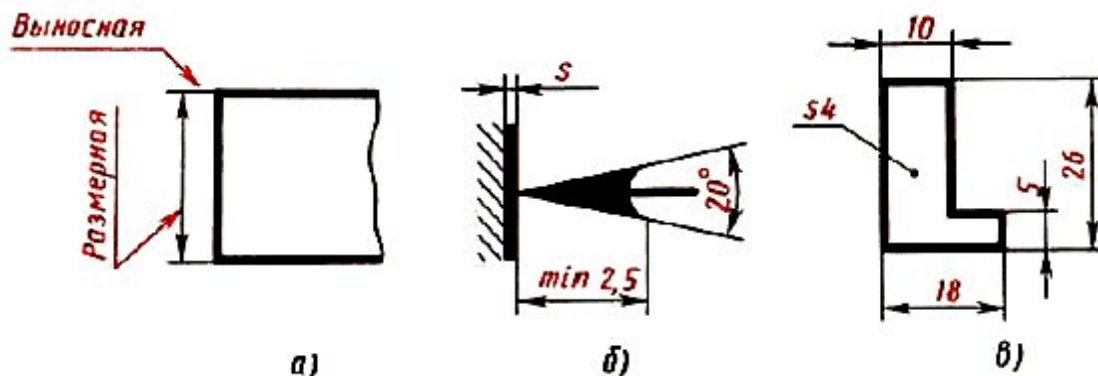


Рисунок 4. Нанесение линейных размеров

Если на чертеже несколько размерных линий, параллельных друг другу, то ближе к изображению наносят меньший размер. Так, на рисунке 5, в сначала нанесен размер 5, а затем 26, чтобы выносные и размерные линии на чертеже не пересекались. Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7 мм.

Для обозначения диаметра перед размерным числом наносят специальный знак — кружок, перечеркнутый линией (рис. 5). Если размерное число внутри окружности не помещается, его выносят за пределы окружности, как показано на рисунке 7, в и г. Аналогично поступают при нанесении размера прямолинейного отрезка (см. рис. 5, в).

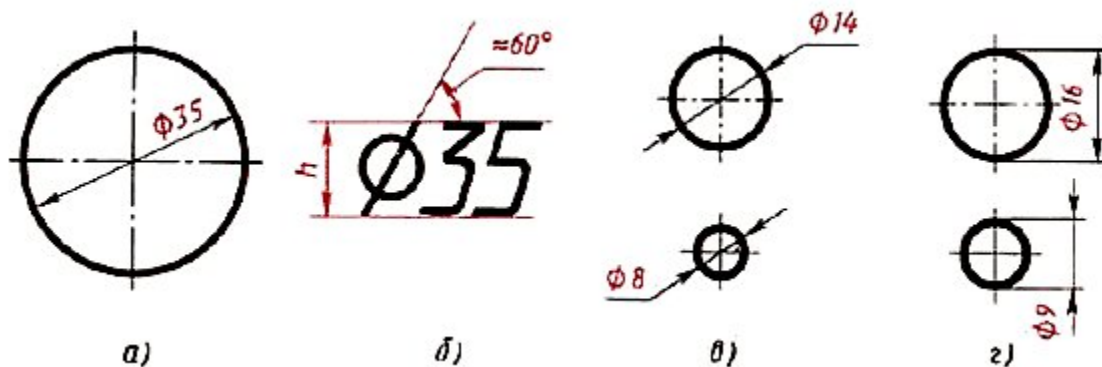


Рисунок 5. Нанесение размера окружностей

Для обозначения радиуса перед размерным числом пишут прописную латинскую букву R (рис. 6, а). Размерную линию для указания радиуса проводят, как правило, из центра дуги и оканчивают стрелкой с одной стороны, упирающейся в точку дуги окружности.

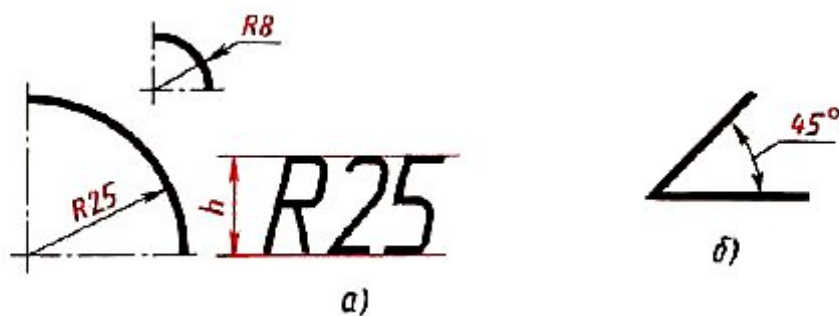


Рисунок 6. Нанесение размеров дуг и угла

При указании размера угла размерную линию проводят в виде дуги окружности с центром в вершине угла (рис. 6, б).

Перед размерным числом, указывающим сторону квадратного элемента, наносят знак "квадрата" (рис. 7). При этом высота знака равна высоте цифр.

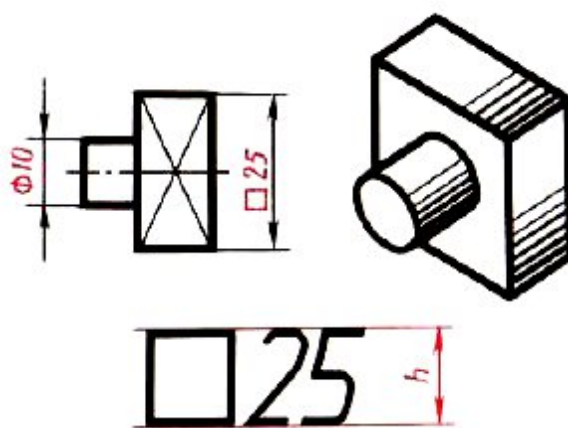


Рисунок 7. Нанесение размера квадрата

Если размерная линия расположена вертикально или наклонно, то размерные числа располагают, как показано на рисунках 6, в; 7; 8.

Если деталь имеет несколько одинаковых элементов, то на чертеже рекомендуется наносить размер лишь одного из них с указанием количества. Например, запись на чертеже «3 отв. Ø 10» означает, что в детали имеются три одинаковых отверстия диаметром 10 мм.

При изображении плоских деталей в одной проекции толщина детали указывается, как показано на рисунке 6, в. Обратите внимание, что перед размерным числом, указывающим толщину детали, стоит латинская строчная буква *h*.

Допускается подобным образом указывать и длину детали (рис. 8), но перед размерным числом в этом случае пишут латинскую букву



Рисунок 8. Нанесение размера длины детали

## Положения ГОСТа 2.307-68

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R.

Если при нанесении размера радиуса дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра, то последний изображают в виде пересечения центровых или выносных линий.

При большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом  $90^\circ$  (рис.9).

Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 10).

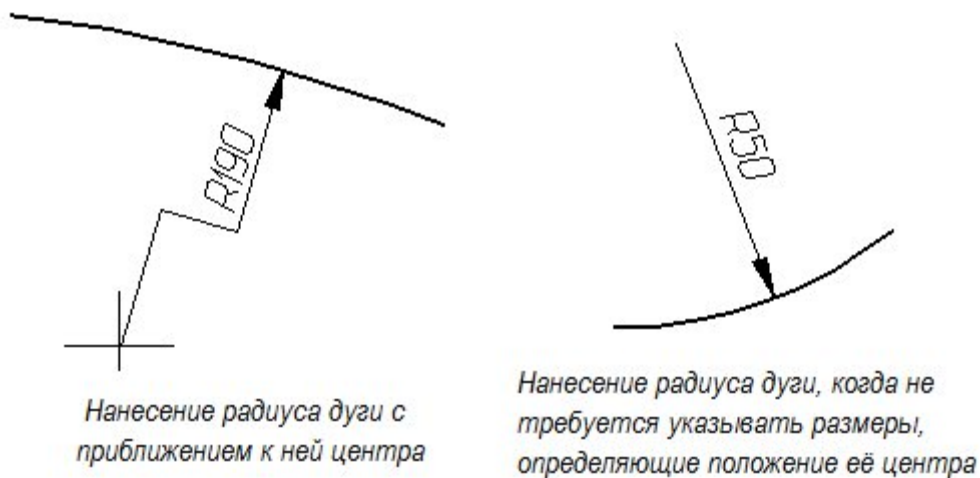


Рисунок 9,10. Нанесение радиуса

При проведении нескольких радиусов из одного центра размерные линии любых двух радиусов не располагают на одной прямой (рис. 11а). При совпадении центров нескольких радиусов их размерные линии допускается не доводить до центра, кроме крайних (рис. 11б).

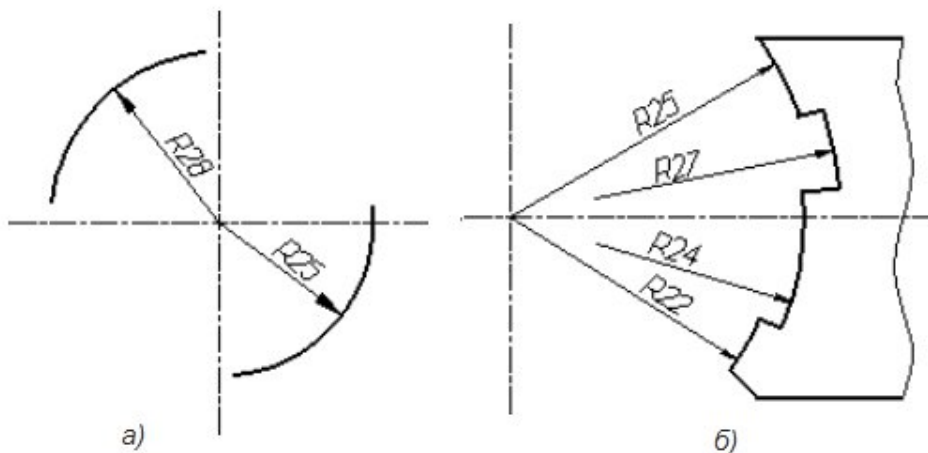


Рисунок 11. Нанесение нескольких радиусов из одного центра.

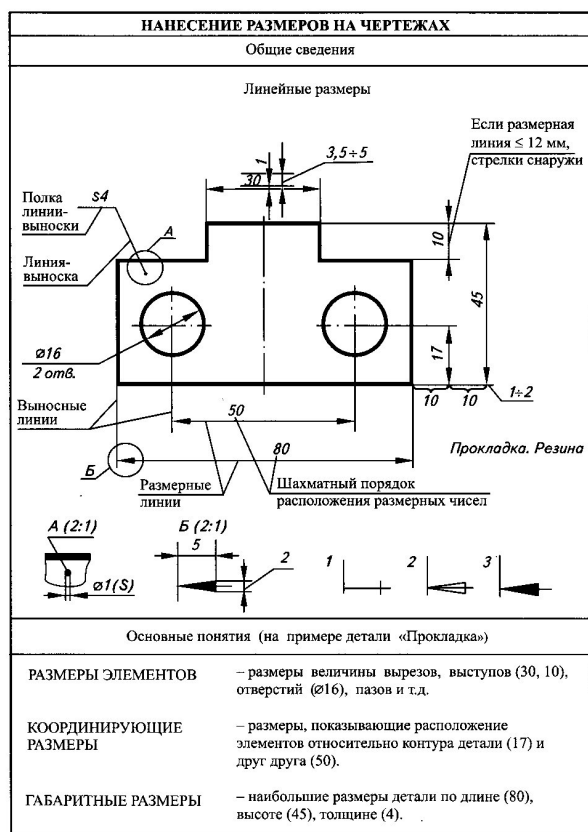


Рисунок 12. Нанесение размеров на чертежах

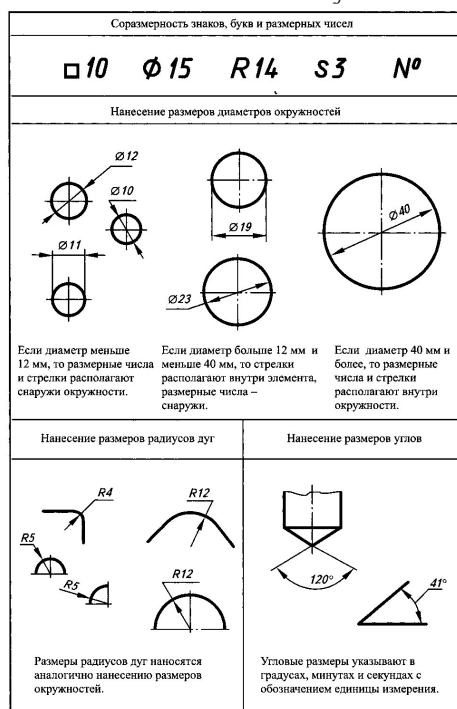


Рисунок 13. Соразмерность знаков, букв и размерных чисел

### Порядок выполнения работы

1. Постройте полное изображение детали по имеющейся половине, разделенной осью симметрии в масштабе изображения 2:1.
  - 1.1. Выберите вариант задания в соответствии с порядковым номером в журнале.

1.2. На рисунке дана лишь половина изображения детали. Вам нужно представить, как будет выглядеть деталь полностью, помня о симметрии.

1.3. На листе чертежной бумаги формата А4 вычертите рамку и графы основной надписи. Определите центр рабочего поля чертежа и от него ведите построение изображения.

1.4. Вначале проведите оси симметрии, постройте тонкими линиями прямоугольник, соответствующий общей форме детали. Разметьте изображения прямоугольных элементов детали. Определив положение центров окружности (-ей) и полуокружности (-ей), проведите их.

1.5. Нанесите размеры в соответствии с ГОСТ 2.307-68.

1.6. Обведите чертеж линиями, установленными стандартом: сначала – окружности (полуокружности), затем – горизонтальные и вертикальные прямые.

2. Заполните основную надпись. Название работы – Чертеж «плоской детали»

### **Критерии оценки**

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

### **Пример выполнения задания**

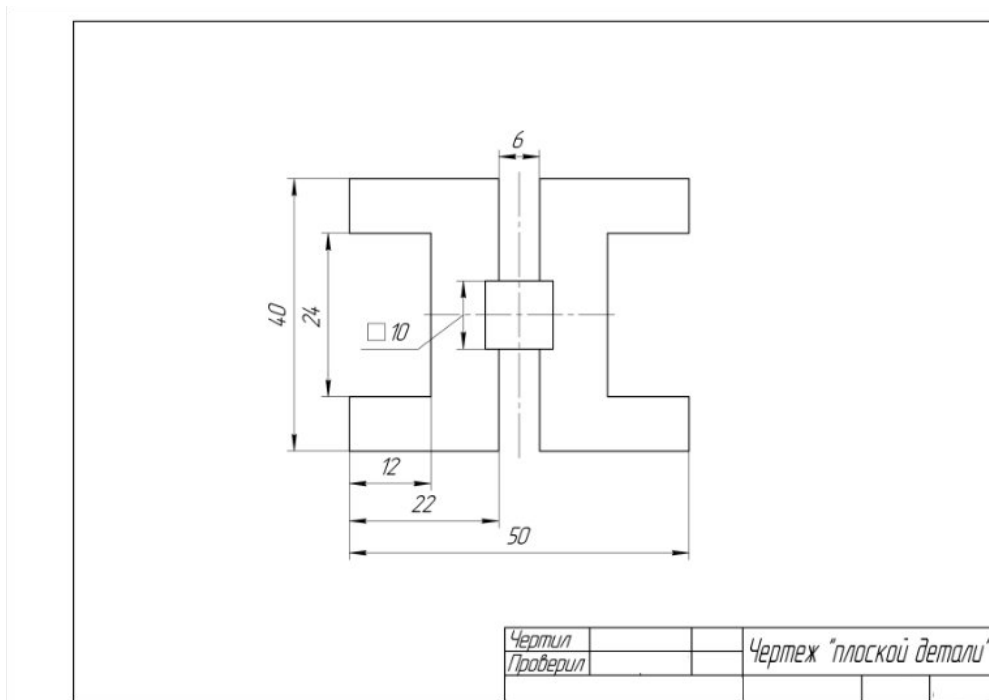


Рисунок 14. Образец выполнения задания

## Практическое занятие № 6

**Тема:** Лекальные кривые: овал, синусоида, спираль Архимеда

**Цель:** Освоить методику построения лекальных кривых (овала, синусоиды, спирали Архимеда) с помощью чертёжных инструментов и лекал, а также приобрести практические навыки в выполнении технических чертежей, содержащих данные типы кривых.

**Оборудование и инструменты:** Технологическая карта, линейка, карандаш, транспортир, циркуль, ластик, листы формата А3.

### Теоретическая часть

В очертаниях отдельных элементов деталей машин, механизмов, конструкций различных строительных сооружений, а также деталей швейных изделий встречаются кривые линии.

В геометрическом черчении кривые делят на две группы в зависимости от инструментов, которыми выполняется их построение.

Кривые, состоящие из дуг окружностей, графическое построение которых производят циркулем, называются **циркульными кривыми**. К ним относят: овал, овоид, завитки.

Кривые, которые строят по точкам, и графическое построение которых выполняется с помощью лекал, называются **лекальными кривыми**. К ним относят: эллипс, парабола, гипербола, эвольвента, спираль Архимеда, синусоида.

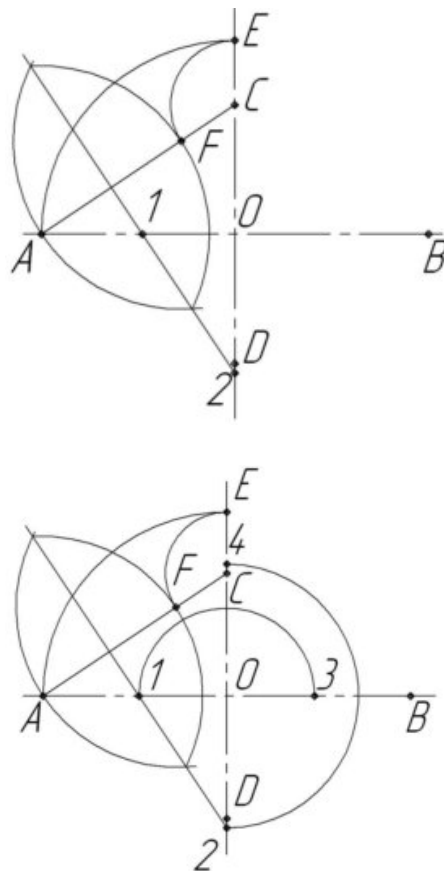
Если все точки кривой линии лежат в одной плоскости, такие кривые называют **плоскими кривыми**. Если точки кривой не лежат в одной плоскости, такие кривые называют **пространственными кривыми**.

### Построение циркульных кривых



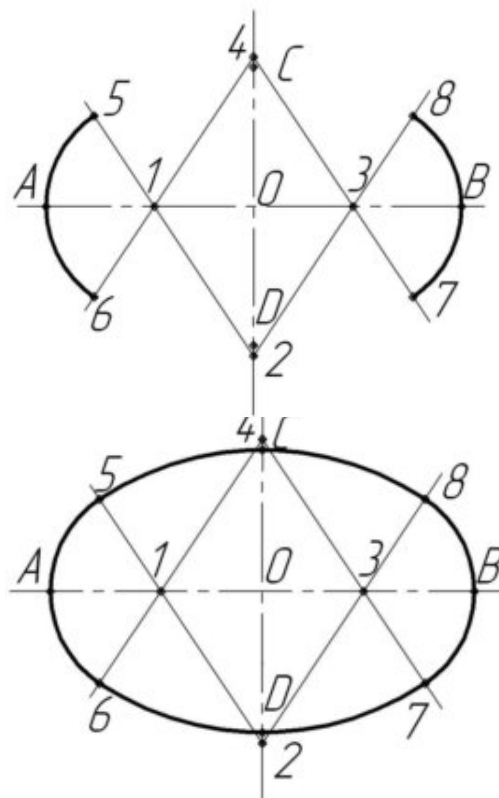
**Овал** – плавная замкнутая симметричная кривая, состоящая из четырех сопрягающихся дуг. Для его построения нужно найти четыре центра дуг и четыре точки сопряжения.

Овал имеет две оси: большую и малую. Они делят его на симметричные части.



Алгоритм построения овала по двум заданным осям:

1. Проводят 2 взаимно перпендикулярные линии с точкой пересечения  $O$  и на них откладывают размеры заданных осей;
2. Точки  $A$  и  $C$  соединяют прямой линией;
3. Из точки  $O$  радиусом  $OA$  проводят дугу до пересечения с вертикальной линией в точке  $E$ ;
4. Отрезок  $CE$  является разностью полуосей;
5. Этот отрезок откладывают на отрезке  $AC$  от точки  $C$ , получают точку  $F$ ;
6. Через середину отрезка  $AF$  проводят серединный перпендикуляр (способом деления отрезка пополам циркулем), который пересекает большую ось в точке  $1$ , а малую – в точке  $2$ .
- Точка  $1$  – центр левой малой дуги, точка  $2$  – центр верхней большой дуги;
7. Так как овал – фигура симметричная,



то справа от точки  $O$  находится ( $R=O1$ ) точка  $3$  – центр правой малой дуги и точка  $4$  – центр нижней большой дуги ( $R=O2$ );

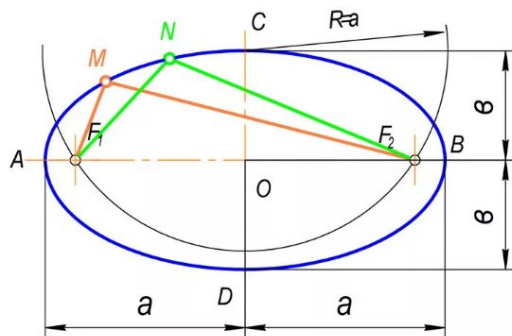
8. Поскольку точки сопряжения лежат на прямых, соединяющих центры дуг, точки  $1$  и  $4$ ,  $3$  и  $4$ ,  $1$  и  $2$ ,  $2$  и  $3$  соединяют прямыми. Эти прямые ограничивают длину дуг и на них будут находиться точки сопряжения;
9. Для построения овала из центров  $1$  и  $3$  проводят дуги радиусом  $R=1A$  до пересечения с прямыми в точках  $5, 6, 7$  и  $8$  (это точки сопряжения);
10. Из центра  $2$  радиусом  $R=2C$  проводят дугу от точки  $5$  до точки  $8$ ;
11. Из центра  $4$  радиусом  $R=4D$  проводят дугу от точки  $6$  до точки  $7$ .

## Построение лекальных кривых

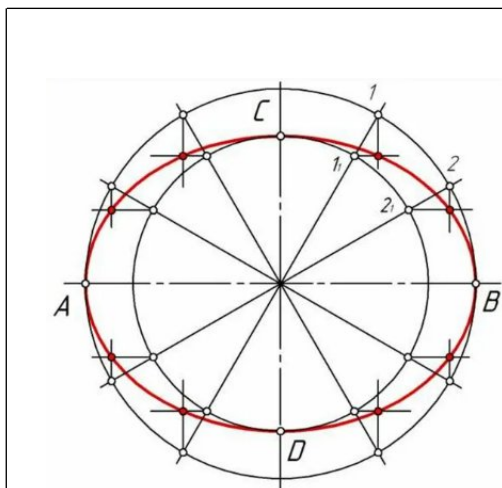
Лекальные кривые называются так потому, что она обводятся по лекалу. Принадлежащие им точки не лежат на окружностях или дугах, их строят по определенным законам, соединяют тонкой плавной линией от руки и обводят по лекалу небольшими участками.

При вычерчивании лекальных кривых сначала находят точки, принадлежащие этой кривой. Затем точки соединяют плавной тонкой линией от руки. Полученную линию обводят по лекалу. Чтобы при обводке не нарушалась плавность линии, необходимо подбирать лекало так, чтобы захватывать не менее трех точек кривой. Обводить линии нужно так, чтобы обводка каждого участка заканчивалась на предпоследней точке этого участка. Последняя точка в обводке не участвует, так как в этой точке лекало начинает отходить от проведенной кривой. Затем лекало подбирают так, чтобы две последние точки предыдущего участка входили в число точек вновь подобранного участка. Это обеспечивает плавность перехода от одной части кривой к другой.

К лекальным кривым относят: парабола, гипербола, эллипс, эвольвента, спираль Архимеда и др.

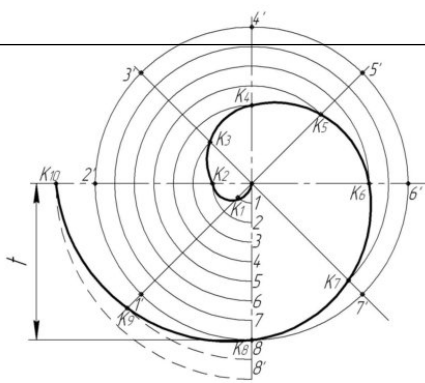


**Эллипс** – это плоская кривая линия, у которой сумма расстояний от любой точки этой кривой до двух ее фокусов ( $F_1$  и  $F_2$ ), расположенных на большой оси, есть величина постоянная, равная большой оси эллипса. Эллипс всегда имеет две взаимно перпендикулярные оси (большую и малую).



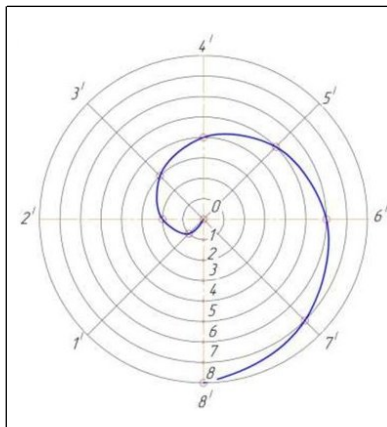
### Алгоритм построения эллипса по заданным осям:

1. Проводят две окружности в центре в точке O заданными радиусами  $R=OA=OB$  и  $R=OC=OD$ ;
2. Делят большую окружность на 12 равных частей;
3. Точки деления соединяют прямыми с центром окружностей;
4. Из точек пересечения прямых с окружностями проводят параллельные осям эллипса;
5. При взаимном пересечении этих линий получают точки, принадлежащие эллипсу, которые соединив предварительно от руки тонкой плавной кривой, обводят с помощью лекала.



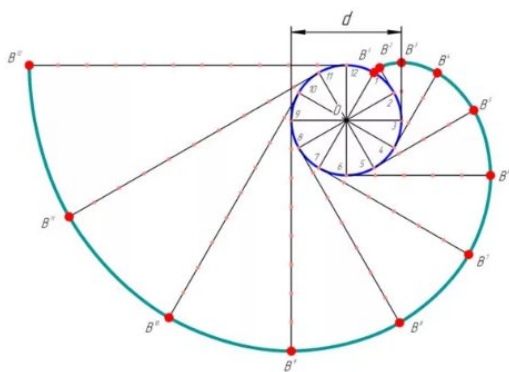
**Спираль Архимеда** – кривая, образованная движением точки, равномерно движущейся по прямой, которая в свою очередь, равномерно вращается в

плоскости вокруг неподвижной точки, принадлежащей этой прямой. Характер спирали Архимеда определяется шагом  $t$ , то есть расстоянием, которое пройдет точка по прямой за один полный оборот этой прямой на  $360^\circ$ . Вращение прямой может происходить как по часовой стрелке, так и против.



Алгоритм построения спирали Архимеда с шагом  $t$  и вращением прямой по часовой стрелке:

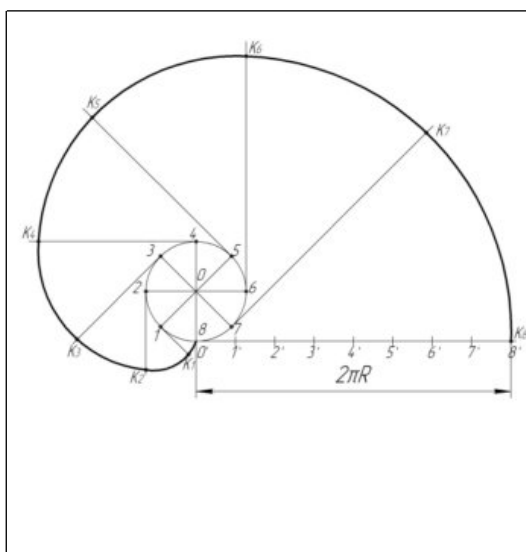
1. Исходную окружность и ее радиус поделить на одинаковое количество равных частей. Через точки деления на окружности (1, 2, ...) провести из центра O лучи, последовательно откладывая на каждом из них соответствующее число делений радиуса: на первом –  $O_1$ , на втором –  $O_2$  и т.д.
2. Полученный ряд точек соединить плавной кривой и обвести ее по лекальной линейке.



**Эвольвента окружности** – это плоская кривая линия, представляющая собой траекторию точки окружности при ее развертывании.

Эвольвенту окружности можно получить, если поверхность цилиндра обернуть упругой проволокой в один полный оборот и закрепить один ее конец. Отпущенный второй конец, развертываясь (распрямляясь в отрезок), опишет в пространстве кривую, которая и будет эвольвентой. При этом длина проволоки будет равна длине окружности основания данного цилиндра ( $2\pi R$ ).

Если окружность разделить на любое число равных дуг и представить развертывание и выпрямление каждой дуги в отрезок прямой линии, то полученные отрезки будут касательными к заданной окружности. Точки касания будут точками окончания каждой дуги, которые будут одновременно начальными точками следующих дуг.



Алгоритм построения эвольвенты окружности:

1. Заданную окружность делят на равное (любое) число дуг;
2. Каждую точку деления соединяют с центром окружности (точка O);
3. Из точки 8 проводят касательную к окружности и откладывают на ней длину окружности ( $2\pi R$ ). Этот отрезок будет развернутой окружностью. Точка 8ф принадлежит эвольвенте;
4. Полученный отрезок делят на то же число равных частей, для определения длины каждой развернутой дуги;
5. Из точек 1-8 проводят касательные и откладывают

	<p>отрезки, равные длине соответствующей дуги. От точки 1 откладывают отрезок, равный длине развернутой дуги <math>O\phi 1\phi</math>. От точки 2 – отрезок, равный длине развернутой дуги <math>O\phi 2\phi</math> и т.д. Получают точки <math>K_1</math>- <math>K_8</math>, принадлежащие эвольвенте.</p> <p>6. Полученные точки соединяют плавной кривой линией, которую обводят по лекалу.</p>
--	--

### Порядок выполнения работы

На формате А3 выполните:

1. Построение эллипса по двум заданным осям  $R=OA=OB=3,0\text{см}$  и  $R=OC=OD=2,0\text{см}$ .
2. Построение спирали Архимеда шагом  $t=4,0\text{см}$  и вращением по часовой стрелке. Количество равных частей деления окружности и ее радиуса  $n=8$ .
3. Построение эвольвенты окружности с радиусом  $R=1,5\text{см}$ .

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

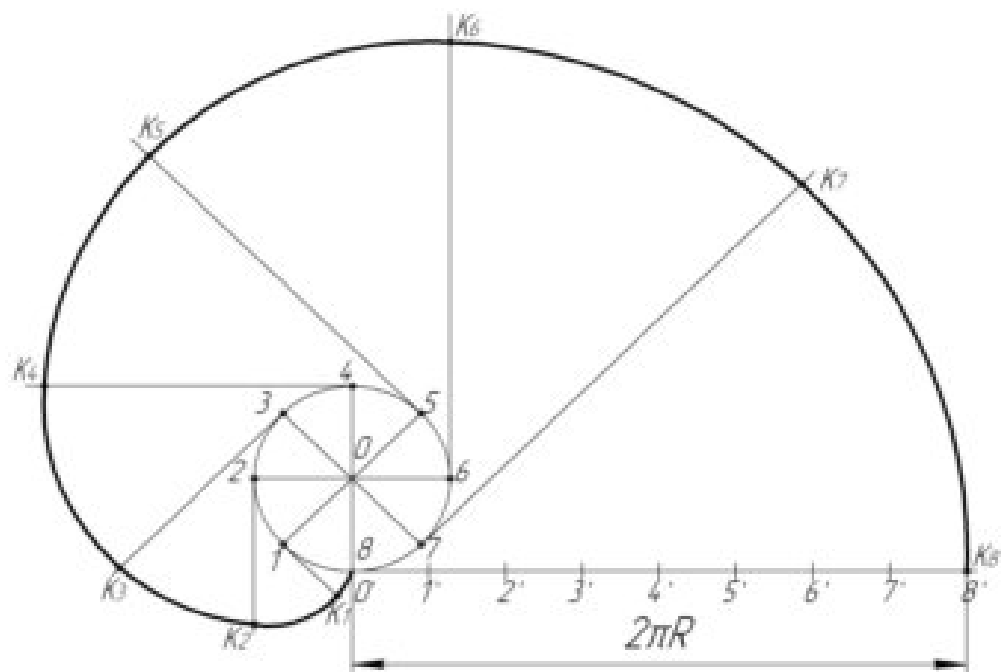
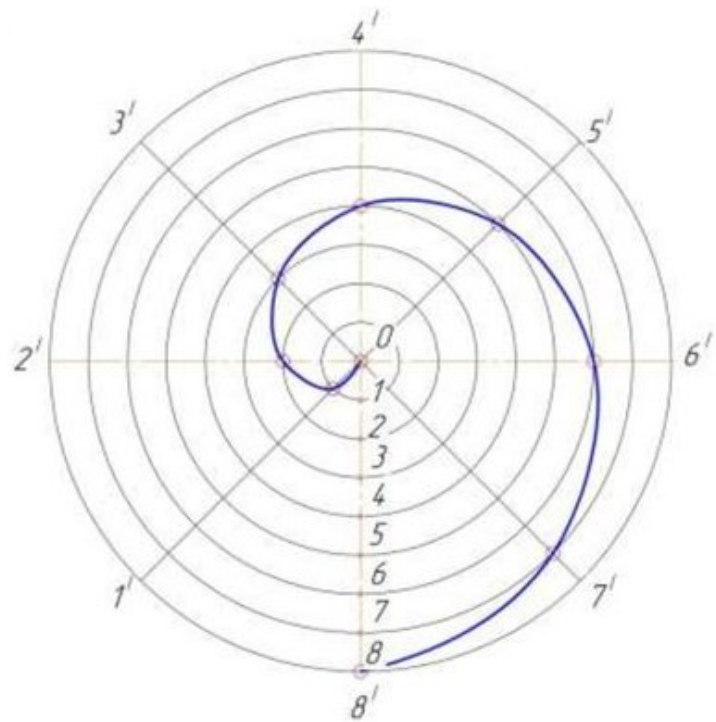
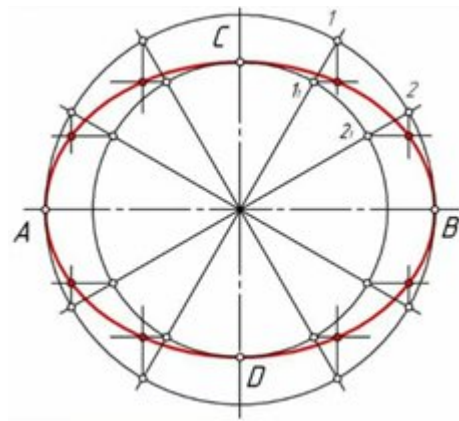
**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

### Пример выполнения задания





## Практическое занятие № 7

**Тема:** Деление окружности на равные части. Вычерчивание контура детали с сопряжением

**Цель:** Приобрести практические навыки деления окружности на равные части и освоить технику построения сопряжений при вычерчивании контура детали

**Оборудование и инструменты:** Технологическая карта, линейка, карандаш, транспортир, циркуль, ластик, листы формата А3.

### Теоретическая часть

При выполнении графических работ приходится решать многие задачи на построение. Наиболее встречающиеся при этом задачи — деление отрезков прямой, углов и окружностей на равные части, построение различных сопряжений.

Рассмотрим приёмы деления окружности на равные части с помощью геометрических построений. Самыми распространенными являются деления окружностей на 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 и 12 частей. При построении окружности обязательно проводятся две взаимно перпендикулярные осевые (центровые) линии (штрихпунктирные). Одна из двух осевых линий делит окружность на две части.

#### Деление окружности на три равные части

Чтобы разделить окружность радиуса  $R$  на 3 равные части (рис.1), из точки пересечения центральной линии с окружностью (например, из точки  $A$ ) описывают как из центра дополнительную дугу радиусом  $R$ . Получают точки 2 и 3. Точки 1, 2, 3 делят окружность на три равные части.

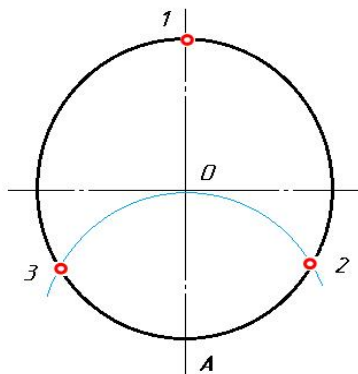


Рисунок 1 – Деление окружности на 3 равные части

#### Деление окружности на четыре равные части

Штрихпунктирные центровые линии, проведенные перпендикулярно одна другой, делят окружность на четыре равные части. Последовательно соединив их концы, получим правильный четырехугольник (рис. 2).

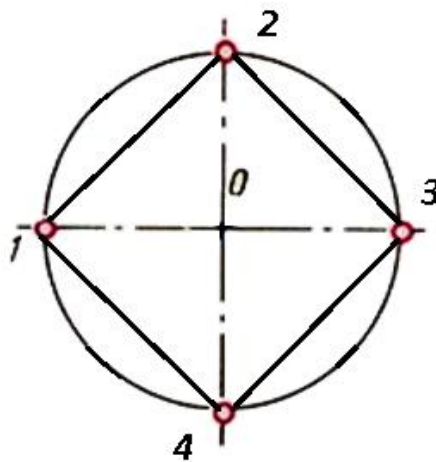


Рисунок 2 – Деление окружности на 4 равные части  
Деление окружности на пять равных частей

Из точки А (рис.3) проведем дугу тем же радиусом, что и радиус окружности до пересечения с окружностью – получим точку В. Опустив перпендикуляр с этой точки – получим точку С. Из точки С – середины радиуса окружности, как из центра, дугой радиуса CD сделаем засечку на диаметре, получим точку Е. Отрезок DE равен длине стороны вписанного правильного пятиугольника. Сделав радиусом DE засечки на окружности, получим точки деления окружности на пять равных частей.

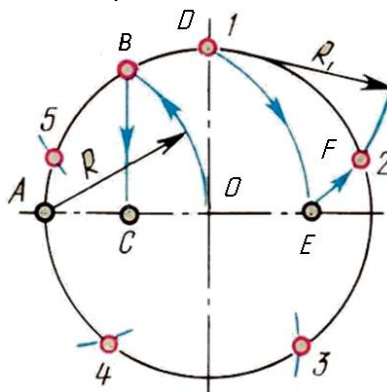
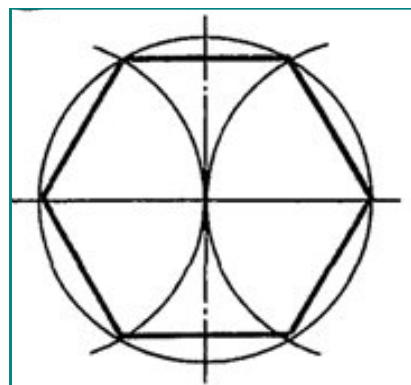


Рисунок 3 – Деление окружности на 5 равных частей

Деление окружности на шесть равных частей

Сторона правильного шестиугольника, вписанного в окружность, равна радиусу окружности. Это деление окружности чаще будет применяться в построении отдельных деталей, так как в автомобилестроении применяются крепёжные детали, а именно гайки, болты у которых имеется шестигранная поверхность.

Для деления окружности на шесть равных частей надо из точек 1 и 4 (рис.3) пересечения центральной линии с окружностью сделать на окружности по две засечки радиусом R, равным радиусу окружности. Соединив полученные точки отрезками прямых, получим правильный шестиугольник.





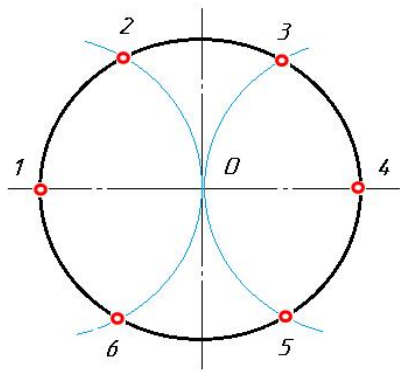


Рисунок 3 – Деление окружности на 6 равных частей при расположении диаметра по горизонтали

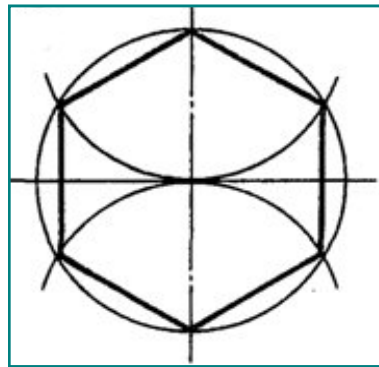


Рисунок 4 – Деление окружности на 6 равных частей при расположении диаметра по вертикали

#### Деление окружности на восемь равных частей

Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, дуги, равные четвертой части окружности, делят пополам. Для этого из двух точек, ограничивающих четверть дуги, как из центров радиусов окружности выполняют засечки за ее пределами. Полученные точки соединяют с центром окружностей и на пересечении их с линией окружности получают точки, делящие четвертные участки пополам, т. е. получают восемь равных участков окружности (рис. 5).

