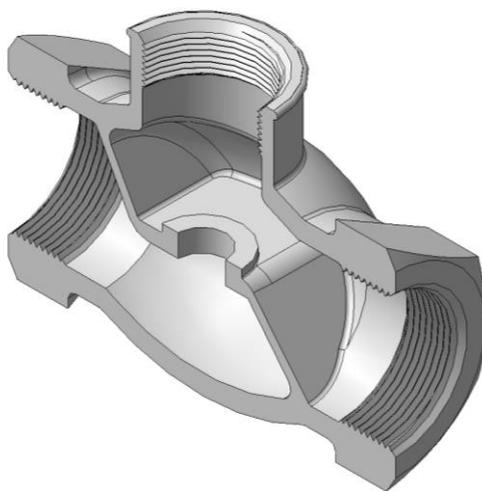




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ДГТУ)

## РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ



ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ  
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ  
(односеместровая)

по \_\_\_\_\_  
наименование дисциплины по учебному плану

Студента \_\_\_\_\_

№ группы \_\_\_\_\_ № варианта \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

Ростов-на-Дону  
2022

УДК 514.18(076.1)

**Составители:** Г.Г. Цорданиди, Н.В. Метелькова, О.П. Чередниченко, Лавренова Т.В.

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ по начертательной геометрии и инженерной графике (односеместровая) /Ростов н/Д: ДГТУ, 2022. — 62 с.

Представлены упражнения для аудиторных и домашних занятий по всем изучаемым темам. Сформулированы условия графических заданий по основополагающим разделам начертательной геометрии, инженерной графики и даны образцы их выполнения.

Предназначена для односеместрового обучения студентов начертательной геометрии и инженерной графике.

Научный редактор  
Доктор технических наук, профессор

Г.А. Кузин

Издательский центр ДГТУ  
Адрес университета и полиграфического предприятия  
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1

© - ДГТУ, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Рабочая тетрадь составлена в соответствии с государственными образовательными стандартами. Содержит упражнения, задания по графическим работам и образцы их выполнения, а так же литературу. Перечень графических работ представлен на с. 10.

Рабочую тетрадь следует использовать на практических занятиях и на лекциях.

Решение упражнений сводится к доработке в карандаше имеющихся чертежей-заготовок в рабочей тетради. Задания выполняются на ватмане по вариантам [2]. Аналогичные упражнениям и графическим работам задачи включены в зачётные билеты.

Для успешного выполнения упражнений и заданий на кафедре разработан ряд методических руководств по изучаемым темам. [3, 9-14].

К зачёту студенты представляют рабочую тетрадь и альбом графических работ (сложенных до формата А4), выполненных самостоятельно, проверенных и подписанных преподавателем.

Оценка знаний студентов осуществляется по следующим критериям: самостоятельность, своевременность и качественность выполненных чертежей; знание стандартов ЕСКД, умение читать и выполнять эскизы и чертежи деталей и сборочных единиц.

## ЛИТЕРАТУРА

### СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1. Куликов В.П. Стандарты инженерной графики: учеб. / В. П. Куликов. - М.: Форум, 2009. - 240 с.

### НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

2. Акименко Ю.А., Козырев Э.В., Соловьянюк Л.А., Чередниченко О.П. Варианты заданий по начертательной геометрии и инженерной графике (односеместровые). Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2017, 19 с.
3. Акименко Ю.А., Соловьянюк Л.А., Савенков М.В., Чередниченко О.П. Руководство к выполнению упражнений и заданий по начертательной геометрии. Ростов н/Д: ДГТУ, 2013 – 48 с.
3. Нартова Л.Г., Якунин В.И. Начертательная геометрия. Теория и практика: учеб. для вузов. –М.: Дрофа, 2008. – 302 с.
4. Соломин А.Н., Савенков М.В., Ананченко А.И. Начертательная геометрия: учеб. пособие. Ростов н/Д.: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 70 с.
5. Зубков В.И. Начертательная геометрия. Конспект лекций: Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010 – 122 с.
6. Чекмарёв А.А Начертательная геометрия и черчение : учеб. для вузов / А. А. Чекмарев. - 2-изд., перераб. и доп. - М. : Высш. образование, 2009. - 471 с.
7. CDO.DSTU.LOCAL\Desktop\ersh\ЦДО ДГТУ Курс начертательной геометрии в инженерной графике. Соловьянюк Л.А. Электронный учебник, 2010.
8. CDO.DSTU.LOCAL\Desktop\ersh\ЦДО ДГТУ Начертательная геометрия. Зубков В.И. Лекционный курс.

### Инженерная графика

9. Акименко Ю.А., Козырев Э.В., Чередниченко О.П., Веснин В.Н. РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ. Правила нанесения размеров. Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2014. — 7 с.
10. Акименко Ю.А., Козырев Э.В., Чередниченко О.П., Лавренова Т.В. РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ. ИЗОБРАЖЕНИЯ. ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ. Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2014. — 11с.
11. Акименко Ю.А., Авакян О.А., Чередниченко О.П. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ. Методическое пособие по инженерной графике /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2014, 19 с.
12. Акименко Ю.А., Цорданиди Г.Г., Чередниченко О.П. РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ. ЭСКИЗИРОВАНИЕ. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ. Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2014. — 14с.
13. Акименко Ю.А., Чередниченко О.П. РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ. ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ. ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА. Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2014. — 11 с.
14. Акименко Ю.А., Чередниченко О.П. РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ. СХЕМЫ. Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей и форм обучения /Ростов-на-Дону; Издательский центр ДГТУ, 2014. — 10 с.
15. Черчение: Зубков В.И., Савенков М.В., Цорданиди Г.Г.- Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008.-94с.

16. Савенков М.В. , Ананченко А.И., Гришин С.А., Пятницкая О.А. Оформление машиностроительного чертежа. Сопряжения: Метод. указания к выполнению практических работ по дисциплине «Инженерная графика». : Издательский центр ДГТУ, 2010 – 29с.
17. Акименко Ю.А. Проекционное черчение: учеб. пособие/ГОУ, РГАСХМ, Ростов/Д, 2010.-133 с.
18. Болтухин А.К., Васин С.А., Вяткин Г.П., Пуш А.В. Инженерная графика. Конструкторская информатика в машиностроении: Учебник для вузов. 3-е изд. Перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.;ил.
19. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: Учеб. Для вузов. Изд.5-е.-М.:Высшая школа, 2013, -436 с.
20. Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. СПб.: Политехника, 2005. – 2005. – 456 с.
21. Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика: учебник для студ. Высш. Учеб. заведений/. – 2-е изд.; испр. - М.: Издательский центр "Академия", 2008. – 400с.

#### КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

23. Талалай П. Г. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 608 с.: ил. + DVD.
24. Талалай П. Г. КОМПАС-3D V12 на примерах.- СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 592 с.: ил. + DVD.
25. Лабораторный практикум в среде КОМПАС. Ч.1 / ДГТУ. Каф."ИиКГ"; сост.: Н.В. Метелькова, Э.В. Козырев, О.П. Чередниченко, М.В. Савенков. - Ростов н/Д: РИО ДГТУ , 2012. - 40 с.: ил.

### ИЗУЧАЕМЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Вначале изучается «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ» (НГ) – теория изображения пространственных объектов на плоскости; далее - «ЧЕРЧЕНИЕ» (Ч) – практика выполнения конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД. При совместном изучении «НГ» и «Ч» (для некоторых специальностей) интегрированная дисциплина получила название «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА». «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА» (КГ) – создание, хранение и обработка различных изображений на базе электронно-вычислительных устройств – изучается после вышеназванных дисциплин или параллельно с ними. Все эти графические дисциплины объединяет общий проекционный подход к формированию изображений.

#### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЧЕРТЁЖНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Для успешного освоения графических дисциплин обязательно иметь на лекциях и практических занятиях: рабочую тетрадь, карандаши твёрдости ТМ, 2М, линейку (150-300 мм), угольники с углами по 45°, 30 и 60°, циркуль, белую резинку. Для лекций и практики – тетрадь в клетку (24-36листов).

Для выполнения графических работ потребуется 15-20 листов ватмана формата А3. Желательно также иметь чертёжную доску 400х500 мм, рейшину, кнопки или скотч для закрепления листа, транспорир, набор лекал.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

Чертежи должны соответствовать стандартам ЕСКД. Графические работы выполняются в карандаше на чертёжной бумаге (ватмане) формата А3 и А4. На графических листах вычерчивается рамка чертежа с основной надписью по форме 1 (с. 9) и дополнительной графой. Для текстовых документов (с. 10) основная надпись по форме 2. Перед зачётом графические работы складываются до формата А4 и брошюруются в альбом. Пример выполнения титульного листа (формат А4) на с. 8.

Графические построения должны выполняться точно, аккуратно, с использованием чертёжных инструментов и карандашей разной твердости. Твёрдые грифели 2Т, Т применять для проведения тонких линий (осевые, выносные, размерные и др.); более мягкие ТМ, М – для обводки контуров геометрических объектов и деталей, рамки чертежа; мягкие 2М – для текста, грифелей циркулей.

В качестве сплошной основной линии при обводке изображений рекомендуется принять линию толщиной 0,8...1,0 мм. Линии проекционной связи, выносные, размерные, осевые и линии невидимого контура должны быть в 2...3 раза тоньше основной линии (ГОСТ 2.303—68). Линии построения следует сохранять на готовых чертежах. Все буквенные и цифровые обозначения должны быть выполнены стандартным шрифтом (ГОСТ 2.304—81).

**Студенты, владеющие графическими редакторами, могут графические работы выполнять на компьютере (по согласованию с преподавателем).**



## ЛИНИИ. ГОСТ 2.303—68

### Упражнение 4

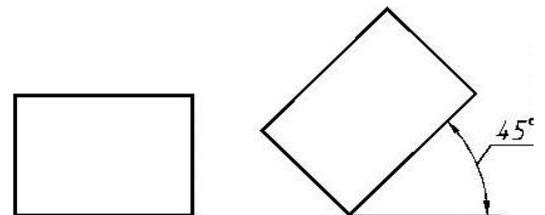
1. Начертить девять стандартных типов линий. Их толщину соотнести с толщиной сплошной толстой основной линии  $S$  ( $S=0,5...1,4$  мм).
2. Указать длины штрихов и промежутков в штриховых и штрихпунктирных линиях.

Наименование линии	Изображение (начертание)	Толщина в "S"	Толщина в мм	Назначение
Сплошная толстая основная		1S	0,8	Линии видимого контура, рамка чертежа
Сплошная тонкая		S/2-S/3	0,3	Размерные, выносные, вспомогательные линии
Сплошная волнистая		S/2-S/3	0,3	Короткие линии обрыва
Штриховая		S/2-S/3	0,3	Линии невидимого контура
Штрихпунктирная тонкая		S/2-S/3	0,3	Осевые и центровые линии
Штрихпунктирная утолщённая		S/2	0,4	Зоны термообработки и покрытий, наложенная проекция
Разомкнутая		1S-1,5S	1	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		S/2-S/3	0,3	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		S/2-S/3	0,3	Линии сгиба на развертках, изображения частей изделия в крайних положениях

## ШТРИХОВКА. ГОСТ 2.306-68

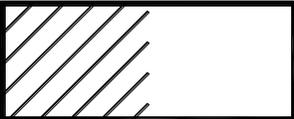
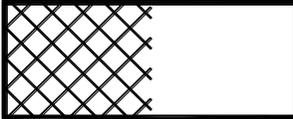
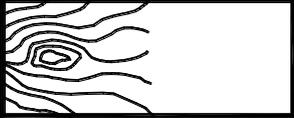
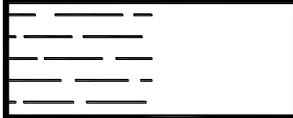
Общее графическое изображение материалов в сечениях выполняется тонкими параллельными линиями под углом  $45^\circ$  (допускаются также  $30$  и  $60^\circ$ ) к линиям рамки чертежа и шагом  $2-4$  мм.

**Упражнение 5.** Заштриховать справа два прямоугольника (направление штриховки не должно быть параллельным контуру детали). Выдержать интервал между штрихами  $2...3$  мм.



### Упражнение 6.

Выполнить штриховку следующих фигур в соответствии с заданным материалом детали

	— металлы и твёрдые сплавы		— пластмасса, резина и другие неметаллические материалы
	— дерево		— жидкости
	— керамика и силикатные материалы для кладки		— стекло и другие светопрозрачные материалы

## ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ. ГОСТ 2.304—81

Все надписи на чертежах выполняют стандартным чертежным шрифтом, четко и ясно. Стандарт предусматривает два типа шрифта по толщине линий: *A* – тонкий ( $h/14$ ) и *B* – утолщенный ( $h/10$ ). Шрифты могут быть прямыми или наклонены к основанию строк под углом  $75^\circ$ . Размер шрифта « $h$ » определяет высоту прописных (заглавных) букв и цифр в миллиметрах. Это главный его параметр, который берётся из ряда: (1.8); 2.5; 3.5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Перед нанесением текста необходимо выбрать размер шрифта –  $h$ , разметить строки параллельными линиями, определить ширину каждой буквы, расстояние между ними (по условным соотношениям в таблице) и провести поперечные линии, которые образуют габаритные прямоугольники (прямой шрифт) или параллелограммы (наклонный шрифт) для каждой буквы. Рекомендуется использовать наклонный шрифт *B*.

### Упражнение 7.

1. Для запоминания начертаний букв и цифр и выработки навыков аккуратного письма навести представленный ниже шрифт мягким карандашом, заточенным лопаткой.

Г Т П Н Е Ц Ш Щ

Р Ъ Ь Б В Ы Ф З

Х М И Й К Ж А Л

о б в е д а и ю ц у

д о с э ю ч у я

п р т ш щ ф г з с

э ю ч я ь ы н ж к

л х м № Р Ø □

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

№	Параметр шрифта	Зависимость (для типа Б)
1	Высота прописных букв (основной параметр)	$h$
2	Высота строчных букв	$(7/10)h$
3	Толщина линий шрифта	$h/10$
4	Ширина букв и цифр: прописных строчных	$(5/10)h - (8/10)h$ $(4/10)h - (7/10)h$
5	Расстояния между буквами в слове	$(2/10)h$
6	Минимальное расстояние между словами	$(6/10)h$
7	Минимальное расстояние между основаниями строк	$(17/10)h$

### Упражнение 7 (продолжение).

2. Наклонным утолщенным (тип Б) шрифтом № 10 записать фамилию и инициалы студента, предварительно наметив место для каждой буквы тонкими наклонными линиями, по образцу в начале строки.

Студент

## ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

для альбома чертежей оформляется на формате А4. Надписи выполняются наклонным шрифтом типа Б. Образец выполнения и рекомендуемые размеры шрифта см. ниже.