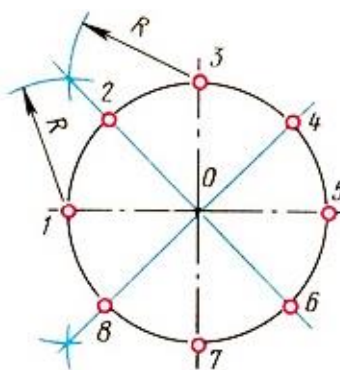


Рисунок 5 – Деление окружности на 8 равных частей

Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую при помощи заданного радиуса. При построении сопряжения необходимо найти центр сопряжения и две точки сопряжения. После чего из центра сопряжения при помощи заданного радиуса



сопряжения соединить точки сопряжения. Примеры сопряжений углов показаны на рисунках 6÷10.

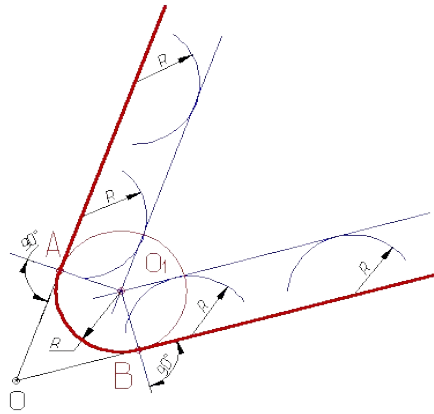


Рисунок 6 – Сопряжение острого угла

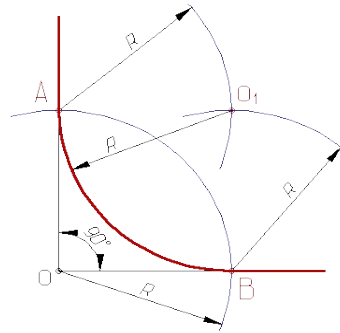


Рисунок 7 – Сопряжение прямого угла

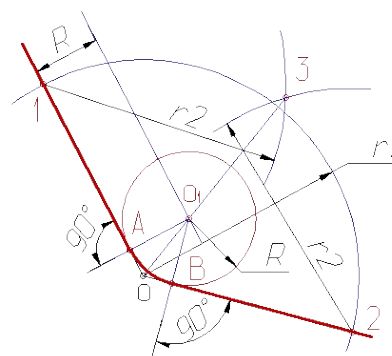


Рисунок 8 – Сопряжение тупого угла

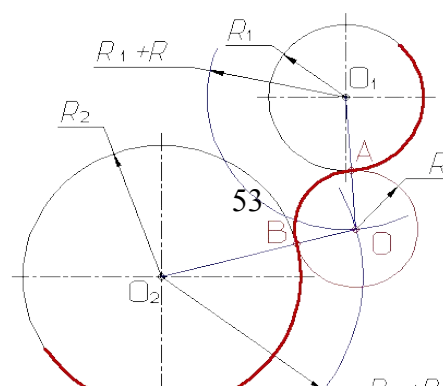


Рисунок 9 – Построение внешнего сопряжения

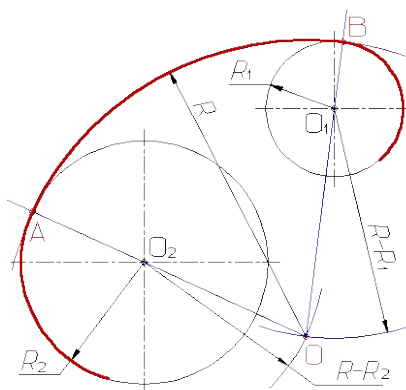


Рисунок 10 – Построение внутреннего сопряжения

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

**Задание 1.** Вычертить изображения контуров деталей, указанных на рисунке задания, нанести размеры. Задание выполнить на листе чертежной бумаги формата А4.

При выполнении каждой задачи должна соблюдаться определенная последовательность геометрических построений:

- осевые, центровые линии, основные начертательные;
- дуги, закругления;
- обводка, штриховка, выносные линии;

-размеры.

## Практическое занятие № 8-9

**Тема:** Проецирование геометрических тел

**Цель:** приобретение навыков вычерчивания комплексных чертежей, построения аксонометрических проекций и разверток поверхностей геометрических тел.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, листы формата А3.

### Теоретическая часть

Изображения предметов на чертежах получают проецированием. **Проецирование** есть процесс построения изображения предмета на плоскости при помощи проецирующих лучей. В результате этого процесса получается изображение, называемое **проекцией**.

Параллельное (цилиндрическое) проецирование. При **параллельном проецировании**, как и в случае центрального проецирования, берут плоскость проекций  $\Pi_1$ , а вместо центра проекций  $S$  задают направление проецирования.

В зависимости от направления проецирования  $S$  к плоскости проекций параллельное проецирование разделяют на прямоугольное (ортогональное) и косоугольное проецирование.

Прямоугольное проецирование, когда направление проецирования  $S$  с плоскостью проекций составляет прямой угол (рис. 1, а).

Косоугольное проецирование, когда направление проецирования составляет с плоскостью проекции угол меньше  $90^\circ$  (рис. 1, б).

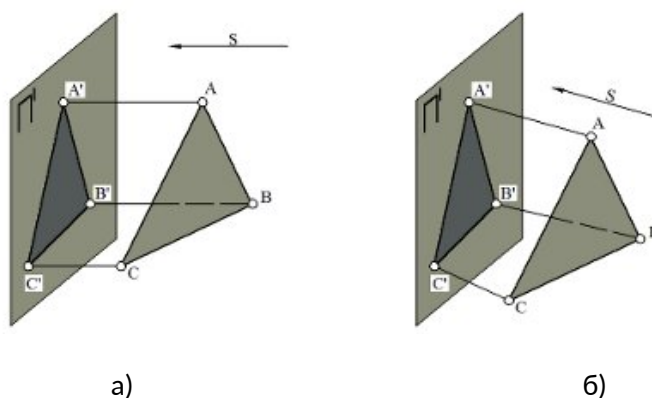
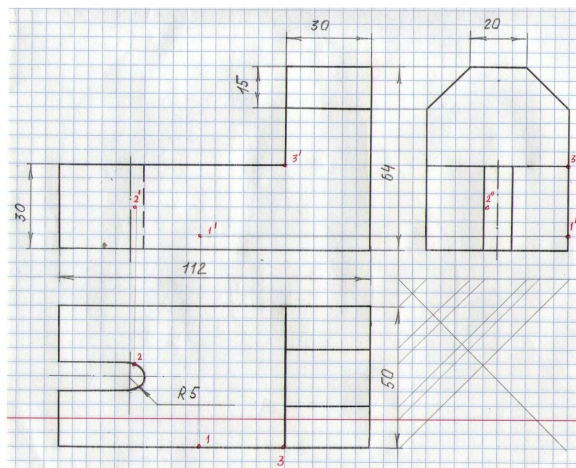


Рисунок 1 – Прямоугольное (а) и косоугольное (б) проецирование

## Пример выполнения задания



### Порядок выполнения работы

1. Повторите теоретическую часть работы.
2. Получите вариант задания.
3. Изучите наглядное изображение детали.
4. Лист формата А4 разделите на 4 зоны, проведите неизменяемую прямую.
5. По заданным размерам постройте проекции на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости.
6. Проведите линии проекционной связи через все вершины и ребра детали.
7. Проставьте размеры.
8. На наглядном изображении заданы точки А, Б, В. Постройте три проекции этих точек.

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

## Практическое занятие № 10-11

**Тема:** Построение в аксонометрической проекции

**Цель:** Изучить правила построения аксонометрических проекций и сформировать практические навыки выполнения наглядных изображений с использованием различных видов аксонометрии.

## Оборудование и инструменты:

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, листы формата А3.

## Теоретическая часть

При составлении технических чертежей иногда возникает необходимость наряду с изображениями предметов в системе ортогональных проекций иметь более наглядные изображения. Для таких изображений применяют метод аксонометрического проецирования (аксонометрия — греческое слово, в дословном переводе оно означает измерение по осям; аксон — ось, метрео — измеряю).

Государственный стандарт устанавливает несколько видов аксонометрических проекций. Для построения наиболее наглядных изображений применяется прямоугольная изометрическая проекция (кратко - изометрия, от греч. изо - равный, одинаковый). Положение аксонометрических осей этой проекции приведено на рисунке 1, а. Как видно из чертежа, оси проекции в изометрии располагаются под углом  $120^\circ$  друг к другу. При построении фигур размеры отрезков по осям  $x_0$   $y_0$   $z_0$  откладывают без изменения, т. е. действительные.

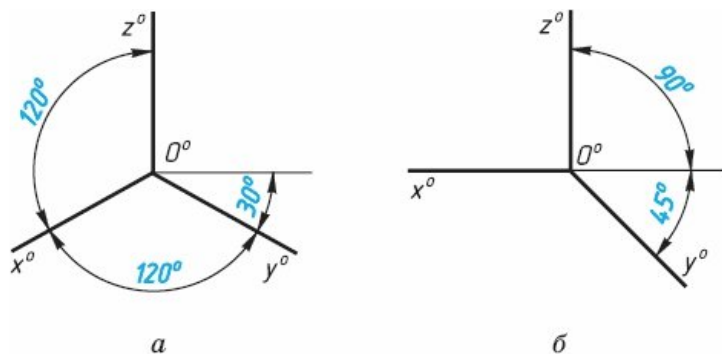


Рисунок 1. Положение аксонометрических осей

В том случае, когда действительные размеры берут только по двум осям ( $x_0$ ,  $z_0$ ), проекцию называют диметрической (от греч. ди - дважды).

Положение осей диметрической проекции дано на рисунке 1, б.

### Классификация аксонометрических проекций

Все множество аксонометрических проекций подразделяется на две группы:

**1 Прямоугольные проекции** — получены при направлении проецирования, перпендикулярном аксонометрической плоскости.

**2 Косоугольные проекции** — получены при направлении проецирования, выбранном под острым углом к аксонометрической плоскости.

Кроме того, каждая из указанных групп делится еще и по признаку соотношения аксонометрических масштабов или показателей (коэффициентов) искажения. По-этому признаку аксонометрические проекции можно разделить на следующие виды:

а) *Изометрические* - показатели искажения по всем трем осям одинаковы (изос — одинаковый).

б) *Диметрические* - показатели искажения по двум осям равны между собой, а третий не равен (ди — двойной).

в) *Триметрические* - показатели искажения по всем трем осям не равны между собой. Это аксонометрия (большого практического применения не имеет).

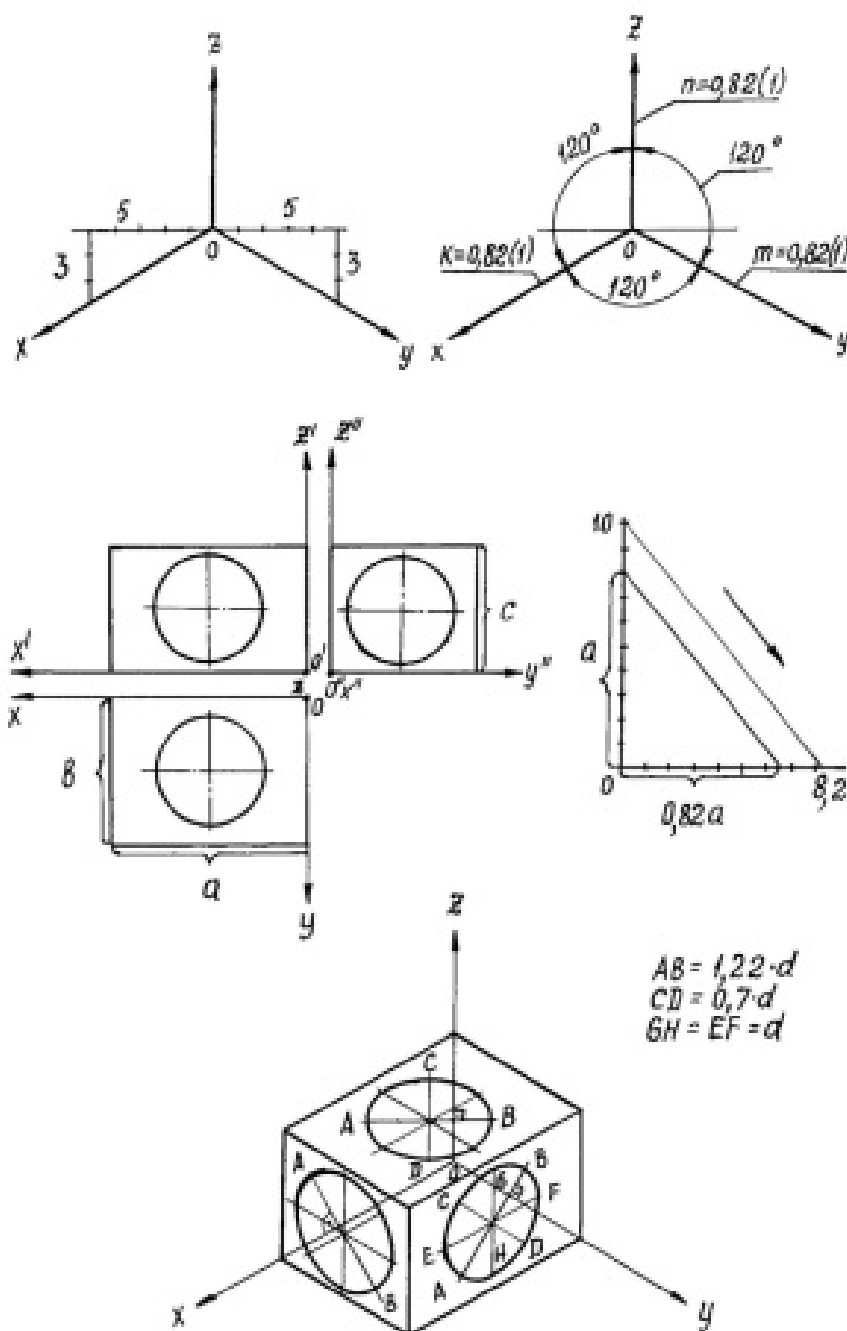


Рисунок 2. Прямоугольная изометрия

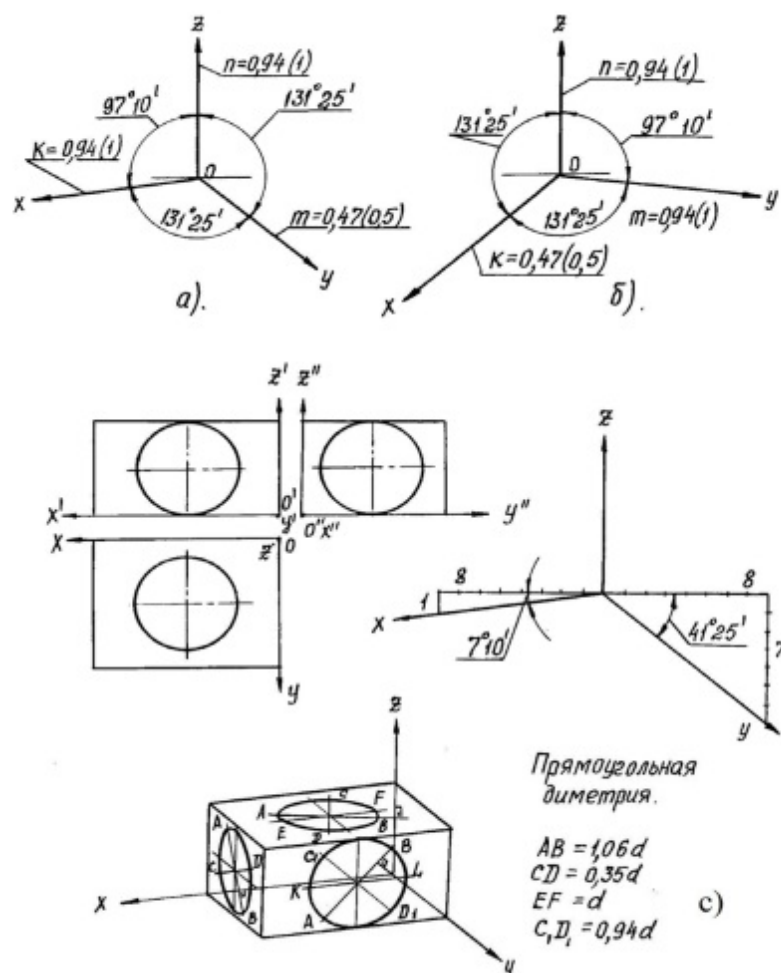


Рисунок 3. Прямоугольная диметрия

### АксонOMETРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

Построение аксонометрических проекций начинают с проведения осей. Параллельно им откладывают размеры отрезков.

Рассмотрим построение аксонометрических проекций плоских геометрических фигур, расположенных в горизонтальной плоскости. Построения даны в изометрической проекции.

**Треугольник.** Симметрично точке  $O^0$  (рис. 4) по оси  $x^0$  откладывают отрезки  $C^0A^0$  и  $O^0E^0$ , равные половине стороны треугольника, а по оси  $y^0$  - его высоту  $O^0C^0$ . Полученные точки  $A^0$ ,  $B^0$  и  $C^0$  соединяют отрезками прямых.

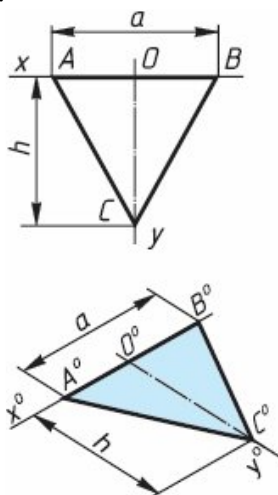


Рисунок 4. Треугольник

**КВАДРАТ.** По оси  $x^0$  от точки  $O^0$  (рис. 6) откладывают отрезок  $a$ , равный стороне квадрата, вдоль оси  $y^0$  - также отрезок  $a$ . Затем проводят отрезки, параллельные отложенным.

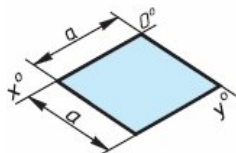
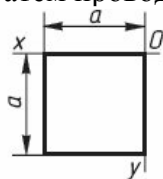


Рисунок 5. Квадрат

**ШЕСТИУГОЛЬНИК.** По оси  $x^0$  вправо и влево от точки  $O^0$  (рис. 70) откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника. По оси  $y^0$  симметрично точке  $O^0$  откладывают отрезки, равные половине расстояния  $L$  между противоположными сторонами шестиугольника, т. е.  $L/2$

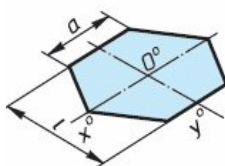
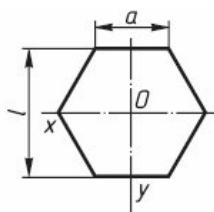


Рисунок 6. Шестигранник

### Аксонометрия окружности

В общем случае окружность в аксонометрии изображается в виде эллипса.

В прямоугольной аксонометрии большая ось этого эллипса перпендикулярна координатной оси, отсутствующей в плоскости проекций, которой параллельна плоскость окружности (рис. 7 а,б).

На этом рисунке показаны положения осей эллипсов и их размеры в прямоугольной изометрии (рис. 7а) и в прямоугольной диметрии (рис. 7 б).

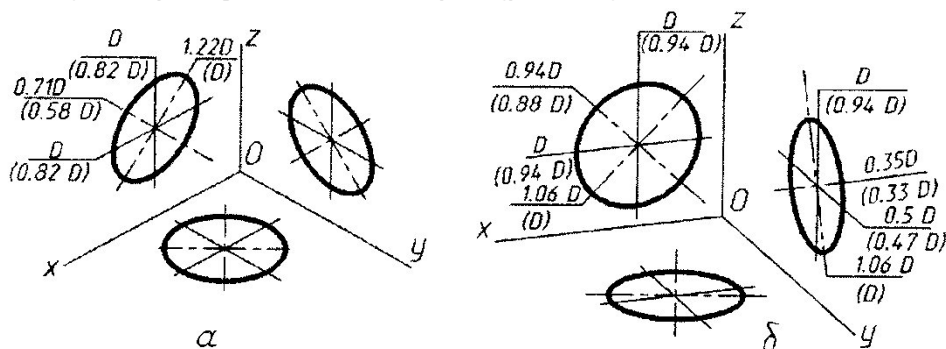


Рисунок 7. Положения осей эллипсов



### **Порядок выполнения работы**

1. Повторите теоретическую часть работы.
2. Изучите наглядное изображение детали.
3. Лист формата А3 разделите на 4 зоны, проведите неизменяемую прямую.
4. По заданным размерам постройте проекции на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости.
5. Проведите линии проекционной связи через все вершины и ребра детали.
6. Проставьте размеры.

### **Критерии оценки**

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки.

### **Практическое занятие № 12,13,14,15,16**

**Тема:** Проецирование группы геометрических тел. Построение в аксонометрической проекции группы геометрических тел. Выставление размеров, обводка аксонометрической проекции группы геометрических тел

**Цель:** Освоить методику проецирования группы геометрических тел, научиться выполнять их построение в аксонометрической проекции.

#### **Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### **Теоретическая часть**

Для построения каждой из проекций композиций следует мысленно провести пространственные линии связи, воображая при этом ход и результат построения. Приступать к построению в проекциях можно только тогда, когда построение мысленно произведено в пространстве.

Начинать изучение прямоугольного проецирования необходимо с проекции точки, так как она является основным геометрическим элементом линии и поверхности. Необходимо четко представлять возможные положения точки относительно системы проекций и только после этого следует переходить к проекциям отрезков прямых, к проецированию плоских фигур и геометрических тел. Любая деталь, какой бы сложной формы она ни была, может быть мысленно расчленена на простые геометрические тела, поэтому необходимо знать, как

выглядят проекции многогранников и тел вращения на комплексных чертежах, будь их изображения одиночными или композиционными. В качестве дополнительного изображения группы геометрических тел выполняют аксонометрические проекции, а данном случае – изометрию, что делает изображение наглядным.

Для закрепления навыков построения комплексных чертежей и аксонометрических проекций выполнить графическую работу «Группа геометрических тел».

1 Подготовить формат А3 (210мм ´ 420мм) с внешней рамкой (20мм-слева, 5мм-сверху, справа, снизу от края листа).

2 Ознакомиться с индивидуальным графическим заданием (пример карточки - задания приведён на рисунке 1).

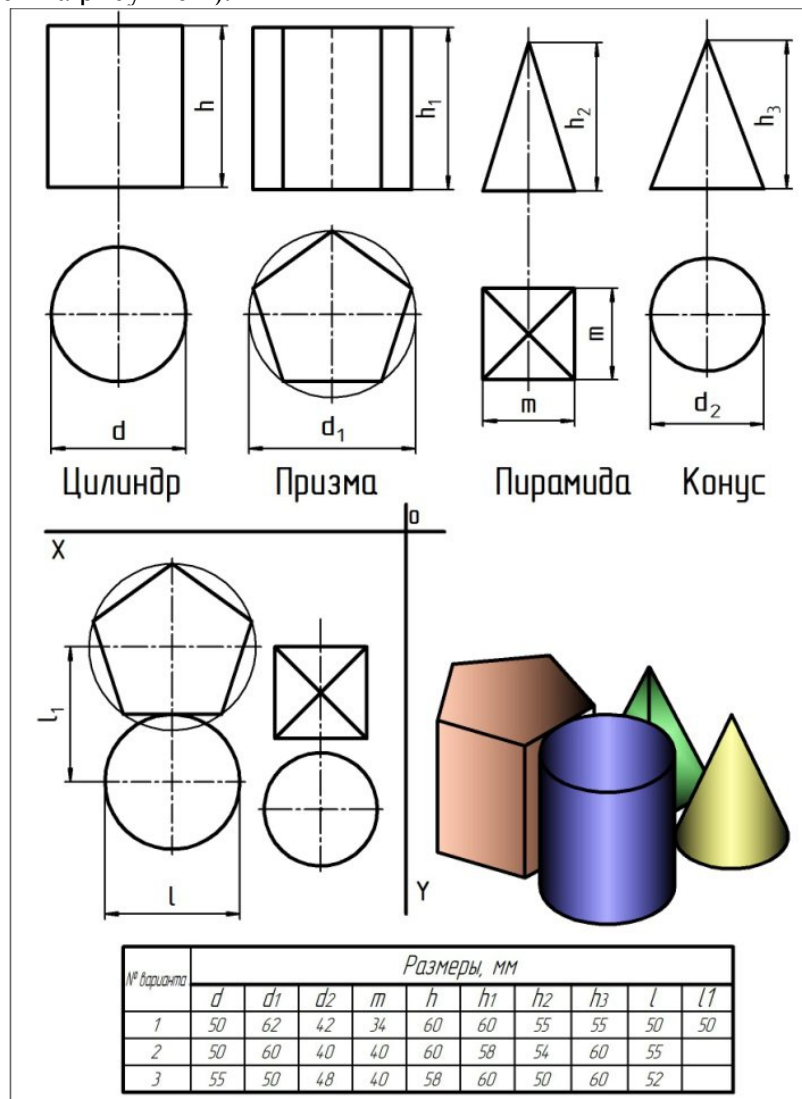


Рисунок 1 - Пример карточки - задания

3 На подготовленном формате А3 произвести примерную компоновку чертежа. Для этого провести ось ОХ на расстоянии  $\approx 110\text{мм} - 120\text{мм}$  от верхней рамки листа. Перечертить горизонтальную проекцию группы тел из предложенного задания (пример задания на рисунке 1), начиная с верхнего левого геометрического тела (расположить его на расстоянии не ближе 20мм от левой рамки листа и 10мм от оси ОХ) (рисунок 2).

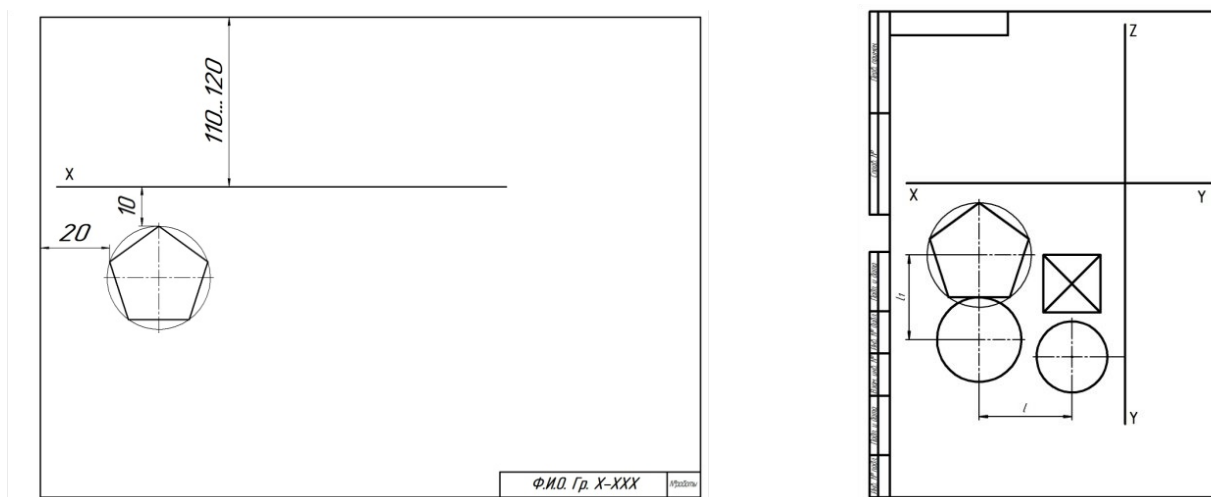


Рисунок 2

Размеры геометрических тел взять по своему варианту в соответствии с фронтальной и горизонтальной проекциями каждого из тел и приведённой таблицей. Пример заданных параметров геометрических тел представлен на рисунке 3.

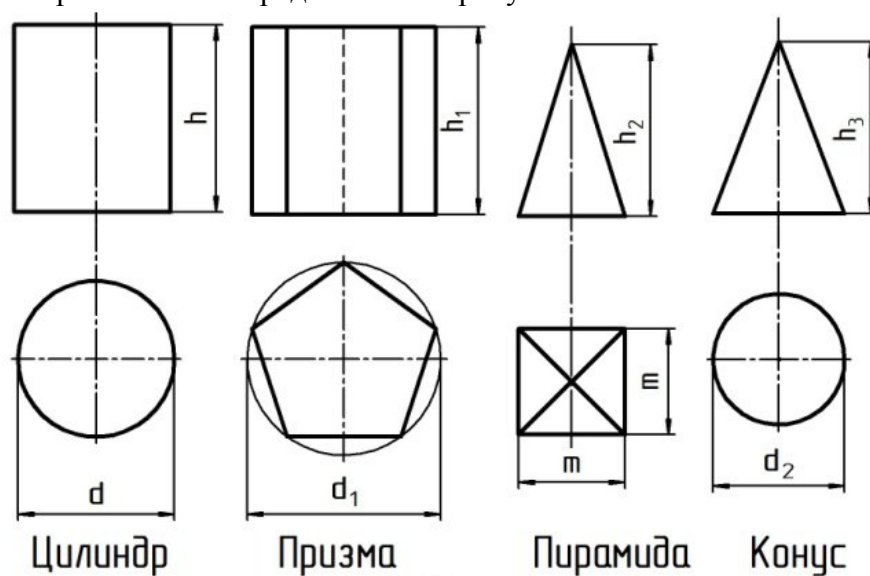


Рисунок 3

4 Построить **фронтальную** проекцию группы геометрических тел. Направление взгляда для построения следует выбрать в соответствии со стрелкой А (рисунок 4).

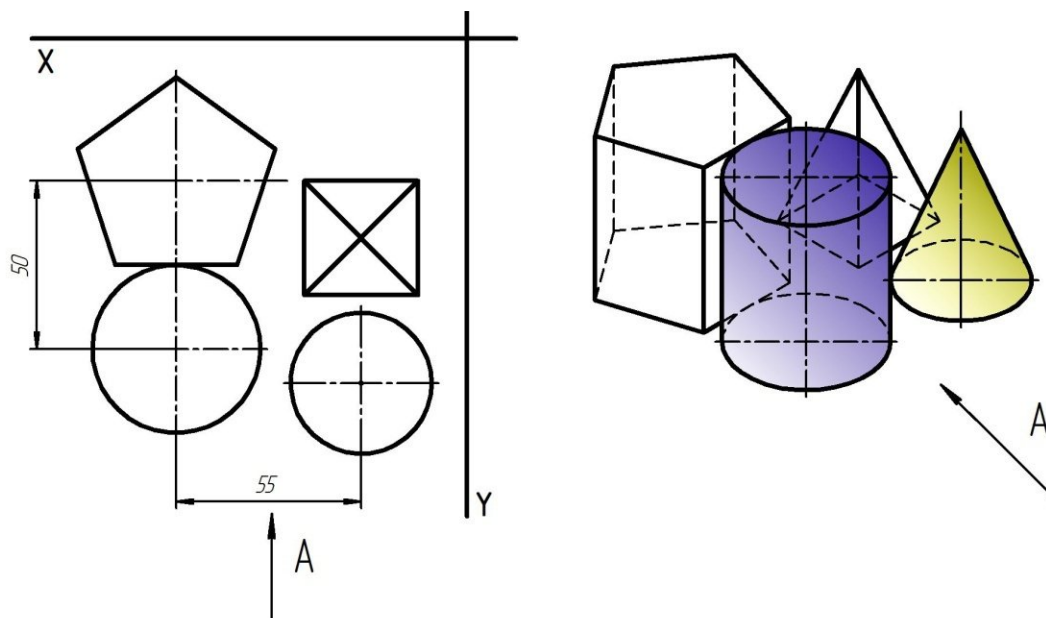


Рисунок 4

**Если в варианте основание какого - либо тела лежит во фронтальной плоскости, начать построение фронтальной проекции следует с него.** В противном случае вначале выполнить фронтальные проекции тел, которые находятся впереди и будут на чертеже видимыми (в данном примере это цилиндр и конус, рисунки 4, 5). Затем вычертить фронтальные проекции тел, находящихся за ними (в данном случае это призма и пирамида). Все линии невидимого контура вычертить *штриховыми* линиями (рисунок 6). *Вертикальные линии связи проводить сплошными тонкими линиями обязательно.*

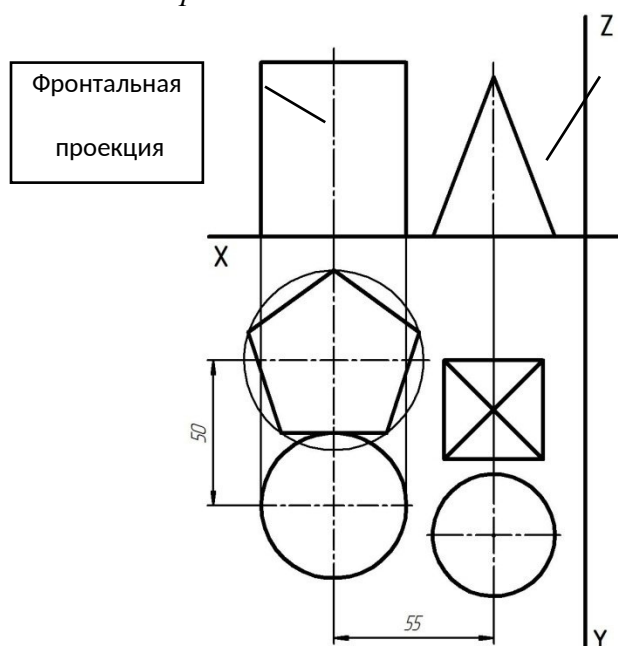


Рисунок 5

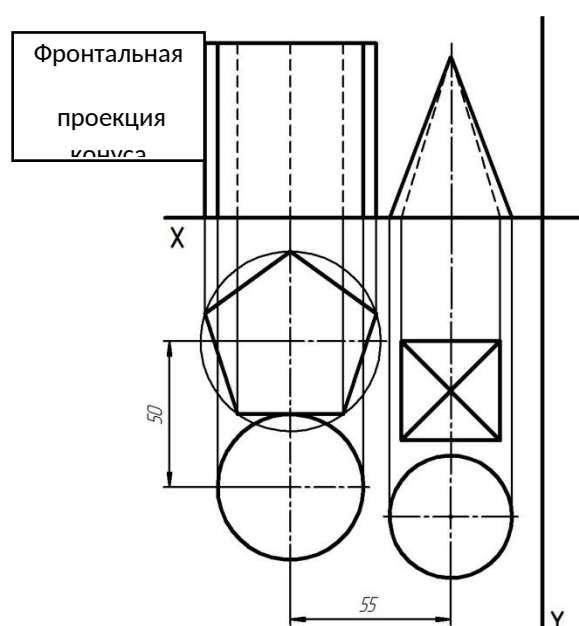


Рисунок 6

5 Построить профильную проекцию группы геометрических тел. Для определения видимости тел следует учесть направление взгляда (стрелки Б на рисунке 7). Телами, находящимися впереди на профильной проекции в данном примере будут призма и цилиндр.

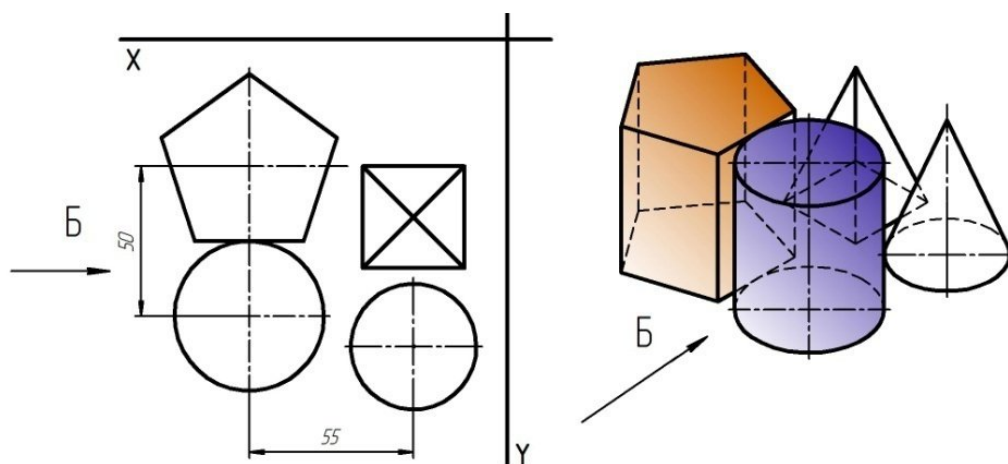


Рисунок 7

При построении необходимо проводить все линии связи сплошными тонкими линиями. Пример выполненного комплексного чертежа графической работы приведён на рисунке 9.

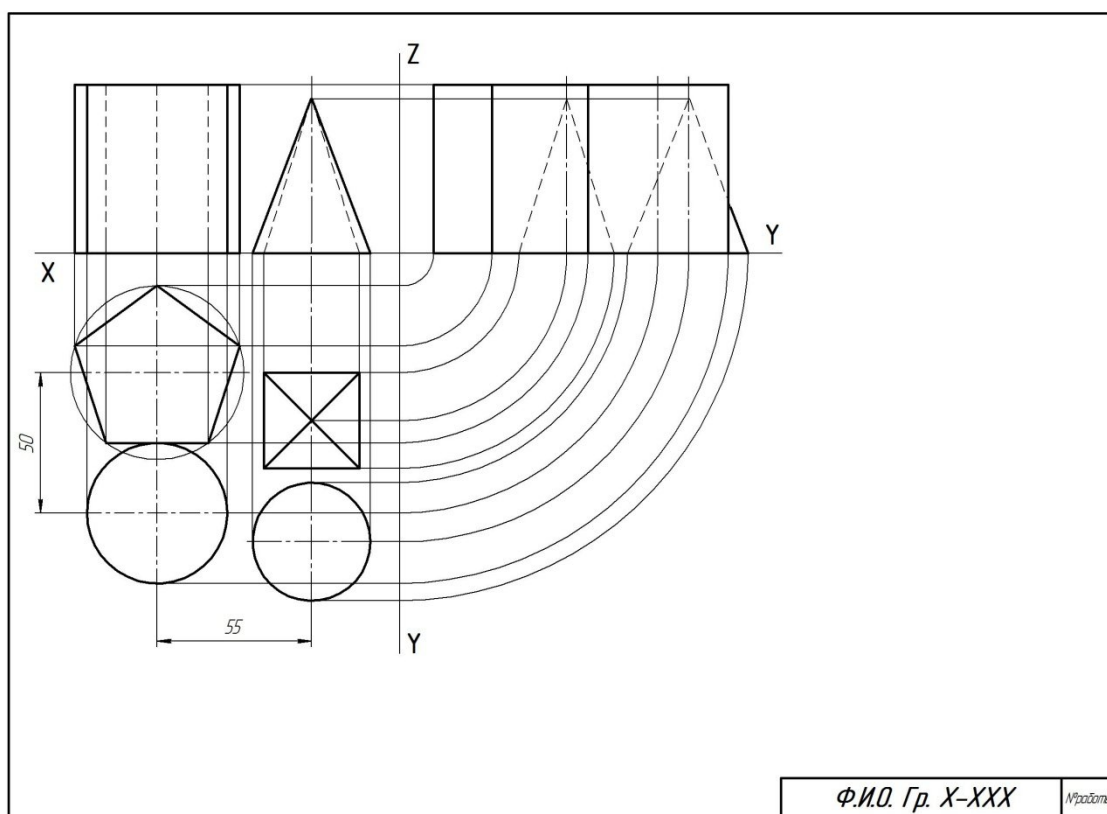


Рисунок 8

6 На свободном месте поля чертежа или на отдельном формате A4 (формат A4 оформить основной надписью по форме 2а), построить изометрическую проекцию группы геометрических тел. Построение начать с верхнего правого геометрического тела. В данном примере это пирамида (рисунок 9). Затем достроить остальные геометрические тела по размерам, взятым с комплексного чертежа (рисунок 10). После построения всех тел обвести видимые линии сплошной толстой основной, невидимые – штриховой линиями.

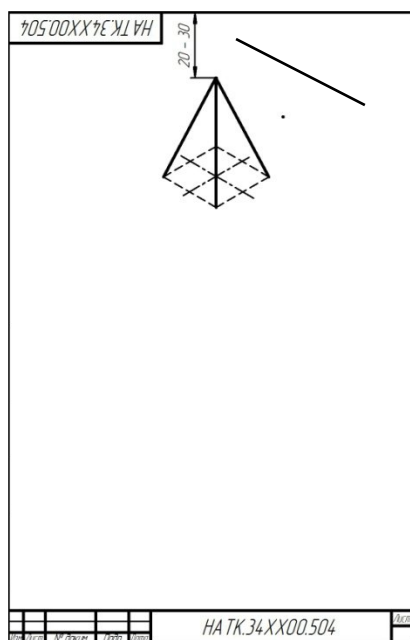


Рисунок 9

20 - 30мм

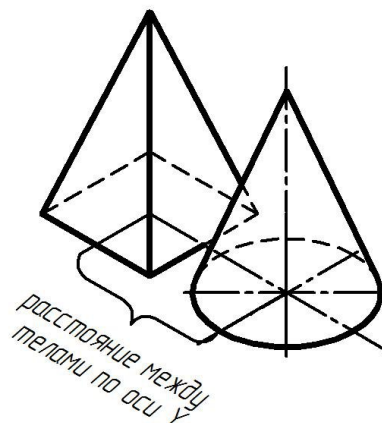


Рисунок 10

7. Заполнить основную надпись. Провести самоконтроль графической работы. Образец выполнения задания приведён на рисунке 11.

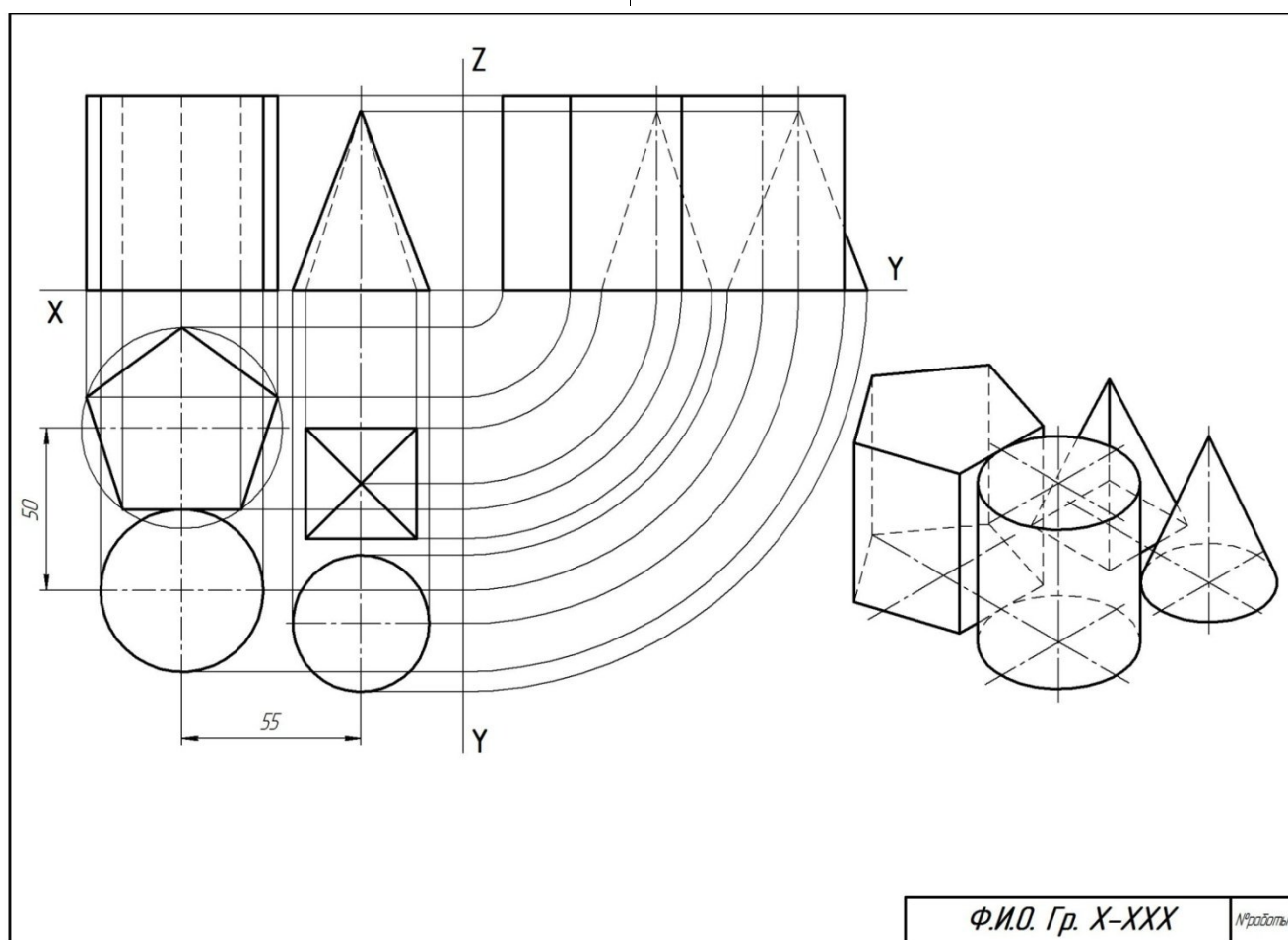


Рисунок 11 – Образец выполнения графической работы

### Порядок выполнения работы

1. Повторите теоретическую часть работы.



2. Изучите наглядное изображение детали.
3. Лист формата А3 разделите на 4 зоны, проведите неизменяемую прямую.
4. По заданным размерам постройте проекции на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости.
5. Проведите линии проекционной связи через все вершины и ребра детали.
6. Проставьте размеры.

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Практическое занятие № 17,18,19,20

**Тема:** Построение чертежа усеченной шестигранной призмы. Построение чертежа, развертки усеченной шестигранной призмы. Построение чертежа, развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы. Выставление размеров, обводка чертежа развертки и изометрическую проекцию усеченной шестигранной призмы.

**Цель:** Освоить комплексную методику построения чертежа усечённой шестигранной призмы, включая создание трёх проекций, построение развёртки и изометрической проекции, а также отработать навыки выполнения полного комплекта технических изображений с соблюдением стандартов черчения.

#### Оборудование и инструменты:

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### Теоретическая часть

При пересечении какой-либо поверхности или геометрического тела плоскостью образуется некоторого вида плоская фигура, называемая сечением. Очевидно, что сечение многогранника может быть ограничено только отрезками прямых линий, т.е. контур сечения многогранника представляет собой многоугольник. Число сторон такого многоугольника равно числу граней многогранника, пересекаемых секущей плоскостью. Вершинами многоугольника сечения являются точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью. Число этих точек определяет число вершин многоугольника.

Различают 2 способа построения плоского сечения многогранника: 1) способ ребер – нахождение вершин n-угольника сечения; 2) способ граней – нахождение сторон n-угольника сечения. Возможно комбинирование обоих способов. Контур сечения кривой поверхности с плоскостью в общем случае – плоская кривая линия. Для ее построения используем способ вспомогательных плоскостей. Для построения линии пересечения линейчатой поверхности с плоскостью определяем точки искомой кривой, как пересечения ряда образующих поверхности с данной плоскостью. Если секущая плоскость проецирующая, то одна проекция сечения вырождается в прямую линию, совпадающую с главным следом плоскости, а остальные проекции определяем из условия принадлежности точек поверхностям. При пересечении проецирующих поверхностей (прямой цилиндр и прямая призма) проецирующей плоскостью задача сводится к построению третьей проекции фигуры сечения. Например, при пересечении горизонтально-проецирующей поверхности фронтально-проецирующей плоскостью задача сводится к нахождению профильной проекции сечения, т. к. фронтальная проекция сечения совпадает со следом фронтально-проецирующей плоскости и вырождается в прямую линию, а горизонтальная проекция сечения совпадает с горизонтальным очерком поверхности.

*Разверткой поверхности* называется плоская фигура, полученная после одностороннего совмещения поверхности с плоскостью чертежа. Между поверхностью и её разверткой устанавливается взаимно-однозначное соответствие: каждой точке поверхности соответствует единственная точка развертки.

#### *Указания к выполнению работы*

Данную графическую работу следует выполнять на листах формата А3. Ориентация листа - горизонтальная. На данном чертеже должна быть выполнена внутренняя рамка чертежа и основная надпись (ГОСТ 2.104-68 форм1). Перед выполнением задания необходимо скомпоновать изображения на листе, оценив их размеры. На рисунках 3 и 4 представлены комплексные чертежи усеченного цилиндра и призмы, их изометрические проекции и развертки боковой поверхности.

Построить сечение правильной шестиугольной пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью  $\alpha$

Порядок действий:

Этап 1. Построение 3-х проекций пирамиды. Этап 2. Построение проекций сечения пирамиды фронтально проецирующей плоскостью. Фронтальная проекция сечения – прямая, совпадающая с главным следом плоскости. Обозначив фронтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с плоскостью (12,1' 2,22,2' 2,32,3' 2,42), находим их горизонтальные и профильные проекции на одноименных проекциях ребер.

Соединив одноименные проекции точек 1,2,3,4,...1, получим плоскую замкнутую линию (фигуру сечения) – семиугольник. Этап 3. Определение натуральной величины фигуры сечения способом замены плоскостей проекций. Фигура сечения находится в проецирующей плоскости и ни на одну из плоскостей проекций не проецируется в натуральную величину. Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся способом замены плоскостей проекций. Заменим горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_1$  на новую плоскость  $\Pi_4$  параллельную секущей плоскости  $\alpha$ . Схема замены: 4 2 1 2  $\Pi \Pi \Pi \Pi @$ ;  $\Pi_4 \perp \Pi_2$ ;  $\Pi_4 \parallel \alpha$ ;  $x_{24} \parallel \alpha_2$ . На свободном месте поля чертежа проводим новую ось проекций  $x_{24}$  параллельно следу  $\alpha_2$ . Пирамида имеет плоскость симметрии, следовательно фигура сечения будет иметь ось симметрии, положение которой на  $\Pi_4$  определяет координата  $y_4$ . Точка 44 принадлежит оси симметрии. Построение точек 24, 34, 44 и симметричных им видно из чертежа (рис. 1). Соединив полученные точки, получим контур натуральной величины сечения. Сечение штрихуем. Этап 4. Обводим проекции



усеченной пирамиды с учетом видимости ребер. Отсеченную часть пирамиды оставляем в тонких линиях.

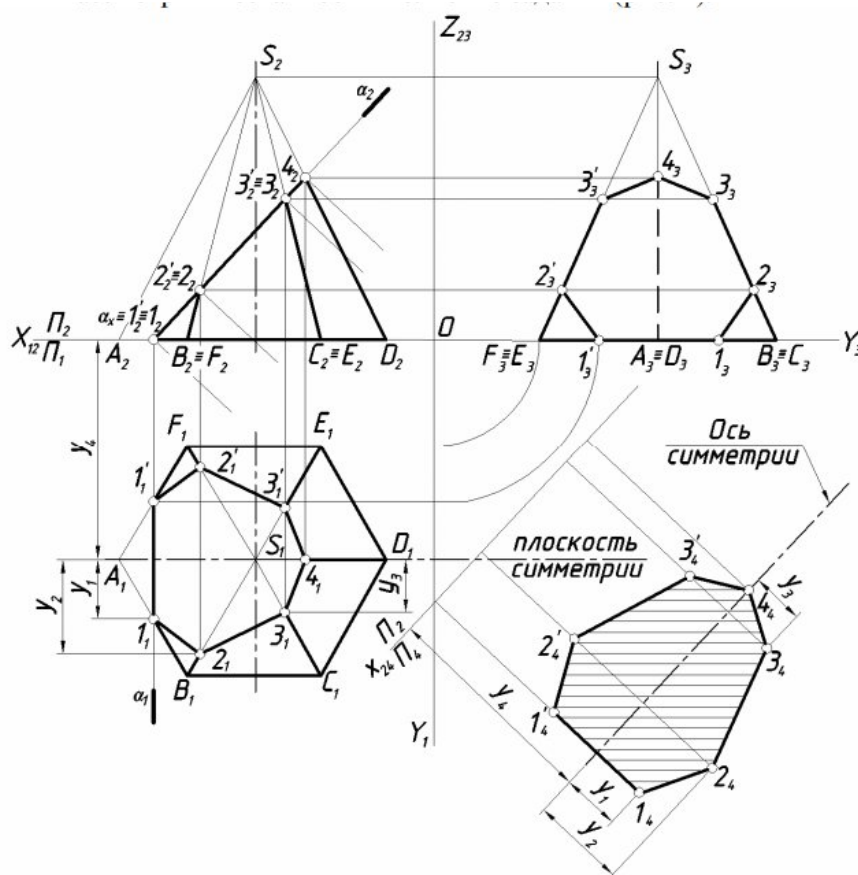


Рисунок 1. Сечение прямой шестиугольной пирамиды плоскостью

Пример 2. Построить третью проекцию правильной прямой шестиугольной призмы по двум данным и ее сечение фронтально проецирующей плоскостью  $\alpha$ . Рассмотрим поэтапное выполнение задания (рис. 2). Этап 1. Построение третьей проекции призмы по двум данным, используя линии проекционной связи. Этап 2. Построение проекции сечения призмы фронтально проецирующей плоскостью. Фронтальная проекция сечения – прямая, совпадающая с главным следом плоскости. Обозначив фронтальные проекции точек пересечения ребер пирамиды с плоскостью ( $12, 22, 2'$   $2, 32, 3'$   $2, 42, 4'$   $2$ ), находим их горизонтальные и профильные проекции на одноименных проекциях ребер. Плоскость  $\alpha$  пересекает основание призмы по фронтально-проецирующей прямой ( $44'$ ). Соединив одноименные проекции точек  $1, 2, 3, 4, 4', 1$  получим плоскую замкнутую линию (фигуру сечения) – семиугольник. Этап 3. Построение натуральной величины сечения. Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся способом замены плоскостей проекций. Заменяем горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_1$  на новую  $\Pi_4$  параллельную плоскости  $\alpha$ . Схема замены:  $4 \ 2 \ 1 \ 2 \ \Pi \ \Pi \ \Pi \ \Pi \ \textcircled{R}$ ;  $\Pi_4 \perp \Pi_2$ ;  $\Pi_4 \parallel \alpha$ ;  $x_{24} \parallel \alpha_2$ .

При построении дополнительной проекции семиугольника (натуральной величины) используем ось симметрии, удаленную от новой оси  $x_{24}$  на расстояние равное координате  $y_1$ . Точка  $1_4$  принадлежит оси симметрии. Проекция точек  $3_4, 2_4$  и симметричные им  $3'_4, 2'_4$  строим, используя координату  $y_2$ . Точки  $4_4, 4'_4$  строим по аналогии, используя координату  $y$  точек. Этап 4. Обводим проекции усеченной призмы с учетом видимости ребер и натуральную величину сечения сплошной толстой основной линией. Отсеченную часть призмы – тонкой сплошной линией

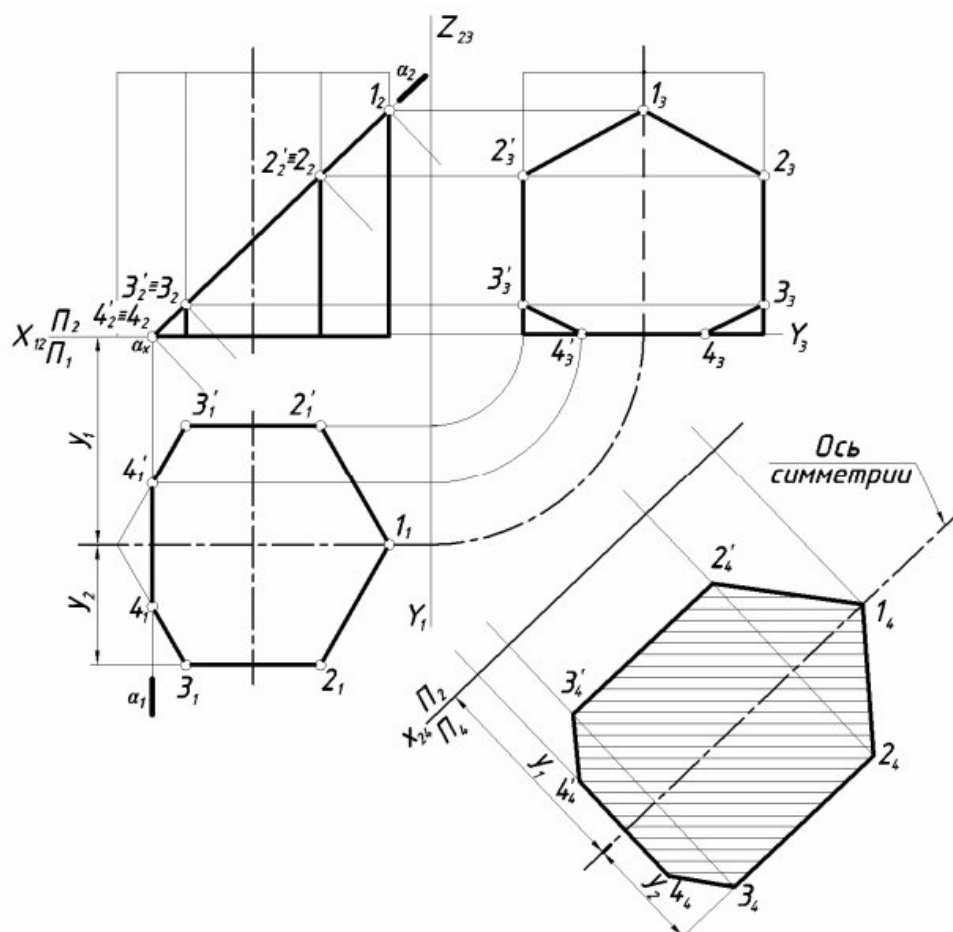


Рисунок 2. Сечение прямой призмы фронтально-проецирующей плоскостью

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

## Практическое занятие № 21,22

**Тема:** Взаимное пересечение многогранника с телом вращения. Построение комплексного чертежа пересекающихся тел в двух видах

**Цель:** Освоить методику построения линии пересечения многогранника с телом вращения, научиться определять видимость полученной линии на проекциях и развивать навыки выполнения комплексных геометрических построений.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

**Методические указания:**

В задании предусматривается построение в трех проекциях комплексного чертежа пересекающихся призм, выполнение линий их пересечения и аксонометрической проекции.

Для выполнения комплексного чертежа пересекающихся призм, сначала строят три проекции шестиугольной призмы в тонких линиях, затем на ней, начиная с профильной плоскости проекции выполняют построение второй треугольной призмы.

Для построения линии пересечения двух многогранников определяют точки пересечения ребер первого многогранника с гранями второго и ребер второго с гранями первого. Найденные точки соединяют и получают ломаную линию, отрезки которой представляют собой линии пересечения граней одного многогранника с гранями другого.

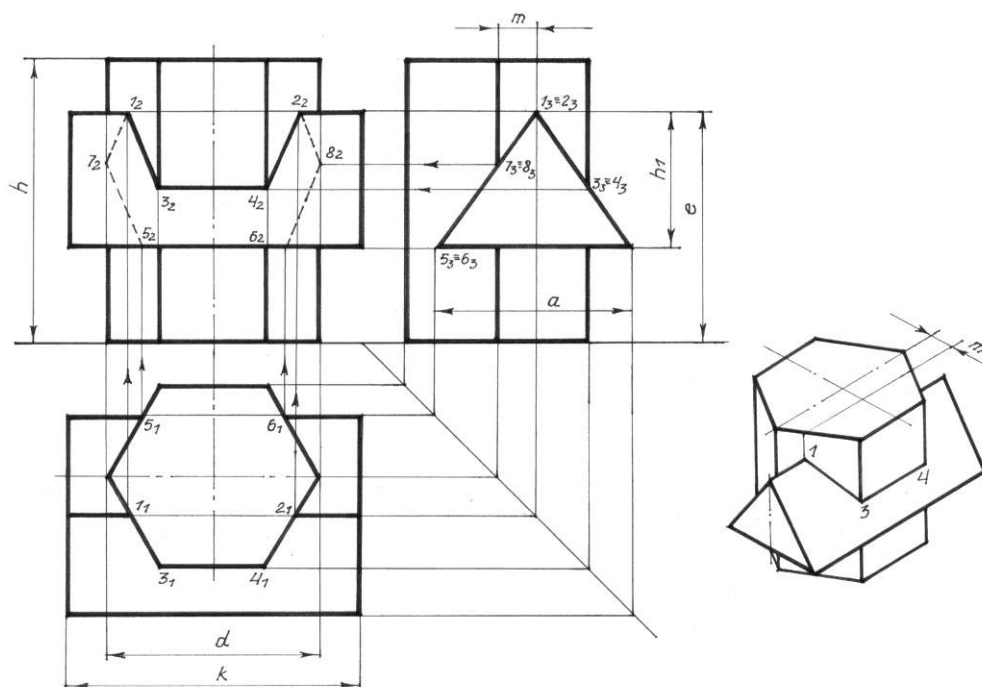
**Задание:** На листе формата А3 по своему варианту построить комплексный чертеж пересекающихся призм и их аксонометрическую проекцию (образец выполнения смотри на рис.1)

Таблица 1

Обозн.	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d	55	54	70	56	55	54	70	56	54	56	70	54	55	70	56
h	65	72	70	68	64	72	68	68	65	71	70	68	62	70	68
m	10	8	16	16	10	8	14	16	9	8	14	16	10	15	16
e	55	72	75	60	56	72	76	60	55	71	75	60	55	76	60
hl	38	45	48	40	38	45	47	40	38	45	48	40	38	47	40
a	44	45	52	40	44	45	50	40	44	45	52	40	44	50	40
k	74	84	108	70	74	84	108	70	74	84	110	70	74	108	72

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с вариантом задания.
2. Построить в тонких линиях по размерам три проекции шестиугольной призмы.
3. «Наложить» на чертеж изображение треугольной призмы, начиная с профильной проекции.
4. Определить точки пересечения ребер с плоскостями на той плоскости проекции где они изображаются в виде пересекающихся прямых (найдите точки в последовательности 1 и 2, 3" и 4", 5 и 6, 7" и 8". Достроить проекции этих точек в остальных плоскостях проекций.
4. Соедините найденные точки в последовательности 1-3-4-2-8-6-5-7-1.
5. Проставить размеры.
6. Выполнить изометрическую проекцию пересекающихся призм.
  - построить вертикальное геометрическое тело,
  - найти центр основания горизонтальной призмы, поднимаясь вверх по оси Z от начала координат на высоту (e – hl) или hl,



7. Обвести контур изображений. 8. Заполнить основную надпись.

Рисунок 1. Образец выполнения задания

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Практическое занятие № 23,24,25,26,27

**Тема:** Простой разрез. Вычерчивание 3 вида детали. Простой разрез. Построение изометрической проекции детали с вырезом четвертой части. Простой разрез. Построение изометрической проекции детали с вырезом четвертой части. Построение простого разреза на видах, выставление размеров. Сложный ступенчатый разрез.

**Цель:** Освоить комплексную методику построения чертежей с различными видами разрезов, включая простые и сложные ступенчатые разрезы, научиться выполнять изометрическую проекцию детали с вырезом четверти и развить навыки выполнения технических чертежей с полным комплектом проекций и разрезов.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### Теоретическая часть

**Разрез** — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями.

На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней, рис. 1(а). Направление взгляда здесь указано стрелкой. В результате внутреннее строение детали становится видимым. При этом линии невидимого контура (рис. 1,б) обводят линией видимого контура (рис. 1,в).

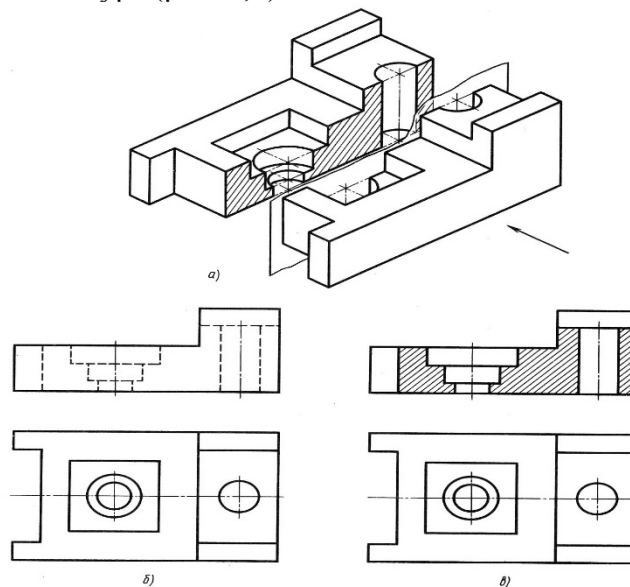


Рис. 1

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые и сложные.

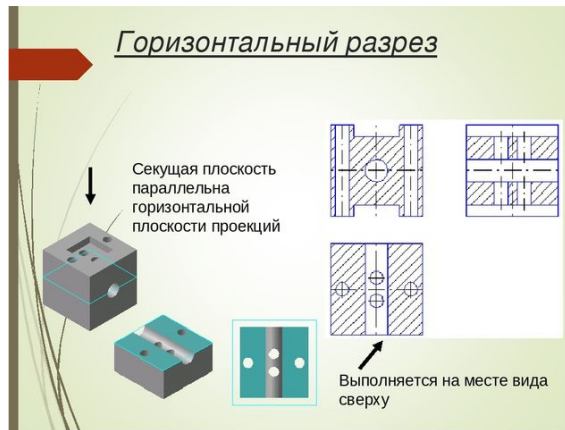
Разрез, выполненный одной секущей плоскостью, называется простым.

Разрез, выполненный несколькими секущими плоскостями, называется сложным.

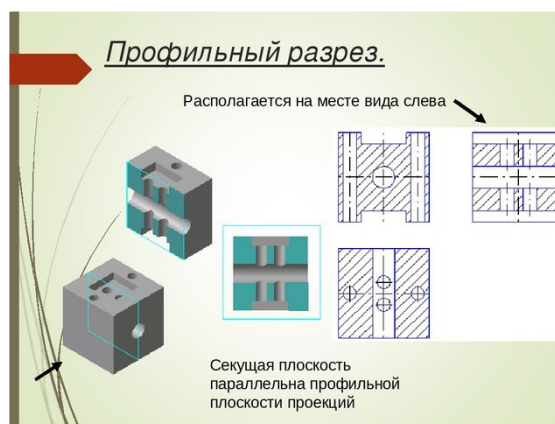
В разрезе изображают то, что расположено в плоскости разреза, и то, что расположено за ней. Стенки модели или детали, которые условно разрежала проведенная плоскость, заштриховывают тонкими сплошными линиями под углом  $45^\circ$ .

Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций на:

**горизонтальные** — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций



**Вертикальные (профильный)** — секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций

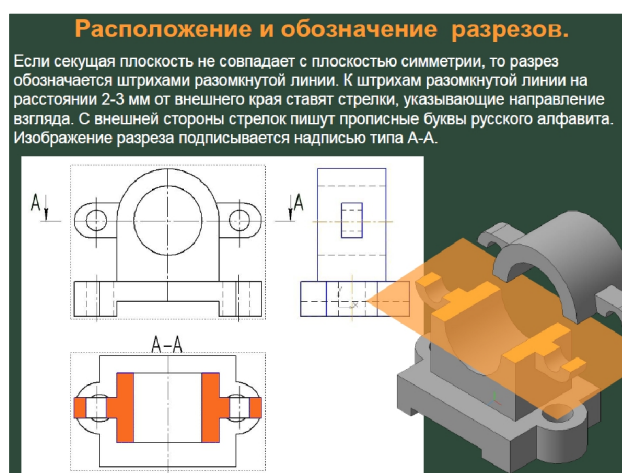
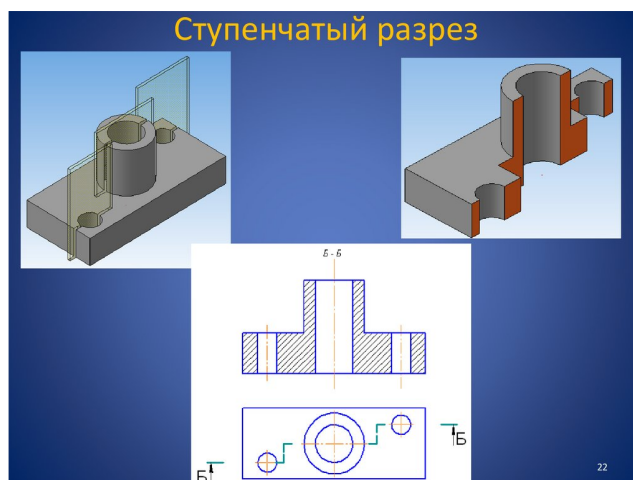


**наклонные** — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого



**В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:**

- **простые** — при одной секущей плоскости;
- **сложные**(ступенчатый) — при нескольких секущих плоскостях.



Стрелки, указывают направление взгляда, они должны наноситься на расстоянии 2—3 мм от конца штриха, размеры стрелок изображены на рисунке 3.



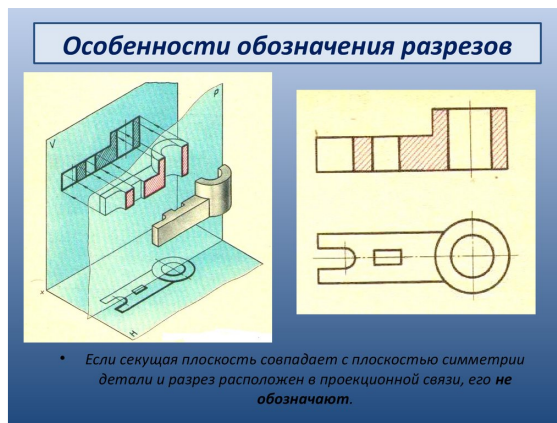
Рисунок 3

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения.

У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда.

Разрез должен быть отмечен надписью по типу «А—А» (всегда двумя буквами через тире)





Разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется **местным**.

Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом

**Пример выполнения задания приведен на рисунке ниже:**

1. Прочсть заданный комплексный чертеж, мысленно представив конфигурацию изображенной на чертеже детали. Для этого деталь необходимо мысленно расчлнить на составляющие ее геометрические элементы.

2. Перечертить два заданных вида детали и построить третий. Выполнить необходимые простые разрезы. При возможности осуществить совмещение половины вида с половиной разреза, границей раздела между которыми должна служить ось симметрии. Выполняя разрезы, необходимо четко представлять себе положение секущей плоскости и направление проецирования. Следует помнить, что секущие плоскости в данном задании являются плоскостями уровня. Следовательно, фигуры, получающиеся от пересечения детали этими плоскостями, будут проецироваться без искажения на плоскости проекций, которым секущие плоскости параллельны, а на две другие плоскости проекций полученные фигуры проецируются в прямые линии.

3. Построить аксонометрическую проекцию с разрезом. При выборе аксонометрической проекции предпочтение следует отдавать наиболее наглядной. Выполнить разрез в аксонометрии. При этом линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносятся параллельно одной из диагоналей аксонометрических проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях. Стороны квадратов должны быть параллельны аксонометрическим осям.

4. Нанести штриховку на простых разрезах. В задании условно принято, что детали металлические и для графического обозначения материалов следует применять штриховку с наклоном  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа.

5. Нанести размеры. Заполнить основную надпись.

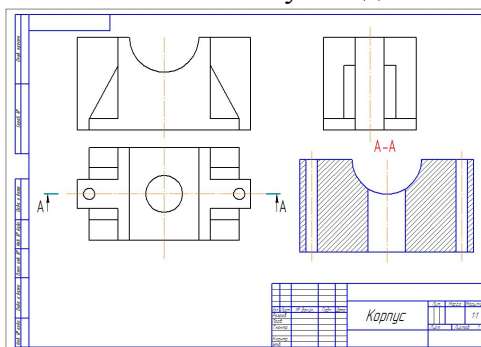


Рисунок 2. Пример выполнения задания



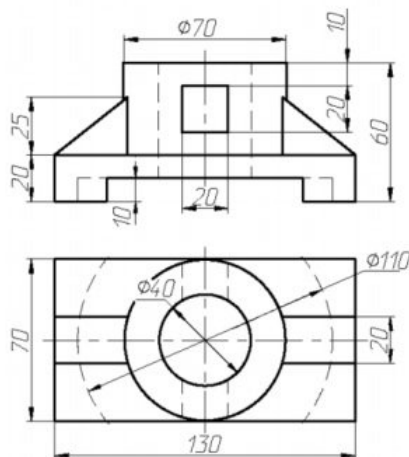
АксонOMETрические проекции (изометрию) начинают выполнять с аксонOMETрических осей и построения на них основания детали. Порядок выполнения работы приведен поэтапно.

Для выполнения выреза одной четвертой части модели необходимо мысленно «отбросить» изображение передней четверти модели и вычертить её внутреннее устройство

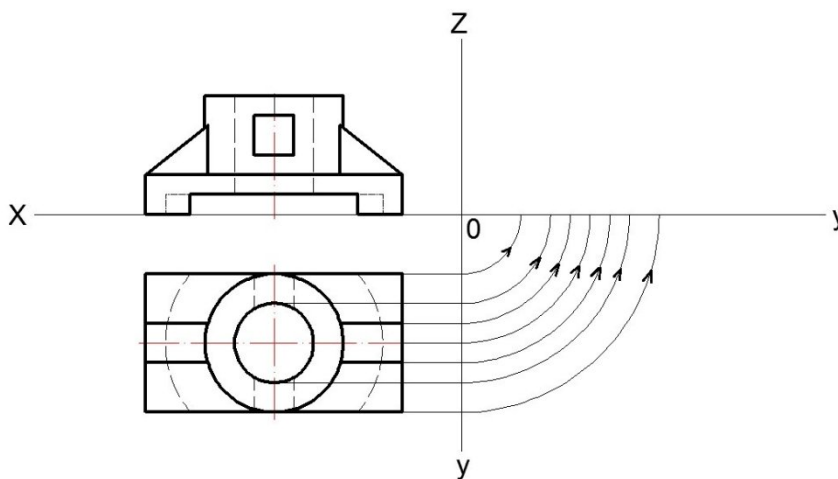
Построение изометрии с вырезом четверти заключается в определении и построении видимых и невидимых линий, которые необходимы для обозначения выреза данной фигуры.

#### Порядок выполнения работы

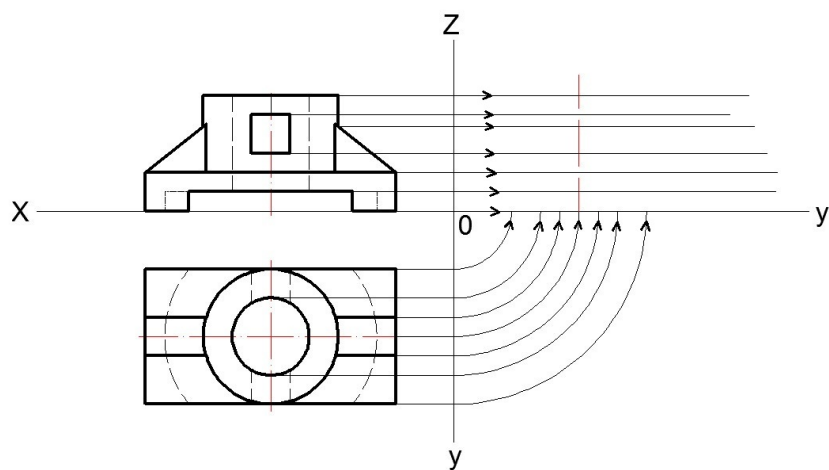
В качестве примера рассмотрим построение комплексного чертежа детали и её аксонOMETрической проекции с вырезом четверти



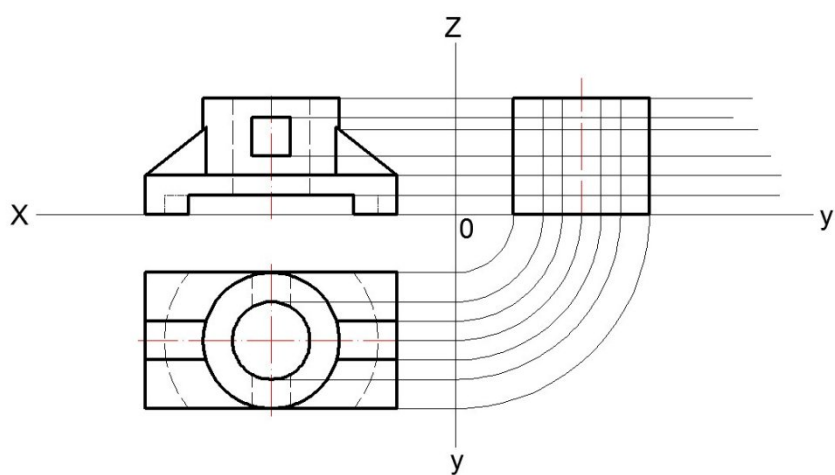
- 1.) Чертим вид спереди и вид сверху согласно заданию, указываем видимые и невидимые линии, затем переносим вспомогательные линии из вида сверху на вид слева. Вспомогательные линии строятся из крайних точек фигуры.



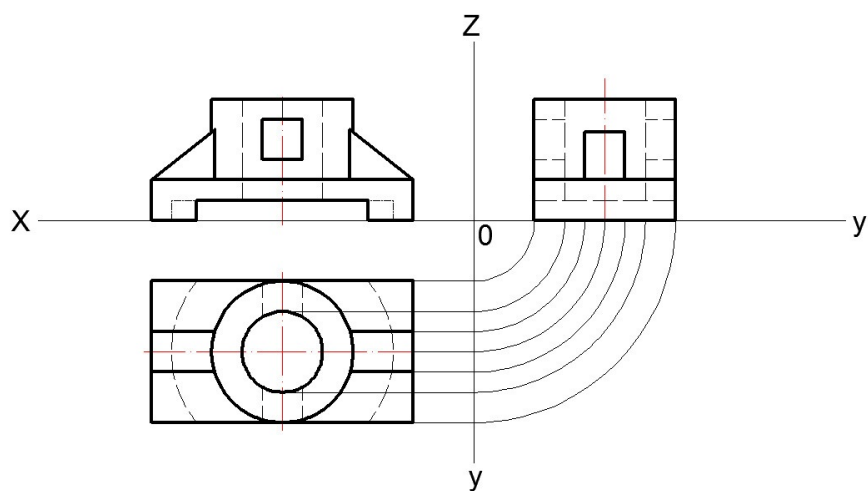
- 2.) Чертим вспомогательные линии из вида спереди на вид слева.



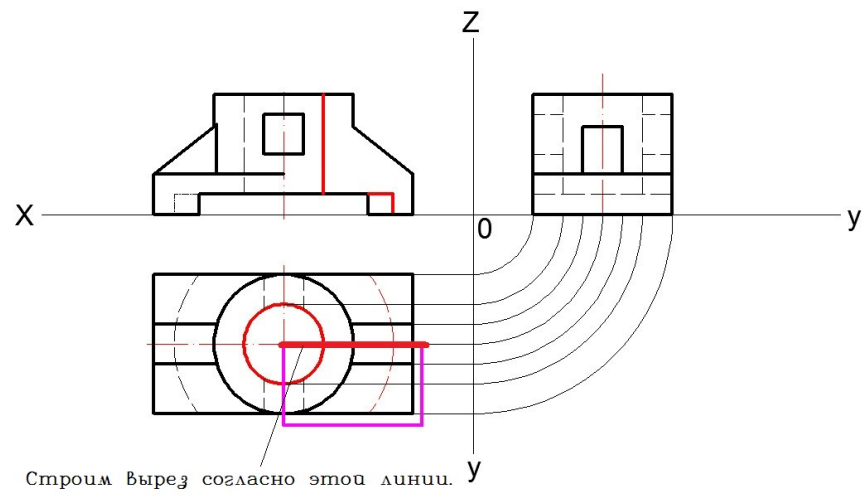
3.) Соединяем точки, полученные в результате пересечения вспомогательных линий.



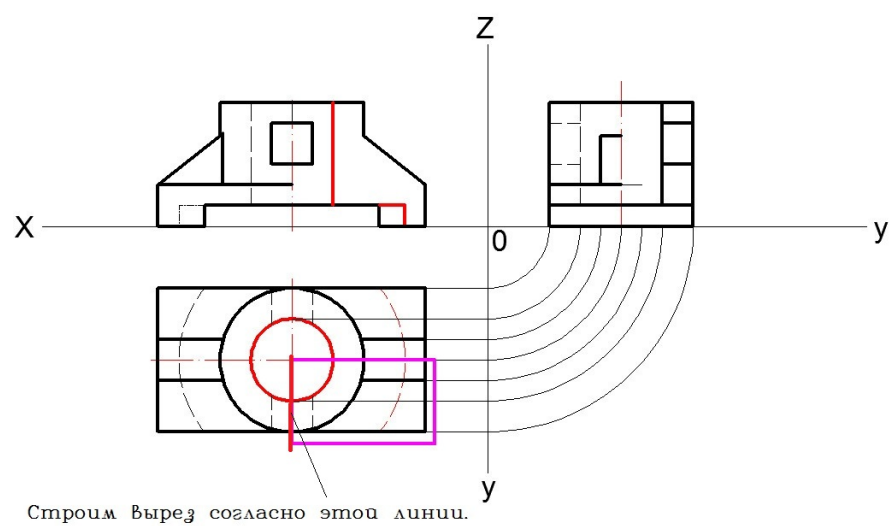
4.) Чертим третий вид с соответствующими линиями чертежа, прочерчивая видимые и невидимые линии.