Примечание: при использовании компьютера **титulusный лист желательнo выполнять на ватмане.**

<p><i>Донской государственный технический университет</i> <i>Кафедра инженерной и компьютерной графики</i></p> <p style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;"><i>ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ</i></p> <p><i>по</i> _____ <small>наименование дисциплины по учебному плану</small></p> <hr/> <p><i>Выполнил:</i> _____ <i>Студент гр.</i> _____</p> <p>_____ <small>Фамилия И.О.</small></p> <p>_____ <small>Подпись, дата</small></p> <p><i>Вариант</i> _____ <i>Количество листов</i> _____</p> <p style="text-align: right;"><i>Ростов-на-Дону</i> <i>20</i></p>	<p><i>Рекомендуемый размер шрифта №5</i></p> <p><i>№10</i></p> <p><i>№7</i></p> <p><i>№7</i></p> <p><i>№5</i></p> <p><i>№2,5</i></p> <p><i>№5</i></p>
---	---

### МАСШТАБЫ. ГОСТ 2.302—68

**Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам**

Стандартные значения масштабов приведены ниже:

Натуральный масштаб	1:1
Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15;
	1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:150; 1:200; 1:250; 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.

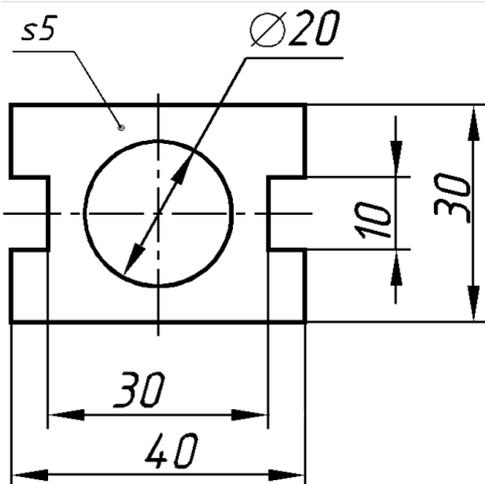
**Упражнение 8.** Указать масштаб в обозначении следующих изображений: вида А – уменьшенного в 2 раза; выносного элемента Б – увеличенного в 5 раз; выбрать стандартный масштаб для разреза В-В: из ряда: 1:3; 2,5:1; 9:1.

А ( )

Б ( )

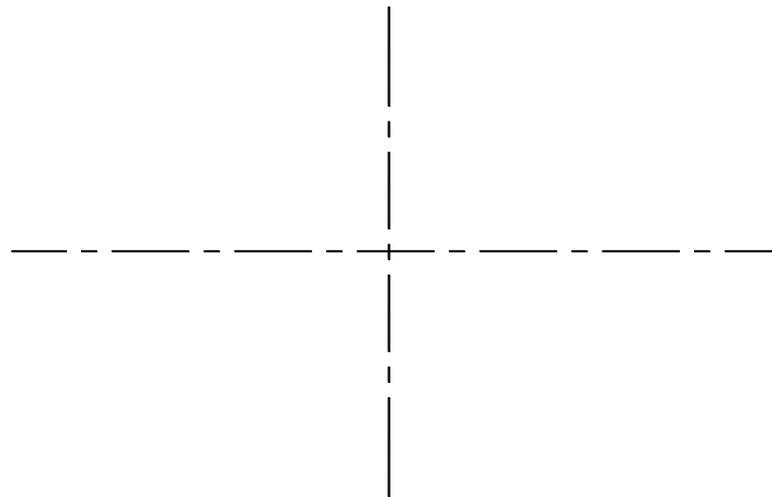
В-В ( )

**Упражнение 9.** Данный чертёж детали выполнить ниже в масштабе 2:1. Проставить размеры (линейные размеры проставляются в мм без обозначения размерности и являются натуральными (не зависят от масштаба)).



Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм.

М 2:1



### ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ

ГОСТ 2.104-2006 устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей в конструкторских документах. Ниже дан пример заполнения основной надписи **графического** документа (форма 1). Основная надпись для **текстовых** документов (см. ниже) выполняется по форме 2.

				Наименование листа			Группа			№ вар.		семестр		№ сб. единицы		Порядковый № чертежа		Шифр чертежа	
				КК11.130200.05															
				Крышка										Лит.	Масса	Масштаб			
				Сталь 20 ГОСТ 1050-88										Лист	Листов	1			
				ДГТУ Кафедра ИиКГ															
				Материал детали															
				70															
				50															
				185															
				11х5=55															
				7															
				10															
				23															
				15															
				10															
				Изм. Лист															
				№ докум.															
				Подп.															
				Дата															
				Разраб. Петров															
				Пров. Иванов															
				Т.контр.															
				Н.контр.															
				Утв.															

Форма 1 (для чертежей и схем)



## ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

### СОПРЯЖЕНИЯ

**Сопряжение** – плавный переход одной линии в другую. Общую точку, в которой осуществляется плавный переход, называют точкой сопряжения. Условие плавности перехода – существование в точке сопряжения общей касательной. Для построения дуги сопряжения необходимо выявить: её центр, радиус и точки сопряжения. Обычно задаётся радиус сопряжения или точка сопряжения. Остальные элементы сопряжения находятся построением.

**При заданном радиусе сопряжения  $R_c$  следует:**

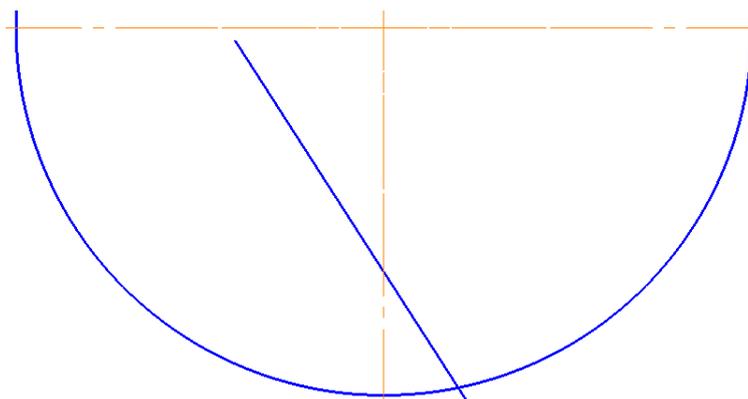
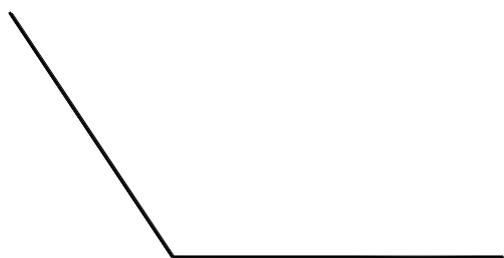
- 1) определить центр сопряжения –  $O_c$ ;
- 2) определить точки сопряжения А и В;
- 3) построить дугу сопряжения заданным радиусом  $R_c$ , проходящую через (...) А и В.

**Указания:** При выполнении упражнений обозначить центр сопряжения –  $O_c$ ; радиус сопряжения  $R_c$ ; точки сопряжения А, В; центры окружностей  $O, O_1, O_2$ . Обвести на чертеже линии сопряжения и прилегающие части сопрягаемых объектов, толстыми сплошными основными линиями. Вспомогательные построения выполнить тонкими линиями и сохранить на чертеже.

**Упражнение 10.**

а) Построить сопряжение двух прямых при заданном радиусе сопряжения  $R_c$  15 мм.

б) Построить внутреннее сопряжение прямой и окружности при заданном радиусе сопряжения  $R_c$  30мм.

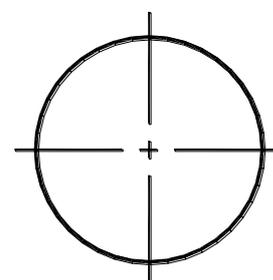
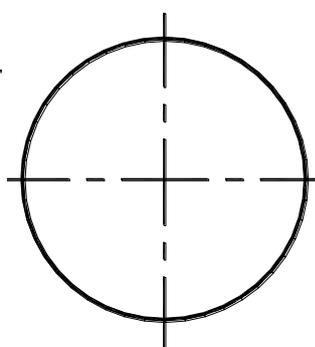
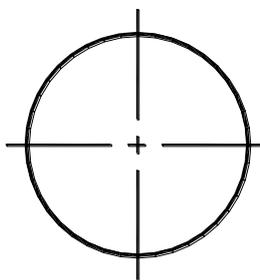
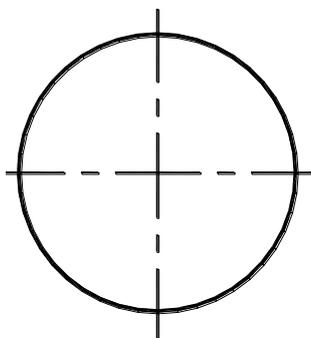


**Упражнение 11.**

Построить: а) внешнее сопряжение двух окружностей радиусом сопряжения  $R_c$  25 мм;  
б) внутреннее —  $R_c$  40 мм.

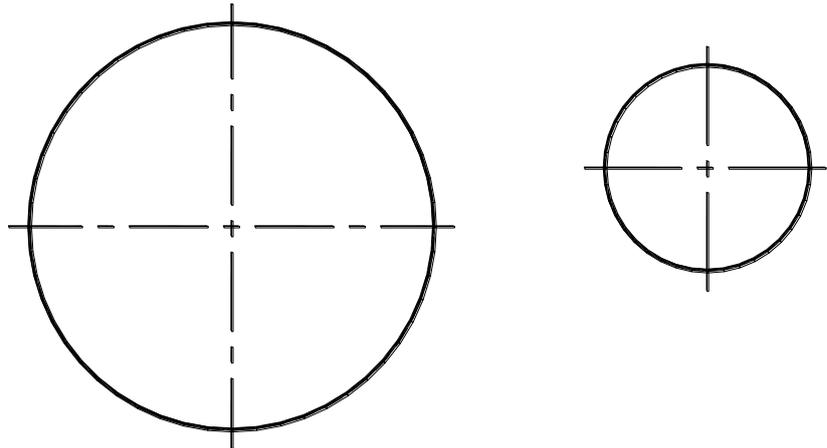
а)

б)



### Упражнение 12.

Построить смешанное сопряжение двух окружностей радиусом  $R_c$  60мм.

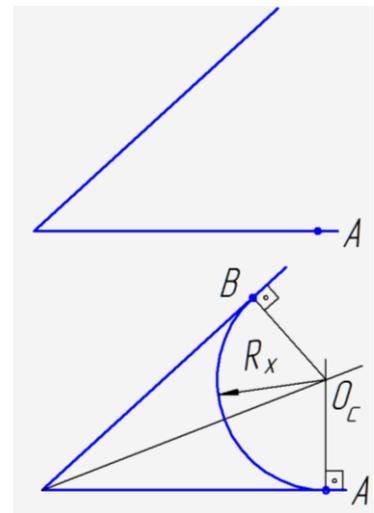


**При заданной точке сопряжения (например, А) следует:**

- 1) определить радиус сопряжения  $R_x$  и центр сопряжения –  $O_c$ ;
- 2) определить вторую точку сопряжения В;
- 3) построить дугу сопряжения радиусом  $R_x$ , проходящую через точки А и В.

**Пример:** Построить сопряжение двух прямых по заданной точке сопряжения А (справа, верхний рисунок).

1. Строят биссектрису угла, образованного прямыми линиями.
2. Из точки А восстанавливают перпендикуляр до пересечения с биссектрисой, находят центр  $O_c$  и радиус  $R_x = AO_c$  сопряжения.
3. Опускают перпендикуляр на другую сторону, получают вторую точку сопряжения В.
4. Строят сопряжение радиусом  $R_x$  из точки  $O_c$ .



## КРИВЫЕ ЛИНИИ

**Кривая** линия определяется множеством составляющих ее точек. Кривая называется **плоской**, если все её точки лежат в одной плоскости, и **пространственной**, если её точки не принадлежат одной плоскости.

Плоские кривые делят на **циркульные** и **лекальные**. **Циркульной** (коробовой) называют кривую, которую можно построить с помощью циркуля. К ним относятся окружность, овал, завиток и т.д.

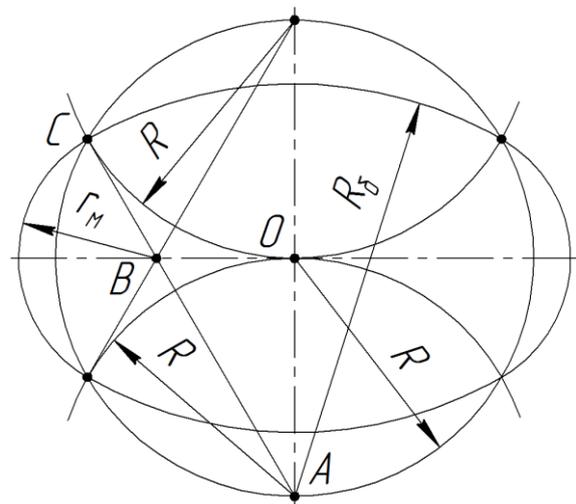
**Овал** - циркульная кривая, которой можно заменить эллипс.

### Упражнение 13.

На рисунке справа представлен один из способов построения овала. Подобный овал заменяет эллипс, в который преобразуется заданная окружность (радиусом  $R$ ) в прямоугольной изометрии.

$$R_{\delta} = AC; r_m = CB$$

**Обвести овал с помощью циркуля толстой линией.**



**Лекальные кривые** – это кривые с изменяющейся, по определённому закону, кривизной.

Они строятся по точкам с помощью чертёжных инструментов и обводятся по лекалу. Кривая имеет порядок уравнения, которое его описывает (эллипс, парабола, гипербола - кривые второго порядка). Порядок кривой на чертеже определяется количеством точек пересечения с прямой линией.