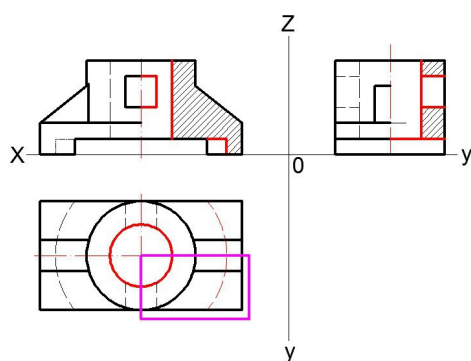
- 5.) Смотрим, где есть пустоты в детали согласно линии на рисунке снизу и обозначаем их.
- 6.) Строим вырез согласно линии, указанной на рисунке. Смотрим где есть пустота и обозначаем ее.



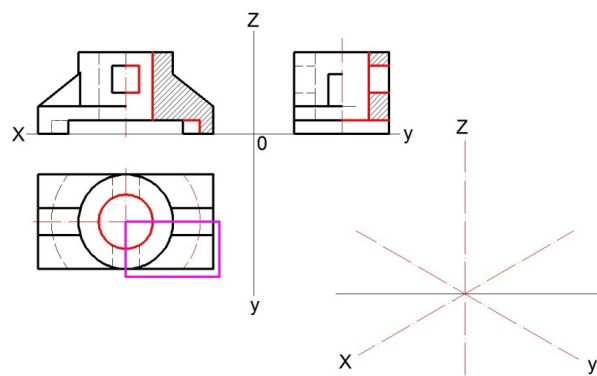
7.) Обозначаем полную часть и неполную, т.е. чертим «штриховку».

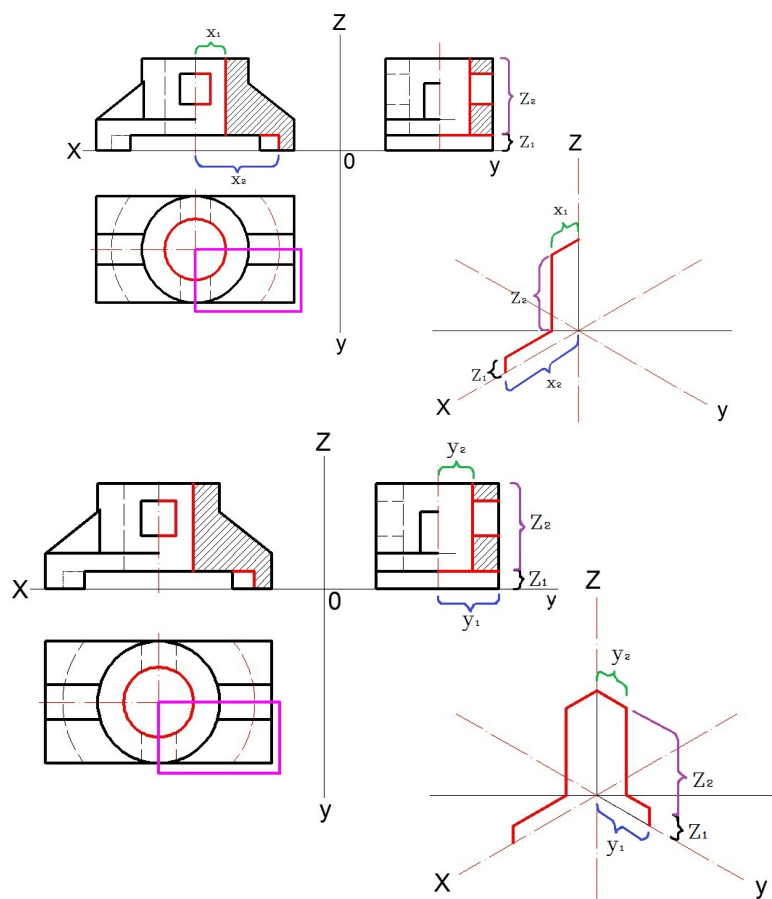


8.) Приступаем к построению изометрии с вырезом, для этого необходимо начертить осевые линии.

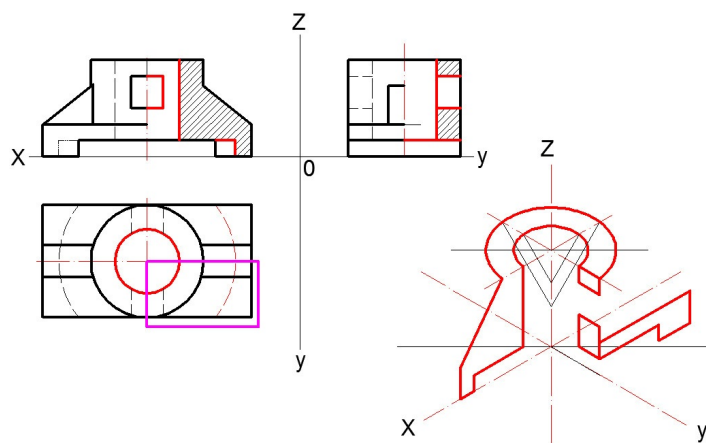


9.) Как видно из рисунка, размеры расположенные по осям на трех видах переносим на вид изометрии. Для лучшего представления следует начать с узора выреза.



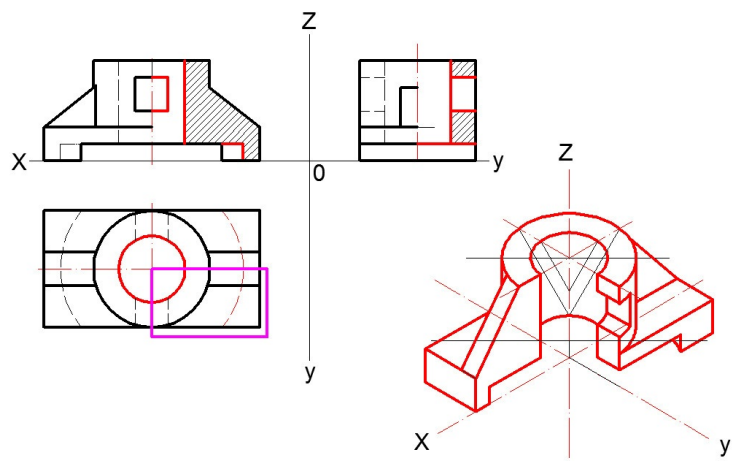


10.) Применяя методы построения овала и переноса линий на вид изометрии строим остальную часть детали.

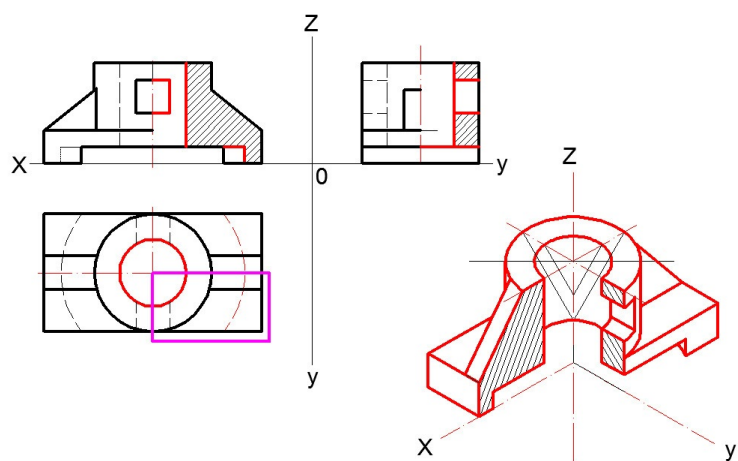


11.) Затем обводим соответствующими линиями деталь.

12.) Указываем штриховыми линиями ту часть, которую вырезали.



### 13) Изометрия с вырезом четверти





## Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

## Практическое занятие № 28

**Тема:** Сечение вала

**Цель:** Освоить методику построения сечений вала для выявления его внутренней конструкции, научиться правильно, располагать и обозначать сечения на чертеже, а также развить навыки выполнения технических чертежей с сечениями в соответствии с требованиями стандартов.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

## Теоретическая часть

Технические чертежи содержат разнохарактерные типы изображений, это могут быть виды, разрезы, сечения и прочее. Вспомогательные графические элементы, такие как, сечения играют важную роль в передаче геометрической информации, которая показывает скрытые части детали необходимые для её изготовления.

**Сечение** (ГОСТ 2.305-68) – это изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (рисунок 1). Таким образом, сечение - это воображаемый срез части предмета, образованный пересечением его с плоскостью (рисунок 2). Профиль сечения указывается на чертеже с целью детального отображения геометрических особенностей и размеров отдельного участка детали.

Сечение отличается от разреза тем, что отображает только контур грани, расположенный на секущей плоскости, а все остальные сегменты, расположенные за ней, не изображаются.

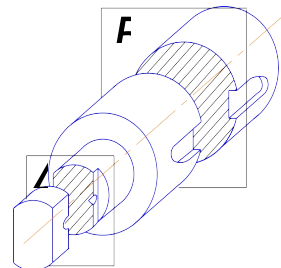
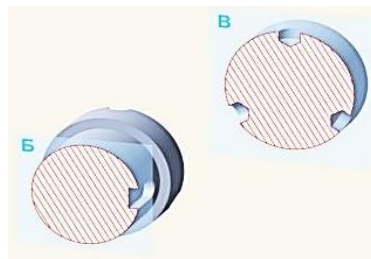
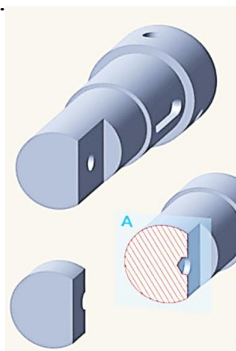


Рисунок 1. Сечение детали воображаемыми плоскостями

Сечения подразделяются на виды отображения.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на **вынесенные** и **наложенные**.

**Вынесенные сечения** являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (рисунок 2).

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями. А контур наложенного сечения (рисунок 8) - сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения сечения не прерывают.

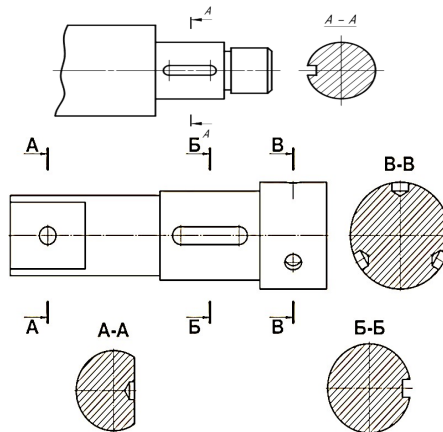


Рисунок 2. Вынесенные сечения с обозначением

**Вынесенное симметричное сечение** (сечение по проекционной связи без обозначения) - ещё один способ визуализации среза предмета, который в виду своей практичности, является более предпочтительным (рисунок 3). Такой вид зрительного воспроизведения может компоноваться в непосредственной близости от основного изображения, причём ось симметрии должна совпадать с местоположением секущей плоскости и пересекать внешнее очертание предмета.

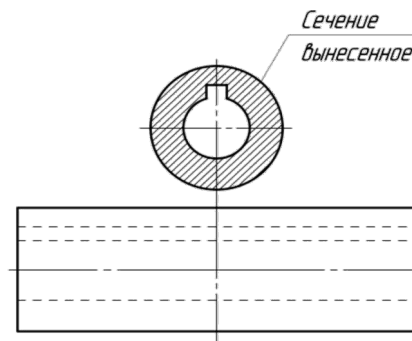


Рисунок 3. Вынесенное симметричное сечение (без обозначения)

В случаях, когда секущая плоскость проходит сквозь отверстия некруглой формы, в результате чего получается сечение, состоящее из отдельных частей, его нужно **заменить разрезом**, для правильного отражения особенностей предмета (рисунок 4).

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью.

Ось симметрии наложенного или вынесенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками.

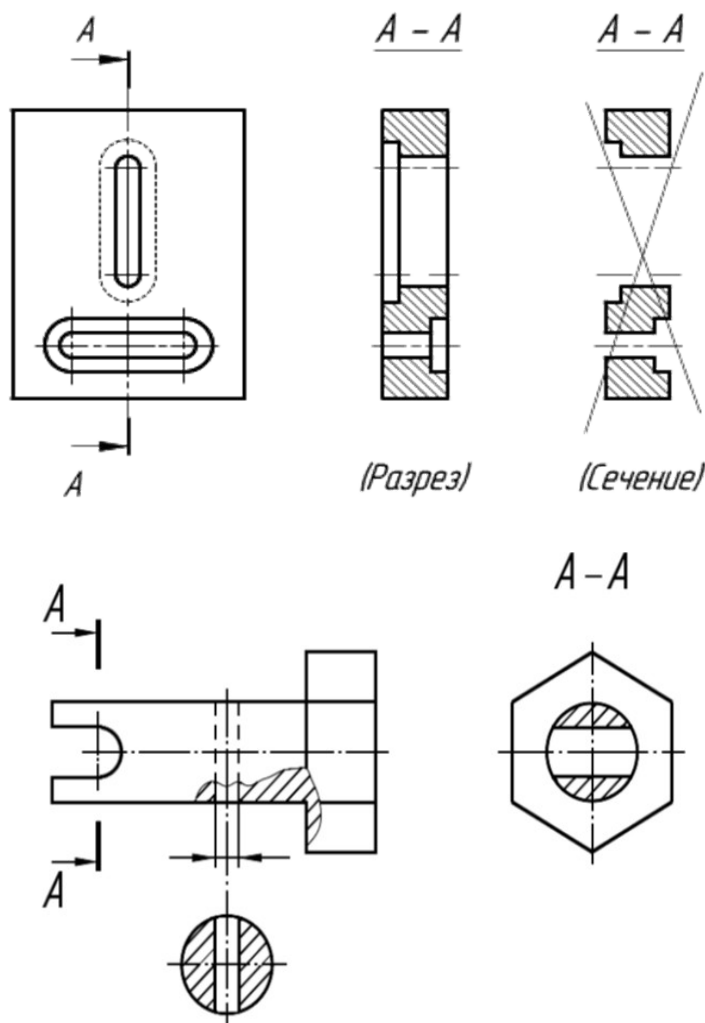


Рисунок 4. Пример замены сечения разрезом А-А

При выполнении одинаковых по форме сечений указываемых на однородном предмете, выносной профиль среза показывается в одном исполнении для всех одинаковых частей, а линии служащие обозначением мест их расположения обозначаются одной и той же буквой. Для более удобного позиционирования, сечения при необходимости допускается поворачивать, добавляя при этом над ними надписи и знаки, – «повернуто». Когда секущие плоскости не параллельны друг другу, то знак «повернуто»

не наносится. Допускается располагать сечение на любом месте поля чертежа, а также с поворотом с добавлением знака «повернуто». Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения.

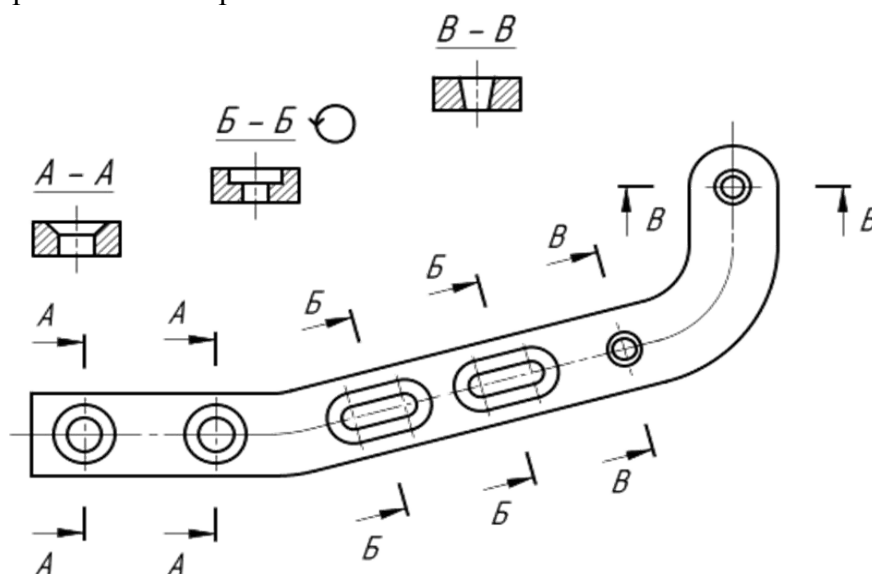


Рисунок 5. Пример использования знака «Повернуто» при выполнении вынесенного сечения

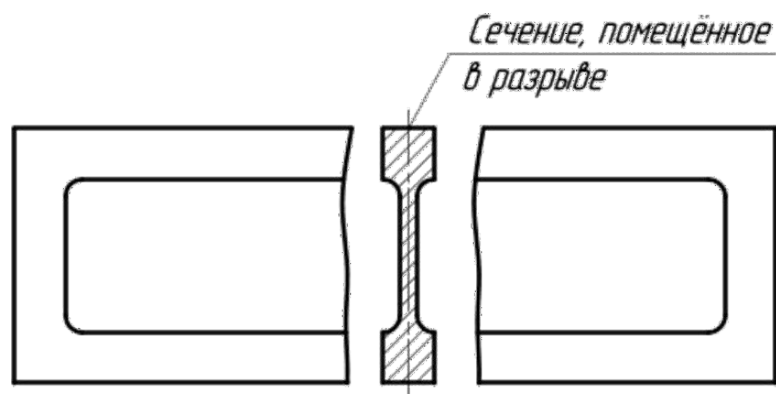


Рисунок 6. Сечение, помещённое в разрыве

Вместо плоскостей отсекающих необходимые части объекта разрешается применять секущие цилиндрические поверхности, которые затем можно развернуть в плоскость (рисунок 7). У некоторых деталей представление такого детального разреза обеспечивает наглядную характеристику его конструктивных индивидуальных черт. Над развернутым сечением наносится надпись с буквами того же формата но с добавлением знака «развернуто».

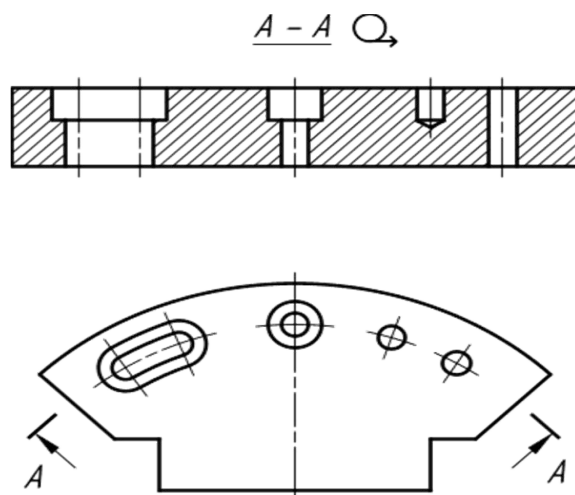


Рисунок 7. Пример использования знака «Развёрнуто» при выполнении сечения

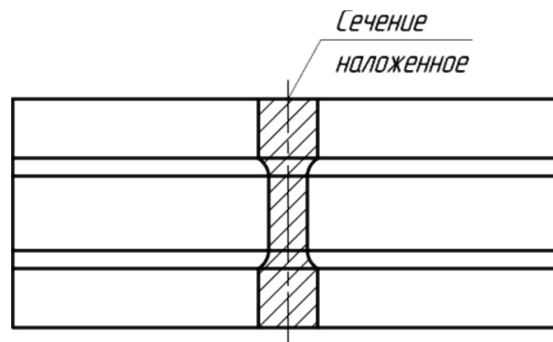


Рисунок 8. Наложённое сечение

К одному из подразделов сечений относится **наложенное сечение** (рисунок 8), которое непосредственно располагается на изображении исходного предмета. Причём если наложенное сечение позиционировано симметрично, на опорном элементе чертежа, то положение секущей плоскости не указывается.

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

Размеры должны наноситься в соответствии с требованиями **ГОСТ 2.307 68**.

При простановке размеров на чертеже детали необходимо учитывать ряд требований, основными из которых являются:

- а) конструктивные;**
- б) технологические;**
- в) удобство контроля детали.**

#### **Конструктивные требования**

Деталь представляет собой сочетание отдельных простейших геометрических форм: призм, цилиндров, конусов, торов, сфер и т. д.

Каждая геометрическая форма имеет определённую размерную характеристику; например, цилиндр и конус определяют диаметрами оснований и высотой, четырёхгранную призму характеризуют длина, ширина и высота. В связи с этим целесообразно мысленно расчленять конструкцию детали на составляющие её простейшие геометрические формы, а каждую из этих форм задавать определяющими её размерами (рисунок 9).

Любая деталь может быть условно разделена на части, имеющие определённое функциональное назначение и называемые элементами детали.

Ознакомимся с названием некоторых типовых элементов деталей и примерами правильного нанесения их размеров (рисунки 10-18).

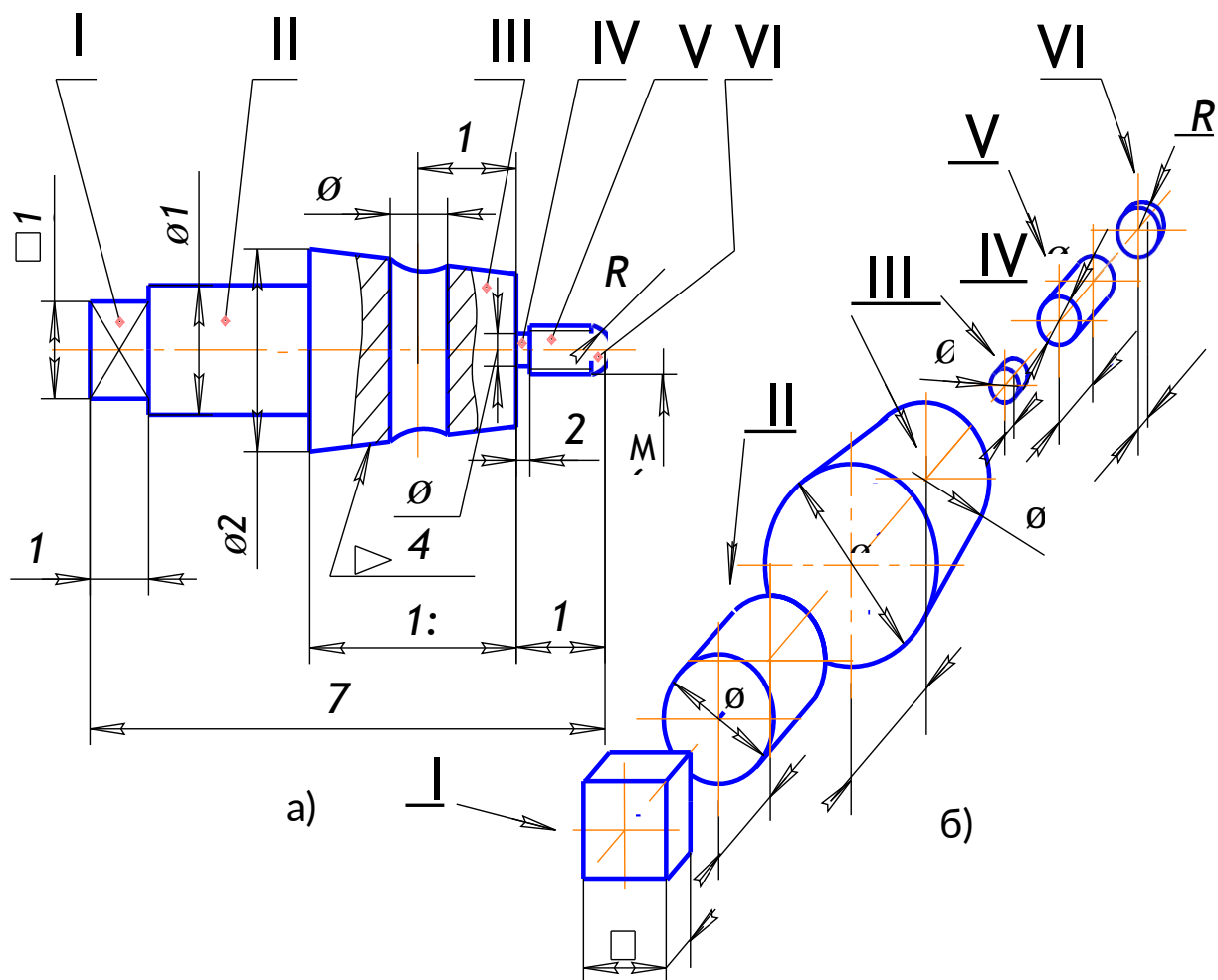


Рисунок 9.

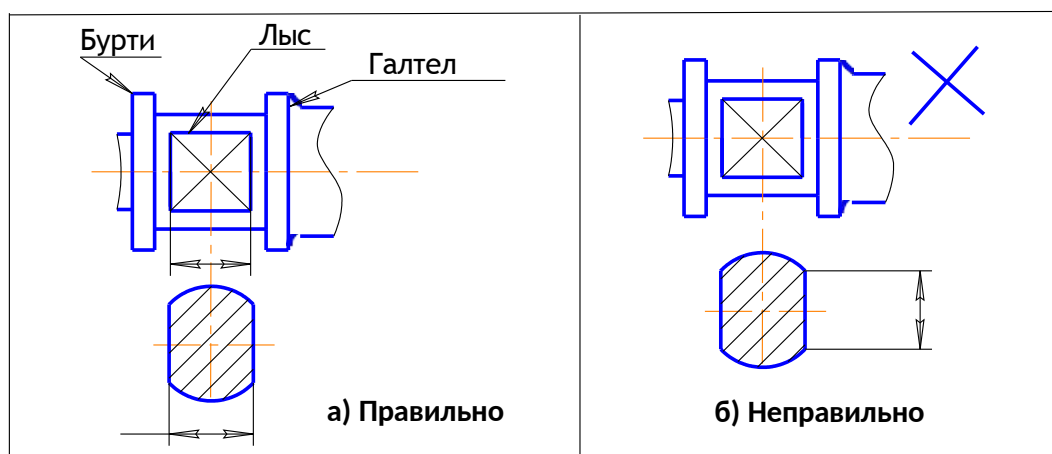


Рисунок 10.

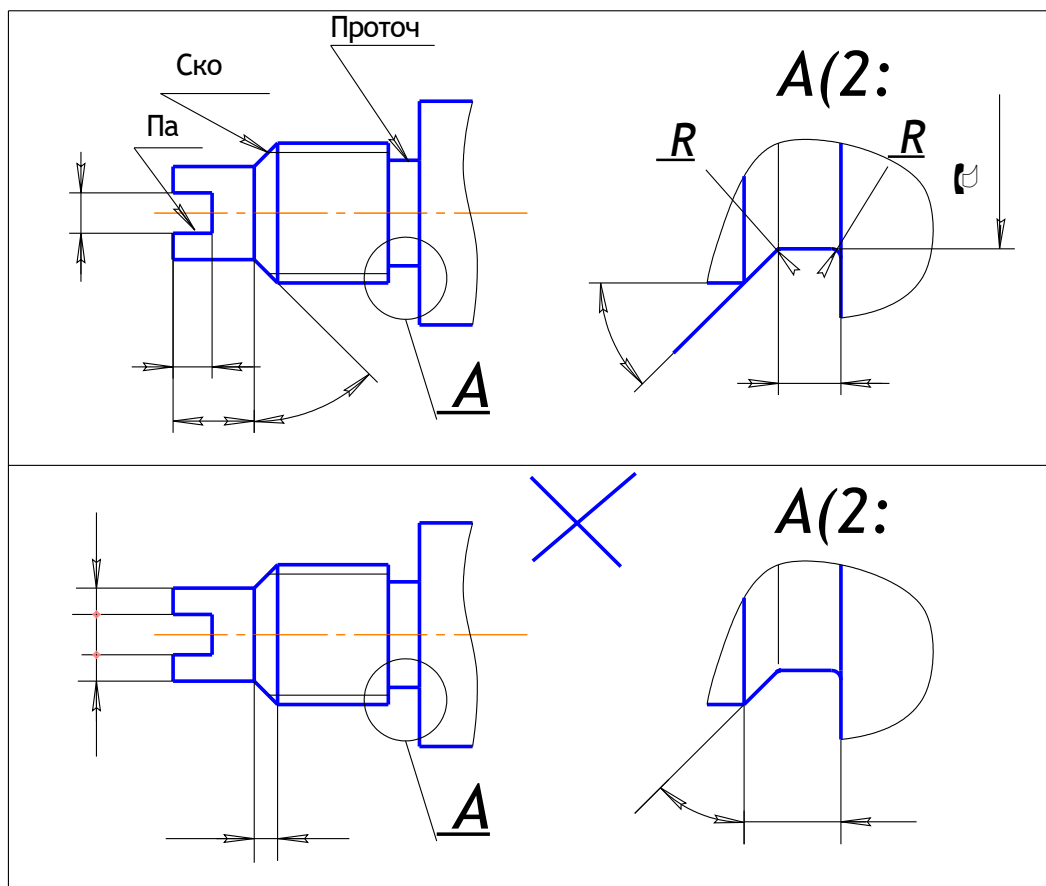


Рисунок 11.

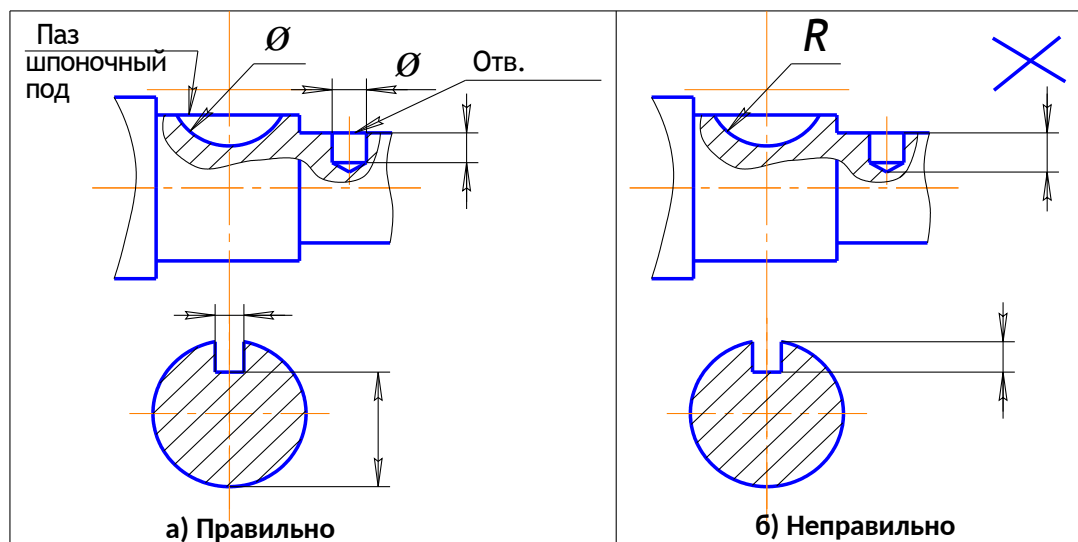


Рисунок 12.

В конструкциях валов, как правило, присутствуют канавки разного назначения. Правильная простановка размеров позволяет обеспечить технологический процесс и точно обработать канавки. На рисунке приведён пример простановки размеров к полукруглой канавке- фиксатору, на рисунке мы видим схему нанесения размеров к канавке другого типа, на рисунке проставлены размеры к канавке под пружинное упорное кольцо.

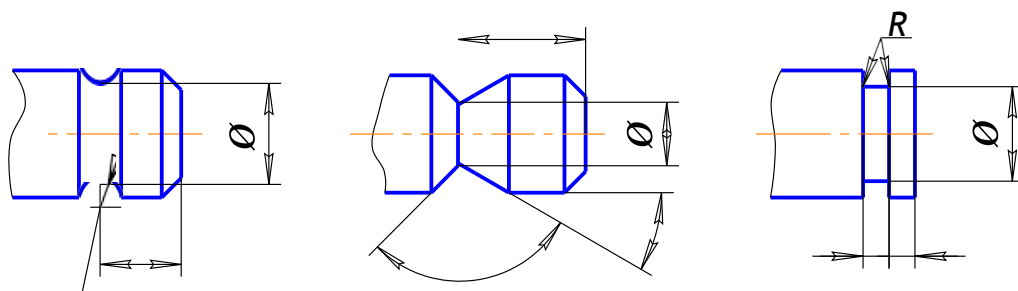


Рисунок 13.

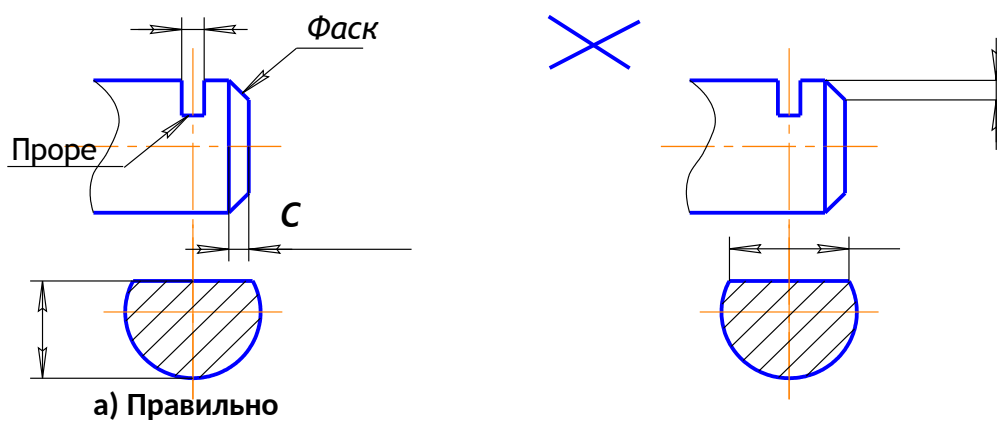


Рисунок 14.

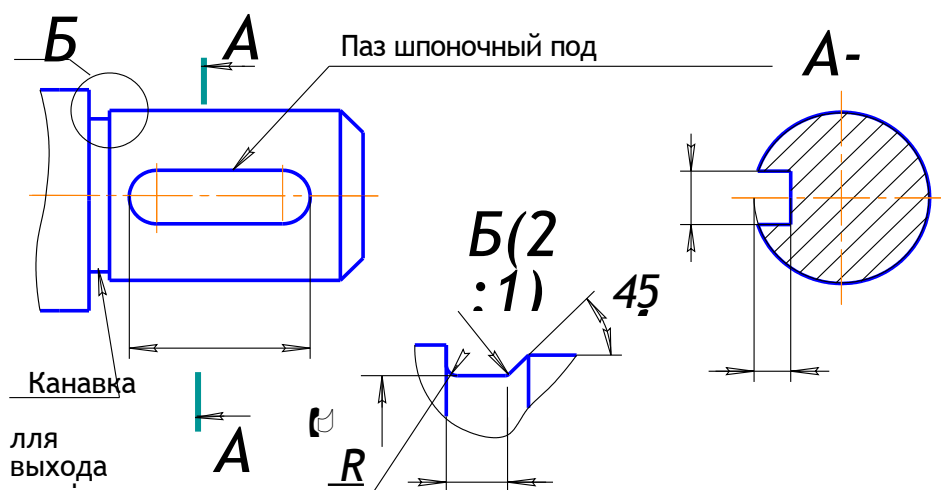


Рисунок 15.

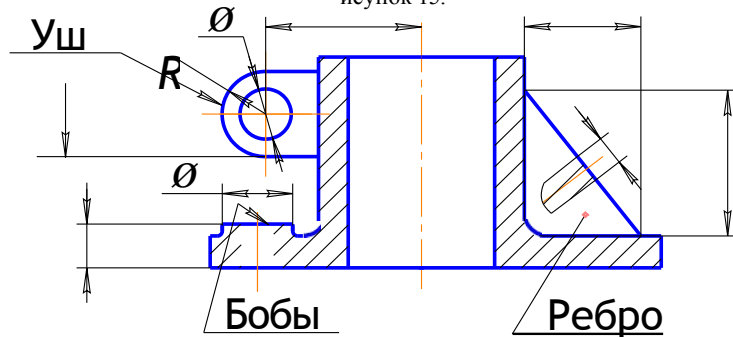


Рисунок 16.



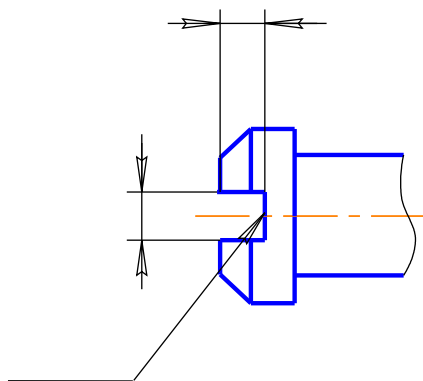


Рисунок 17.

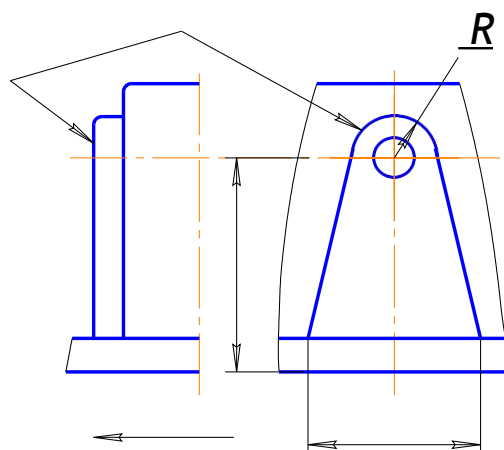


Рисунок 18.

Каждая геометрическая форма и каждый элемент детали должны быть определены не только собственными размерами, но и размерами, указывающими их взаимное расположение, положение относительно баз отсчёта. Комплекс заданных размеров должен быть геометрически полным.

**Внимание! При отсутствии на чертеже хотя бы одного размера деталь не может быть изготовлена.**

#### Технологические требования

##### **(требования, связанные с последовательностью изготовления детали)**

Прежде чем проставить размеры, конструктор должен достаточно чётко представить себе, в какой последовательности будут обрабатываться поверхности проектируемой детали. Те поверхности, которые будут получены в первую очередь, необходимо сделать **базами** при простановке размеров.

**Базой** называют поверхность (обычно плоскость) или её элемент (прямую линию или точку), от которой ведут отсчёт размеров других элементов детали.

Различают конструктивные и технологические базы.

**Конструктивная (сборочная) база** - это поверхность, линия или точка, которая определяет положение детали относительно других деталей сборочной единицы. От конструктивных баз наносятся размеры, определяющие взаимное расположение сопрягаемых поверхностей (рисунок 19, а, б, в, г, д).

**Технологическая база** - это поверхность, линия или точка, от которой производится измерение размеров в процессе изготовления детали (рисунок 20, а, б, в).

При нанесении размеров предпочтение отдают технологической базе, так как от конструктивных баз, как правило, требуется проставлять небольшое количество размеров (10...20%). Наилучшим вариантом является совпадение конструктивной и технологической баз.

**Внимание! Принцип единства баз является одним из самых важных принципов конструирования.**



### Шероховатость поверхности и её обозначение на чертежах

Под шероховатостью поверхности понимают совокупность неровностей, образующих рельеф поверхности независимо от способов его получения.

Чем меньше высота неровностей, тем выше чистота поверхности.

ГОСТ 2789 73 устанавливает 14 классов шероховатости поверхностей и соответствующие им параметры  $Ra$  и  $Rz$ , характеризующие среднюю высоту микронеровностей в пределах базовой длины. Обозначения шероховатости поверхности и правила их нанесения на чертеже детали установлены ГОСТ 2.309 73.

Для обозначения шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображённых на рисунке 34. Высота  $h$  приблизительно равна высоте размерных чисел. Высота  $H$  равна  $1,5...5h$ . Толщину линий знака берут равной примерно половине толщины основной сплошной линии.

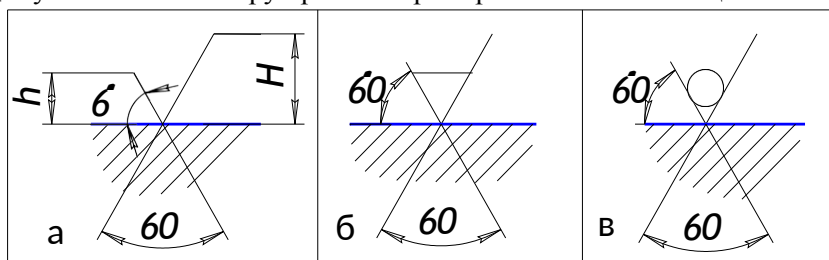


Рисунок 34

Знак	Повышенность
✓	Вид обработки не устанавливается конструктором. (Знак является наиболее предпочтительным)
✓	Образована удалением слоя материала (тонением, фрезерованием, сверлением, шлифованием, полированием, травлением и т.п.).
✓	Образована без удаления слоя материала (литьё, ковка, штамповка, прокат, волочение и т.п.), сохраняется в форме поставки и не выполняется по данному чертежу.

Рисунок 35. Структура обозначения шероховатости поверхности

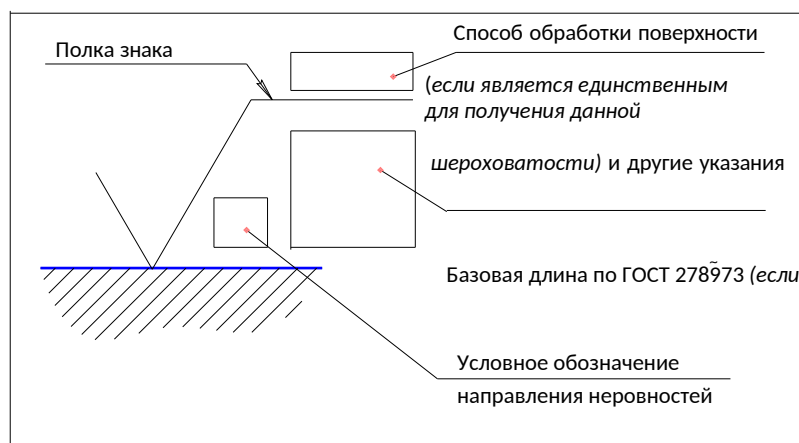


Рисунок 36

Все параметры шероховатости выполняют с указанием символа (рисунок 37).

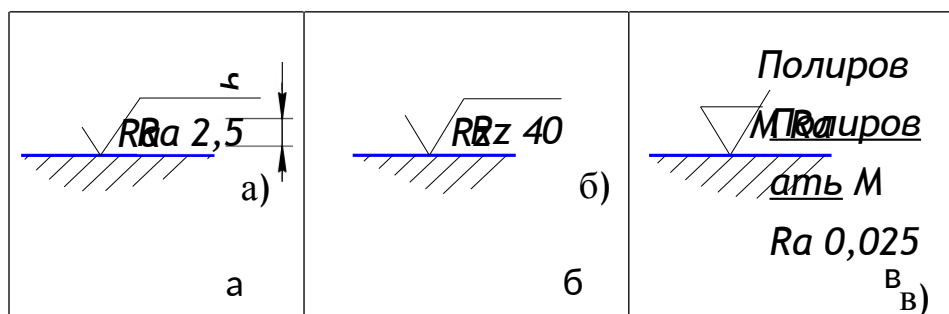


Рисунок 37

**Внимание! При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.**

В соответствии с требованиями к шероховатости поверхностей один или несколько параметров выбирают из приведённой номенклатуры:

$Ra$  - среднее арифметическое отклонение

профиля;  $Rz$  - высота неровностей профиля по

десяти точкам;  $R_{max}$  - наибольшая высота

профиля;

$Sm$  - средний шаг неровностей;

$S$  - средний шаг местных выступов профиля;

$tr$  - относительная опорная длина профиля, где  $p$  - значение уровня сечений профиля.

При указании диапазона значений параметра шероховатости приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки, например:

верхней строке приводят значение параметра, соответствующее более грубой шероховатости.

**Внимание! Параметр  $Ra$  является предпочтительным.**

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия

располагают: а) на линиях контура;

б) на выносных линиях (по возможности ближе к размерной

линии); в) на полках линий - выносок.

Допускают при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию.

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают так, как показано на рисунке 38.

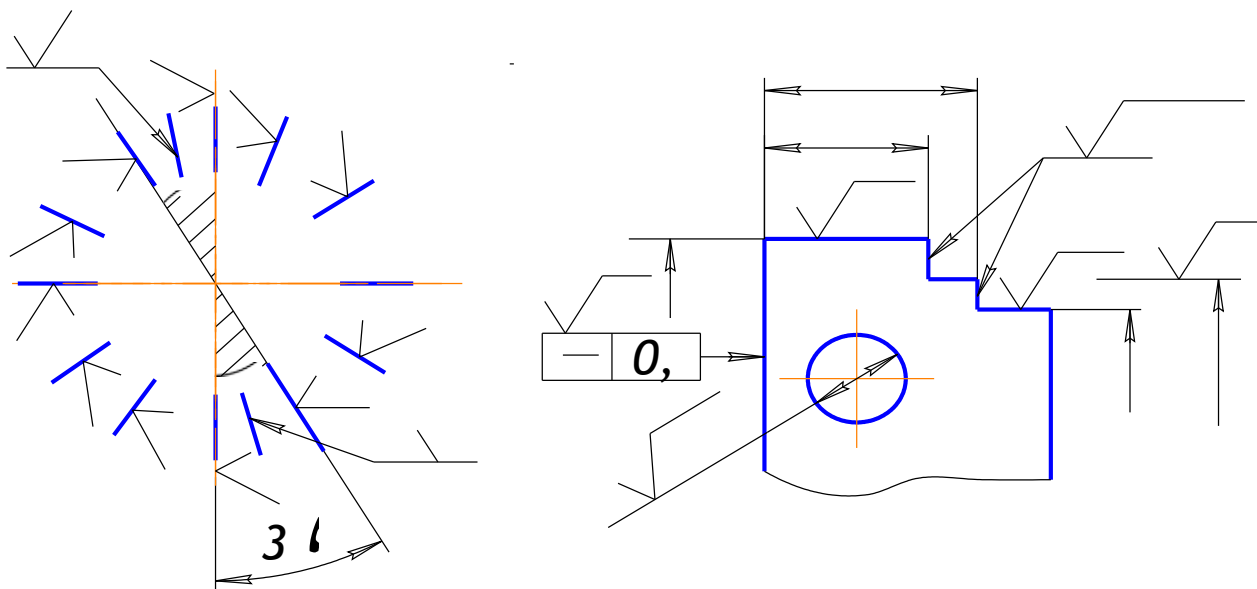


Рисунок 38

**Внимание!** Вершину знака всегда наносят с той стороны линии, изображающей поверхность, с которой можно эту поверхность видеть (рисунок 39).

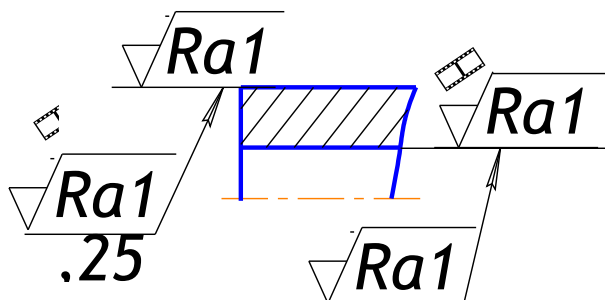


Рисунок 39

При одинаковой шероховатости всех поверхностей её обозначение не указывают на изображении, а общий знак помещают в правом верхнем углу чертежа. Размеры знака при этом больше, чем на чертеже, примерно в 1,5 раза, толщина линий знака равна толщине линий

основного контура (рисунок 40).

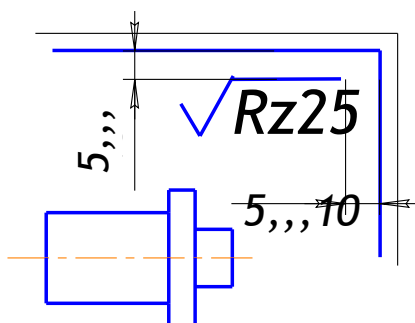


Рисунок 40

Шероховатость преобладающей части поверхностей изделия обозначают знаком такого же размера, что и на рисунке, с добавлением в скобках обычного по высоте знака (рисунки 41 и 42), что означает: поверхности, шероховатость которых на чертеже не указана, должны иметь высоту микронеровностей, проставленных перед скобками.

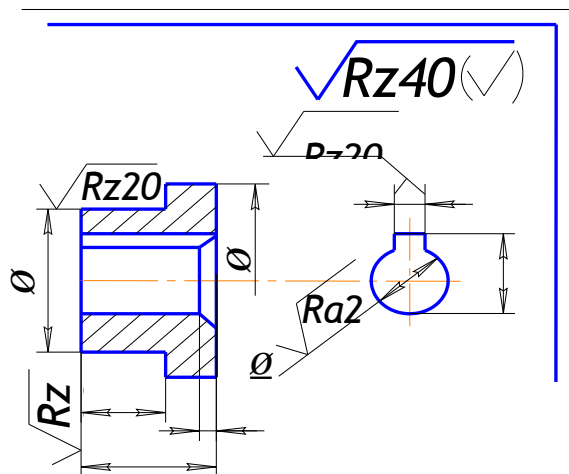


Рисунок 41

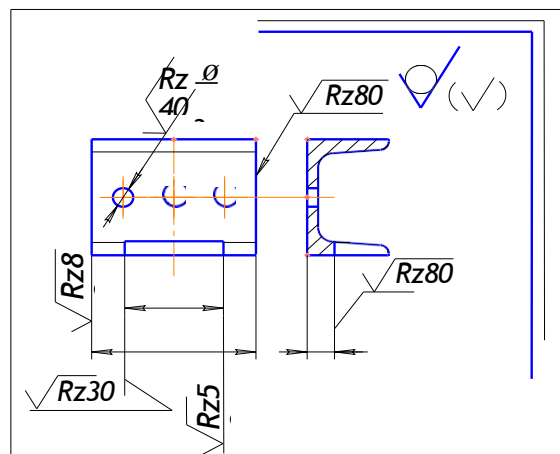


Рисунок 42

**Внимание! Знак шероховатости, вынесенный в правый угол, на изображении изделия не проставляют.**

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колёс, эвольвентных шлицев и т.п., если на чертеже не приведён профиль, наносят на линии делительной поверхности (рисунок 43)

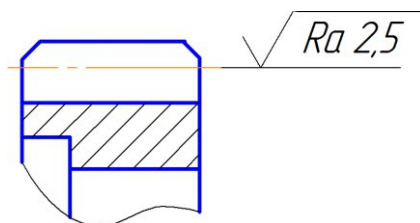


Рисунок 43

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля, или условно на выносной линии для указания размера резьбы, на размерной линии или её продолжении (рисунок 44).



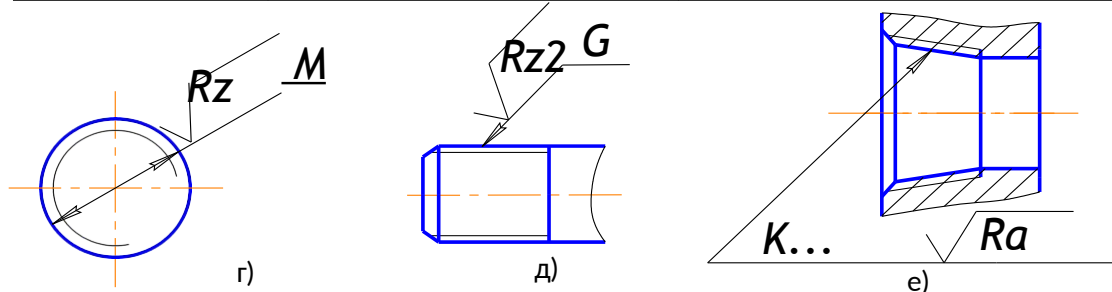


Рисунок 44

Если шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой, обозначение шероховатости наносят один раз так, как показано на рисунке 45,а. Диаметр вспомогательного знака (который заменяет фразу "по контуру") равен 4...5 мм. При плавном переходе одной поверхности в другую знак окружности не проставляют (рисунок 45,б).

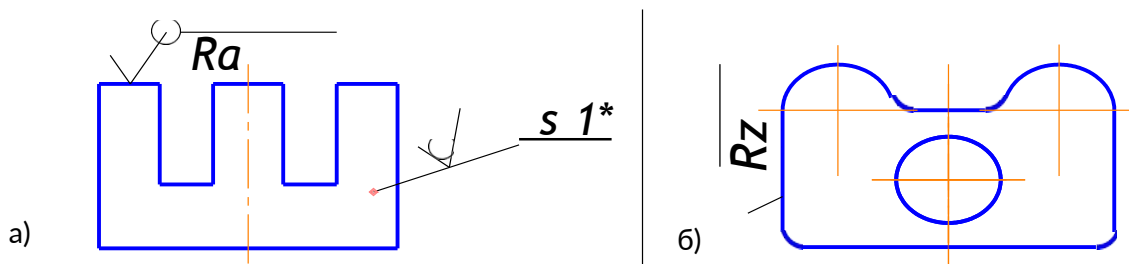


Рисунок 45

Шероховатость поверхности зависит от способа обработки и от инструмента, которым выполняют ту или иную технологическую операцию.

**Внимание! При назначении шероховатости конструктор должен помнить, чем выше класс шероховатости, тем больше стоимость изготовления детали.**

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

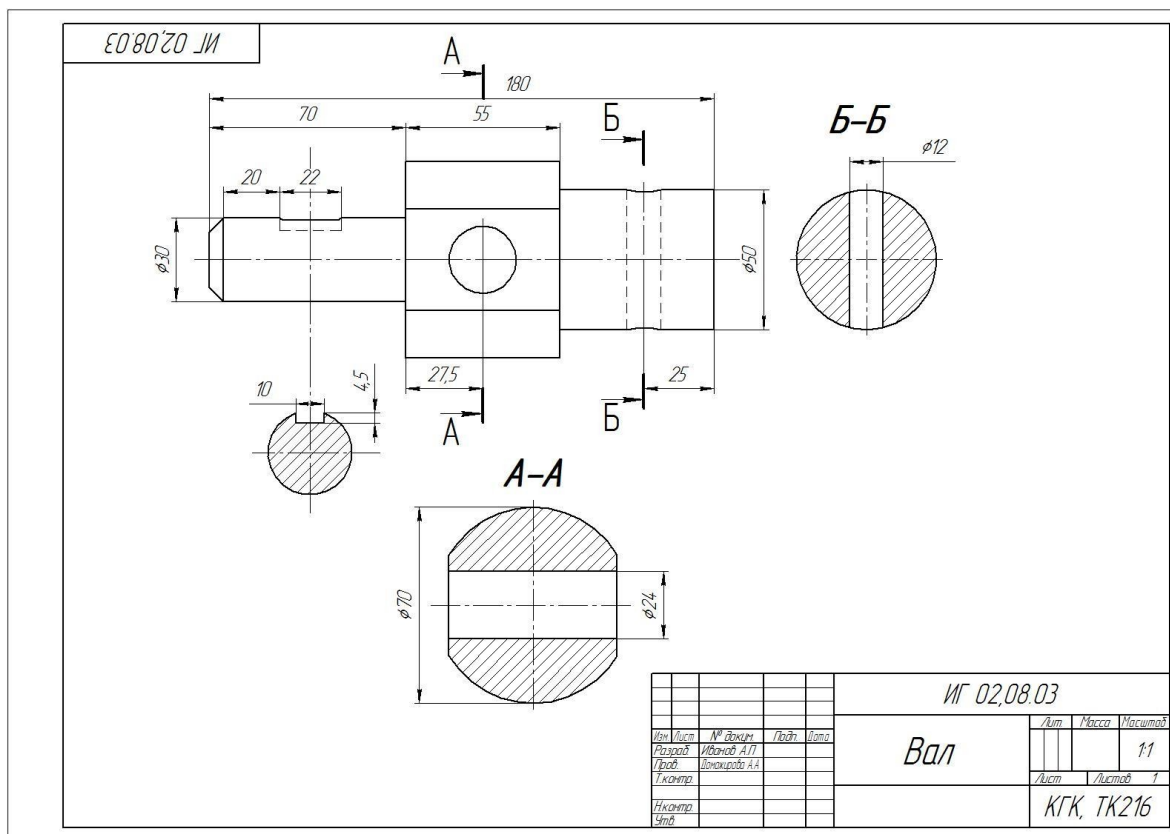
**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Пример выполнения работы



## Практическое занятие № 29

**Тема:** Чертеж зубчатой передачи

**Цель:** Освоить методику выполнения чертежа зубчатой передачи, включая правила изображения, обозначения и расчёты элементов зубчатых колёс.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### Теоретическая часть

Механизмы, передающие движение от одной части устройства к другой, называют передачами. Наибольшее распространение получили зубчатые передачи, передающие движение от ведущего вала к ведомому с соответствующим изменением угловой скорости (или крутящего момента) по величине и направлению.

*Зубчатые передачи классифицируются:*

а) по взаимному расположению осей колес: цилиндрические (оси валов параллельны между собой); конические (оси пересекаются); червячные (оси скрещиваются);

б) по расположению зубьев колес: прямозубые, косозубые и шевронные;

в) по взаимному расположению колес: с внутренним и наружным зацеплением;

г) по форме профиля зубьев (наиболее применимы в машиностроении с эвольвентным профилем).

Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот применяют реечные передачи.



Основными деталями зубчатых передач являются зубчатые колеса, червяки и рейки. Колесо с меньшим числом зубьев называют шестерней, а с большим – колесом. При одинаковом числе зубьев шестерней называют ведущее колесо.

В современном машиностроении применяются зубчатые колеса самых разнообразных конструкций, отличающиеся друг от друга технологией изготовления, материалом и конструктивными особенностями.

Зубчатые колеса изготавливают штамповкой, прокаткой, отливкой и сваркой. Для выполнения зубчатых колес применяются сталь, чугун, бронза и различные полимеры.

Конструктивные форма и размеры зубчатого колеса зависят от нагрузок, действующих на его зубья, требований технологии их изготовления, удобства монтажа и эксплуатации, габаритов и массы зубчатых колес, бесшумности работы.

Цилиндрические зубчатые колеса малого диаметра (шестерни) обычно имеют форму сплошного цилиндра с отверстием для установки на вал. Колеса с большим диаметром для облегчения конструкции выполняются с тонким диском с отверстиями (без отверстий).

Диск может выполняться с ребрами жесткости. Если диаметр колеса достаточно велик, диск заменяется несколькими спицами, соединяющими обод с втулкой. Форма спиц может быть различная: круглая, овальная, прямоугольная, двутавровая.

Если в конструкции необходимо применить внутреннее зацепление, то большое колесо изготавливают с внутренними зубьями.

На чертеже зубчатого или червячного колеса (рис. 1) должно быть изображение изделия и другие данные (например, диаметр вершин зубьев, ширина венца, размеры фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев, шероховатость боковых поверхностей зубьев). В правом верхнем углу чертежа на расстоянии 20 мм от верхней внутренней рамки помещают таблицу параметров, состоящую из трех частей:

- а) основные данные;
- б) данные для контроля;
- в) справочные данные.

Части отделяют друг от друга основными линиями. Неиспользуемые строки таблицы параметров исключают или прочеркивают.

Более подробно требования к выполнению чертежей изложены в соответствующих стандартах: в ГОСТ 2.403-75 – на цилиндрические зубчатые колеса; в ГОСТ 2.404-75 – на зубчатые рейки; в ГОСТ 2.405-75 – на конические зубчатые колеса; в ГОСТ 2.406-76 – на цилиндрические червяки и червячные колеса; в ГОСТ 2.407-75 – на червяки и червячные колеса глобоидных передач; в ГОСТ 2.408-68 – на звездочки приводных роликовых и втулочных цепей и т. д.

Основным расчетным параметром зубчатой передачи является модуль, т. е. число миллиметров начального (делительного) диаметра, приходящихся на один зуб (подробнее см. ГОСТ 16530-83). Числовые значения модуля выбирают из ГОСТ 9563-60. У зубчатых колес, находящихся в зацеплении, окружные шаги зубьев равны, следовательно, равны их модули.

Начальные окружности двух зубчатых колес – это воображаемые окружности двух гладких катков, перекатывающихся друг по другу без скольжения. Для определения основных параметров передачи принимается делительная окружность. У некоррегированных колес (будем рассматривать только их) делительная окружность совпадает с начальной.

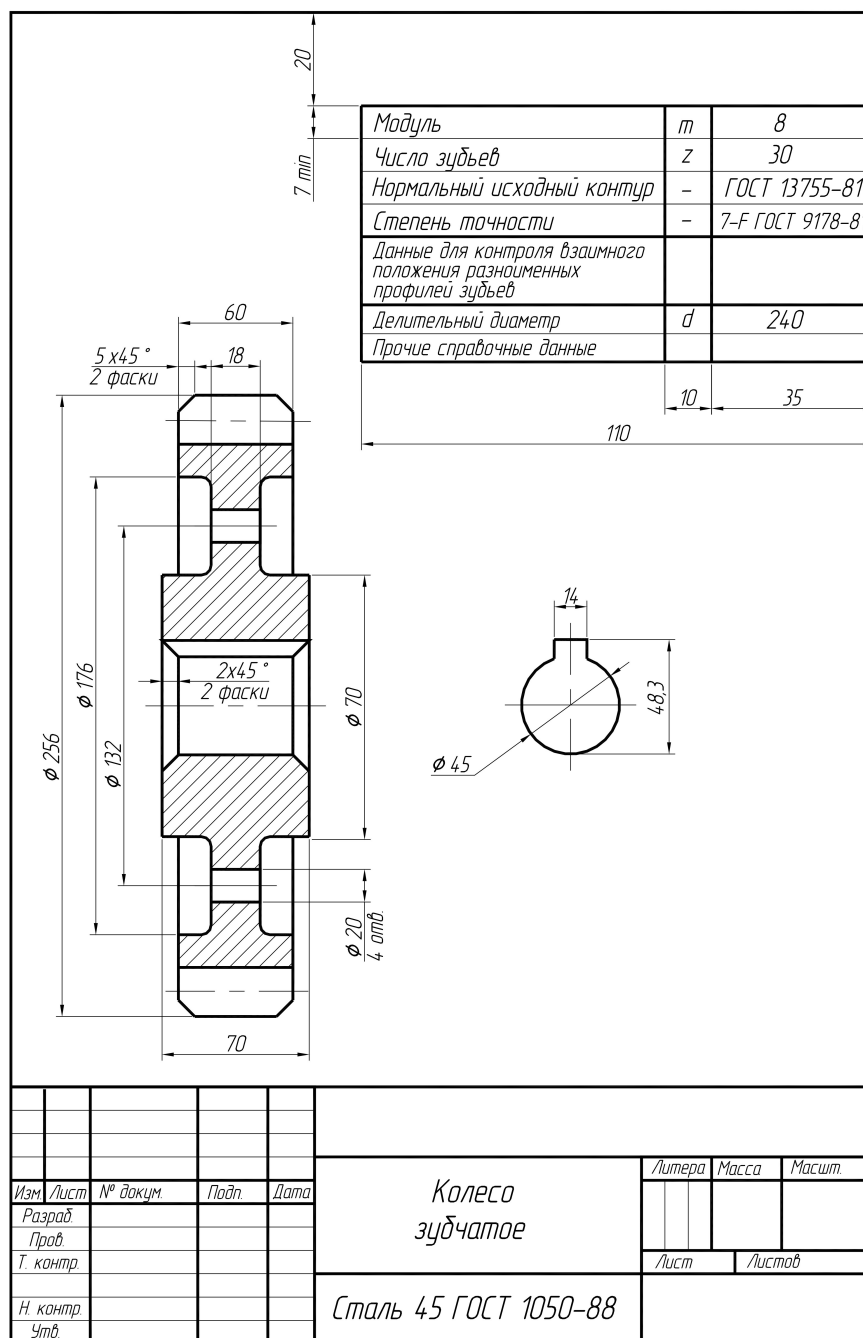


Рис. 1. Изображение зубчатого колеса

Начальная окружность делит зуб колеса на две части – головку и ножку. Высота зуба  $h$ , головки  $h_a$  и ножки  $h_f$  связаны с модулем следующими соотношениями (ГОСТ 13755-81):  $h = 2,25 m$ ;  $h_a = m$ ;  $h_f = 1,25 m$ .

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять

теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### **Задание**

1. Ознакомьтесь с правилами выполнения сборочного чертежа зубчатой передачи.
2. Выполните построения изображений сборочного чертежа зубчатой передачи, как показано на рисунке 2.

### **Практическое занятие № 30,31**

**Тема:** Вычерчивание болта. Вычерчивание гайки

**Цель:** Освоить методику выполнения чертежа болта и гайки как стандартного крепёжного изделия, включая правила изображения всех конструктивных элементов, нанесения размеров и условных обозначений в соответствии с требованиями стандартов

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А4.

### **Теоретическая часть**

**Болтовое соединение** - распространённый тип резьбового соединения болтом и гайкой. Обычно в отверстие соединяемых деталей болт вставляется с зазором, и соединение осуществляется затяжкой гайки, что создаёт давление между деталями, препятствующее их расхождению (раскрытию стыка) под действием осевых сил и относительному сдвигу под действием поперечных сил, благодаря возникающему между деталями трению. Реже болт плотно входит в отверстие соединяемых деталей и препятствует относительному их сдвигу под действием поперечных сил, работая на срез; в этом случае стержень болта и отверстие детали обрабатываются с высокой точностью и при той же поперечной силе болт получается тоньше.

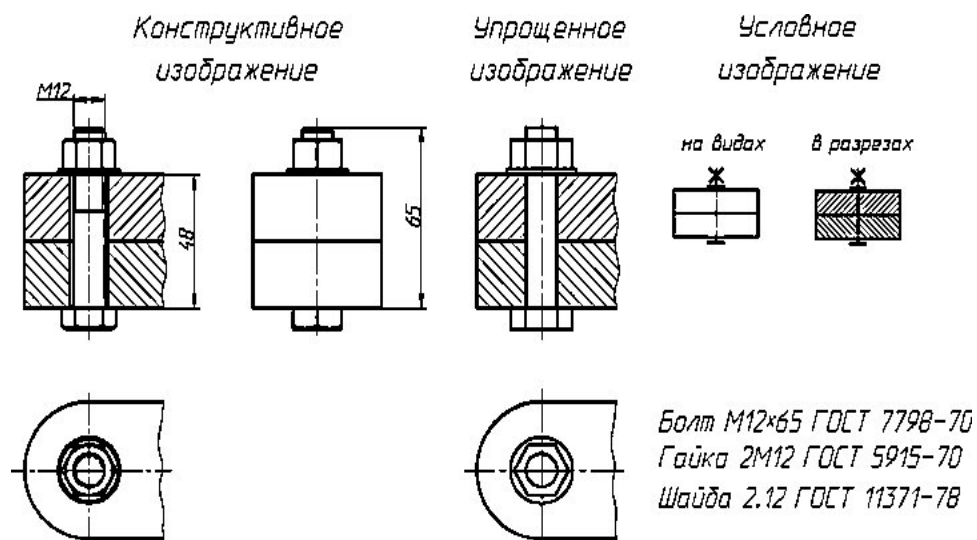


Рисунок 1. Изображение болтового соединения на чертежах

Болты бывают: обычные черные, повышенной точности, высокопрочные.

**Болты повышенной точности** сидят плотно и хорошо воспринимают сдвигающие силы; однако недостаточность сил, стягивающих пакет, ухудшает его работу по сравнению с соединениями на высокопрочных болтах или на заклепках.

Сложность изготовления и постановки болтов повышенной точности привела к тому, что соединения на таких болтах применяются редко.

**Высокопрочные болты** изготовляют из легированной стали, готовые болты термически обрабатывают. Высокопрочные болты являются болтами нормальной точности, их ставят в отверстия большего, чем болт, диаметра, но их гайки затягивают тарировочным ключом, позволяющим создавать и контролировать силу натяжения болтов. Большая сила натяжения болта плотно стягивает соединяемые элементы

и обеспечивает монолитность соединения. При действии на такое соединение сдвигающих сил между соединяемыми элементами возникают силы трения, препятствующие сдвигу этих элементов относительно друг друга.

#### **Конструкция болтовых соединений**

Головка болта, как правило, имеет форму шестигранной призмы. Стержень болта входит в отверстие соединяемых деталей с зазором. На стержень болта навинчивается гайка. Между гайкой и соединяемыми деталями во избежание повреждения детали вращающейся, гайкой ставят кольцевую пластинку — шайбу. При монтаже соединения болт удерживается от вращения гаечным ключом, надетым на головку. При вращении гайки другим ключом соединяемые детали сжимаются между гайкой и головкой болта. Болтовое соединение применяется для соединения деталей относительно небольшой толщины и при наличии места для размещения головки болта и гайки.

#### **Виды болтов по классу точности и их применение.**

**Болты класса точности А** - данные болты устанавливают в отверстия рассверленные на проектный диаметр (т.е. болт встает в отверстие без зазора). **Болты класса точности В** (нормальной точности) и **С** (грубой точности) устанавливают в отверстия на 2-3 мм больше диаметров болтов. Разница между этими болтами заключается в погрешности диаметра болта. Для болтов класса точности В фактический диаметр может отклониться не более чем на 0,52 мм, для болтов класса точности С до 1 мм (для болтов диаметром до 30 мм).

#### **Виды болтов по прочности и их применение**

Для углеродистых сталей класс прочности обозначают двумя цифрами через точку. Существуют следующие классы прочности болтов: 3.6; 3.8; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 8.8; 9.8; 10.9; 12.9

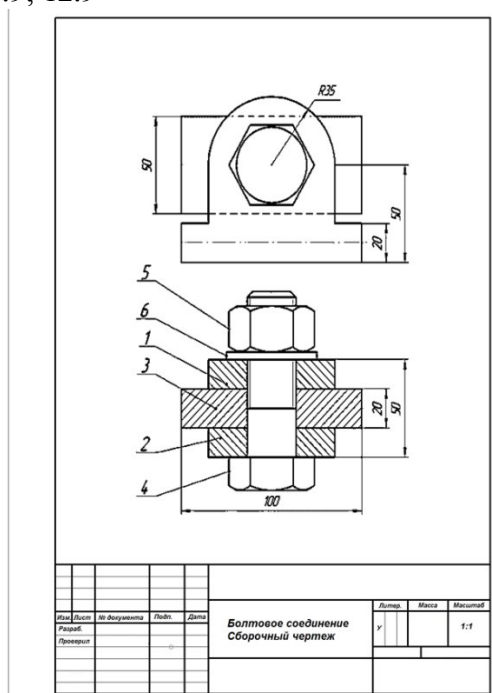


Рисунок 2. Пример построения изображения соединения болтом

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

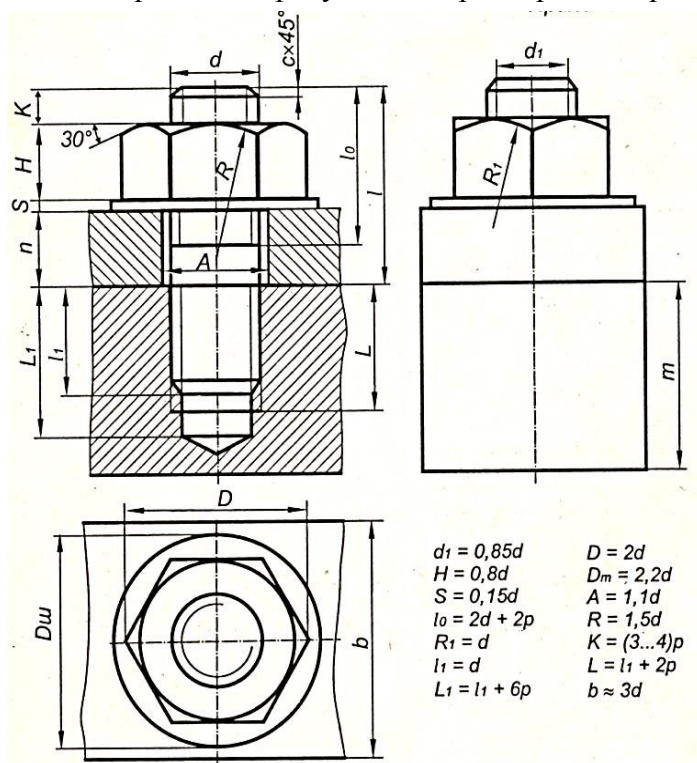
**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Задание:

По своему варианту выбрать параметры резьбовых соединений, оформить расчеты. Расчеты соединений выполнить на листах в клетку или миллиметровой бумаге формата А4. Затем приступить к выполнению графической части. Оформить спецификацию. Каждое соединение выполнять в двух или трех проекциях

На видах выполнить вертикальные разрезы с обозначением резьбы метрической на стержне, размером под ключ и длинной. Размеры: диаметр резьбы  $d$  и длину  $l$  взять из таблицы 1. Схема и формулы на рисунках 1 и 2. Применить масштаб 1:1 или 1:2.

Пример выполнения работы на рисунке 3. Параметры для расчета выбрать из табл.



1.

Рисунок 1. Схема выполнения и формулы для расчета шпильного соединения

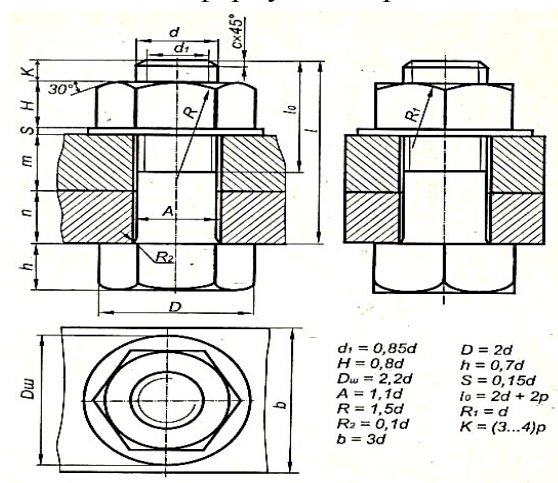


Рисунок 2. Схема выполнения и формулы для расчета болтового соединения

### Практическое занятие № 32

**Тема:** Составление спецификации

**Цель:** Освоить методику составления спецификации как основного документа конструкторской документации, научиться правильно оформлять и заполнять разделы спецификации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, а также развивать навыки систематизации и учёта составных частей изделия.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А4.

### Теоретическая часть

Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- 1) документация
- 2) комплексы
- 3) сборочные единицы
- 4) детали
- 5) стандартные изделия
- 6) прочие изделия
- 7) материалы
- 8) комплекты

**Спецификация** — основной конструкторский документ, выполненный в виде таблицы, в которой приводятся наименования, номера позиций всех составных частей сборочной единицы и указывается их число.

Спецификацию выполняют на отдельных листах (одном или нескольких) формата А4 или размещают непосредственно на сборочном чертеже, выполненном на формате А4, если имеется достаточно места для ее размещения.

Спецификацию выполняют прежде, чем на сборочном чертеже наносятся номера позиций деталей, входящих в сборочную единицу. Она необходима для изготовления изделия.

После каждого раздела спецификации в соответствии с ГОСТом оставляют свободные строки и резервируют номера позиций для возможного внесения дополнительных изделий.

**Заполнение граф спецификации** производится сверху вниз следующим образом:

1. В графе **«Формат»** указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе **«Обозначение»**.

- для документов, записанных в разделы **«Стандартные изделия»**, **«Прочие изделия»** и **«Материалы»**, графу не заполняют.

- для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают БЧ (без чертежа).

2. В графе **«Зона»** указывают обозначение зоны, в которой находится записываемая составная часть (при разбивке поля чертежа на зоны в соответствии с ГОСТ 2.104-2006).

3. В графе **«Поз.»** (Позиция) указывают порядковые номера составных частей, входящих в специфицируемое изделие в последовательности их записи в спецификации.

Для разделов **«Документация»** и **«Комплекты»** графу не заполняют.

4. В графе **«Обозначение»** записывается обозначение документа на изделие в соответствии с ГОСТ 2.201-80.

5. В графе **«Наименование»** указывают:

- в разделе **«Документация»** только наименование документа, например, **«Сборочный чертеж»**;

- в разделах **«Комплексы»**, **«Сборочные единицы»**, **«Детали»**, **«Комплекты»** — наименование изделий в соответствии с основной надписью на конструкторских документах этих изделий, например **«Колесо зубчатое»**, **«Втулка»**. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;

- [illegible]

108



- в разделе «Материалы» – обозначения материалов, установленных в стандартах на эти материалы.

6. В графе «**Кол.**» (Количество) указывают количество составных частей в одном специфицируемом изделии, а в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно изделие с указанием единицы измерения.

7. В графе «**Примечание**» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам.

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Задание

1. Ознакомьтесь с правилами выполнения спецификации;
2. Выполните спецификацию изображения как показано на рисунке 1.

### Практическое занятие № 33,34,35,36

**Тема:** Вычерчивание сборочного чертежа

**Цель:** Освоить методику выполнения сборочного чертежа как основного конструкторского документа, научиться правильно, изображать взаимное расположение и соединение деталей в сборочной единице, а также развить навыки оформления чертежа в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А4.

### Теоретическая часть

Сборочные чертежи выполняют тогда, когда изделие состоит из нескольких деталей. Этот чертеж состоит из изображений составляющих изделие деталей и информации, необходимой для их изготовления и сборки.

Сборочным чертежом называется документ, содержащий изображение сборочной единицы, дающий представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединенных между собой, и обеспечивающий возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

Сборочный чертеж должен давать полное представление о форме, функциональном назначении и составе сборочной единицы.

По сборочному чертежу из отдельных деталей, частей механизмов можно собрать простейшие узлы и сложнейшие машины, технические устройства.

По сборочному чертежу можно представить взаимное расположение составных частей, способы соединения деталей между собой и принцип работы.

Сборочный чертеж должен содержать:

- 1) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу;
- 2) сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы;
- 3) размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть проконтролированы или выполнены по сборочному чертежу;
- 4) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подбор деталей, их пригонка и т.д.);
- 5) указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- 6) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- 7) основные характеристики изделия;
- 8) габаритные размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия;
- 9) установочные размеры, по которым изделие устанавливается на месте монтажа;

На сборочном чертеже обязательно должны быть заданы размеры, которые характеризуют изделие в целом, а также те, которые необходимо выдержать при сборке и контроле изготавливаемого изделия (*габаритные размеры*, т. е. наибольшие внешние размеры изделия по трем измерениям (высота, длина, ширина); *размер установочный* - размер, определяющий положение предмета на месте монтажа или положение составной части при её установке в изделие; *присоединительные размеры*, т. е. размеры элементов детали, изделия, обеспечивающих возможность присоединения их к другому изделию; *монтажные размеры*, т. е. размеры, необходимые для правильной установки деталей относительно друг друга, например, размеры между центровыми и осевыми линиями; *эксплуатационные размеры*, указывающие крайние положения движущихся частей изделий, например ход поршня, рычага, клапана двигателя);

- 1) номера позиций;
- 2) технические требования;
- 3) техническую характеристику изделия (при необходимости);
- 4) спецификация.

### Указание номеров позиций

Составные части и специфицируемые материалы сборочной единицы, изображенной на сборочном чертеже, должны иметь номера, которые наносят в соответствии с ГОСТ 2.109-73:

1) Все составные части изделия на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанных в спецификации данной сборочной единицы.

2) Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Конец линии-выноски, пересекающий контур детали, заканчивается утолщением в форме точки. Линия-выноска и полка проводятся сплошной тонкой линией. Номера позиций следует указывать на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах или заменяющих их разрезах.

3) Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строку по возможности на одной линии.

4) Номера позиций, как правило, указывают на чертеже один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых частей изделия, при этом все повторяющиеся номера позиций выделяются двойной полкой.

5) Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше размера шрифта, принятого на чертеже для размерных чисел.

6) Линии-выноски не должны пересекаться между собой и по возможности не должны быть параллельными линиям штриховки и размерным линиям

7) Допускается проводить общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

а) для группы крепежных деталей, относящиеся к одному и тому же месту крепления;

б) для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, и когда на чертеже невозможно подвести линию-выноску к каждой составной части. В этих случаях линию-выноску отводят от детали, номер позиции которой указывают первым.

### Условности и упрощения, допускаемые на сборочных чертежах

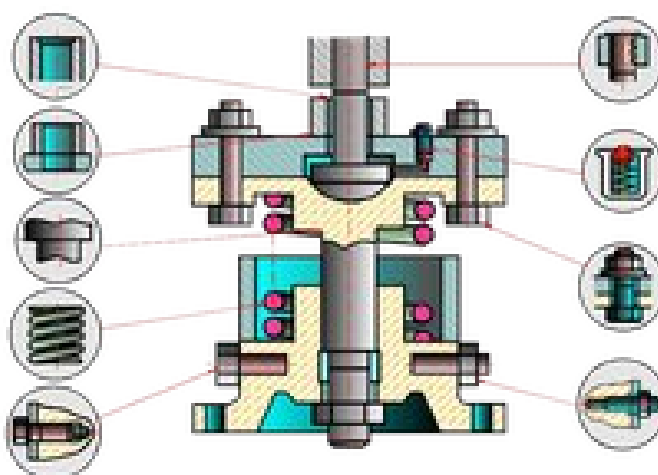


Рисунок 1. Схема сборочного чертежа

В целях экономии времени на сборочных чертежах по ГОСТ 2.109—73 допускается применять упрощения и условности

1. Перемещающиеся части сборочной единицы изображают в крайних или промежуточных положениях. На сборочном чертеже условно изображают:

- а) витки пружины изображают прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контура фигур сечения пружины;
- б) пробки пробковых кранов - в положении "открыто";
- в) домкраты в положении начала подъема груза;
- г) тиски со сдвинутыми губками;
- д) пружины в разрезе изображают двумя витками с каждого конца.

2. Сварные, паяные, клееные и другие изделия из однородного материала в сборке с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют как монолитный предмет (в одну сторону) с изображением границ между частями такого изделия сплошными основными линиями.