**Эллипс** — это плоская замкнутая кривая (рис. 1-3), для которой сумма расстояний от любой её точки  $M$  до двух других точек  $F_1$  и  $F_2$ , называемых фокусами, есть величина постоянная, равная большой оси эллипса, т.е.  $l+l_1 = 2a$ ,

где

- $AB=2a$  – большая ось эллипса;
- $CD=2b$  – малая ось;
- $F_1, F_2$  – фокусы эллипса;
- $l, l_1$  – расстояния от произвольной точки  $M$  до фокусов;
- $a, b$  – большая и малая полуоси;
- $A, B, C, D$  – вершины эллипса;
- $O$  – центр эллипса;

Определение  
фокусов эллипса

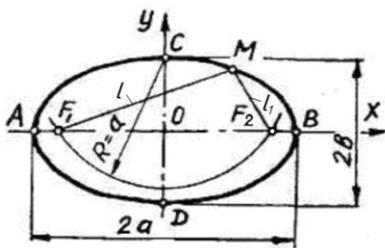


Рис. 1

Построение эллипса

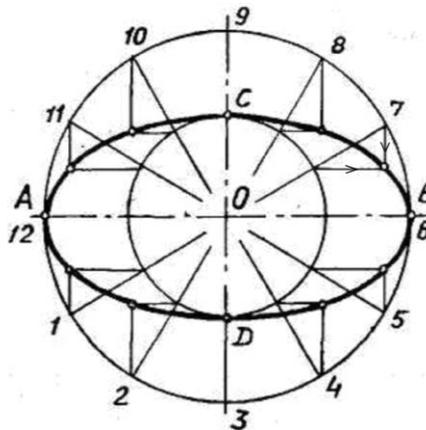


Рис. 2

Построение нормали и касательной  
в произвольной точке  $M$

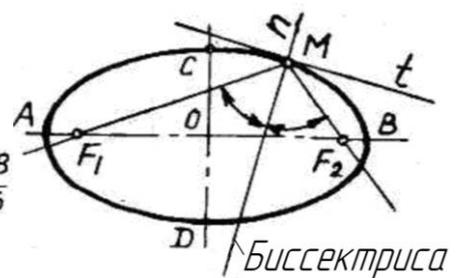
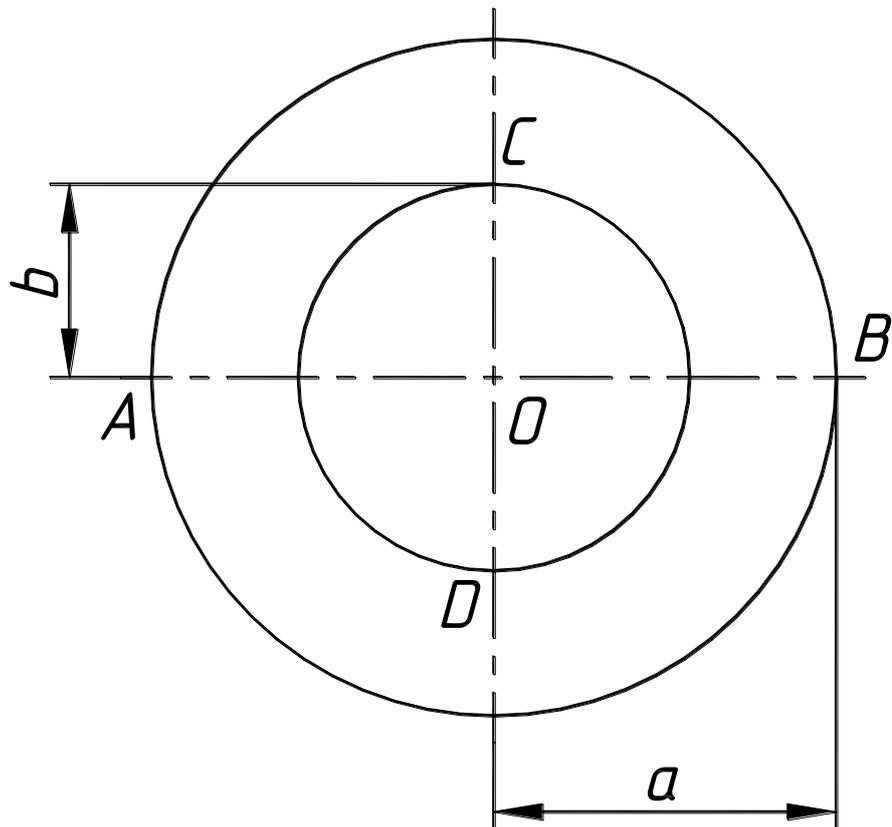


Рис. 3

**Упражнение 14.**

- а) Построить эллипс. Большая полуось равна  $a$ , малая -  $b$ , число делений для вспомогательных построений — 12.
- б) В правой верхней четверти эллипса задать произвольную точку  $K$  и построить к ней касательную прямую  $t$  (см. образцы на рис. 1-3).

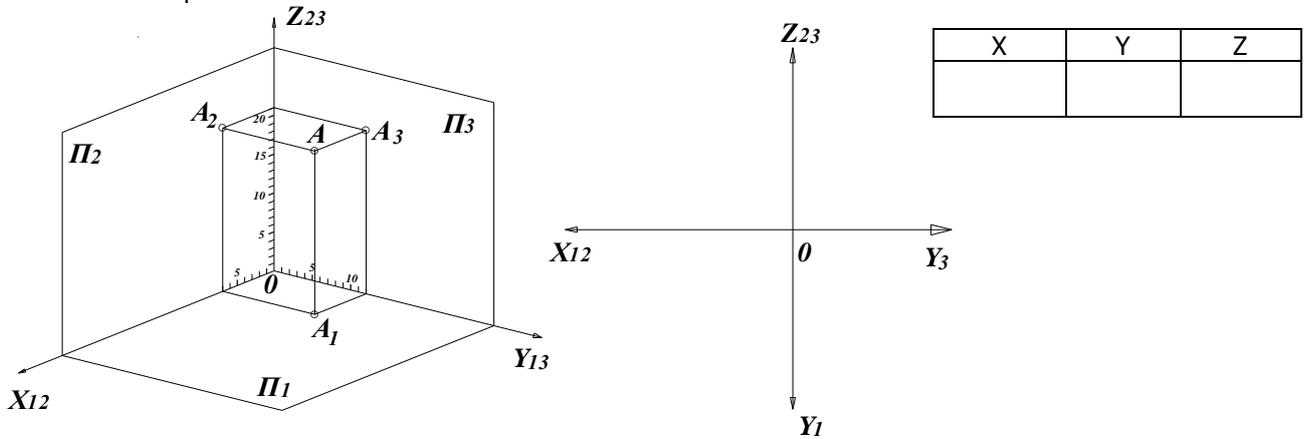




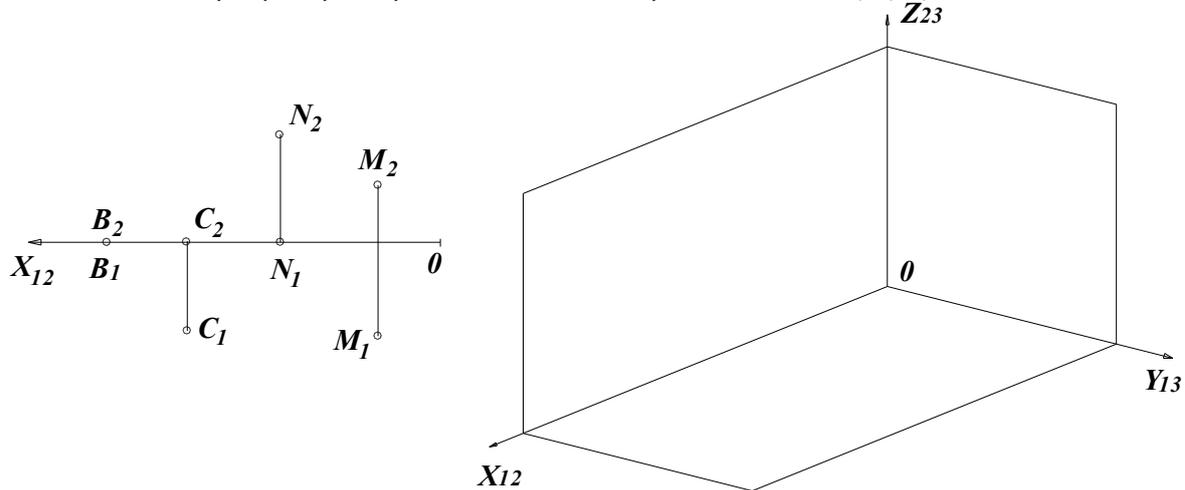
## НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. Упражнения, задания

### ТОЧКА НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

16. По наглядному изображению точки  $A$ , записать её координаты в таблицу и построить трехкартинный комплексный чертеж.

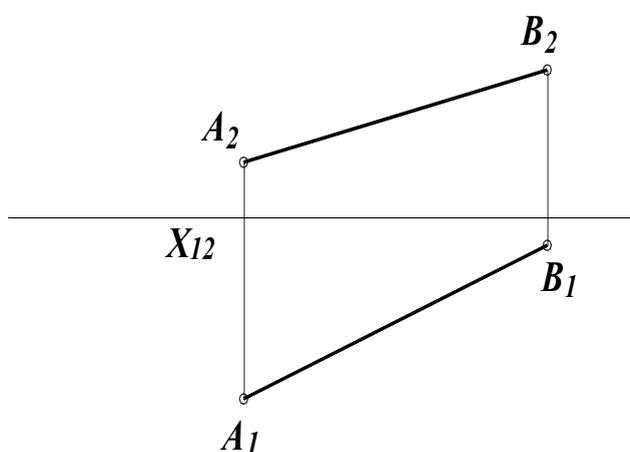


17. По комплексному чертежу построить наглядное изображение точек:  $B, C, N, M$ .

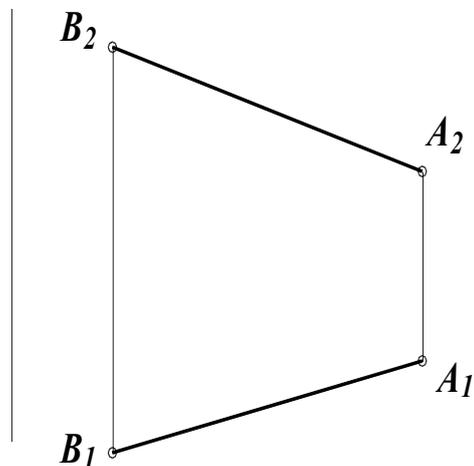


### ПРЯМАЯ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

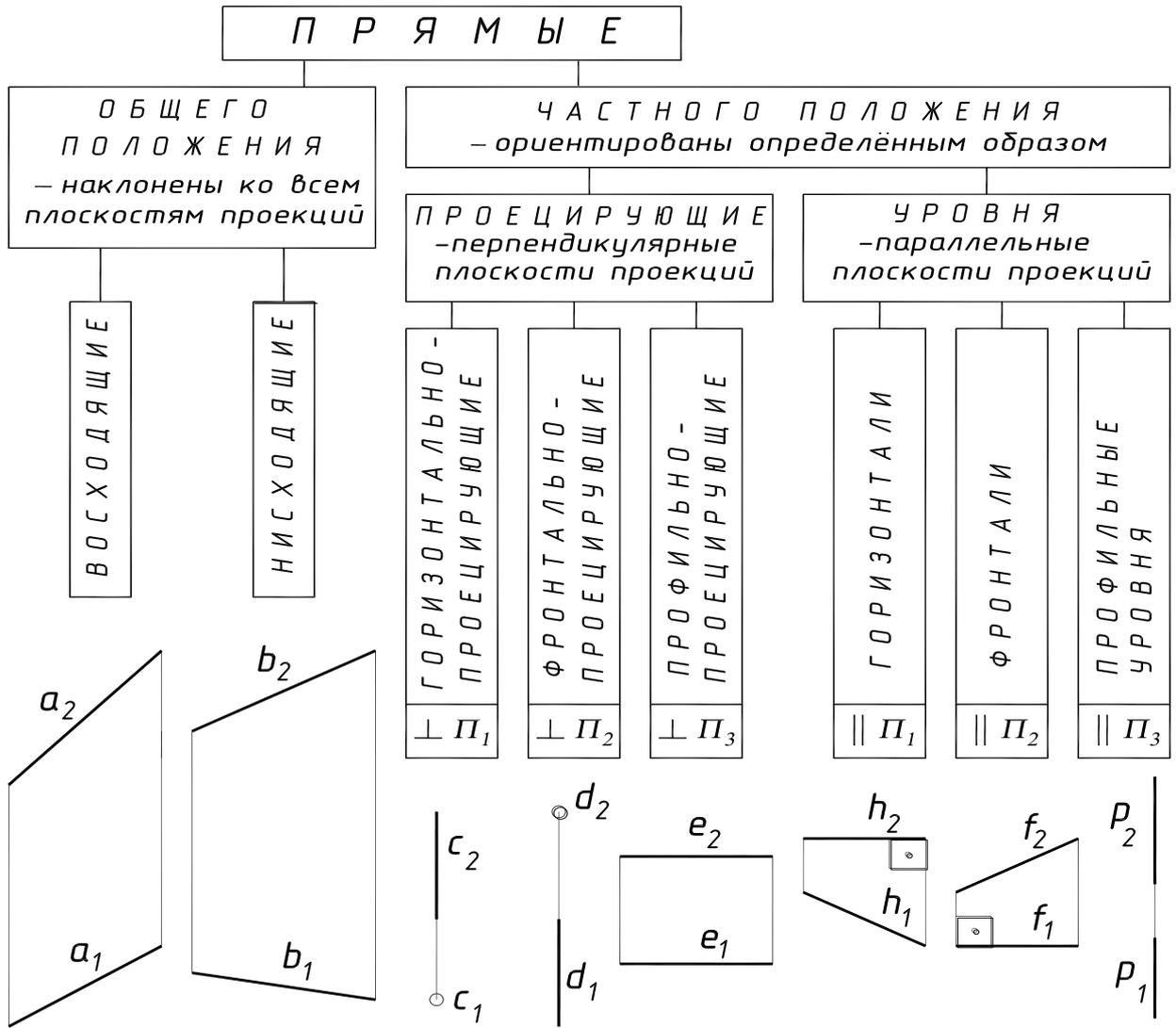
18. Определить натуральную величину отрезка и углы наклона его к  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ .



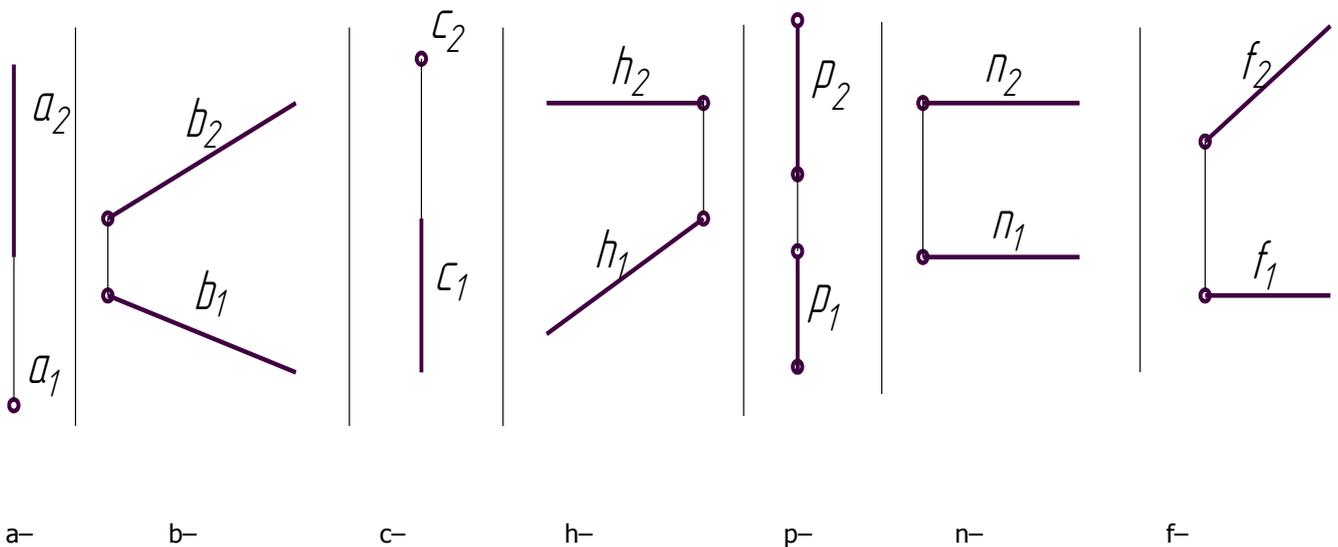
19. На прямой  $AB$  от точки  $A$  отложить отрезок  $AC$ , равный 20 мм.



**Классификация прямых в зависимости от их положения относительно плоскостей проекций**

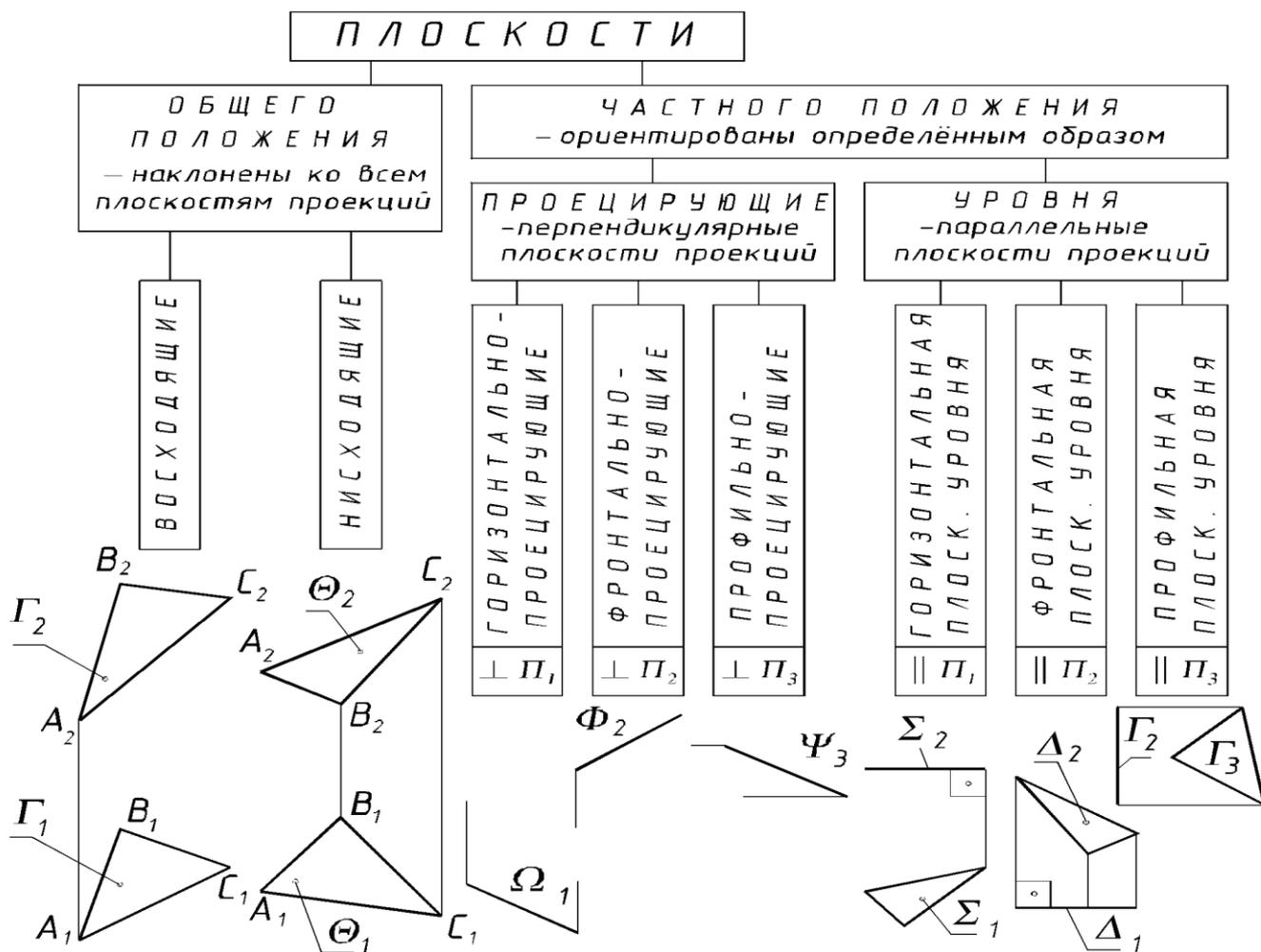


20. Определить положение прямых, изображенных на чертеже, относительно плоскостей проекций. Указать про-екции, изображающие прямые в натуральную величину.

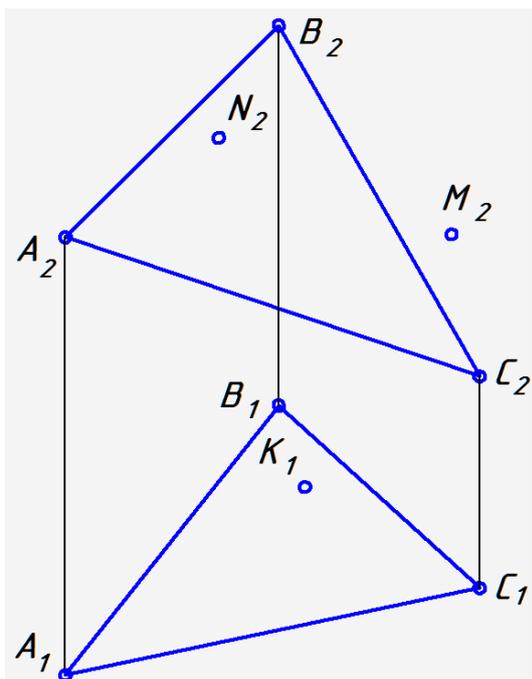


## ПЛОСКОСТЬ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

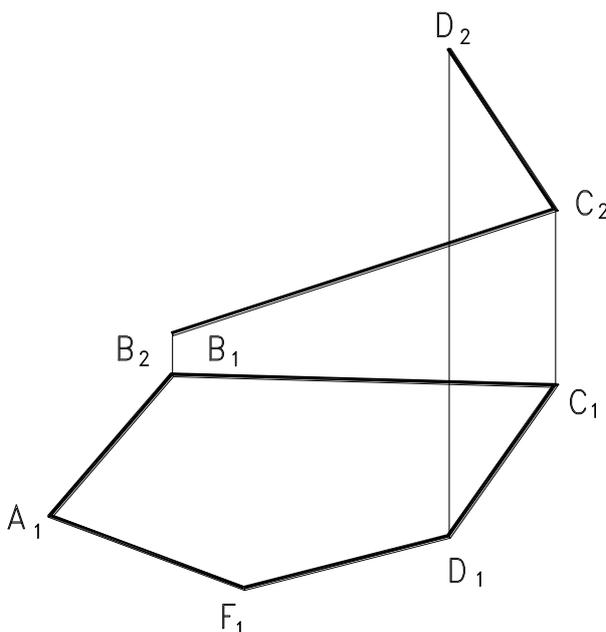
Классификация плоскостей в зависимости от их положения относительно плоскостей проекций



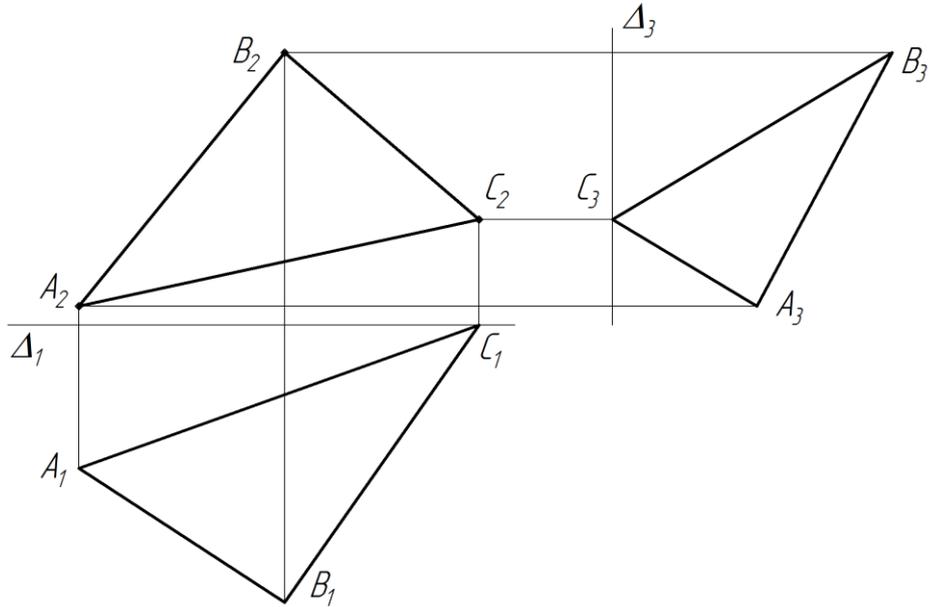
21. Определить недостающие проекции точек K, M, N, принадлежащих плоскости  $\Delta(ABC)$ .



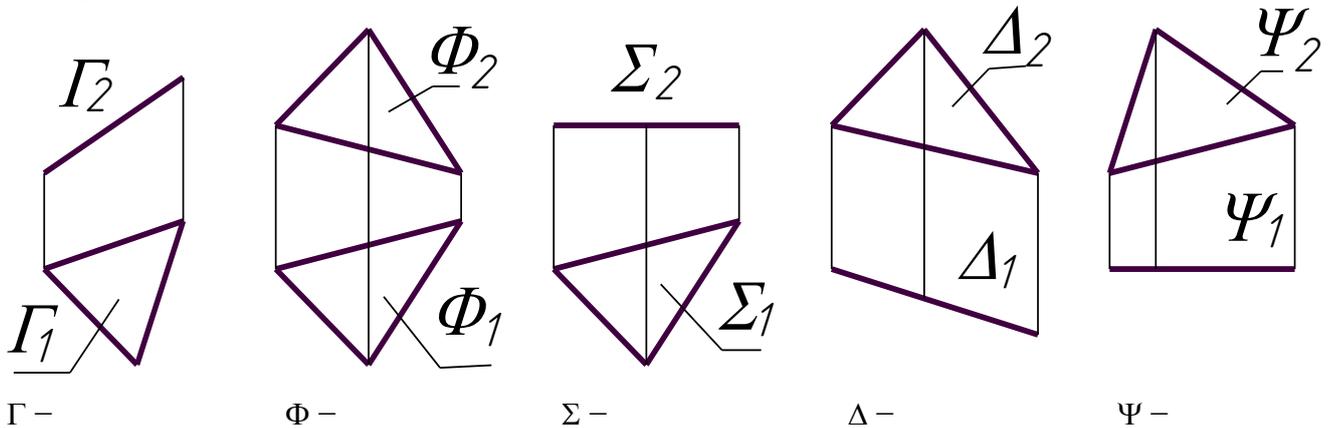
22. Дорисовать фронтальную проекцию плоского пятиугольника



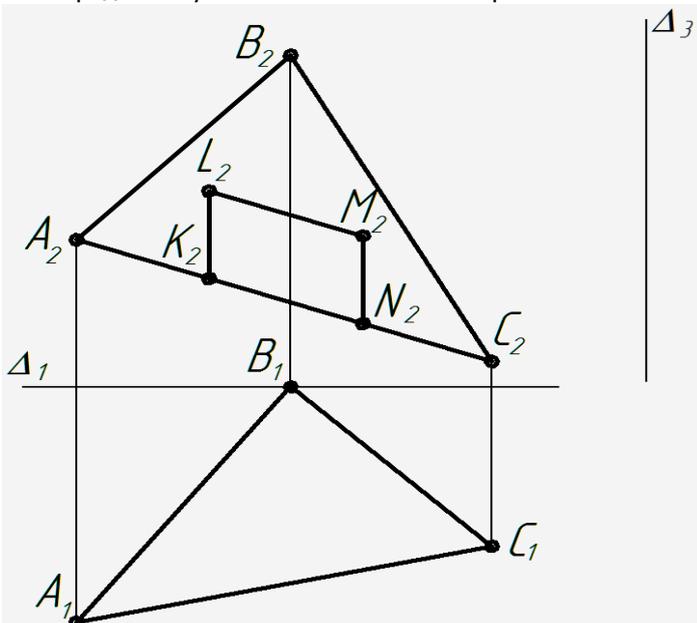
23. Построить в плоскости треугольника **ABC** прямые уровня: горизонталь, фронталь и профильную прямую.



24. Определить, какое положение занимают данные плоскости относительно плоскостей проекций.



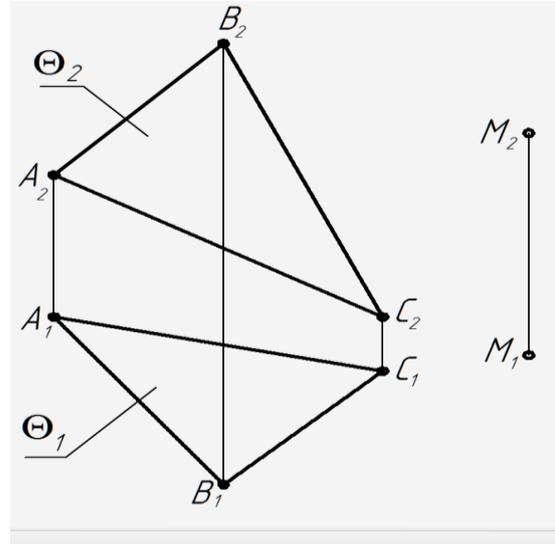
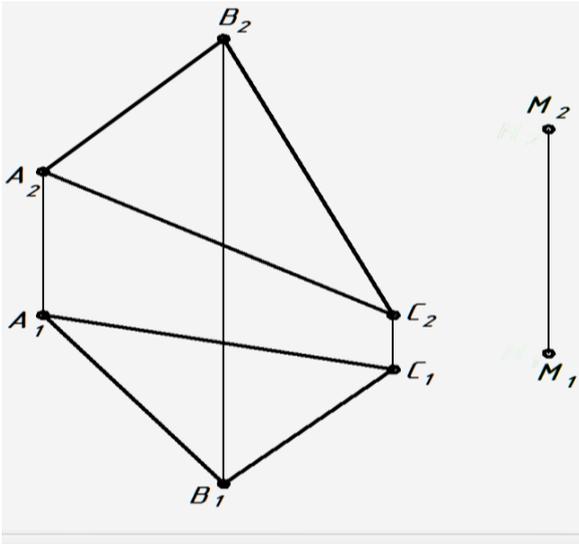
25. Используя базовые линии  $\Delta_1$  и  $\Delta_3$ , построить: 1) профильную проекцию  $\Delta ABC$ . 2) горизонтальную и профильную проекции четырёхугольника  $KLMN$ ,  $\in \Delta ABC$ . 3) натуральную величину стороны  $AC$  треугольника, определить угол её наклона « $\alpha$ » к горизонтальной плоскости (методом прямоугольного треугольника).



## ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМОЙ И ПЛОСКОСТИ, ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

26. Через точку  $M$  провести плоскость  $\Theta$  ( $n \perp l$ ), перпендикулярную пл.  $\Delta ABC$ .

27. Через точку  $M$  провести плоскость  $\Phi$  ( $m \parallel n$ ), параллельную плоскости  $\Theta$ .



### Графическая работа № 2 «Точка, прямая, плоскость»

- Построить: 1) по координатам точек  $A, B, C$  две проекции плоскости  $\Theta$ , заданной  $\Delta ABC$ ;  
 2) профильную проекцию  $\Delta ABC$ ;  
 3) прямоугольник  $K_2L_2M_2N_2$  размером  $25 \times 20$  мм на фронтальной проекции  $\Delta ABC$ ;  
 4) горизонтальную и профильную проекции четырёхугольника  $KLMN$ ,  $\in \Theta$ ;  
 5) натуральную величину стороны (любой) треугольника и угол её наклона « $\alpha$ » к горизонтальной плоскости (методом прямоугольного треугольника). Варианты задания в [2]. Образец выполнения графической работы представлен ниже.

Лист № 1

Стор. №

Велич. шрифта

Лист № 1

Лист № 1

Лист № 1

БПБ 11.130200.05

БПБ 11.130200.05			
Ф.И.О.	№ докум.	Лист	Всего
Результат	Время	Лист	Листов
Тема	Тема	Лист	Листов
Наименов.			
Стр.			

Точка, прямая, плоскость

Лист 1

Листов 1

ДГТУ

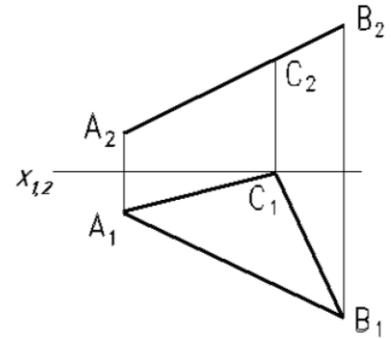
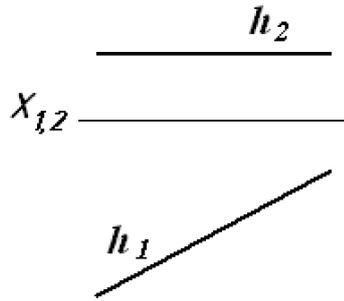
Кафедра ИиКТ

Формат А3

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА**  
**Способ замены плоскостей проекций**

28. Преобразовать горизонталь в проецирующую прямую.

29. Определить натуральную величину треугольника ABC.



**Графическая работа № 3**  
**«Преобразование комплексного чертежа. Метрические задачи».**

Методом замены плоскостей проекций определить расстояние (H) от точки S до плоскости  $\Theta$ , заданной треугольником ABC. Координаты точек взять из предыдущей работы. Образец выполнения графической работы представлен ниже (формат А3).

Перед листом

Сторона №

Резерв листа №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

БЛБ11.130200.03

Имя	Иванов
№ задачи	11
Результат	Метрические задачи
Проверено	Иванов
Дата	
Учитель	
Сектор	
Учебный центр	

БЛБ11.130200.03

Преобразование КЧ.

Метрические задачи

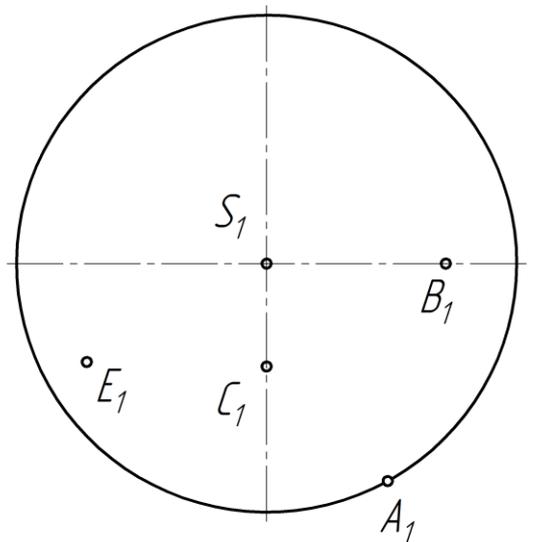
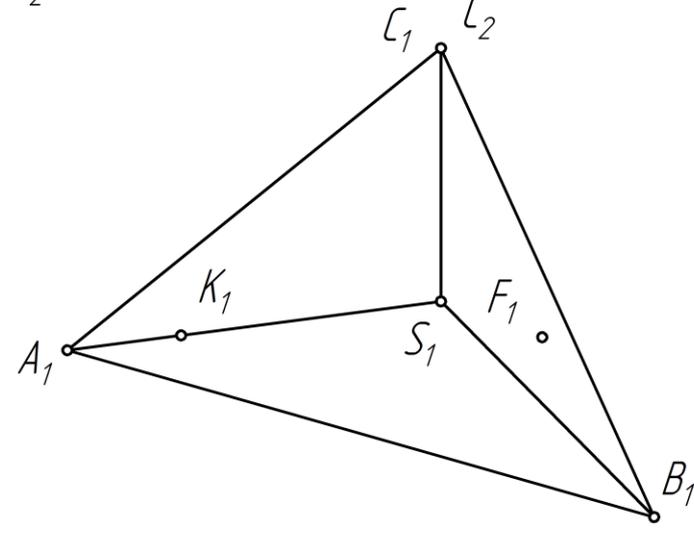
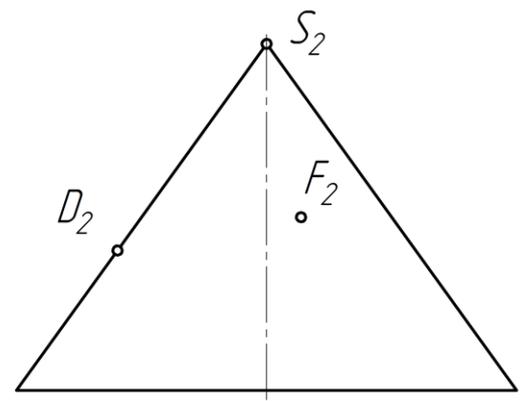
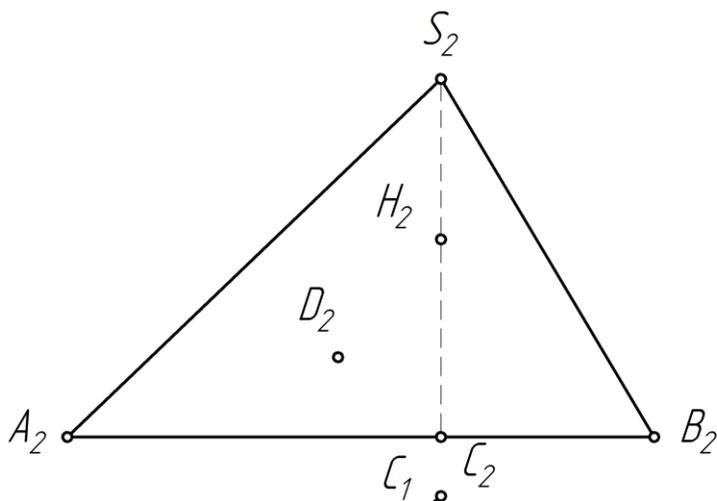
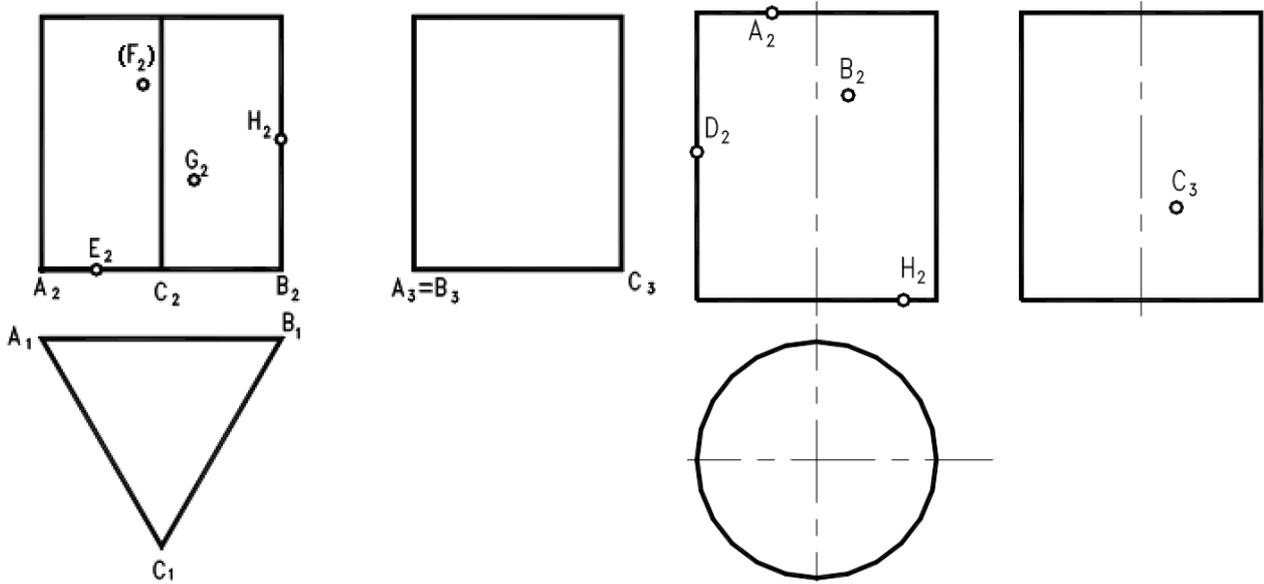
Лист	11
Масштаб	
Дата	
Листов	1
ДГТУ	
Кафедра ИИКТ	

Копировала

Формат А3

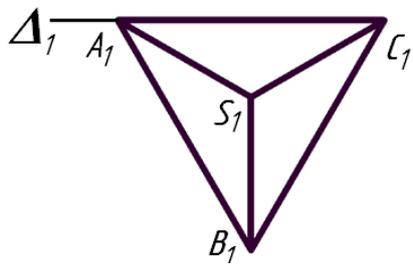
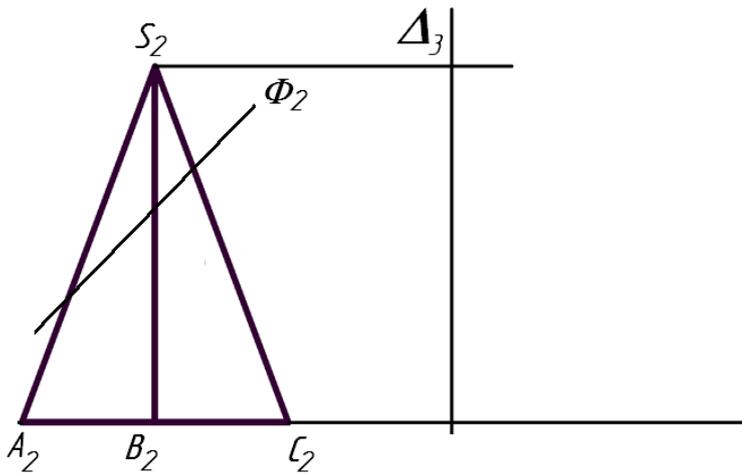
**МНОГОГРАННИКИ И ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ (ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ)**

30. Найти недостающие проекции точек, принадлежащих поверхностям.

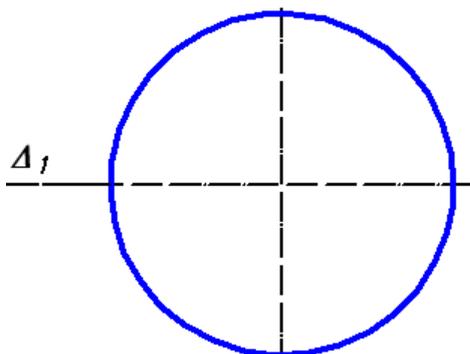
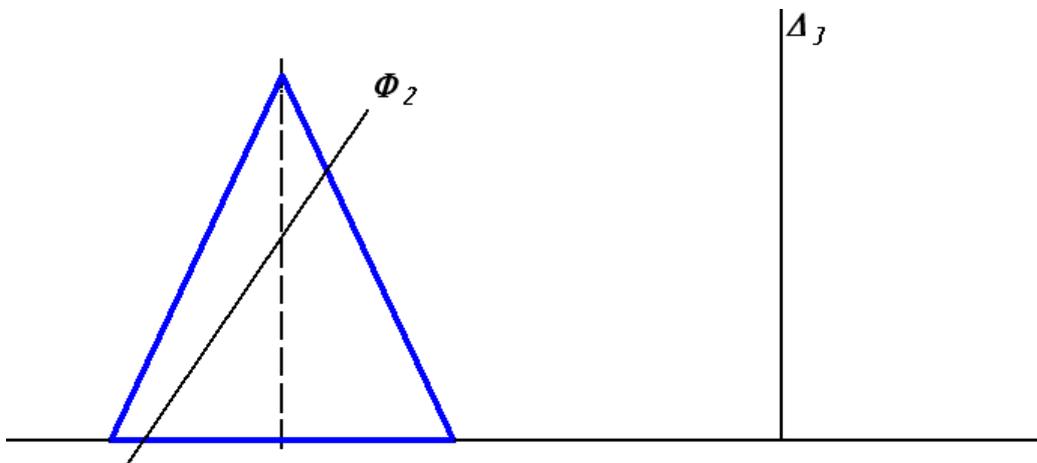


31. Построить: 1) профильную проекцию тела; 2) горизонтальную и профильную проекции линии сечения его фронтально-проецирующей плоскостью; 3) натуральную величину сечения.

a)



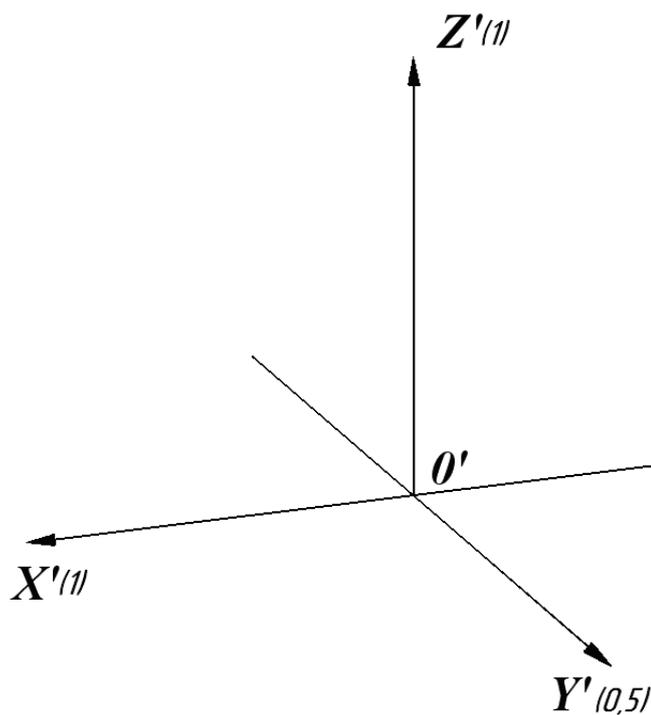
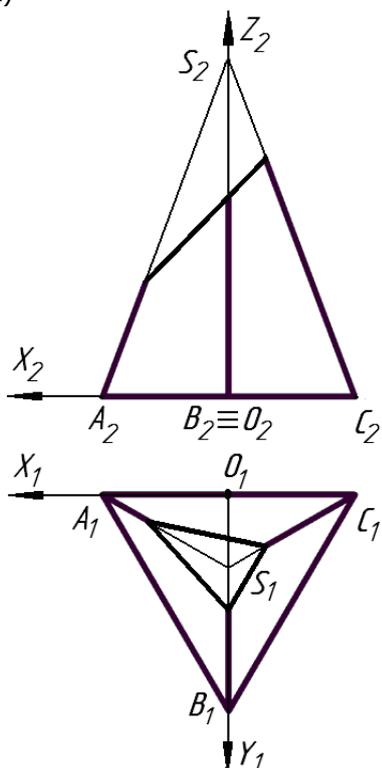
б)



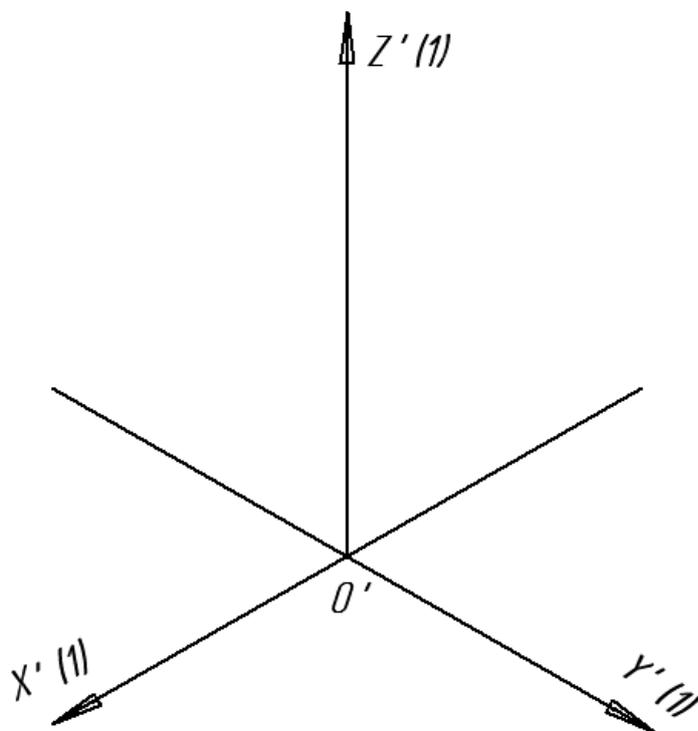
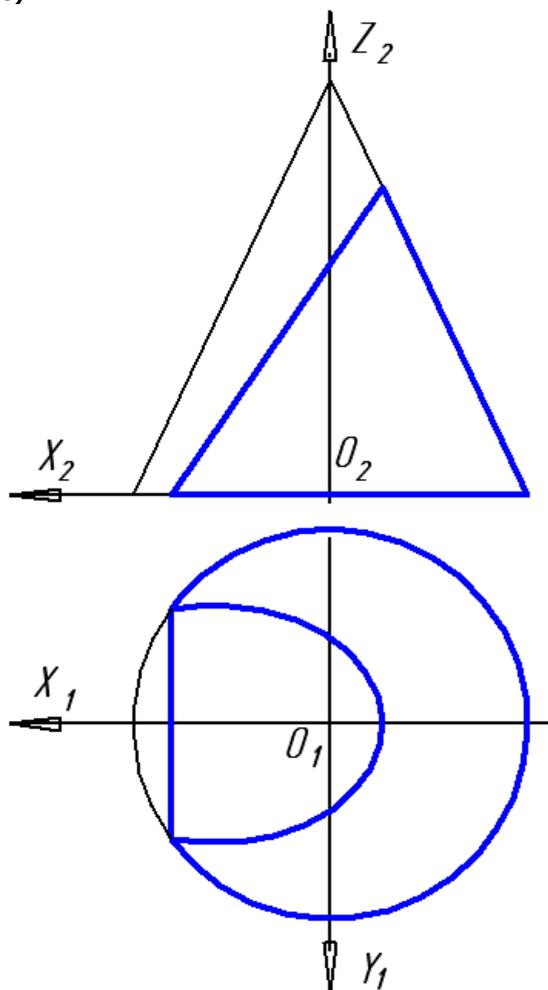
### АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

32. Выполнить аксонометрические проекции усечённых тел

а)



б)



Графическая работа № 4 «Геометрическое тело. Сечение. Аксонометрия».

Построить: 1) профильную проекцию тела; 2) горизонтальную и профильную проекции линии сечения его фронтально-проецирующей плоскостью; 3) натуральную величину сечения; 4) диметрию многогранника и изометрию тела вращения. Варианты задания в [2].  
Образцы выполнения графической работы представлены ниже (формат А3).

БПБ11.130200.04

M 106-1

Элементы пирамиды и их положение	
Ребра	Грани
AB, CD, DE, FA – горизонтали	ABCDE – горизонтальная уробня
AS, SD – фронтали	BSC, ESF – профильно-проецирующ
SB, SC, SE, SF – общего положения	Остальные – общего положения

БПБ11.130200.04

Лист	Листов	Листов	Листов	Лист	Листов	Листов
						11

Геометрическое тело.  
Сечение. Аксонометрия

ДГТУ  
Кафедра ИиКГ

Копирован Формат А3

БПБ11.130200.04

M 122-1

Элементы конуса и их положение	
Ребра	Грани
AB, CD, DE, FA – горизонтали	ABCDE – горизонтальная уробня
AS, SD – фронтали	BSC, ESF – профильно-проецирующ
SB, SC, SE, SF – общего положения	Остальные – общего положения

БПБ11.130200.04

Лист	Листов	Листов	Листов	Лист	Листов	Листов
						11

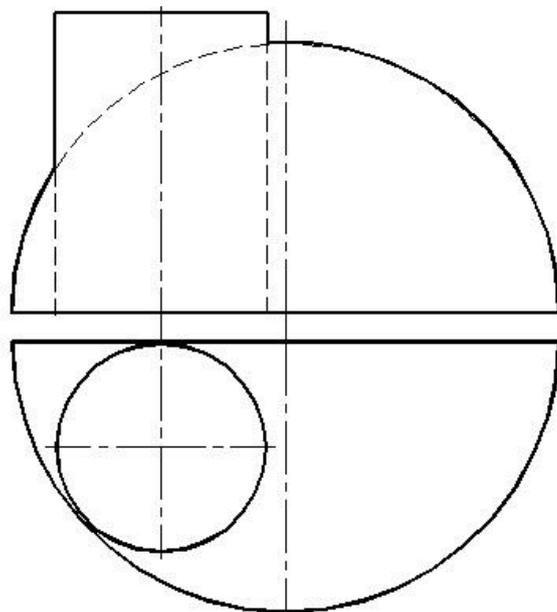
Геометрическое тело.  
Сечение. Аксонометрия

ДГТУ  
Кафедра ИиКГ

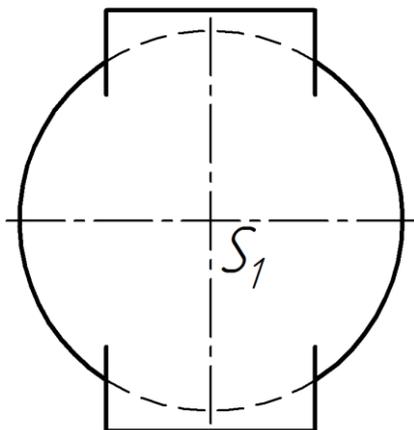
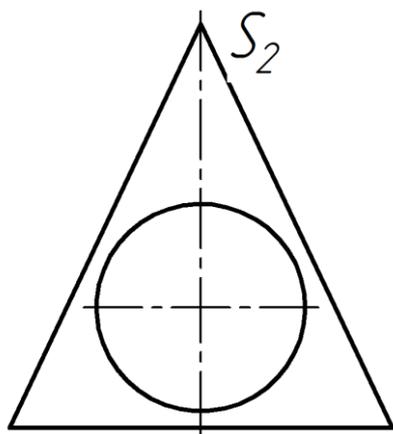
Копирован Формат А3

## ПОВЕРХНОСТИ

33. Построить профильные проекции тел и линию пересечения их поверхностей.



a)



б)

Графическая работа № 5 «Пересечение поверхностей» может иметь два исполнения:

**1)- традиционное (в карандаше).** На формате А3 по двум заданным проекциям геометрических тел вычертить их профильную проекцию. Построить три проекции линии взаимного пересечения этих тел, определить её видимость. Варианты задания и рекомендации по выполнению в [2,3].

**2)- компьютерное.** По заданным размерам тел сформировать компьютерные пересекающиеся их модели и представить распечатку. Выполнить и распечатать на формате А3 ассоциативный чертёж пересекающихся тел, содержащий виды: спереди, сверху, слева. Образец выполнения графической работы представлен ниже.

УМ11.011300.05

УМ11.011300.05

**Пересечение поверхностей**

Имя	Универс	Место	Дата

Инт. Месес. Квалификац.

11

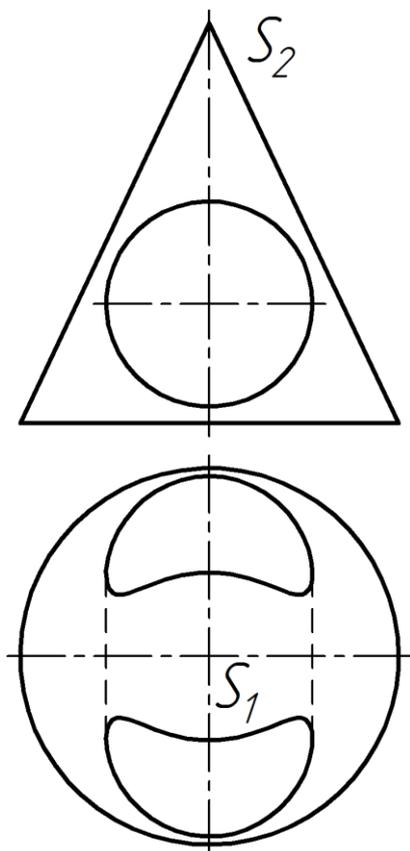
ЦГТУ  
Кафедра "ИЖТ"

Копировал

Формат А4

### РАЗВЁРТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

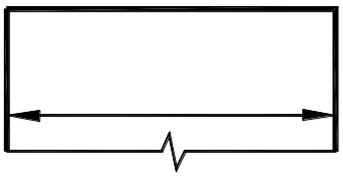
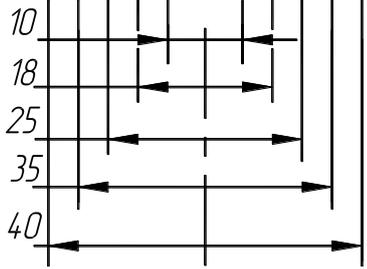
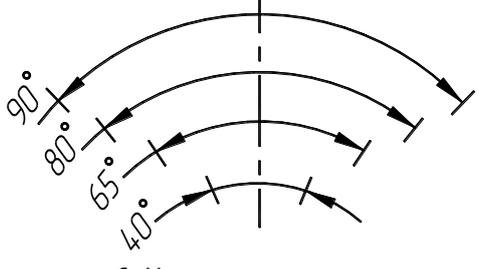
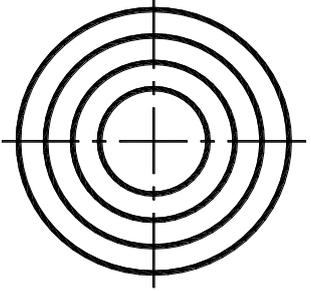
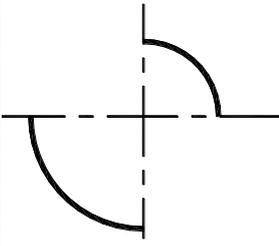
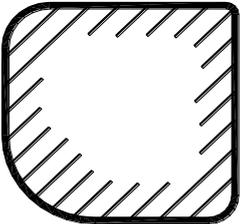
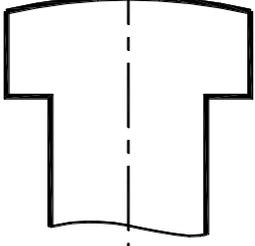
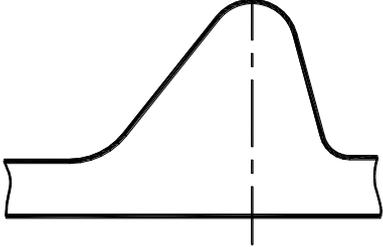
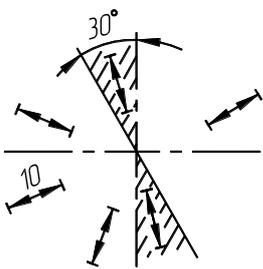
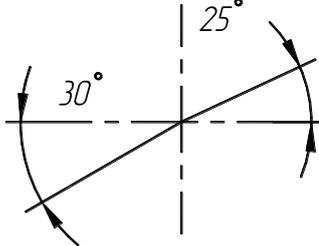
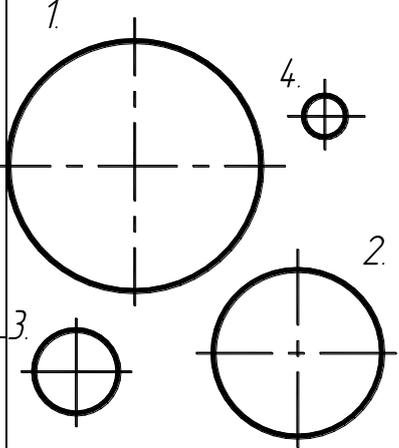
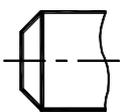
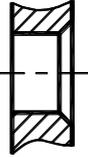
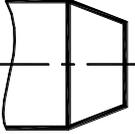
34. Построить развёртку боковой поверхности конуса с цилиндрическим отверстием.



## ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

### НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ (ГОСТ 2. 307- 2011)

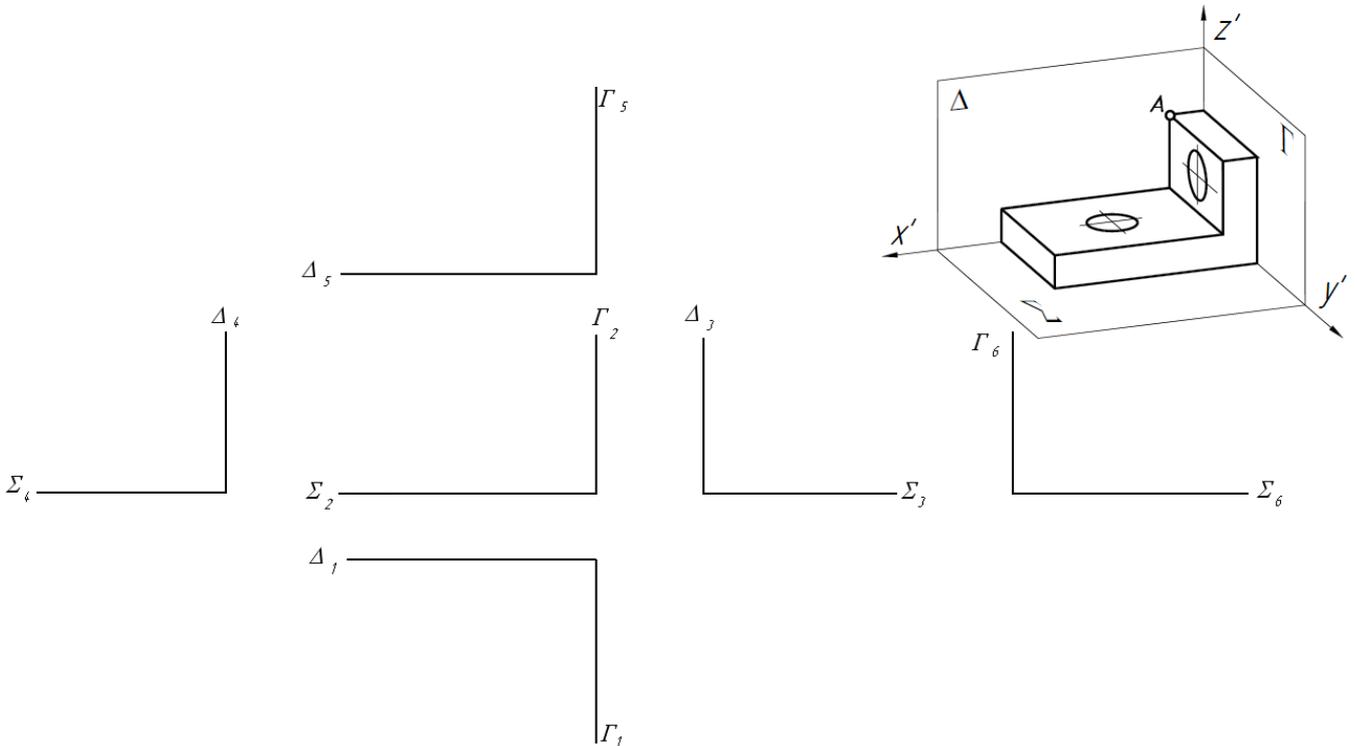
**Упражнение 35.** На представленных фрагментах выполнить указанные действия.

 1. Нанести размерные линии	 2. Заменить стрелки засечками	 3. Заменить стрелки точками	 4. Проставить размер 40 и заштриховать прямоугольник
Проставить размерные числа			
 5. Нанести размерные числа	 6. Нанести размерные числа угловых размеров	 7. Нанести диаметры – 20, 30, 40, 50 мм	
8. Нанести радиусы скруглений:			
 а) 20, 10	 б) 15, 10, 5, 1	 в) 320	 9. Нанести выносные и размерные линии на криволинейном выступе
 10.	 11.	 12. Нанести размеры диаметров окружностей, мм: 1 – 30; 3 – 10; 2 – 20; 4 – 5.	
Нанести указанные размерные числа на размерные линии			
13. Нанести размеры фасок			
 а) катет – 2 мм, угол – 45°	 б) катет – 3 мм, угол – 45°	 в) катет больший – 5 мм, угол – 30°	

# ИЗОБРАЖЕНИЯ (ГОСТ 2.305-2008)

## ВИДЫ ОСНОВНЫЕ

**Упражнение 36.** По наглядному изображению построить **шесть основных видов**, измеряя длину, ширину и высоту объекта от базовых плоскостей соответственно  $\Gamma$ ,  $\Delta$ ,  $\Sigma$  и откладывая их на чертеже от одноимённых базовых линий. Размеры объекта, измеренные в направлении оси  $y'$ , на изображениях видов увеличить в два раза. На всех видах обозначить проекции точки A.



Графическая работа № 6 «Виды основные»

УР11.130200.06

№ вид. и дата  
 № лист. и дата  
 № экз. и дата  
 № табл. и дата  
 № стр. и дата  
 № пер. и дата  
 № табл. и дата  
 № стр. и дата

Изм.	Высот.	№ экз.	Дата	Взам.
Разработ.				
Провер.				
Тех. контр.				
Нач. контр.				
Испол.				

УР11.130200.06

Лист	Масса	Масштаб
	0,36	1:1
Высот.		Листов 1

ДГТУ  
Кафедра ИиКГ  
Формат А3

28

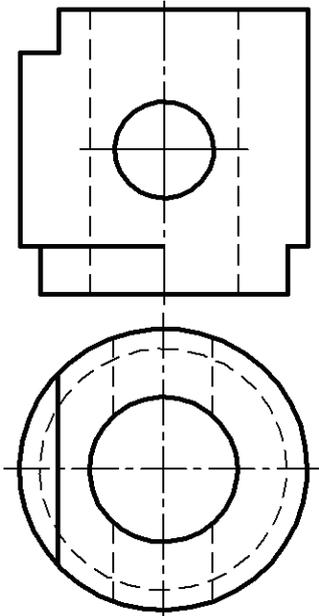
На формате А3 по данному наглядному изображению детали, принимая вид по стрелке за главный (спереди), построить шесть её основных видов.

Изобразить невидимые элементы детали штриховыми линиями, а оси отверстий и плоскости симметрии — штрихпунктирными линиями.

Указать и обозначить на всех видах базовые линии (вырожденные проекции базовых плоскостей  $\Sigma$ ,  $\Delta$ ,  $\Gamma$ ), а также проекции заданных точек К, Л, М. Образец выполнения см. выше. Варианты задания «Виды основные» и рекомендации по выполнению в [2, 18].

### РАЗРЕЗЫ

**Упражнение 37.** Построить вид слева. Выполнить горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы, совместив их с половинами соответствующих видов.



### Графическая работа № 7 «Разрезы»

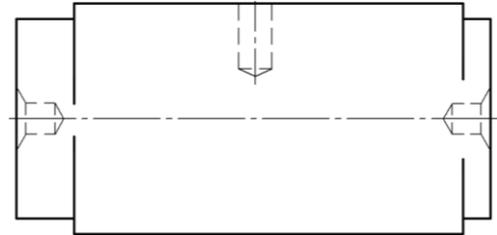
ЛРМ 130200.07

A-A

ЛРМ 130200.07				Лист	Масса	Масштаб
Имя	№ докум.	Дата	Матр.	Деталь. Разрезы Сталь 45 ГОСТ 1050-88 ДГТУ Кафедра ИиКГ		
Фамилия	Исполн.	Сектор	Семестр			
Группа	Исполн. в.д.					
Проф.						
И.контр.				Лист	Листов	1
Чит.				Формат А3		

По двум видам (спереди и сверху) на формате А3 построить вид слева.  
 Выполнить фронтальный, горизонтальный и профильный разрезы, совместив их с половинами или частью видов: спереди, сверху, слева.  
 Проставить размеры. В графах: наименование чертежа указать «Деталь», материал - «Сталь 45 ГОСТ 1050—88».  
 Варианты задания в [2]. Образец выполнения на с. 30.

МЕСТНЫЕ РАЗРЕЗЫ

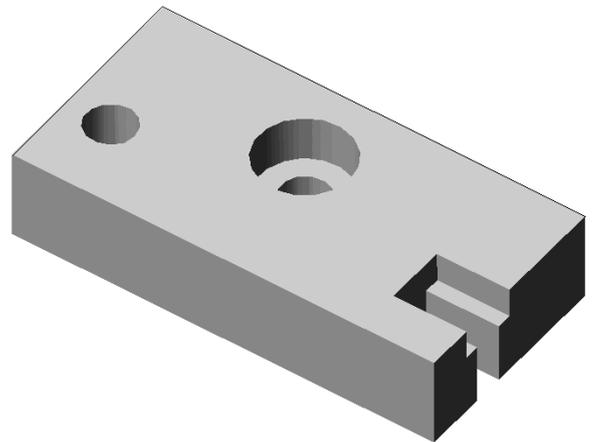
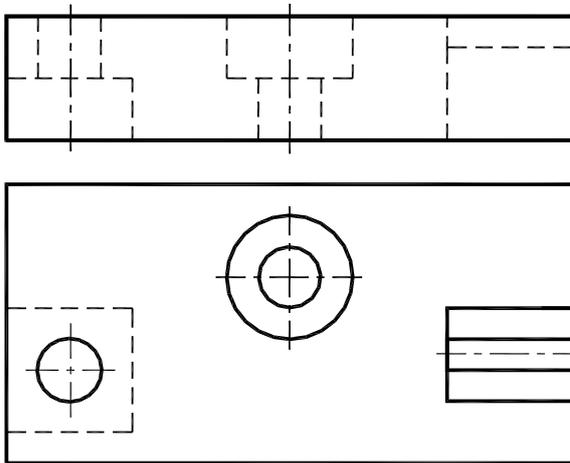


**Упражнение 38.** Выполнить местные разрезы вала.

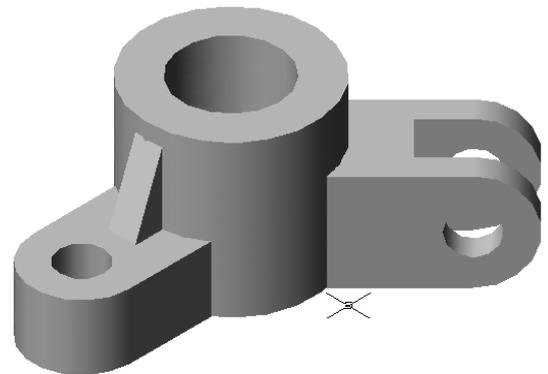
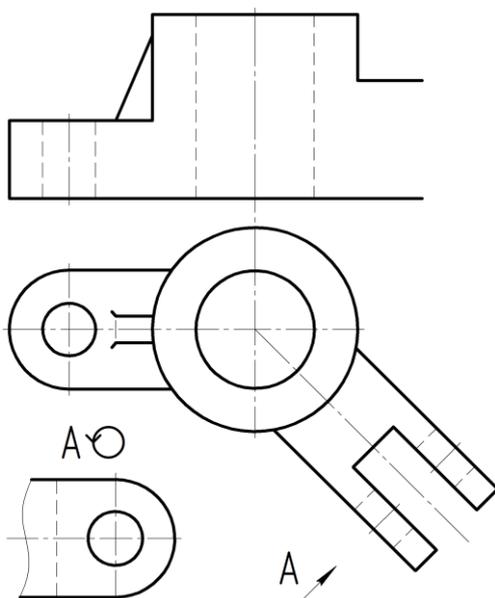
РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ

**Упражнение 39.**

- 1) Выполнить и обозначить ступенчатый разрез, совместив его с видом спереди. На виде сверху указать положения секущих плоскостей.



- 2) Выполнить и обозначить ломаный разрез, совместив его с видом спереди. На виде сверху указать положения секущих плоскостей.

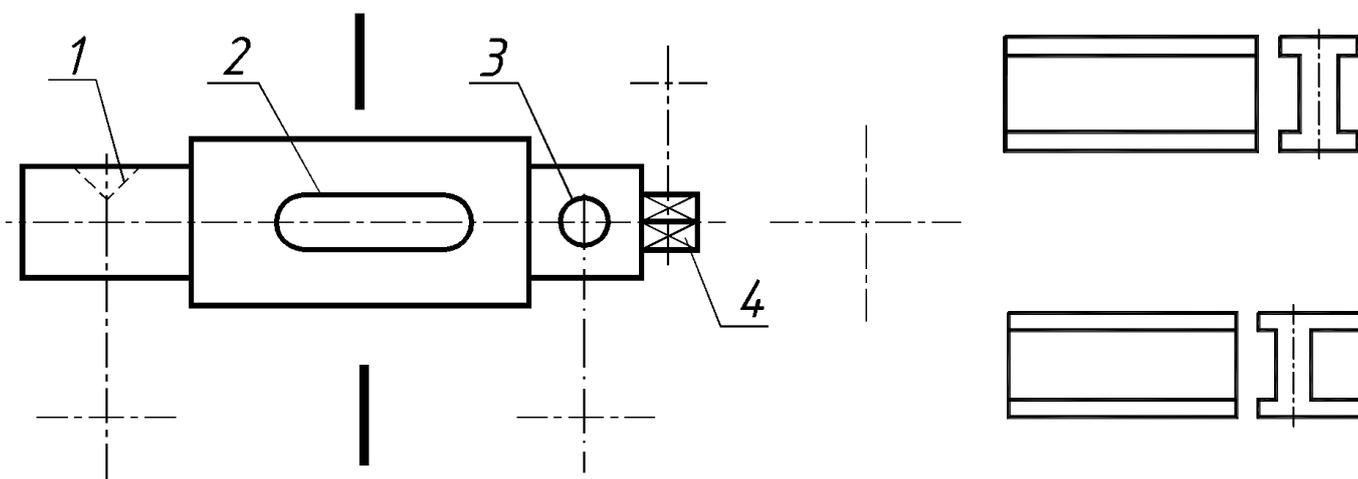


## СЕЧЕНИЯ

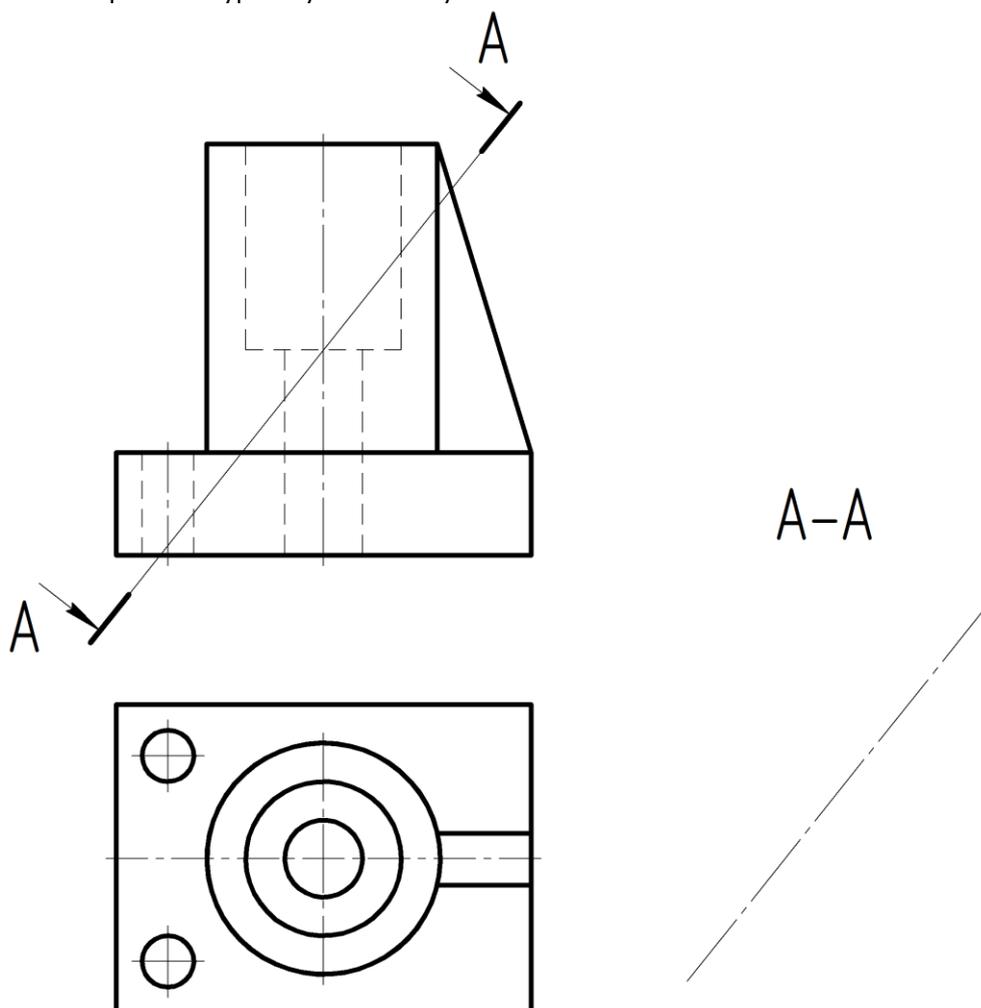
**Упражнение 40.** Оформить вынесенные сечения вала плоскостями, проходящими через его конструктивные элементы:

- 1 – коническое углубление;
- 2 – шпоночный паз, глубиной 4 мм;
- 3 – цилиндрическое сквозное отверстие;
- 4 – квадрат.

**Упражнение 41.** Оформить наложенное сечение двутавровой балки по виду слева.



**Упражнение 42.** Построить натуральную величину наклонного сечения А-А.

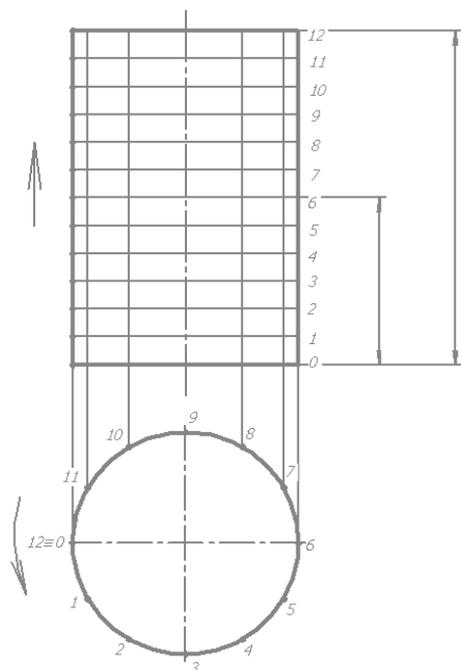


## ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

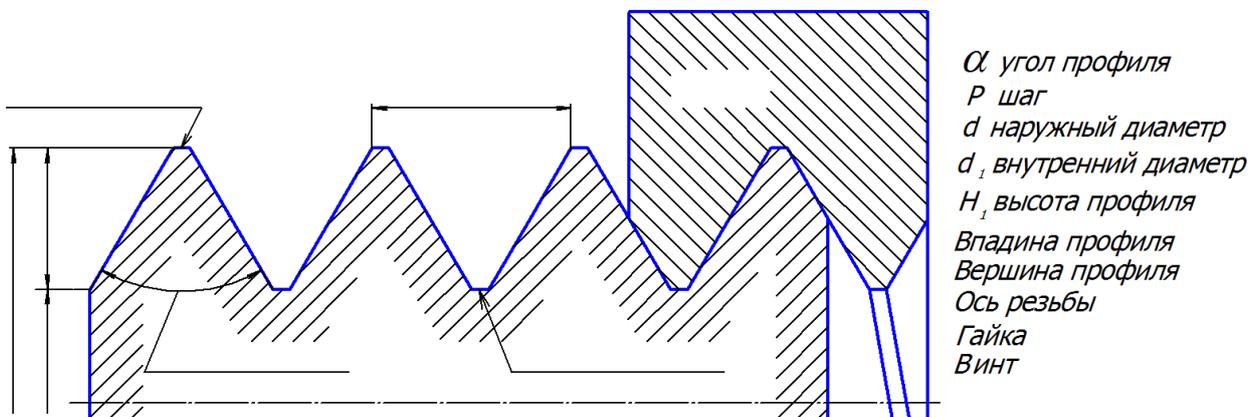
### СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ

### СОЕДИНЕНИЯ РЕЗЬБОВЫЕ

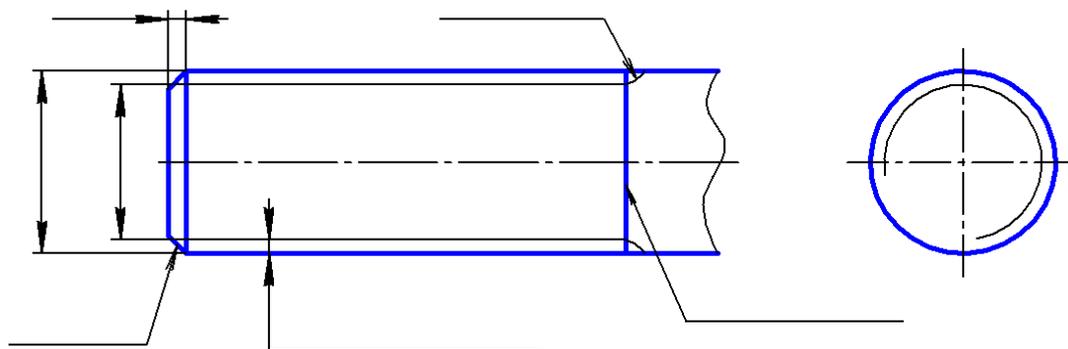
**Упражнение 43.** Построить одно- и двухзаходную винтовые линии. Указать ход и шаг, а также аналитическую связь между ними.



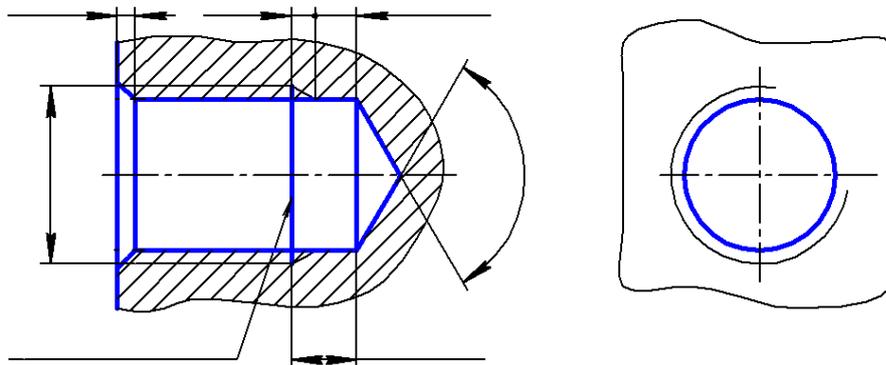
**Упражнение 44.** На осевом разрезе резьбового соединения нанести его параметры и названия элементов, указанные справа.



**Упражнение 45.** На изображении **наружной резьбы** нанести размеры и обозначить следующие её элементы:  $d$ ,  $d_1$ ,  $\sim P \times 45^\circ$ , фаска, сбег, граница резьбы, рекомендуемый интервал высоты профиля (не менее 0,8 мм и не более шага  $P$ ).



**Упражнение 46.** На изображении **внутренней резьбы** дать размеры:  $d$ ,  $\sim P \times 45^\circ$  и обозначить следующие её элементы: сбеги, недовод, недорез, граница резьбы, угол конуса  $120^\circ$ \* - справочный размер при изображении сверлённого отверстия (в дальнейшем не указывается).



**Упражнение 47.** В центре изобразить стержень, наполовину ввёрнутый в резьбовое отверстие.



**Упражнение 48.** На рис. 6 изобразить стержень (рис. 4), ввёрнутый в резьбовое гнездо (рис. 5) на глубину  $a$ .

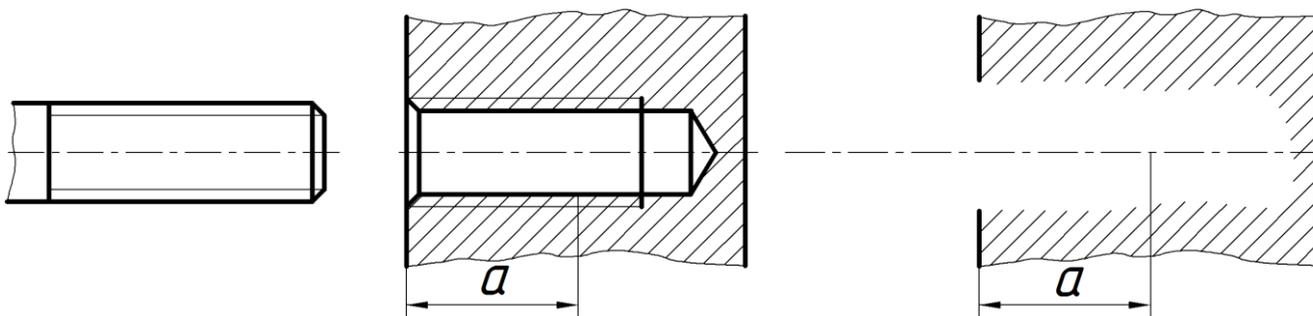


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

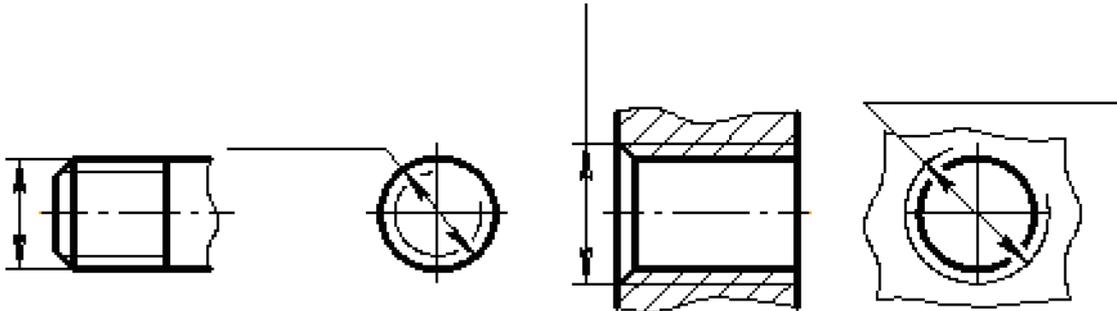
**Упражнение 49.** Дать обозначение **метрической, трапецидальной, упорной** резьбы (таблица 1), используя схему:

$Tr20 \times 8(P4)LH-6g$   
Условный символ профиля      Поле допуска  
Наружный диаметр      Левая  
Ход ( $S=P \times n$ )      Шаг ( $P$ )

Табл. 1

Параметры резьбы	Обозначение
Метрическая, диаметр 20, шаг крупный 2,5, поле допуска 6g	
Метрическая, диаметр 20, шаг мелкий 1,5, левая, поле допуска 6H	
Трапецидальная, диаметр 24, шаг 5, левая	
Упорная, диаметр 40, шаг 7	
Трапецидальная, диаметр 24, двухзаходная, шаг 5, (ход резьбы $S = 2 \times 5 = 10$ )	

**Упражнение 50.** На изображениях, представленных ниже, нанести обозначения первых четырёх резьб из таблицы 1.



**Упражнение 51.** Изобразить на длине «а» и обозначить наружную трубную резьбу, если условный проход трубы 1/2" (рис. 7).

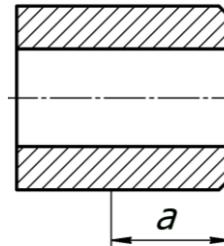
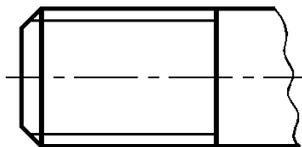


Рис. 7

**Упражнения 52.** На чертеже детали с прямоугольной (нестандартной) резьбой показать, с помощью выносного элемента, её профиль. Нанести выносные и размерные линии.



**Упражнения 53.** Трубы 1 и 2, с наружной и внутренней трубной резьбой на концах (рис. 8, а), образуют различные соединения. Выполнить, совмещённые с видами, разрезы (в нижней половине) соединений труб:

- непосредственно ввёрнутых друг в друга (рис. 8, б);
- муфтой 3 (рис. 8, в);

Рис. 8, а