3. На изображениях сборочной единицы допускается не показывать:

- а) мелкие конструктивные элементы на поверхностях деталей: фаски, кольцевые проточки для выхода режущего инструмента, накатки и т.п.;
- б) зазоры между стержнем и отверстием;
- в) изображение резьбы на торцевом виде.

4. В разрезах, согласно правилам ГОСТ 2.305 - 68:

- а) болты, винты, шпильки, шпонки, заклепки, непустотелые валы, шпиндели, шатуны, рукоятки и т.п. при продольном разрезе показываются нерассеченными;
- б) спицы маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т.п. показываются незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны такого элемента.

5. Болты, винты и шпильки изображаются на сборочных чертежах упрощенно.

#### **Нанесение размеров**

Простановка размеров является наиболее ответственной частью работы над чертежом, так как неправильно проставленные и лишние размеры приводят к браку, а недостаток размеров вызывает задержки производства. Ниже предложены некоторые рекомендации по нанесению размеров при выполнении чертежей деталей.

Размеры детали замеряют с помощью измерителя на чертеже общего вида сборочной единицы с учётом масштаба чертежа (с точностью 0,5мм). При замере наибольшего диаметра резьбы необходимо округлить его до ближайшего стандартного, взятого по справочнику. Например, если диаметр метрической резьбы по замеру  $d=5,5\text{мм}$ , то необходимо принять резьбу М6 (ГОСТ 8878-75).

Все размеры разделяются на две группы: основные (сопряжённые) и свободные. **Основные размеры** входят в размерные цепи и определяют относительное положение детали в узле, они должны обеспечивать:

- расположение детали в узле;
- точность взаимодействия собранных деталей;
- сборку и разборку изделия;
- взаимозаменяемость деталей.

Примером могут служить размеры охватывающих и охватываемых элементов сопряжённых деталей. Общие соприкасающиеся поверхности двух деталей имеют одинаковый номинальный размер.

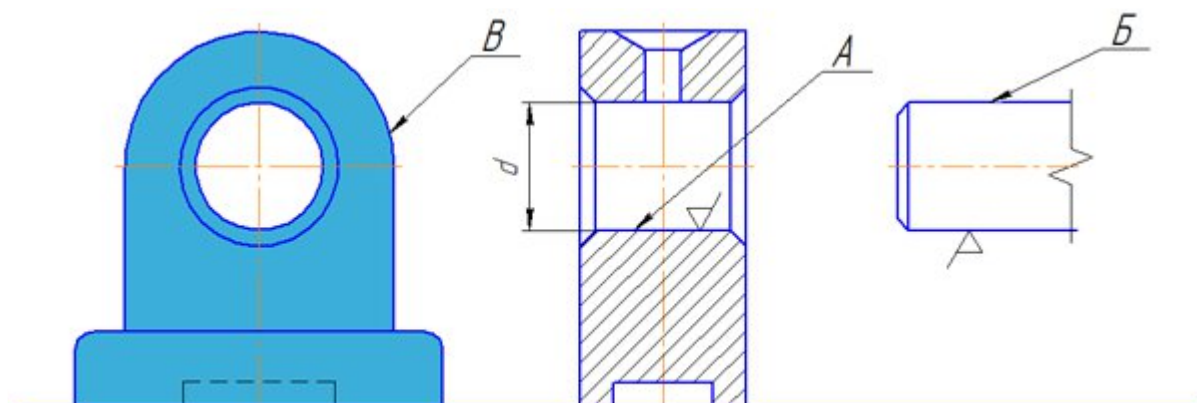


Рисунок 2. Основные размеры

Применяются следующие методы простановки размеров:

- цепной;
- координатный;
- комбинированный.

При **цепном** методе размеры проставляются последовательно один за другим.

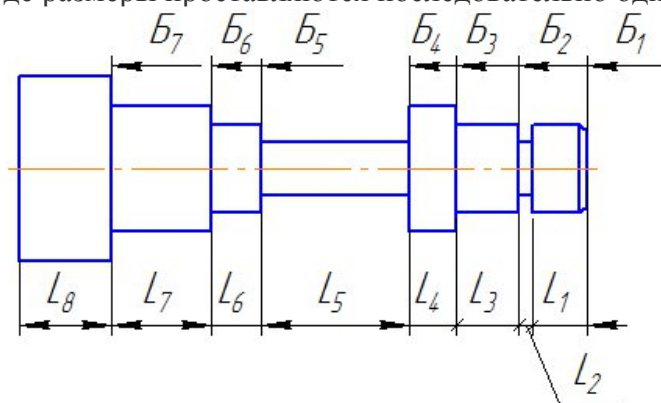


Рисунок 3. Цепной метод расстановке размеров

При такой простановке размеров каждая ступень валика обрабатывается самостоятельно, и технологическая база имеет свое положение. При этом на точность выполнения размера каждого элемента детали не влияют ошибки выполнения предыдущих размеров. Однако, ошибка суммарного размера состоит из суммы ошибок всех размеров. Нанесение размеров в виде замкнутой цепи не допускается, за исключением случаев, когда один из размеров цепи указан как справочный. Справочные размеры на чертеже отмечаются знаком \* и записываются на поле: «\* **Размеры для справок**».

**Габаритные** размеры определяют предельные внешние (или внутренние) очертания изделия. Они не всегда наносятся, но их часто указывают для справок, особенно для крупных литейных деталей. Габаритный размер не наносится на болтах и шпильках.

**Присоединительные и установочные** размеры определяют величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на место монтажа или присоединяют к другому. К таким размерам относятся: высота центра подшипника от плоскости основания; расстояние между центрами отверстий; диаметр окружности центров.

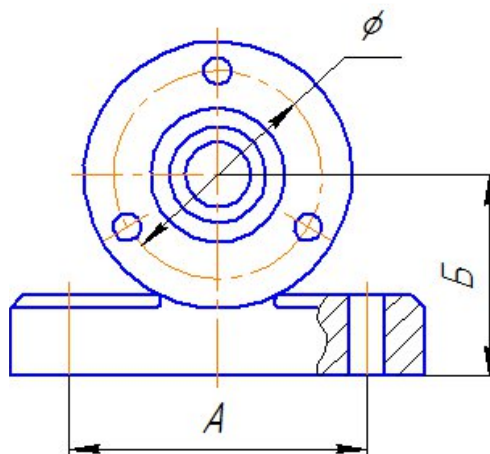


Рисунок 4. Габаритные размеры

### **Спецификация**

Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

1. документация
2. комплексы
3. сборочные единицы
4. детали
5. стандартные изделия
6. прочие изделия
7. материалы
8. комплекты

**Спецификация** — основной конструкторский документ, выполненный в виде таблицы, в которой приводятся наименования, номера позиций всех составных частей сборочной единицы и указывается их число.

Спецификацию выполняют на отдельных листах (одном или нескольких) формата А4 или размещают непосредственно на сборочном чертеже, выполненном на формате А4, если имеется достаточно места для ее размещения.

Спецификацию выполняют прежде, чем на сборочном чертеже наносятся номера позиций деталей, входящих в сборочную единицу. Она необходима для изготовления изделия.

После каждого раздела спецификации в соответствии с ГОСТом оставляют свободные строки и резервируют номера позиций для возможного внесения дополнительных изделий.

**Заполнение граф спецификации** производится сверху вниз следующим образом:

1. В графе «**Формат**» указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе «Обозначение».

- для документов, записанных в разделы «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу не заполняют.

- для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают БЧ (без чертежа).

2. В графе «**Зона**» указывают обозначение зоны, в которой находится записываемая составная часть (при разбивке поля чертежа на зоны в соответствии с ГОСТ 2.104-2006).

3. В графе «**Поз.**» (Позиция) указывают порядковые номера составных частей, входящих в специфицируемое изделие в последовательности их записи в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют.

4. В графе «**Обозначение**» записывается обозначение документа на изделие в соответствии с ГОСТ 2.201-80.

5. В графе «**Наименование**» указывают:

- в разделе «Документация» только наименование документа, например, «Сборочный чертеж»;
- в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали», «Комплекты» – наименование изделий в соответствии с основной надписью на конструкторских документах этих изделий, например «Колесо зубчатое», «Втулка». Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;
- в разделе «Стандартные изделия» – наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;
- в разделе «Прочие изделия» – наименование и условные обозначения изделий в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов;
- в разделе «Материалы» – обозначения материалов, установленных в стандартах на эти материалы.

6. В графе «**Кол.**» (Количество) указывают количество составных частей в одном специфицируемом изделии, а в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно изделие с указанием единицы измерения.

7. В графе «**Примечание**» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам.

### **Последовательность и основные приемы чтения чертежей**

***Прочитать сборочный чертеж*** — это значит представить форму и конструкцию изделия, понять его назначение, принцип работы, порядок сборки, а также выявить форму каждой детали в данной сборочной единице.

#### ***При чтении чертежа общего вида следует:***

1. Выяснить назначение и принцип работы изделия.

Необходимые сведения о назначении и принципе работы изделия содержатся в основной надписи и описании изделия.

2. Определить состав изделия.

Основным документом для определения состава изделия является спецификация, в которой составные части изделия классифицированы по разделам. Для определения на чертеже положения конкретной составной части изделия нужно по ее наименованию определить номер позиции в спецификации, а затем найти на чертеже соответствующую линию-выноску. Спецификация также позволяет определить количество изделий каждого наименования.

3. Определить назначение и конфигурацию составных частей изделия.

Назначение и конфигурация изделия определяется функциональными особенностями изделия в целом и его составных частей. Конфигурация составных частей обусловлена их назначением и взаимодействием в процессе работы. При определении конфигурации составных частей следует обращать внимание на способ их соединения.

4. Выявить способы соединения составных частей изделия между собой.

Способы соединения деталей обусловлены особенностями взаимодействия элементов изделия в процессе его эксплуатации. Способы соединения могут быть выявлены по чертежу общего вида и классифицированы как разъемные или неразъемные.

5. Определить последовательность сборки и разборки изделия.

Одним из основных требований к конструкции изделия является возможность его сборки и разборки в процессе эксплуатации и ремонта. Рациональной может считаться

лишь такая конструкция, которая позволяет осуществлять сборку (разборку) с использованием минимального числа операций.

Рекомендуется следующая последовательность чтения чертежа:

1. По основной надписи установить наименование изделия, номер, масштаб чертежа, масса изделия, организацию, выпустившую чертеж.

2. Выяснить содержание и особенности чертежа (определить все изображения, составляющие чертеж).

3. По спецификации установить наименование каждой части изделия, найти ее изображение на всех изображениях, уяснить ее геометрические формы.

Поскольку на чертежах, как правило, имеется не одно, а несколько изображений, форму каждой детали можно выявить однозначно, прочитав все изображения, на которых данная деталь имеется.

Начинать следует с наиболее простых по форме деталей (стержни, кольца, втулки и т.п.). Найдя с помощью позиционного обозначения деталь на одном (обычно на главном) изображении и, зная конструктивное назначение детали, представить себе ее геометрическую форму. Если это одно изображение однозначно определяет форму и размеры детали, то перейти поочередно к выявлению форм других деталей; если же одно изображение не выявляет форму или размеры хотя бы одного элемента детали, то следует отыскать эту деталь на других изображениях сборочного чертежа и восполнить недостаточность одного изображения. Выявлению формы детали способствует то, что на всех разрезах и сечениях одна и та же деталь заштрихована с одинаковым наклоном и расстоянием между линиями штриховки.

При этом пользуются знаниями основ проекционного черчения (проекционная связь точек, линий и поверхностей) и условностей, установленных стандартами ЕСКД.

Ознакомиться с описанием изделия. Если описание отсутствует следует, по возможности, ознакомиться с описанием аналогичной конструкции.

Установить характер соединения составных частей изделия между собой. Для неразъемных соединений определить каждый элемент соединения. Для разъемных соединений выявить все крепежные детали, входящие в соединение. Для подвижных деталей установить возможность их перемещения в процессе работы механизма. Установить, какие детали смазываются, и как осуществляется смазка.

Выяснить порядок сборки и разборки изделия. При этом следует иметь в виду, что в спецификации и на сборочном чертеже порядок записи и обозначения составных частей не связаны с последовательностью сборки. Рекомендуется фиксировать порядок сборки и разборки изделия на бумаге в виде схемы или в форме записи последовательности операций. Конечной целью чтения чертежа, как правило, является выяснение устройства изделия, принципа работы и установление его назначения. В учебном процессе центральное место в чтении чертежа занимает изучение форм отдельных деталей, как главного средства к выяснению всех других вопросов, связанных с чтением чертежа.

### **Критерии оценки**

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять



теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

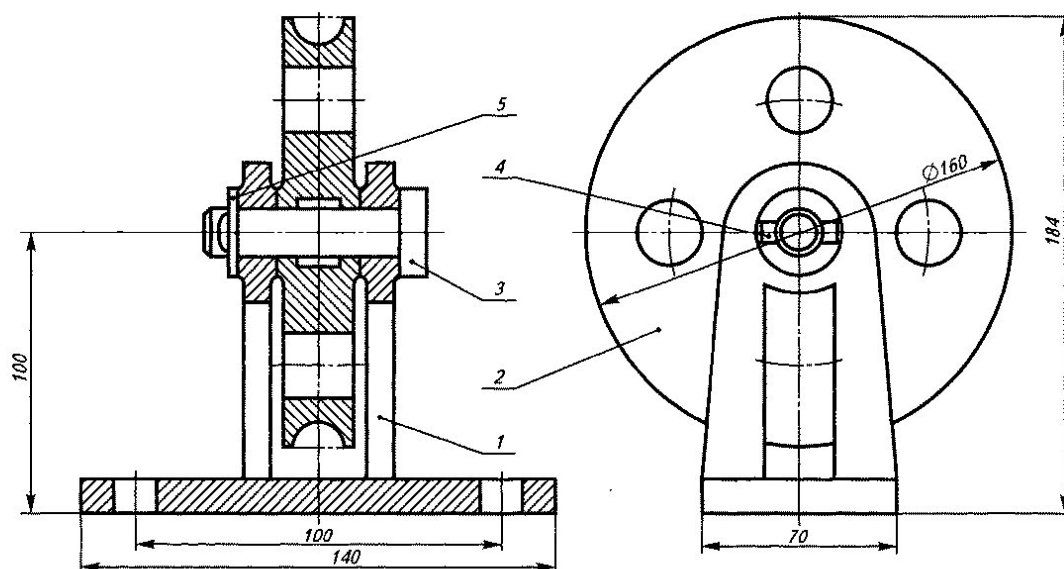
**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

#### Задание

1. Ознакомьтесь с правилами выполнения сборочного чертежа;
2. Выполните построения изображений сборочного чертежа

Вариант 1



Ролик

#### Практическое занятие № 37,38

**Тема:** Эскиз литейной формы в сборе

**Цель:** Освоить методику выполнения эскиза литейной формы в сборе, научиться правильно изображать все элементы технологической оснастки и литниковой системы, а также развить навыки графического отображения процесса литья в соответствии с требованиями.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

## Теоретическая часть

**Литейное производство** представляет собой процесс получения отливок путем заливки расплавленного металла в специальную форму. При остывании металл затвердевает, принимая конфигурацию формы.

**Литейная оснастка** включает в себя модели, подмодельные плиты, стержневые ящики и опоки. **Модель** служит для создания отпечатка наружной конфигурации отливки в формовочной смеси. Внутренние полости и отверстия формируются с помощью **стержней**, устанавливаемых при сборке формы.

Размеры модели превышают размеры готовой отливки на величину линейной усадки сплава. При механической обработке учитываются припуски – слой металла, удаляемый в процессе обработки. Припуски на верхних поверхностях делают больше, чем на боковых и нижних, так как вверху скапливаются шлаки и газовые включения.

**Литниковая система** обеспечивает подачу расплавленного металла в полость формы. Она включает в себя чашу, стояк, шлакоуловитель и питатели. Для чугуновых отливок предусматриваются выпоры и шлакоуловители, для стальных – прибыли для компенсации усадки.

## Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

## Задание

1. Выполнить эскиз детали показанный на рисунке 1
2. Выбрать плоскость разреза модели и формы, указать положение отливки в форме (В – верх, Н – низ)
3. Построить эскиз отливки с обозначением припусков, уклонов и стержней
4. Создать эскиз модели с габаритными размерами
5. Выполнить эскиз стержневого ящика
6. Построить эскиз собранной литейной формы в разрезе

7. Составить описание последовательности изготовления формы и отливки

### Порядок выполнения

1. Проанализировать конструкцию детали и выбрать оптимальное положение в форме
2. Определить плоскости разъёма и необходимые припуски
3. Учесть усадку материала при построении модели
4. Разработать конструкцию стержней и литниковой системы
5. Выполнить эскиз формы в сборе, указав все элементы оснастки
6. Проверить правильность взаимного расположения элементов
7. Оформить эскиз в соответствии с требованиями ЕСКД

### Требования к оформлению

Эскиз выполняется в соответствии с ГОСТами на чертежную документацию. Должны быть четко обозначены все элементы формы, указаны необходимые размеры и условные обозначения. Изображение должно быть выполнено аккуратно, с соблюдением пропорций и проекционной связи.

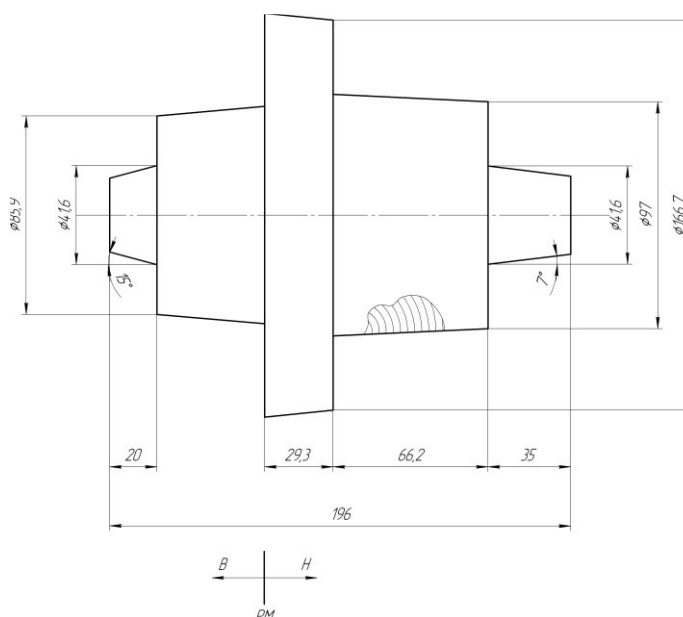


Рисунок 1. Эскиз модели

Размеры детали, соответствующие им размеры отливки и модели, величины припусков на механическую обработку и припусков на усадку необходимо свести в таблицу.

Размер детали, мм	Припуск на мех. Обработку, мм	Размер отливки, мм	Припуск на усадку, мм	Размер модели, мм
Ø50	4x2	Ø42	0,4	Ø41,6
Ø88	4x2	Ø96	1	Ø97
Ø85	-	Ø85	0,9	Ø85,9
Ø165	-	Ø165	1,7	Ø166,7
130	5,5+4,5	140	1,4	141,4
25	4	29	0,3	29,3
65	4,5-4	65,5	0,7	66,2

## Практическое занятие № 39,40

**Тема:** Вычерчивание кинематической схемы. Заполнение условных обозначений кинематической схемы. Спецификация

**Цель:** Освоить методику выполнения кинематической схемы и её спецификации, научиться правильно применять и заполнять условные обозначения элементов кинематических связей, а также развить навыки оформления технической документации в соответствии с требованиями стандартов.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### Теоретическая часть

Схемой называется конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними

ГОСТ 2.701-84 (СТ СЭВ 651-77) устанавливает виды и типы схем, их обозначение и общие требования к выполнению схем (кроме электрических схем).

В зависимости от характера элементов и линий связей, входящих в состав устройства, схемы подразделяются на виды, каждый из которых часто обозначается буквой: кинематические (К), гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э), оптические (О) и др.

Кинематические схемы устанавливают состав механизмов и поясняют взаимодействия их элементов.

Каждый элемент, изображенный на схеме условно, должен иметь свое обозначение: порядковый номер или буквенно-цифровое позиционное обозначение. Для каждого вида схем установлены правила нанесения таких обозначений.

На гидравлических, пневматических и электрических схемах обозначения заносятся в перечень элементов, оформляемый в виде таблицы, заполняемой сверху вниз.

Соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов на схеме

должно примерно соответствовать действительному соотношению размеров этих элементов в изделии.

На кинематических схемах валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т. п. изображают сплошными основными линиями толщиной  $s$ . Элементы, изображаемые условно и упрощенно, выполняют сплошными линиями толщиной  $s/2$ .

Кинематические схемы выполняют, как правило, в виде развертки: все геометрические оси условно считаются расположенными в одной плоскости или в параллельных плоскостях.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, как правило, присваивают порядковый номер, начиная от источника движения. Валы нумеруются римскими цифрами, остальные элементы арабскими. Порядковый номер элемента представляют на полке линии-выноски. Под полкой линии выноски указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

Условные графические обозначения в схемах кинематики изложены в ГОСТ 2.770-68 (СТ СЭВ 2519-80).

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

#### Задание

1. Ознакомьтесь с правилами выполнения кинематической схемы;
2. Выполните построения изображений кинематической схемы, которые представлен на рисунке 1
3. Заполните спецификацию которая представлена на рисунке 1.

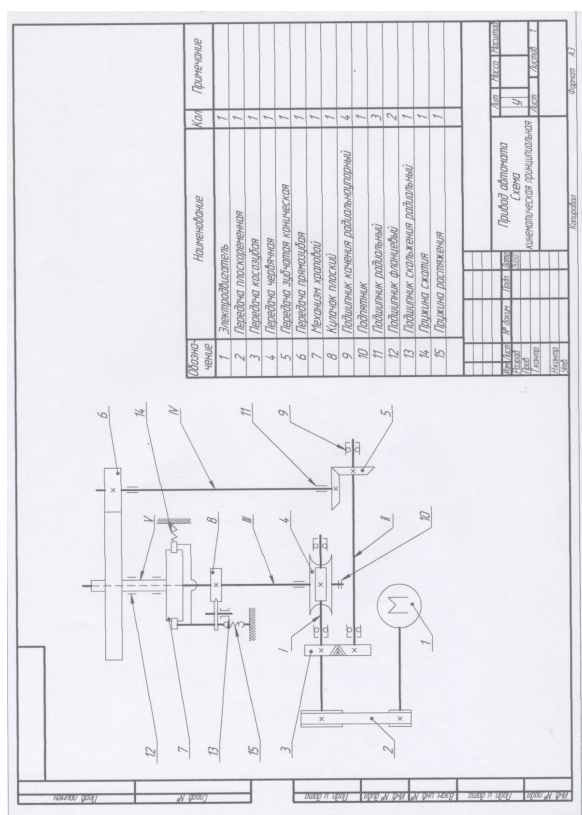


Рисунок 1. Кинематическая схема

## Практическое занятие № 41

**Тема:** Чертеж отливки

**Цель:** Освоить методику выполнения чертежа отливки с учётом технологических требований литейного производства, научиться правильно, назначать припуски, уклоны и другие технологические элементы, а также развить навыки оформления технической документации в соответствии с требованиями стандартов.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### Теоретическая часть

При разработке чертежа отливки на чертеж детали, определенным образом (ГОСТ 2.423-73) наносят следующее:

1. Разъем модели и формы. Разъем модели и формы обозначают сплошной линией и двумя стрелками, перпендикулярными к плоскости разъема, с указанием положения отливки в форме буквами (В - вверх) и (Н - низ). Если плоскости разъема модели и формы совпадают, на линии разъема указывают буквы (МФ); при несовпадении этих плоскостей их отмечают буквами (РМ - разъем модели) и (РФ – разъем формы). При выборе разъема модели и формы нужно обеспечить удобство формовки и сборки. Наиболее ответственные поверхности и части отливки лучше располагать в нижней части формы или вертикально, так как верхние поверхности отливки могут иметь газовые раковины и шлаковые включения. Однако во всех случаях при выборе положения отливки нужно обеспечивать равномерное затверждение сплава, а также удобство формовки и извлечения модели из формы.

2. Припуски на механическую обработку. Припуском на механическую обработку называется слой металла, предусмотренный для снятия в процессе механической обработки. Величина припусков зависит от материала отливки, характера производства, положения обрабатываемой поверхности в форме при заливке и устанавливается ГОСТом. Например, припуски на механическую обработку для отливок из серого чугуна назначают по ГОСТ, для стали по ГОСТ. По 1 классу точности назначают припуски на механическую работу при массовом производстве; по 2 - при серийном; по 3 – при единичном производстве. Расчетные размеры заготовки (отливки) определяют по следующим формулам: при обработке наружных и внутренних поверхностей тел вращения (для внутренней поверхности принимают с обратным знаком)

$$D_p = D_{ном} + 2Z_o$$

При односторонней обработке плоских поверхностей

$$H_p = H_{ном} + Z_o$$

Где  $D_p$  - расчетный диаметр заготовки, мм.

$D_{ном}$  - номинальный диаметр обрабатываемой поверхности детали (по чертежу).

$H_p$  – расчетный размер плоской поверхности, мм.

$H_{ном}$  – номинальный размер обрабатываемой плоскости (по чертежу).

$Z_o$  – общий припуск на механическую обработку на 1 сторону.

Расчетный размер отливок следует округлять в сторону увеличения припуска. Припуски на механическую обработку обозначают на чертеже сплошной тонкой линией у поверхности, на которой указан знак механической обработки. На чертеже детали обрабатываемые поверхности условно обозначены знаком (). Знак в первом верхнем у чертежа детали означает, что остальные поверхности детали механически обрабатываются.

Таблица 1 - Припуски на механическую обработку чугунных отливок ГОСТ, мм.

Наибольший габаритный размер детали	1 класс точности		2 класс точности				3 класс точности	
	Номинальные размеры детали							
		До 50						
	До 120	2.5/2.0	50-120					
		2.5/2.0						
	121-260	2.5/2.0	120-260					
		3.0/2.5						
		3.0/2.5						
	261-500	3.5/2.5	260-500					
		3.5/3.0						
		4.0/3.5						
		4.5/3.5						
	501-800	4.5/3.5	500-800					
		5.0/4.0						
		5.5/4.5						
		5.5/4.5						
	801-1250	7.0/5.0	800-1200					
		7.0/5.0						
		5.0/4.0	До 50					
		6.0/4.5	50-120					
		6.5/4.5	120-260					
		7.0/5.0	260-500					
		7.5/5.5	500-800					
		8.0/5.5	800-1200					
		8.0/6.5	До 50					
			50-120					
			120					
		7.0/5.5	4.5/3.5					
		8.0/6.0	260-500					
		8.0/6.0	500-800					
		9.0/7.0	800-1200					

Примечание: Значение припусков в числителе указаны для поверхности, расположенной при заливке сверху; в знаменателе для поверхности, расположенной при заливке снизу или сбоку.

Таблица 2 - Припуски на механическую обработку стальных отливок ГОСТ.

Наибольший габаритный размер детали	1 класс точности						2 класс точности						3 класс точности					
	Номинальные размеры детали																	
	До 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000	До 120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000	До120	120-260	260-500	500-800	800-1250	1250-2000
До 120	3.5/3.0						4.0/4.0						5.0/4.0					
120-260	4.0/3.0	5.0/3.5					5.0/4.0	6.0/4.0					5.0/4.0	6.0/5.0				
261-500	5.0/3.0	5.0/4.0	6.0/4.0				6.0/5.0	7.0/5.0	7.0/6.0				6.0/5.0	8.0/6.0	9.0/6.0			
501-800	5.0/4.0	6.0/4.5	7.0/5.0	7.0/5.0			7.0/5.0	8.0/6.0	9.0/6.0	10.0/7.0			7.0/5.0	8.0/6.0	10.0/7.0	11.0/7.0		
801-1250	7.0/5.0	7.0/5.0	8.0/6.0	8.0/6.0	9.0/6.0		8.0/6.0	9.0/7.0	10.0/7.0	10.0/7.0	11.0/8.0		9.0/6.0	10.0/7.0	11.0/8.0	12.0/8.0	13.0/9.0	

Примечание: Значение припусков в числителе указаны для поверхности, расположенной при заливки вверх; в знаменателе для поверхности, расположенной при заливки снизу или сбоку.

### 3. Допускаемые отклонения (+) на размеры. Отливки (Допуски).

Существующая технология литья не позволяет получить абсолютно точные заданные размеры отливки. Действительные размеры отливки будут либо больше, либо меньше номинальных размеров отливки. Величина допускаемого отклонения определяется для каждого размера (как для обрабатываемого механической обработкой, так и необрабатываемого механической обработкой) по двум параметрам отливки; наибольшему габаритному размеру и номинальному размеру. Под номинальным размером понимают размер отливки, включающий припуск на механическую обработку.



Таблица 3 - Допускаемые отклонения (+), мм на размеры отливок из серого чугуна и стали ГОСТ

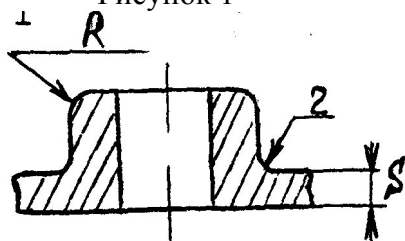
Наибольший габаритный размер отливки	Номинальный размер отливки					
	До 50	50-120	120-260	260-500	500-800	800-1200
1 класс точности						
До 120	0.2	0.3				
120-260	0.3	0.4	0.6			
260-500	0.4	0.6	0.8	1.0		
500-1250	0.6	0.8	1.0	1.4	1.4	1.6
1250-3150	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
3150-5000	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.5
2 класс точности						
До 260	0.5	0.8	1.0			
260-500	0.8	1.0	1.2	1.5		
500-1250	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
1250-3150	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
3150-6300	1.5	1.8	2.2	3.0	4.0	5.0
3 класс точности						
До 500	1.0	1.5	2.0	2.5		
500-1250	1.2	1.8	2.2	3.0	4.0	5.0
1250-3150	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	6.0
3150-6300	1.8	2.2	3.0	4.0	5.5	

4. Технологические напуски дополнительный объем металла, упрощающий форму и изготовление отливки. Например: отверстия в отливках не выполняются, если их диаметр не превышает 20 мм-В в массовом производстве. Технологические напуски на чертеже отливки (отверстия, впадины и трещины) зачеркиваются тонкими линиями.

5. Радиусы закруглений наружных и внутренних углов. Радиусы закруглений наружных углов отливки следует принимать  $R=0,5S$

Радиусы закруглений внутренних углов  $r=0.25S$  мм для отливок из чугуна и стали.

Рисунок 1

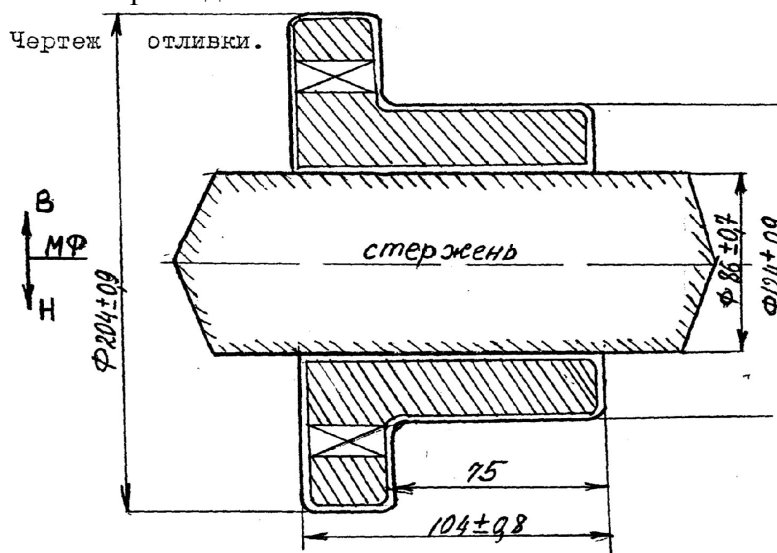


6. Контуры стержней.

Контуры стержней со знаками, попадающих в разрез, обозначают сплошными тонкими линиями с короткой штриховкой.

### Пример выполнения задания

Чертеж детали.



Отверстия 15 мм литьем не выполняются (технологический напуск).

Расчет объема и массы припусков.

$$V_1 = \pi/4(D_1^2 - D_2^2) \cdot h = 0.78(2.05^2 - 2.00^2) \cdot 0.029 = 0.004 \text{ дм}^3$$

$$V_2 = 0.78(1.24^2 - 1.2^2) \cdot 0.075 = 0.005 \text{ дм}^3$$

$$V_3 = 0.78(1.2^2 - 0.86^2) \cdot 0.002 = 0.001 \text{ дм}^3$$

$$V_4 = 0.78(2.0^2 - 0.86^2) \cdot 0.002 = 0.005 \text{ дм}^3$$

$$V_5 = 0.78(0.9^2 - 0.86^2) \cdot 0.1 = 0.005 \text{ дм}^3$$

$$V_6 = 0.78(2.05 - 1.2^2) \cdot 0.002 = 0.004 \text{ дм}^3$$

$$V_7 = 0.78(0.015^2 - 4) = 0.0007 \text{ дм}^3$$

$$\text{Общий объем } V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 = 0.0257 \text{ дм}^3$$

$$\text{Масса припусков } G_{\text{общ}} = V_{\text{общ}} \cdot \gamma = 0.0257 \cdot 7.2 = 1.85 \text{ кг}$$

Определение коэффициента использования материала заготовки (отливки).

$$\text{Чистый вес детали } G_{\text{чист}} = 7.14 \text{ кг}$$

$$\text{Черновой вес отливки } G_{\text{черн}} = G_{\text{чист}} + G_{\text{общ. Припуск}}$$

$$G_{\text{чист}} = 7.14 + 1.85 = 9 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала (КИМ).

$$\text{КИМ} = G_{\text{чист}} / G_{\text{черн}}$$

$$\text{КИМ} = 7.14 / 9 = 0.793$$

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

#### **Задание**

1. Начертить чертеж заданной детали.
2. Определить припуски на механическую обработку детали (таблицы 1 и 2), учитывая что производится только токарная обработка.
3. Определить допускаемые предельные отклонения на размеры отливки (таблица 3).
4. Определить плоскость разъема формы и модели отливки; напуски и радиусы скруглений отливки.
5. Начертить чертеж отливки.
6. Рассчитать массу отливки.
7. Определить коэффициент использования металла.

### **Практическое занятие № 42**

**Тема:** Литейные и штамповочные уклоны и скругления

**Цель:** Освоить методику нанесения и расчёта литейных и штамповочных уклонов, радиусов скруглений на чертежах заготовок, научиться правильно определять их величину в зависимости от технологии получения заготовки и материала, а также развить навыки оформления технической документации в соответствии с требованиями стандартов.

#### **Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

#### **Теоретическая часть**

**Литейные уклоны** — это небольшие углы наклона поверхностей отливки, которые облегчают извлечение модели из формы. Величина уклонов зависит от высоты поверхности, способа литья и материала формы. На чертежах уклоны указываются специальными знаками и размерами.

**Штамповочные уклоны** применяются при изготовлении поволоков и штамповок для облегчения извлечения заготовки из штампа. Их величина определяется в зависимости от высоты поверхности, типа штампа и материала заготовки.

**Скругления (галтели)** — это переходные поверхности между смежными элементами детали. Они облегчают процесс изготовления заготовки, улучшают прочностные характеристики детали и снижают концентрацию напряжений. Радиусы скруглений выбираются в зависимости от размеров сопрягаемых поверхностей и технологии изготовления.

Основные стандарты, регламентирующие размеры уклонов и скруглений:

- ГОСТ 8593-81 — конусности и уклоны
- ГОСТ 10948-64 — радиусы скруглений

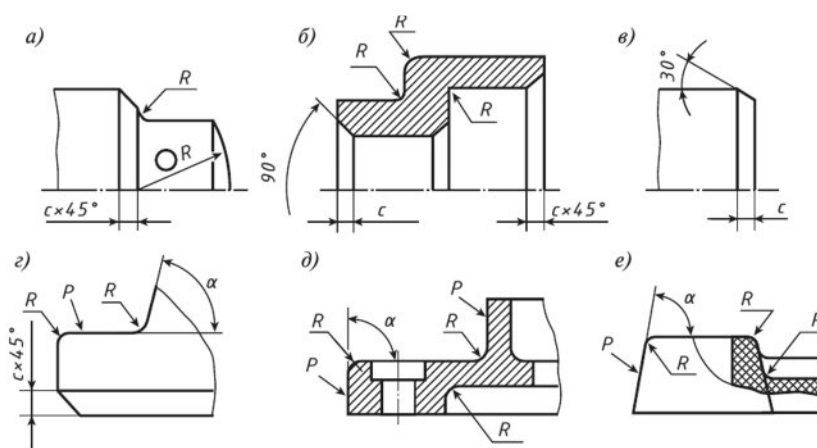
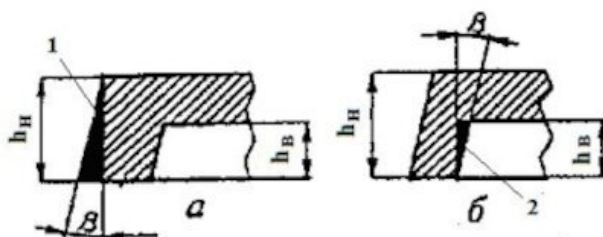


Рисунок 1. Радиус скруглены

Поверхности литой детали, перпендикулярные плоскости разъема литейной формы, должны иметь конструктивные (литейные) уклоны, которые облегчают извлечение модели из формы и при этом предотвращают разрушение формовочной смеси.

Высота поверхности, перпендикулярной плоскости разъема литейной формы, мм $h_n$ – высота наружной поверхности $h_v$ – высота внутренней поверхности	Литейный уклон $\beta$ , град	
	для наружной поверхности	для внутренней поверхности
До 10 (включительно)	3,0	6,0
Свыше 10 до 40 (включительно)	1,5	3,0
Свыше 40 до 100 (включительно)	1,0	2,0
Свыше 100	0,5	1,0

Значение уклонов различно для наружных (а) и внутренних (б) поверхностей отливки.



Литейные уклоны для наружных (а) и внутренних (б) поверхностей отливки  
1 – литейный уклон  $\beta$  для наружной поверхности; 2 – литейный уклон  $\beta$  для внутренней поверхности.  $h_n$  – высота наружной поверхности;  $h_v$  – высота внутренней поверхности

## Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять

теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### **Задание**

Выполнить чертёж детали с нанесением литейных и штамповочных уклонов, радиусов скруглений согласно следующим требованиям:

1. Проанализировать конструкцию детали и определить места, требующие назначения уклонов и скруглений
2. Выбрать оптимальные величины уклонов и радиусов скруглений согласно стандартам и технологии изготовления
3. Нанести на чертёж все технологические элементы с соблюдением правил оформления
4. Проставить необходимые размеры и технические требования
5. Оформить основную надпись и технические условия
6. Оформить технические требования и основную надпись
7. Проверить правильность выполнения чертежа

## **Практическое занятие № 43**

**Тема:** Центровые отверстия, галтели, проточки

**Цель:** Освоить методику изображения и обозначения центровых отверстий, галтелей и проточек на чертежах деталей, научиться правильно, выбирать их конструктивные параметры в зависимости от назначения детали и технологии изготовления, а также развить навыки выполнения технических чертежей в соответствии с требованиями стандартов.

**Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### **Теоретическая часть**

Конструирование деталей машин является сложным творческим процессом. Этот процесс сопровождается решением ряда задач. К таким задачам относятся задачи обеспечения прочности и износостойчивости детали, технологичности т. п.

Даже если деталь имеет очень сложную форму, конструктор создает ее как совокупность простейших геометрических тел или их частей.

Наиболее распространенными элементами деталей являются фаски, галтели, проточки, пазы, буртики, лыски, рифления, бобышки и др. (рис. 1.1). Кроме того, элементами деталей являются различные отверстия (центровые, под винты и т. д.).

Фаски – это конические или плоские узкие срезы (притупления) острых кромок деталей (рис. 1.1 – 1.2). Их применяют:

- для обеспечения требований техники безопасности (предохранения рук от порезов острыми кромками);
- для облегчения процесса сборки;
- для обеспечения требований технической эстетики (для придания изделиям более красивого вида).

Галтели – это скругления внешних и внутренних углов деталей. Их применяют для

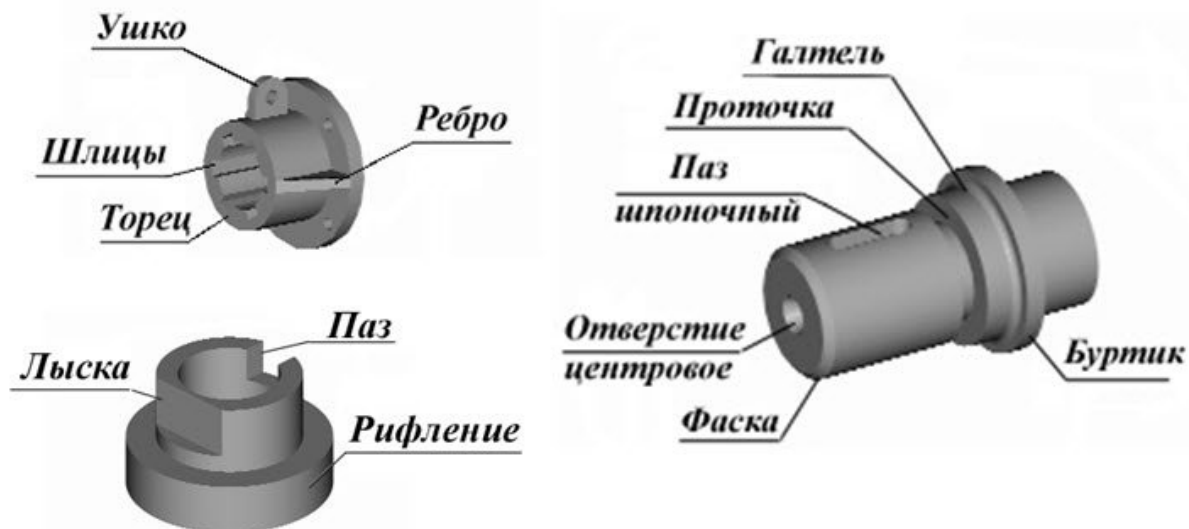


Рис. 1.1

облегчения изготовления деталей литьем, штамповкой, ковкой и в местах перехода от одного диаметра к другому.

Проточки (канавки) применяют в основном для установки в них уплотняющих прокладок или для «выхода» режущих инструментов, например, при нарезании резьбы. На основном изображении проточки обычно выполняют с упрощениями. Их действительные формы и размеры показывают на выносных элементах.

В конструкциях деталей широко применяются буртики, лыски и пазы.

Буртик – это кольцевое утолщение на поверхности тел вращения. Он предназначен для фиксации другой детали.

Лыска – это плоский срез на цилиндрической, конической или сферической поверхности детали. Лыски выполняются параллельно геометрической оси поверхности.

На валу, изображенном на рис. 1.2, лыски служат для удержания детали от вращения при наворачивании гайки на другой ее конец. Для придания чертежу большей наглядности лыски могут быть отмечены диагоналями. Их выполняют тонкими сплошными линиями. На торцах детали высверливают центровые отверстия, которые служат для удобства обработки поверхности вала на станке.

#### **Выбор изображений и планировка чертежа**

Выполнение чертежа начинают с выбора главного изображения. Главное изображение должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. Затем определяют, какие другие изображения необходимо выполнить. Решают, какие сделать разрезы и сечения, чтобы выявить внутреннее устройство детали.



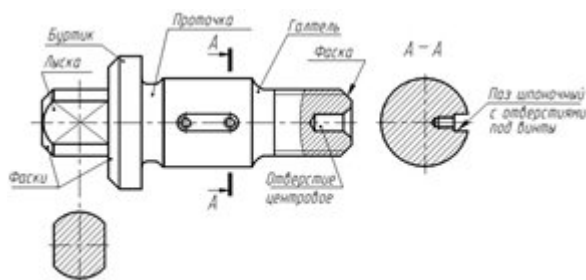


Рис. 1.2

Следует помнить, что количество изображений на чертеже должно быть минимальным. При этом выполненные изображения должны давать полное представление о конструкции детали. Применение условных обозначений, знаков и надписей на чертеже позволяет уменьшить количество изображений. Например, наличие на чертеже продольной оси симметрии и знаков & перед размерными числами служит указанием того, что боковые поверхности детали – поверхности вращения. В этом случае можно ограничиться одним изображением (вид спереди, рис. 1.3, а, д или фронтальный разрез, рис. 1.3, б, в, г).

Если детали такого типа содержат какие-либо элементы, например, отверстия, канавки, плоские срезы – «лыски», то необходимо выполнить изображения, выявляющие расположение и форму отверстий (рис. 1.4, а, б), лыски (рис. 1.4, в), шпоночного паза (рис. 1.4, г).

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного.

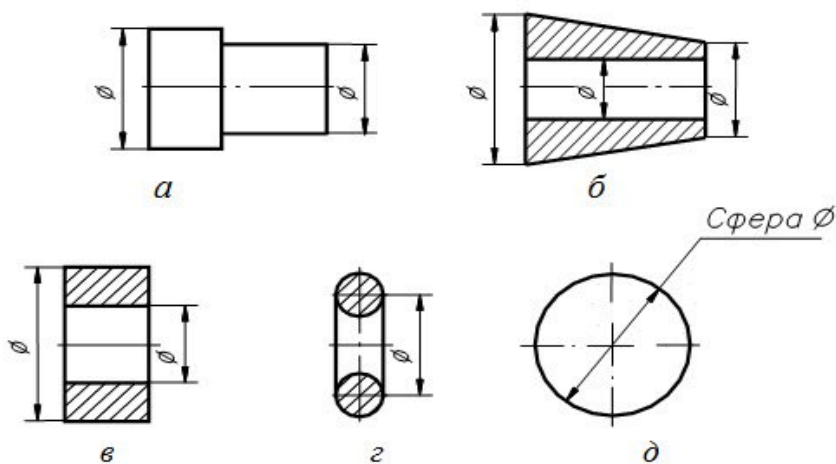


Рис. 1.3

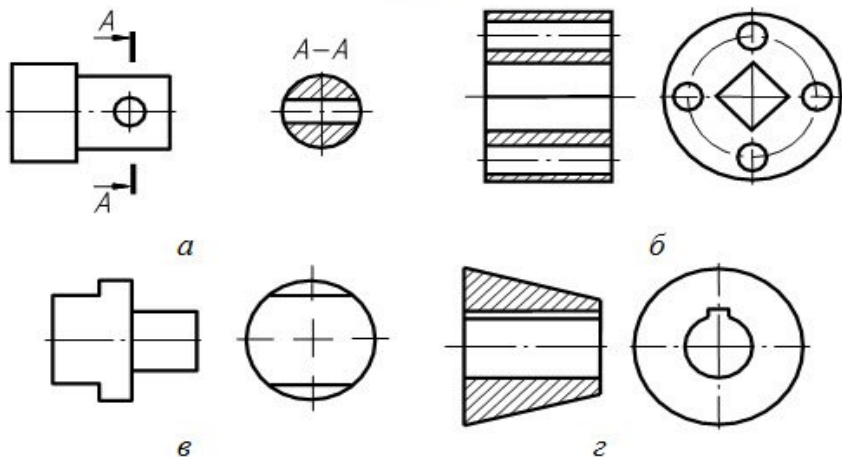


Рис. 1.4

Деталь располагают относительно плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало более полное представление о форме и размерах детали. Главное изображение в зависимости от формы детали может быть представлено как видом, так и фронтальным

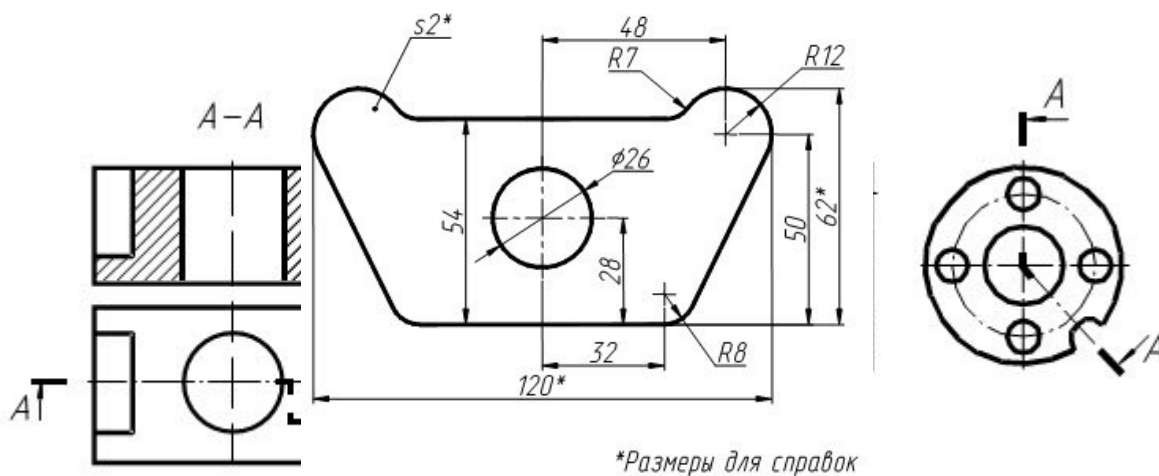


Рис. 1.16

разрезом (рис. 1.5).

#### Изображение деталей, изготовленных штамповкой

Кроме токарной обработки существуют и различные другие способы изготовления деталей, например, горячая и холодная штамповка. Штампованные детали помещают на главном изображении соответственно их положению при штамповке.

Форма и изображения деталей, изготовленных холодной штамповкой из листового материала, имеют характерные отличительные признаки. Форму таких деталей получают в результате операций:

- разделительных, при которых деталь отрезают или вырубают из заготовки, а в ряде случаев в детали пробивают отверстия;
- формоизменяющих, при которых изменяют форму заготовки без ее разрушения (вытяжка, формовка, гибка и др.);
- комбинированных, являющихся сочетанием двух первых операций.

Детали, полученные в результате разделительных операций. Форму таких деталей передают на чертеже одним изображением с указанием толщины материала (рис. 1.16).

**Детали, полученные в результате формоизменяющих операций.** Изображения формы таких деталей имеют плавные переходы от одного элемента к другому, без острых углов, как внутренних, так и наружных. Наименьшие радиусы скруглений (переходов) равны (или больше) толщине материала.

Изображение подобной детали выполняют, условно принимая толщину всех ее элементов одинаковой. Поэтому контур любого ее сечения, иногда и вида, образован

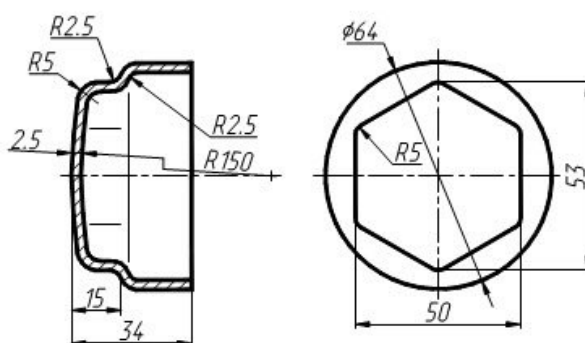


Рис. 1.17



двумя эквидистантными линиями, а в местах перехода – дугами концентрических окружностей (рис. 1.17).

Детали, полученные в результате комбинированных операций. Изображения формы таких деталей повторяют особенности форм и изображений деталей первых двух типов.

Когда изображение детали, изготовленной гибкой, не дает представления о действительной форме и размерах ее элементов, на чертеже показывают частичную или полную развертку этой детали. Над изображением развертки помещают знак  $\mathcal{Q}$  (рис. 1.18).

Развертку детали изображают сплошными основными линиями.

Для грубого определения длины развертки размеры изогнутых элементов детали рассчитывают по средней линии, пользуясь формулой  $l = 2\pi R\varphi/360^\circ$ , где  $l$  – длина изогнутого элемента детали;  $R$  – радиус дуги, проходящей через середину толщины детали;  $\varphi$  – угол гибки в градусах.

Складывая длину прямых и изогнутых элементов детали, получают ее развернутую длину.

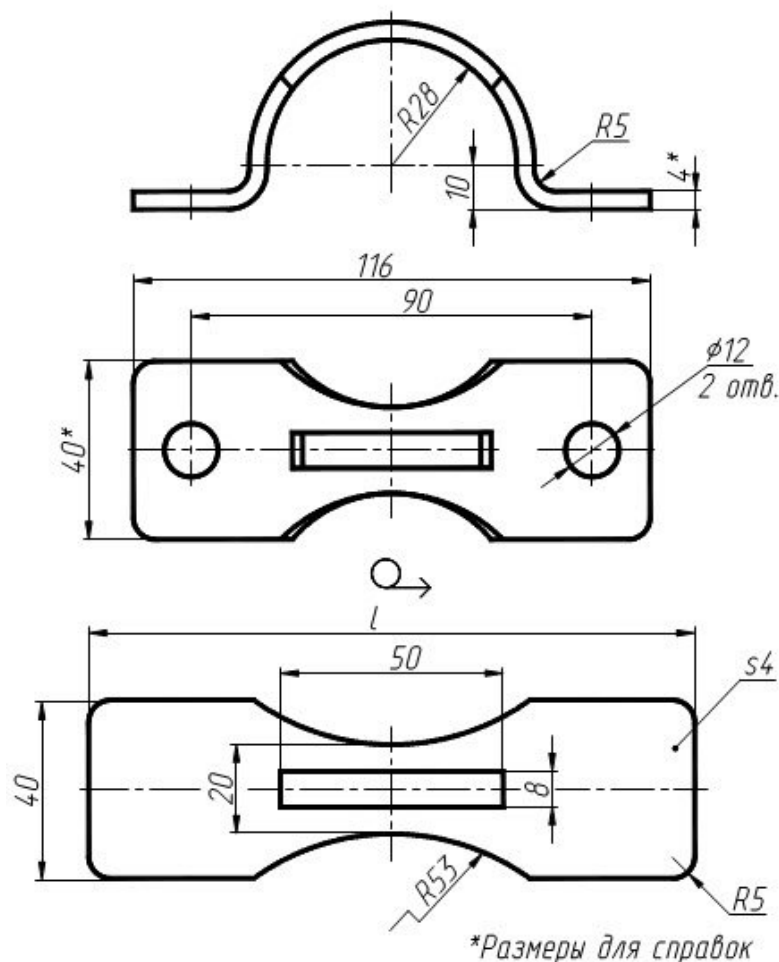


Рис. 1.18

#### Расположение деталей с горизонтальной осью

Такие детали, как шкивы, маховики, колеса, шестерни (рис. 1.6) располагают с горизонтальной осью. Главным изображением для этих деталей является фронтальный разрез. Вид спереди не требуется, так как разрез выявляет одновременно и внешние очертания детали.

Положение с горизонтальной осью применяется и для деталей, обрабатываемых на токарном станке (валы, оси, втулки, рис. 1.7).

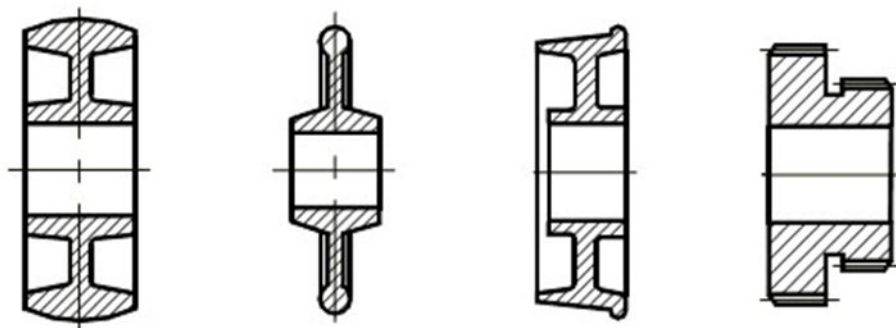


Рис. 1.6

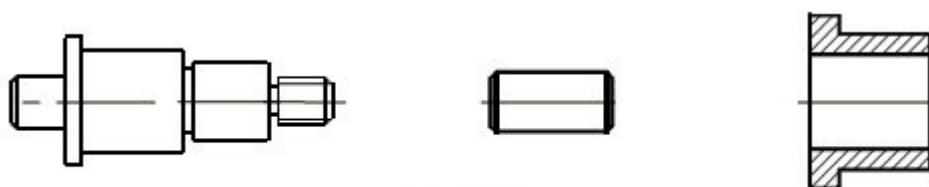


Рис. 1.7

Это обуславливается тем, что при обработке детали ее ось занимает, как правило, горизонтальное положение, а резец перемещается справа налево. Для удобства пользования чертежом при изготовлении детали главное изображение обычно располагают на чертеже так, чтобы ось детали была параллельна основной надписи (рис. 1.8).

Следует иметь в виду, что детали (или их заготовки), имеющие форму тел вращения, могут изготавливаться без применения токарной обработки (литье,ковка, штамповка и т. п.). В этих случаях главное изображение также желательно располагать с осью, параллельной основной надписи. Такой чертеж облегчит изготовление оснастки (модели, штампа и пр.), выполняемой на токарном станке.

Детали, ограниченные поверхностями вращения разного диаметра, обычно располагают на станке так, что участки с большими диаметрами находятся левее участков

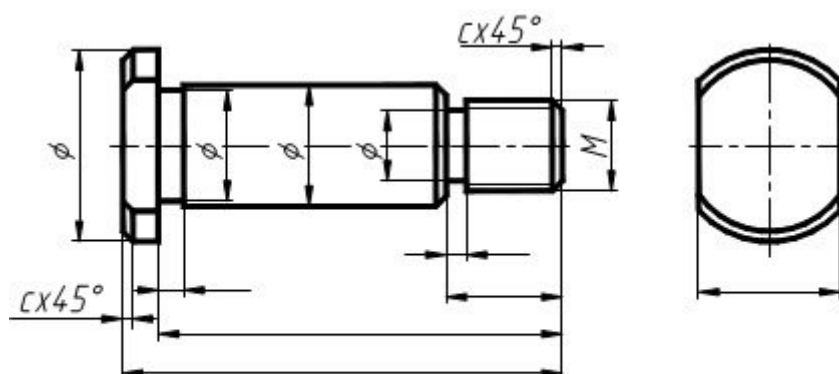


Рис. 1.8

с меньшими диаметрами. Аналогично располагают на чертеже и главное изображение (рис. 1.8).

#### Расположение деталей с горизонтальной осью и соосным отверстием

Если деталь помимо наружных поверхностей вращения ограничена соосными с ними

внутренними поверхностями вращения, то в качестве главного изображения обычно принимают фронтальный разрез (рис. 1.9), что дает более полное представление о детали и облегчает нанесение размеров.

В тех случаях, когда деталь имеет ступенчатое отверстие, главное изображение располагают так, чтобы ступени большего диаметра располагались правее ступеней

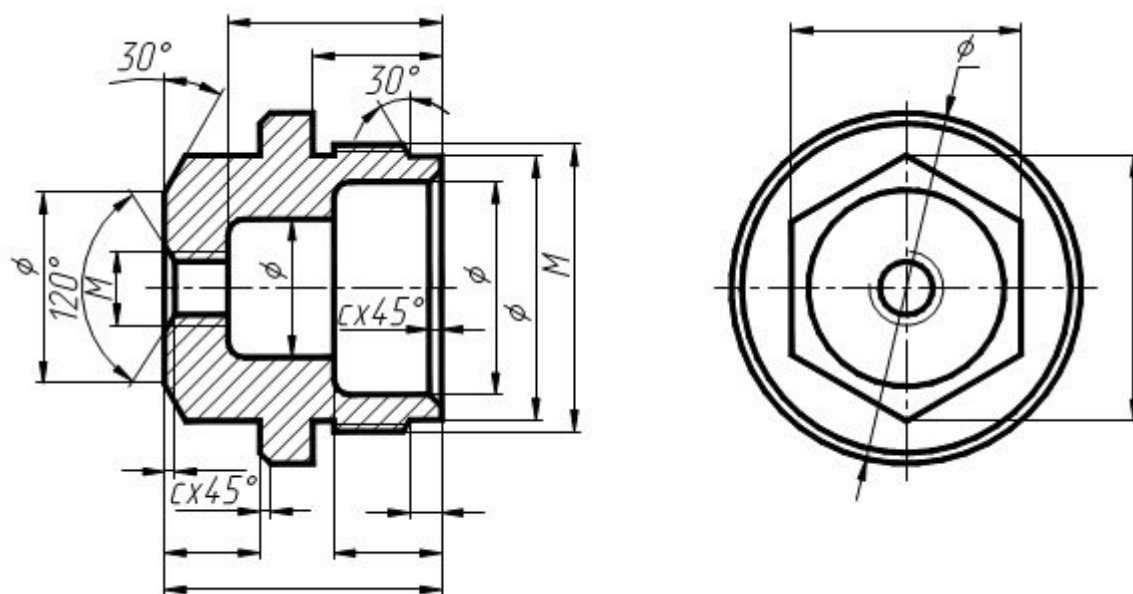


Рис. 1.10

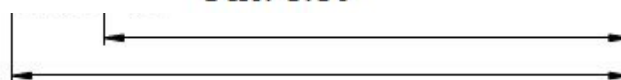


Рис. 1.9

меньшего диаметра (рис. 1.10).

Главное изображение детали, частично или полностью ограниченной конической поверхностью вращения, обычно располагают так, чтобы вершина конической поверхности находилась справа. Главное изображение детали, имеющей отверстия

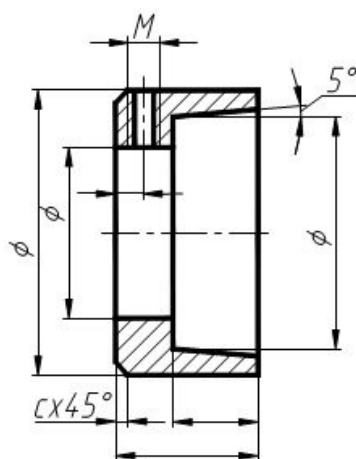
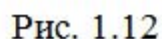


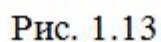
Рис. 1.11

При наличии в деталях глухих отверстий или полостей их форму выявляют с помощью местных разрезов (рис. 1.12).



Если чертёж детали должен дать информацию, как о наружной поверхности детали, так и о ее внутренней поверхности, то это может быть достигнуто путем совмещения части вида и части фронтального разреза (рис. 1.13).

## Пример выполнения чертежа вала



На рис. 1.14 представлен вариант выполнения чертежа детали (вала) с преобладающей обработкой на токарном станке.

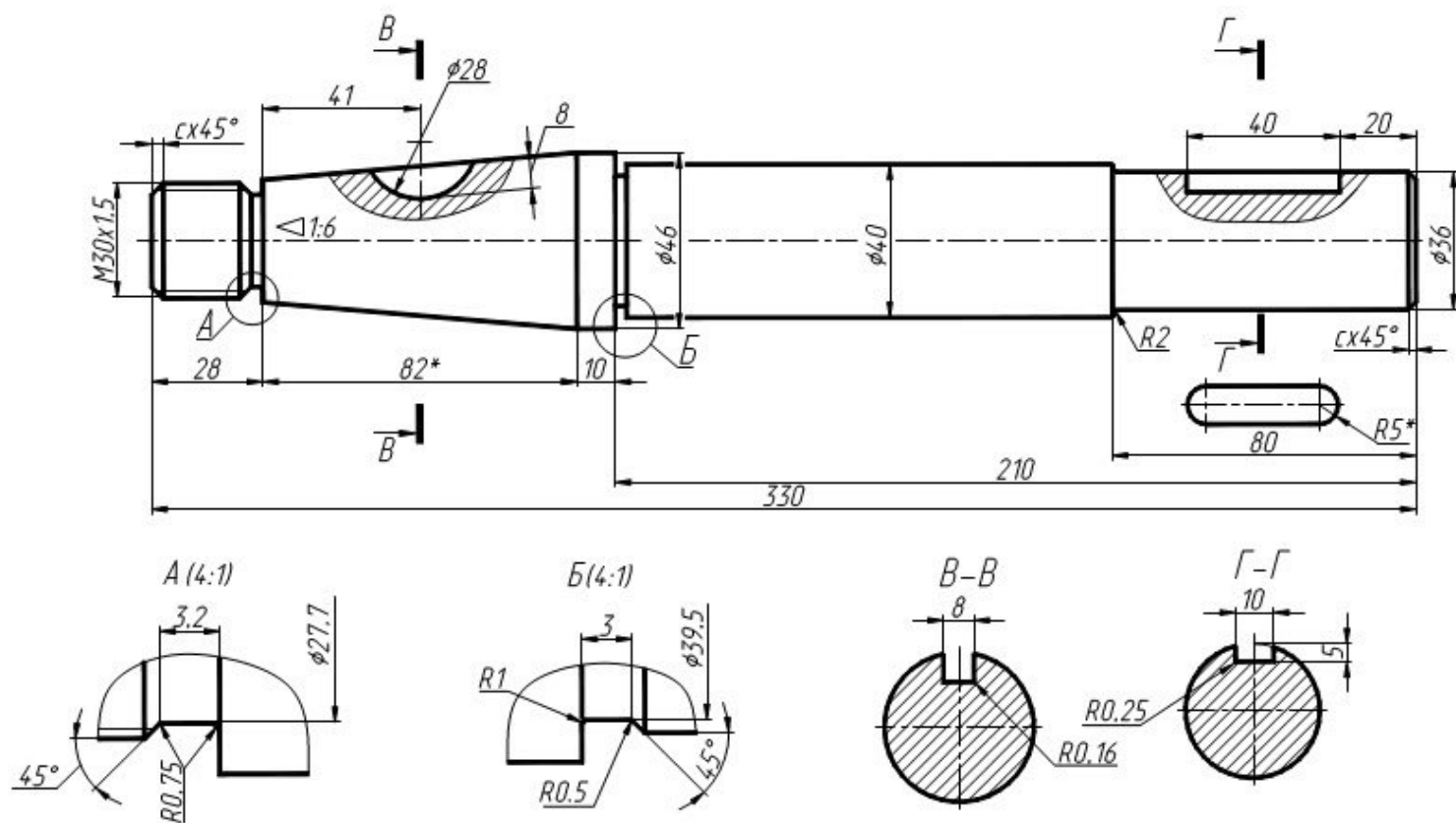


Рис. 1.14

На чертеже вала применены местные разрезы, поясняющие размеры и форму шпоночных пазов. Для более наглядного представления о форме шпоночных пазов применены вынесенные сечения. Формы проточки для выхода резьбообразующего инструмента и канавки для выхода шлифовального круга уточняются на выносных элементах.

### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертёж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Задание

Выполнить чертёж детали, содержащей центровые отверстия, галтели и проточки, согласно следующим требованиям:

1. Изучить конструкцию детали и определить места расположения технологических элементов. Рисунок 1.15
2. Выбрать типы и размеры центровых отверстий в соответствии с диаметром детали.
3. Определить размеры галтелей на основе разности диаметров сопрягаемых поверхностей.
4. Назначить типы и размеры проточек с учётом технологии изготовления.
5. Выполнить чертёж детали в выбранном масштабе.
6. Нанести все необходимые размеры и обозначения.
7. Оформить технические требования и основную надпись.

## Практическое занятие № 44

**Тема:** Порядок составления рабочего чертежа детали по данным ее эскиза

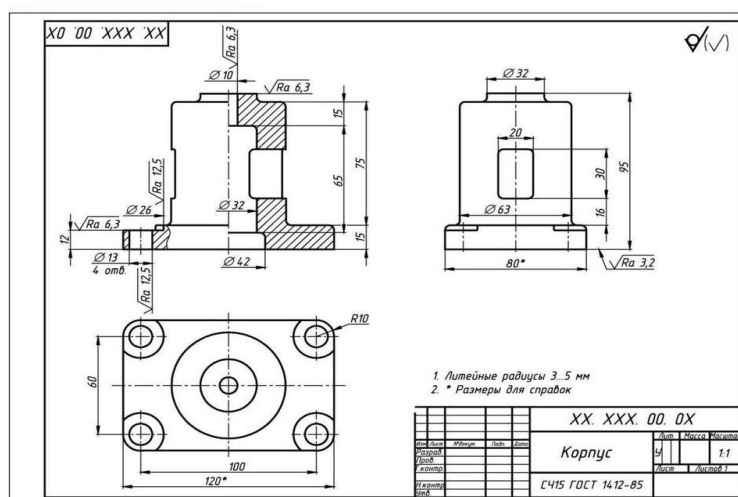
**Цель:** Освоить методику преобразования эскиза детали в рабочий чертёж, научиться правильно переносить и обрабатывать информацию с эскиза на рабочий чертёж, соблюдая требования стандартов инженерной графики, а также развить навыки оформления технической документации.

### Оборудование и инструменты:

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

## Теоретическая часть

**Рабочий чертёж детали** - графический документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.





## Рисунок 1. Рабочий чертеж детали

**Вид** - это изображение плоскости проекции обращённой к наблюдателю видимой частью поверхности детали.

Основными видами:

1. вид спереди (главный вид)
2. вид сверху
3. вид слева
4. вид справа
5. вид снизу
6. вид сзади.

**Разрез** - изображение детали, мысленно рассеченной одной или несколькими плоскостями.

**Сечение** - изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении детали одной или несколькими плоскостями.

**Выносной элемент** - дополнительное отдельное увеличенное изображение конструкторского или технологического элемента детали, требующего графического пояснения формы, размеров и др.

Чертеж любой детали должен содержать минимальное количество изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов и др.), но достаточное для исчерпывающего отображения ее внешних и внутренних форм и рационального нанесения размеров.

**Различают три категории размеров:**

**Номинальные размеры** - размеры, получаемые расчетом деталей на прочность и жесткость, а также исходя из конструктивных, технологических и эксплуатационных соображений.

**Действительные размеры** - размеры, установленные измерением с допустимой погрешностью.

**Предельные размеры** - предельно допустимые размеры, между которыми должны находиться или которым могут быть равны действительные размеры.

## Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо

полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

#### **Задание**

1. Ознакомьтесь с правилами построения рабочего чертежа детали.
2. Выполните рабочий чертеж детали, содержащий необходимые разрезы, по его эскизу как показано на рисунке 2. Нанесите необходимые размеры.

### **Практическое занятие № 45,46**

**Тема:** Вычерчивание плана литейного цеха. Составление спецификации для плана литейного цеха

**Цель:** Освоить методику выполнения плана литейного цеха и составления его спецификации, научиться правильно, размещать технологическое оборудование, транспортные средства и вспомогательные помещения, а также развить навыки оформления производственной документации и составления спецификаций в соответствии с требованиями.

#### **Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### **Теоретическая часть**

Разработка проекта или реконструкции цеха начинается с анализа задания и исходных данных для проектирования. Эти данные включают в себя: производственную программу, вид сплава отливок, группу сложности, параметры и назначение изготавливаемых отливок, уровень требований к качеству литья, характер и особенности предприятия, в составе которого должен функционировать литейный цех, серийность производства.

По существующей классификации устанавливают характер проектируемого или реконструируемого цеха по мощности, номенклатуре отливок, серийности производства. Затем определяются особенности задания, связанные с географическим расположением: климатические условия, энергоресурсы, поставщики материалов и изделий, особенности удаления отходов производства, потребители продукции.

Производственная программа является основанием для разработки проекта. Имея программу, приступают к её анализу, цель которого - определение характера намечаемого производства. Для этого все отливки разбивают на группы по массе. Производственная программа может быть точной, приведенной или условной. Точная (подetailная) программа применяется при проектировании литейных цехов крупносерийного и массового производства с устойчивой и ограниченной номенклатурой литья. К ней прилагаются спецификации и чертежи для всей номенклатуры выпускаемых отливок.

**Литейный цех** — это производственное подразделение, предназначенное для изготовления отливок. При проектировании плана цеха учитываются следующие основные факторы:

- Технологическая схема производства
- Тип и количество используемого оборудования
- Организация транспортных потоков
- Требования к освещению и вентиляции



- Нормы безопасности и эргономики

#### **Основные элементы плана литейного цеха:**

- Производственные участки (плавильное отделение, формовочный участок, участок заливки)
- Складские помещения
- Вспомогательные службы
- Транспортные коммуникации
- Санитарно-бытовые помещения

#### **Нормы проектирования:**

- Минимальная ширина проходов между оборудованием — 1,5 м
- Расстояние между рядами оборудования — не менее 2 м
- Высота производственных помещений — не менее 5,4 м
- Площадь на одного работающего — не менее 6 м<sup>2</sup>

#### **Технологическое оборудование** включает:

- Плавильные печи
- Формовочные машины
- Смесеприготовительные установки
- Колонны и краны
- Литейные краны
- Транспортные устройства

#### **Организация пространства** предусматривает:

- Рациональное размещение оборудования
- Оптимизацию грузопотоков
- Обеспечение удобных подходов к оборудованию
- Соблюдение противопожарных норм
- Учёт требований охраны труда

#### **Требования к оформлению плана:**

- Масштаб выполнения — 1:100 или 1:200
- Условные обозначения оборудования
- Маркировка проходов и проездов
- Обозначение эвакуационных путей
- Указание мест размещения средств пожаротушения

### **Критерии оценки**

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

#### **Задание**

Выполнить план литейного цеха рисунок 1 с размещением основного технологического оборудования, согласно следующим требованиям:

1. Выбрать масштаб изображения
2. Определить оптимальное расположение производственных участков
3. Разместить основное технологическое оборудование
4. Обозначить складские помещения
5. Указать места размещения вспомогательных служб
6. Оформить план в соответствии с требованиями ЕСКД

### **Практическое занятие № 47,48**

**Тема:** Подбор сварочного оборудования. Расстановка сварочного оборудования

**Цель:** Освоить методику подбора и расстановки сварочного оборудования в производственном помещении, научиться определять оптимальные типы и количество необходимого оборудования для выполнения сварочных работ, а также развить навыки рационального размещения оборудования с учётом требований безопасности и производственной эффективности в соответствии с нормами проектирования.

#### **Оборудование и инструменты:**

Технологическая карта, линейка, карандаш, ластик, циркуль, транспортир, листы формата А3.

### **Теоретическая часть**

**Сварочное оборудование** включает в себя различные типы установок для выполнения сварочных работ. Основные виды:

Сварочное оборудование классифицируется по следующим признакам:

- По способу защиты зоны сварки (в среде защитных газов, под флюсом, в вакууме)
- По виду тока (постоянный, переменный)
- По мощности установки
- По мобильности (стационарные, передвижные)

#### **Основные типы сварочного оборудования:**

- Аппараты для ручной дуговой сварки
- Установки для полуавтоматической сварки
- Оборудование для автоматической сварки
- Сварочные трансформаторы
- Инверторные источники питания
- Вспомогательные устройства

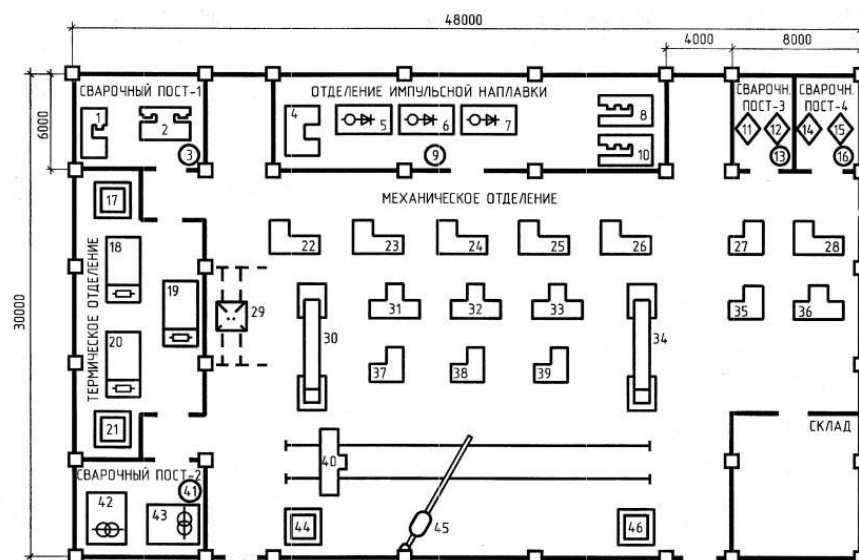


Рисунок 1. План расположения сварочного участка цеха

#### Критерии подбора оборудования:

- Тип свариваемых материалов
- Толщина свариваемых деталей
- Производительность участка
- Условия эксплуатации
- Экономическая эффективность

#### Нормы размещения оборудования:

- Минимальная площадь на один сварочный пост — 4 м<sup>2</sup>
- Расстояние между постами — не менее 1 м
- Проходы между оборудованием — не менее 1,5 м
- Высота помещения — не менее 3,5 м
- Требования к вентиляции и освещению

#### Требования безопасности:

- Наличие защитных экранов между постами
- Система вентиляции
- Пожарная безопасность
- Электробезопасность
- Эргономические требования

#### Критерии оценки

Графическая работа оценивается по 5-бальной шкале.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### **Задание**

Выполнить схему расстановки сварочного оборудования согласно рисунка 1, включая следующие элементы:

- Определить состав необходимого сварочного оборудования
- Рассчитать требуемую площадь производственного помещения
- Разработать схему размещения оборудования
- Указать места размещения вспомогательного оборудования
- Оформить план в соответствии с требованиями ЕСКД

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА

Дифференцированный зачёт проводится по билетам, в которые входят 2 устных вопроса и практическое задание, контролирующее степень овладения знаниями и умениями, охватывающие наиболее существенные вопросы содержания курса Основы инженерной графики.

Внимательно прочитайте задание.

Вы можете воспользоваться плакатами, схемами, моделями

Время выполнения задания – 80 минут

Оценка за дифференцированный зачет выставляется с учетом устного ответа и выполнения практического задания.

### Критерии оценки знаний и умений студентов

#### УСТНЫЙ ОТВЕТ

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае если студент: владеет программным материалом, ясно представляет форму предметов по их изображениям и твердо знает правила и условности изображений и обозначений; дает четкий и правильный ответ, выявляющий понимание учебного материала и характеризующий прочные знания; излагает материал в логической последовательности с использованием принятой в курсе черчения терминологией; ошибок не делает, но допускает оговорки по невнимательности при чтении чертежей, которые легко исправляет по требованию преподавателя.

**Оценка «4» (хорошо)**, когда студент владеет программным материалом, но чертежи читает с небольшими затруднениями вследствие еще недостаточно развитого пространственного представления; знает правила изображений и условные обозначения; дает правильный ответ в определенной логической последовательности; при чтении чертежей допускает некоторую неполноту ответа и незначительные ошибки, которые исправляет только с помощью преподавателя.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент знает основной программный материал нетвердо, но большинство изученных условностей изображений и обозначений усвоил; ответ дает неполный, построенный несвязно, но выявивший общее понимание вопросов; чертежи читает неуверенно, требует постоянной помощи преподавателя (наводящих вопросов) и частичного применения средств наглядности.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации если обнаруживает незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; ответы строит несвязно, допускает существенные ошибки, которые не может исправить даже с помощью преподавателя.

Графическая работа оценивается.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется в случае полного и грамотного выполнения чертежа в строгом соответствии с учебным материалом, при этом студент демонстрирует уверенное практическое применение теоретических знаний при

выполнении графических построений, работа выполнена безукоризненно, без каких-либо ошибок или неточностей.

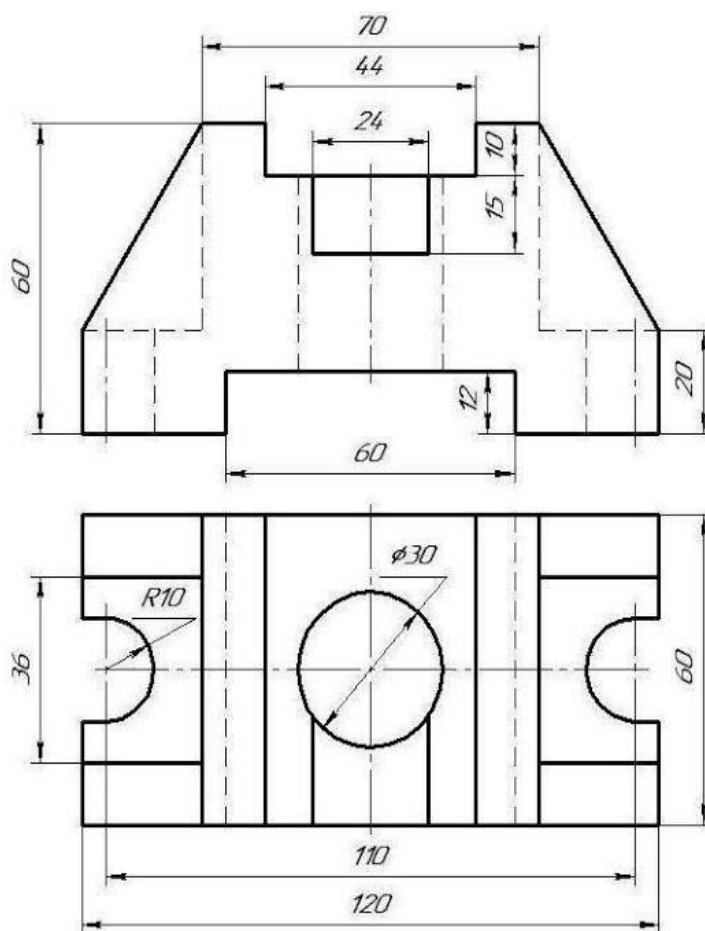
**Оценка «4» (хорошо)** присваивается, когда студент в целом полно и грамотно выполнил чертеж согласно учебному материалу и показал умение применять теоретические знания на практике, однако в содержании или оформлении работы присутствуют отдельные незначительные неточности.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если студент выполнил чертеж не в полном объеме, а содержание и оформление работы содержат значительные неточности или отдельные ошибки, например, в способах начертания линий или их толщине, при этом работа соответствует минимальным требованиям для получения положительной оценки.

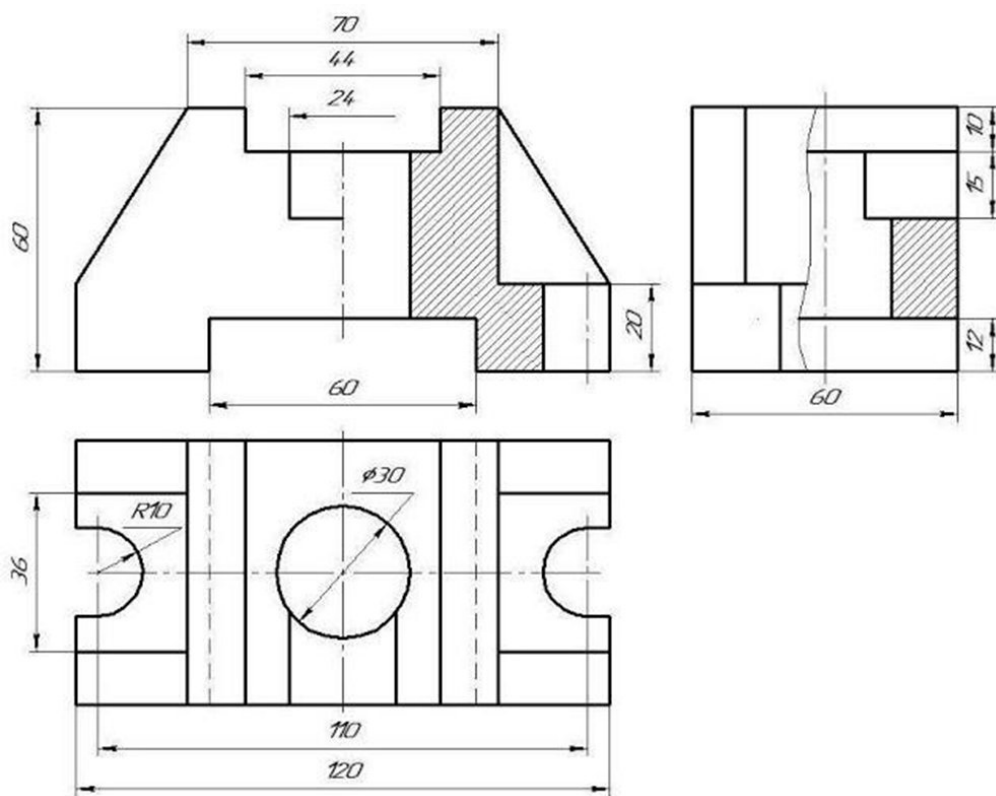
**Оценка «2» (неудовлетворительно)** выставляется в ситуации, когда студент выполнил чертеж менее чем на 60% от требуемого объема, допустил серьезные нарушения в выполнении линий (несоответствие ГОСТу и учебному материалу) либо полностью не выполнил линии чертежа, что делает работу неприемлемой для положительной оценки чертежа проекций детали либо выполнение чертежа проекций детали отсутствует.

### Образец выполнения практического задания

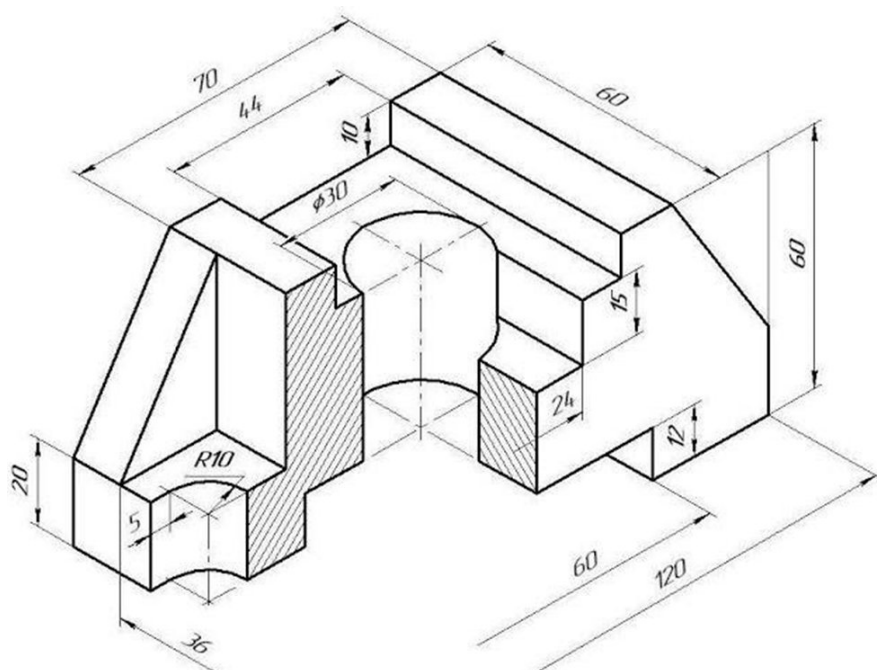
По двум заданным видам постройте третий вид, применив необходимые разрезы. На чертеже нанесите размеры. По чертежу выполните аксонометрическое изображение детали с вырезом  $\frac{1}{4}$  части детали. На наглядном изображении нанесите размеры.



## Чертеж детали



## Чертеж с разрезом



АксонOMETрическое изображение детали с вырезом  $\frac{1}{4}$  части детали

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЁТУ  
ОП.05 ИЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

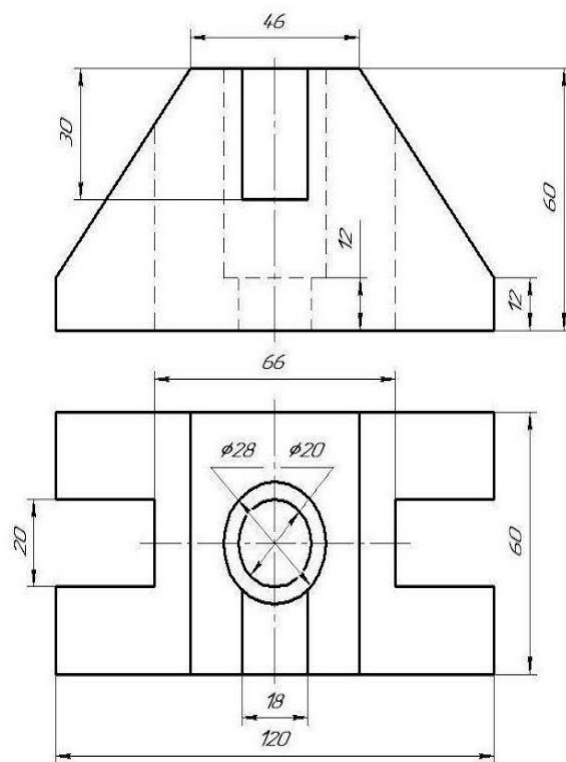
1. Как обозначают основные форматы чертежа? Приведите пример размеров сторон одного из основных форматов.
2. Как обозначают формат с размерами сторон 297х420 мм?
3. Как обозначают формат с размерами сторон 420х594 мм?
4. Как образуются дополнительные форматы, и как производится их обозначение? (Например, приведите размеры сторон формата А4х7).
5. Что называется масштабом?
6. Какие масштабы изображений устанавливает стандарт?
7. Перечислите ряд масштабов увеличения и уменьшения.
8. Каково назначение и начертание сплошной тонкой линии с изломами?
9. Каково назначение и начертание:
  - а) сплошной основной толстой линии,
  - б) сплошной тонкой линии,
  - в) штриховой линии,
  - г) штрихпунктирной линии,
  - д) сплошной волнистой линии,
  - е) разомкнутой линии.
10. Какими линиями оформляют внешнюю и внутреннюю рамки формата?
11. В зависимости от чего выбирают длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях?
12. Какие размеры шрифтов устанавливает стандарт, и каким параметром определяется размер шрифта?
13. Какое изображение предмета на чертеже принимают в качестве главного?
14. Какое изображение называют видом?
15. Как называют виды, получаемые на основных плоскостях проекций?
16. Какое изображение называют разрезом?
17. Как разделяют разрезы в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций?
18. В каком случае вертикальный разрез называют фронтальным, а в каком случае - профильным?
19. На месте, каких видов принято располагать горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы?
20. Как разделяют разрезы в зависимости от числа секущих плоскостей?
21. Какой разрез называется местным? Как он отделяется от вида?
22. В каком случае для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождается?
23. Какие линии являются разделяющими при соединении части вида и части соответствующего разреза?
24. Какое изображение называют сечением?
25. Как разделяют сечения, не входящие в состав разреза?
26. Какими линиями изображают контур наложенного сечения?
27. Как обозначают вынесенное сечение?
28. Каким образом обозначают несколько одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, и сколько изображений вычерчивают при этом на чертеже?



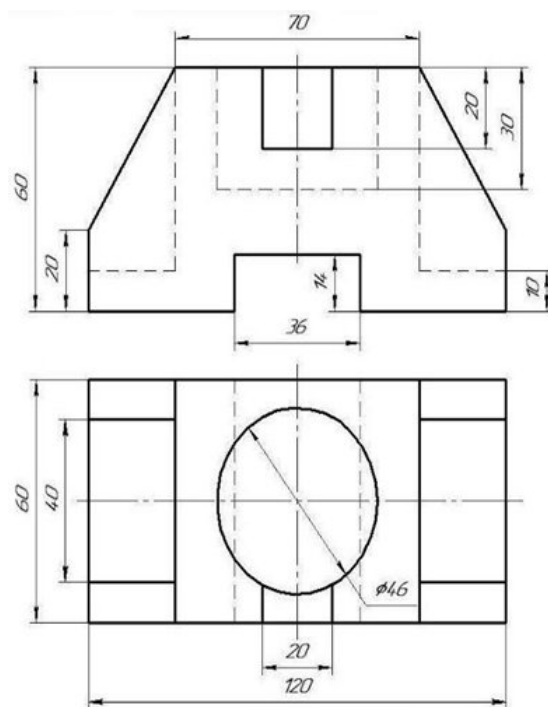
29. В каких случаях сечение следует заменять разрезом?
30. Как показывают на разрезе тонкие стенки типа ребер жесткости, если секущая плоскость направлена вдоль их длинной стороны?
31. Какие детали при продольном разрезе показывают не рассеченными?
32. Как изображают в разрезе отверстия, расположенные на круглом фланце, когда они попадают в секущую плоскость?
33. Под каким углом проводят наклонные параллельные линии штриховки к оси изображения или к линиям рамки чертежа?
34. Как выбирают направление линии штриховки и расстояние между ними для разных изображений (разрезов, сечений) предмета?
35. Как следует наносить размерные и выносные линии при указании размеров: прямолинейного отрезка, угла, дуги окружности?
36. На сколько миллиметров должны выходить выносные линии за концы стрелок размерной линии?
37. Чему равно минимальное расстояние между размерной линией и линией контура?
38. Какие знаки наносят перед размерными числами радиуса, диаметра, сферы?
39. Как рекомендует стандарт располагать размерные числа при нескольких параллельно расположенных размерных линиях?
40. В каких случаях штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями?
41. Можно ли использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных?
42. В каком случае размерную линию можно проводить с обрывом?
43. Как наносят размеры нескольких одинаковых элементов изделия? (Например, 4 отверстия диаметром 10 мм)?
44. Чему равен угол наклона букв, цифр, знаков чертежного шрифта?
45. Что называется сопряжением?
46. Какая точка называется точкой сопряжения?
47. Что называется проецированием?
48. Какой рисунок называется техническим?
49. Что называется эскизом?
50. Чем отличается чертеж от эскиза?

## **Практические задания**

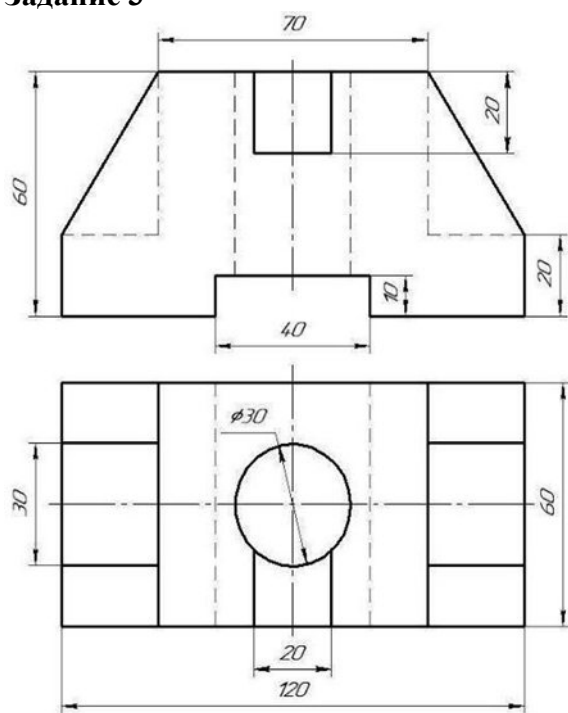
**Задание 1**



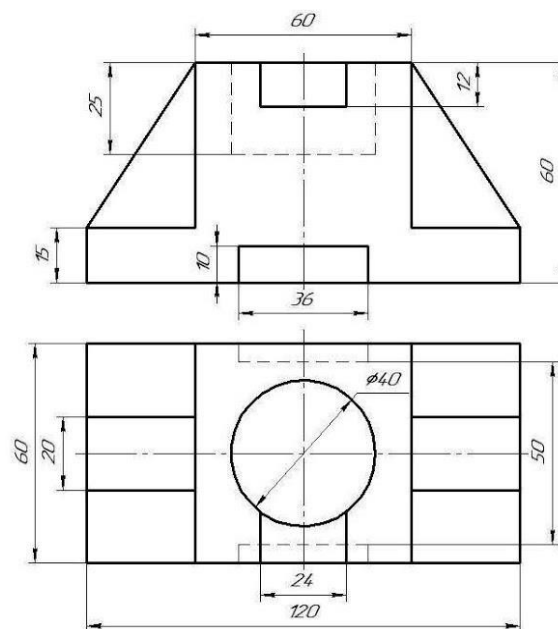
**Задание 2**



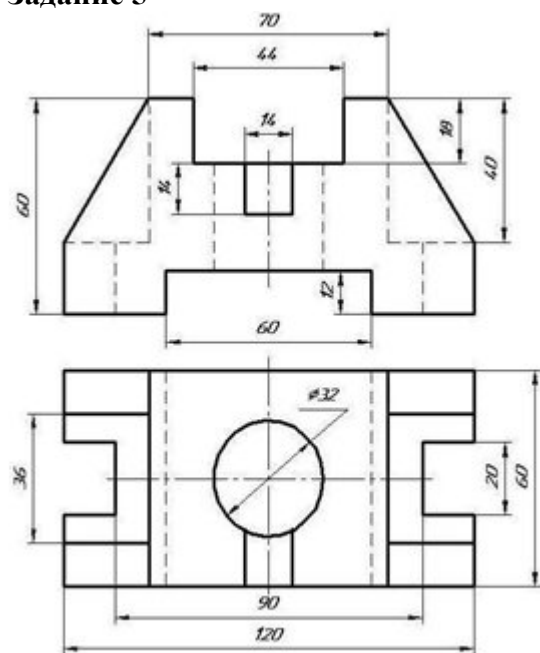
**Задание 3**



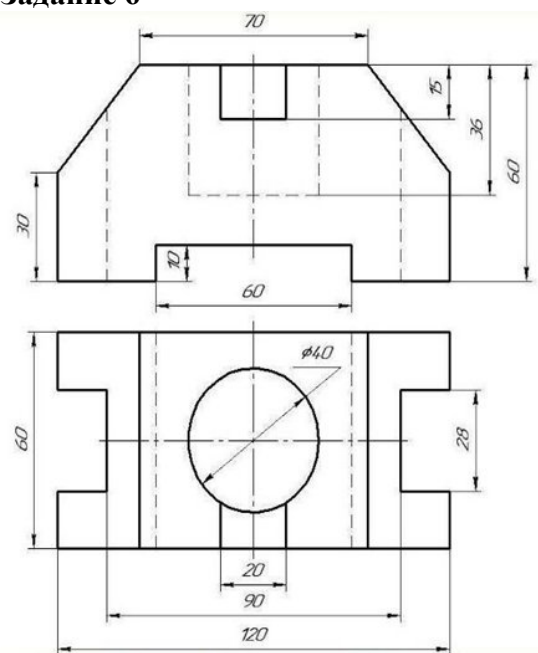
**Задание 4**



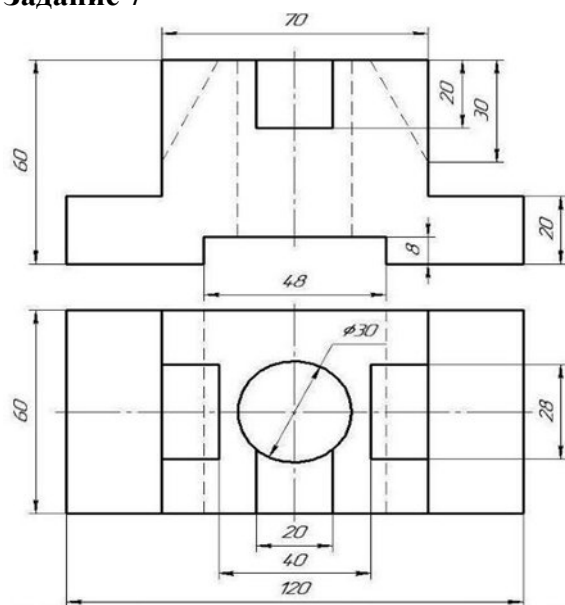
Задание 5



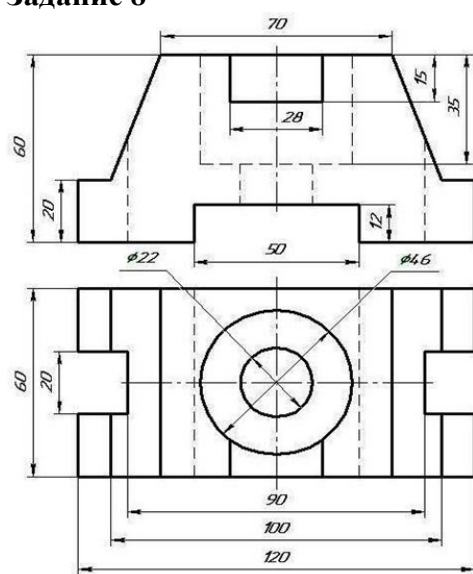
Задание 6



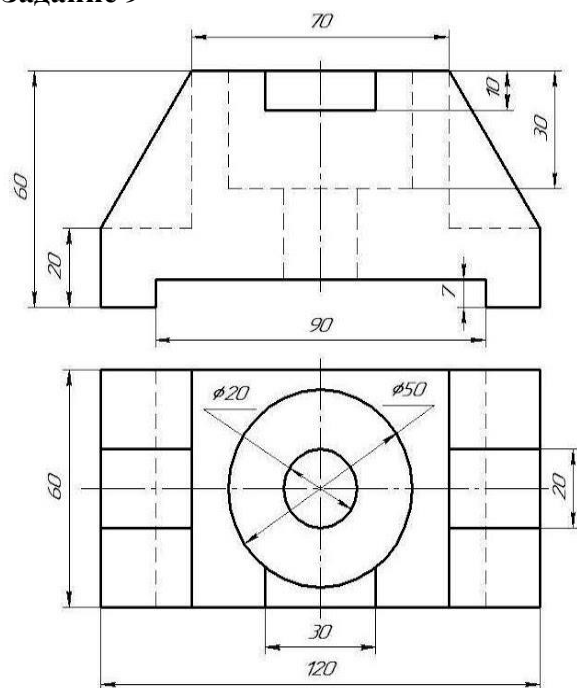
Задание 7



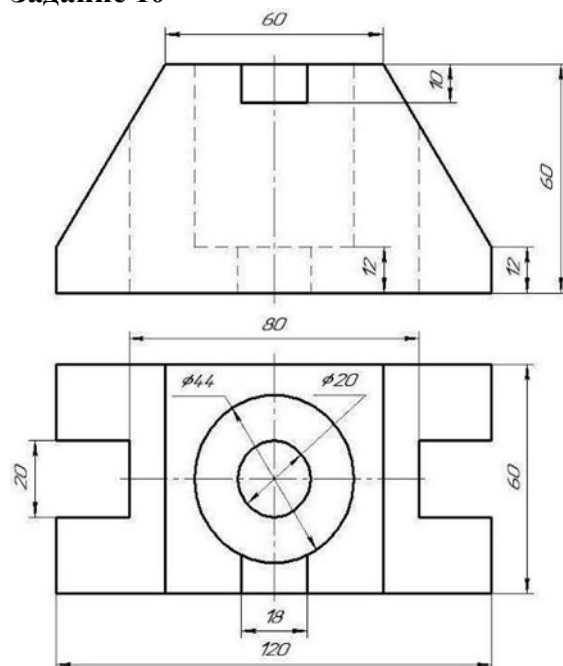
Задание 8



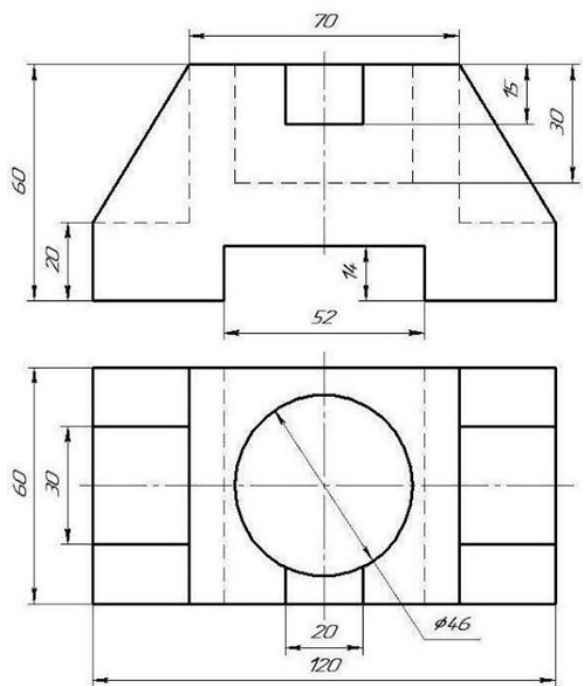
**Задание 9**



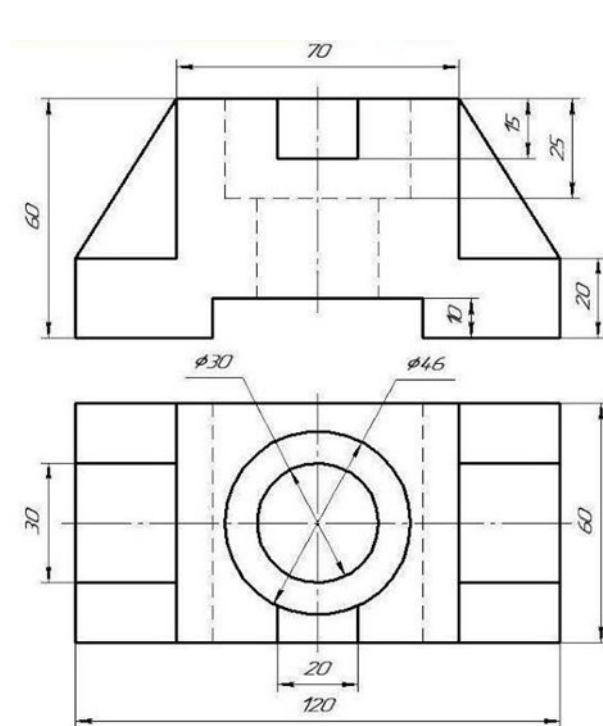
**Задание 10**



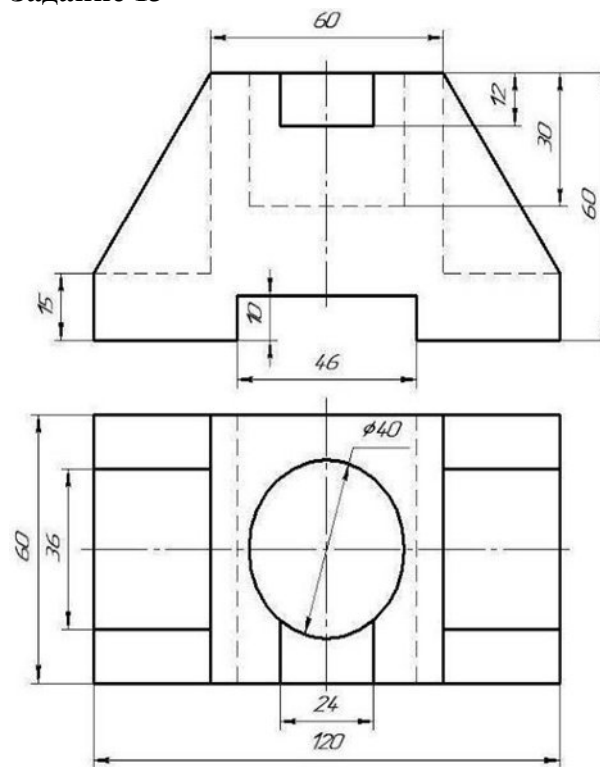
**Задание 11**



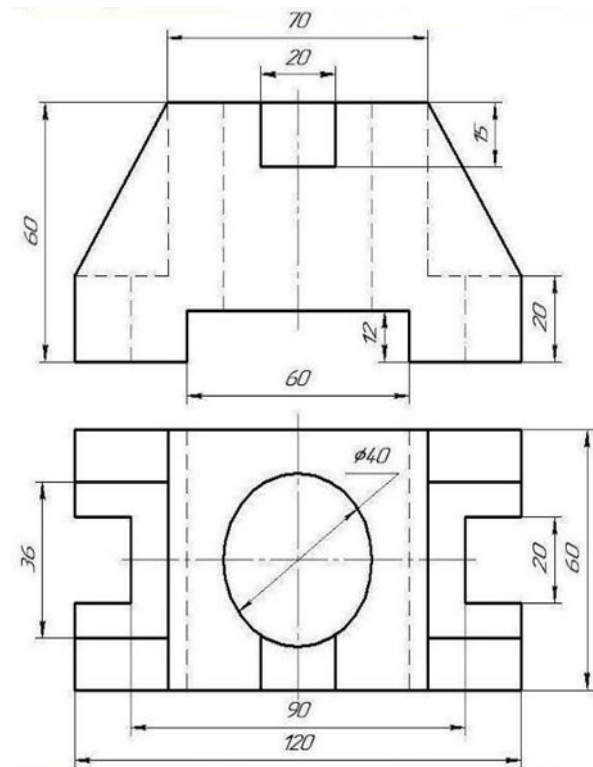
**Задание 12**



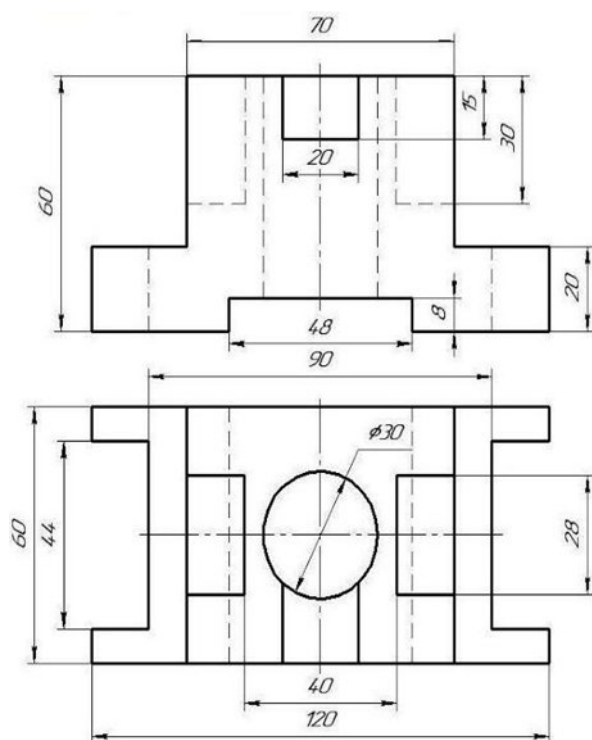
Задание 13



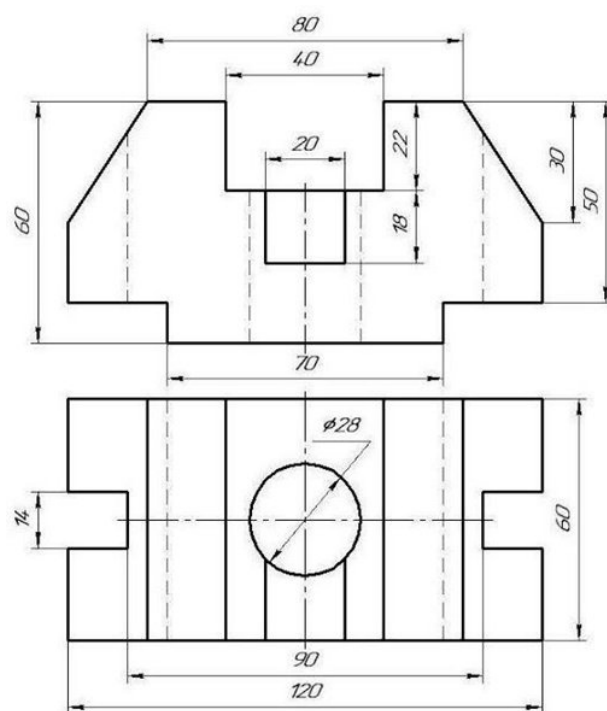
Задание 14



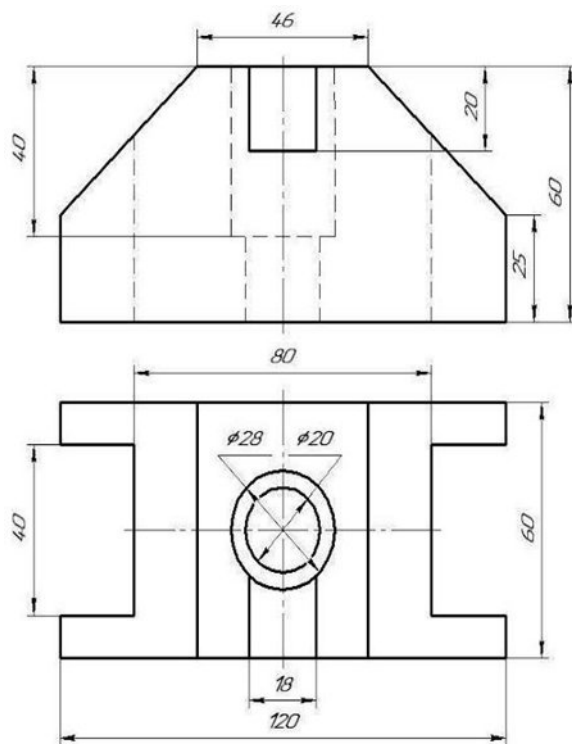
Задание 15



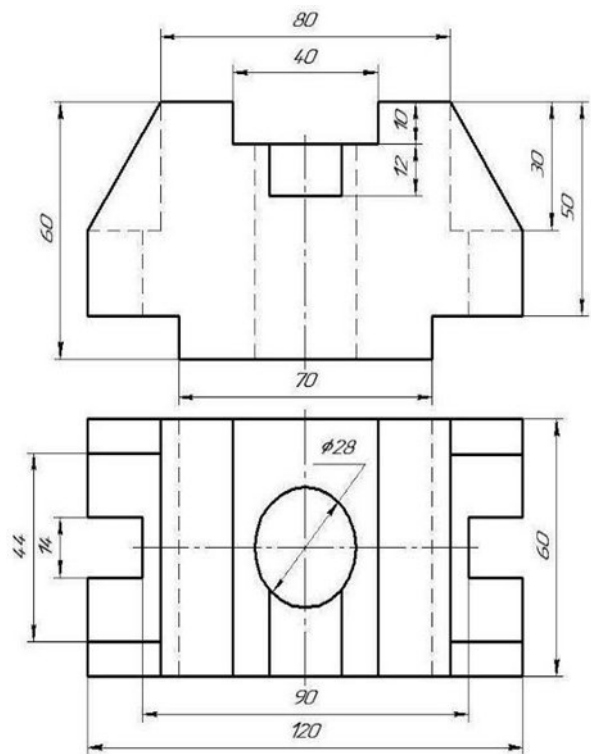
Задание 16



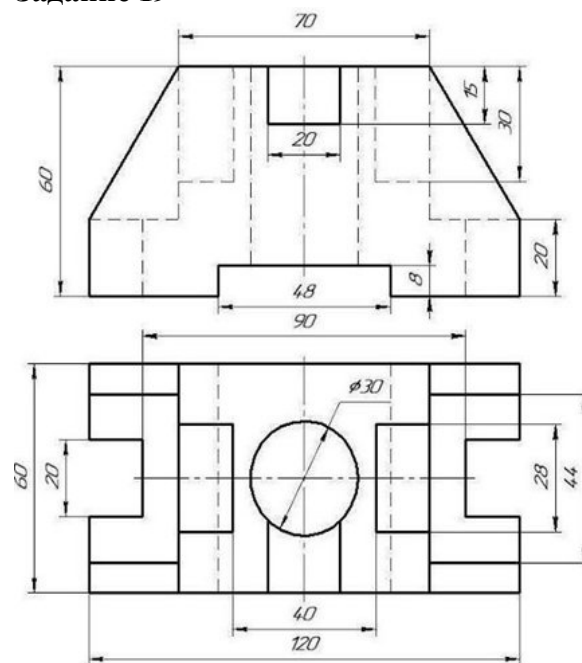
Задание 17



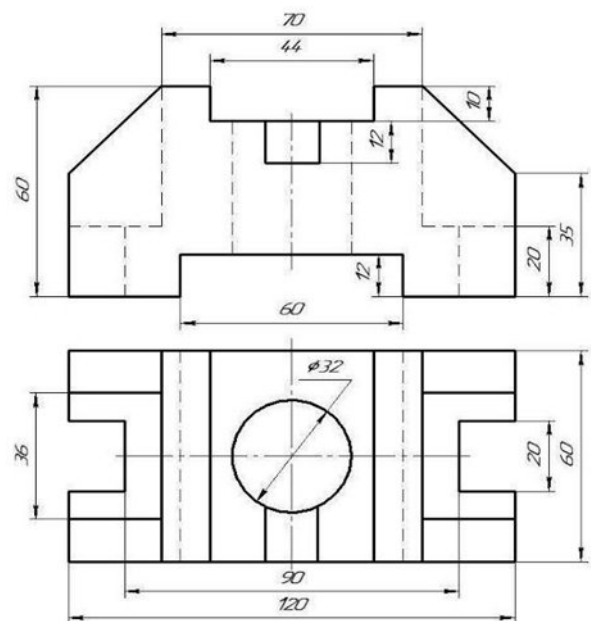
Задание 18



Задание 19



Задание 20



**ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЁТУ**  
**ОП.05 Инженерная графика**

- 1) A0:841x1189, A1:594x841, A2:420x594, A3:297x420, A4:210x297  
Формат (прямоугольной формы) с размерами 841x1189 мм, площадь которого равна 1 кв. м, и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.
- 2) A3.
- 3) A 2.
- 4) Дополнительные форматы образуются путем увеличения сторон основных форматов на величину, кратную размерам сторон формата A 4.
- 5) Масштаб представляет собой степень уменьшения или увеличения изображения.
- 6) Масштабы уменьшения: (1:2); (1:2,5); (1:4); (1:5); (1:10); (1:25); (1:40); (1:50); (1:75); (1:100); (1:200); (1:400); (1:500); (1:800); (1:1000).  
Масштабы увеличения: (2:1); (2,5:1); (4:1); (5:1); (10:1); (20:1); (40:1); (50:1); (100:1).
- 7) См. выше.
- 8) Назначение: длинные линии обрыва. Толщина по отношению к толщине сплошной основной линии: от  $S/3$  до  $S/2$ .
- 9) а) линии видимого контура, видимые линии перехода, линии контура сечения (вынесенного не входящего в состав разреза)  
б) линии контура наложенного сечения, размерные и выносные линии, линии штриховки, линии-выноски, полки линий-выносок и подчёркивание надписей, линии для изображения пограничных деталей «обстановка», линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях.  
Воображаемые линии перехода, линии сгиба на развертках. Оси проекций, следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях.
- в) линии невидимого контура, невидимые линии перехода; ( $S/3$ - $S/2$ )
- г) осевые и центровые линии, линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях линии развертки, совмещенной с видом; ( $S/3$ - $S/2$ )
- д) линии обрыва; линии разграничения вида и разреза; е) линии сечений. ( $S$ -1,5 $S$ )
- 10) Основную надпись, дополнительные графы к ней и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями.
- 11) В зависимости от величины изображения.
- 12) Установлены следующие размеры шрифтов, определяемые высотой Н (в мм) прописных букв: (2,5); (3,5); (5); (7); (10); (14); (20); (28); (40).  
Наклон букв и цифр к строке равен 75 градусов.
- 13) Вид спереди.
- 14) Изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета называется видом.
- 15) Вид спереди, вид сверху, вид слева.
- 16) Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. Ту часть предмета, которая находится между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно отбрасывают.

- 17) На горизонтальные, вертикальные и наклонные.
- 18) Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна плоскости П 2; профильным, если секущая плоскость параллельна ПЗ.
- 19) На месте соответствующих видов.
- 20) На простые - при одной секущей плоскости и сложные- при двух и более секущих плоскостях. Сложные разрезы бывают ступенчатыми, если секущие плоскости параллельны между собой, и ломаными, если секущие плоскости взаимно пересекаются.
- 21) Местным разрезом называется изображение, выявляющее внутреннее строение предмета лишь в его отдельном ограниченном месте. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо линиями изображения.
- 22) Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи.
- 23) Сплошная волнистая.
- 24) Сечением называют изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. То, что попадает при рассечении предмета непосредственно в секущую плоскость, называется сечением.
- 25) Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные и наложенные.
- 26) Сплошными тонкими.
- 27) Для обозначения вынесенного сечения применяют разомкнутую линию, указывая стрелками направление взгляда и обозначая её, одинаковыми прописными буквами русского алфавита.
- 28) Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линии сечения обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение.
- 29) -----
- 30) Если, например, секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей.
- 31) Тонкие стенки типа ребер жесткости показывают в разрезе не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны ребра (или если секущая плоскость направлена вдоль оси такого элемента).
- 32) -----
- 33) Ось отверстия мысленно перемещается по окружности центров в плоскость разреза. Достаточно показать одно отверстие на одном разрезе.
- 34) Под углом 45 градусов, если предмет сделан из металла или твердых сплавов (параллельные сплошные тонкие линии). Если направление штриховки совпадает с направлением линий контура, то разрешается выполнять штриховку под углом 30 или 60 градусов.
- 35) Линии штриховки наносят с наклоном вправо или влево, но в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Расстояния между линиями штриховки должны быть одинаковыми для всех выполняемых в одном и том же масштабе сечений данной детали. Они берутся от 1 до 10 мм в зависимости от материала и площади штриховки.
- 36) а) размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным;
- б) размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально;
- в) размерную линию проводят concentрично дуге, а выносные линии - параллельно биссектрисе угла и над размерными линиями наносят знак.
- 37) 1...5 мм.



- 38) 6...10 мм.
- 39)  $R, \Phi, \Phi(R)$ .
- 40) В шахматном порядке. 41)
- 42) Нет -----
- 43) При указании размеров симметричного предмета или симметрично расположенных элементов, если их вид или разрез изображён только до оси симметрии или с обрывом, размерную линию обрывают дальше оси или линии обрыва предмета. При указании диаметра окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, обрыв размерной линии делают дальше центра окружности.
- 44) Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на изображении этого предмета полностью показывают один - два таких элемента, а остальные элементы показывают упрощенно или условно.
- 45) 75 градусов.
- 46) Плавный переход одной линии в другую.
- 47) Общая для сопрягаемых линий точка.
- 48) Процесс получения изображения предмета на плоскости (плоскостях).
- 49) Наглядное изображение предмета, выполненное по правилам аксонометрических проекций без чертежных инструментов (от руки и на глаз), с соблюдением пропорциональных соотношений размеров.
- 50) Это чертеж, предназначенный для разового использования в производстве, выполненный «от руки и на глаз», с соблюдением пропорций изображаемого предмета и содержащий все данные для изготовления изделия. Если эскиз используют многократно, то по эскизу выполняют чертеж.

**Лист регистрации изменений и дополнений ФОС**  
**по дисциплине Техническая механика**  
**Дополнения и изменения к комплекту ФОС на учебный год**

Дополнения и изменения к комплекту ФОС на \_\_\_\_\_ учебный год по дисциплине Техническая механика. В комплект ФОС внесены следующие изменения:

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения в комплекте ФОС обсуждены на заседании комиссии профессионального цикла специальности Техническая эксплуатация подъемно – транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /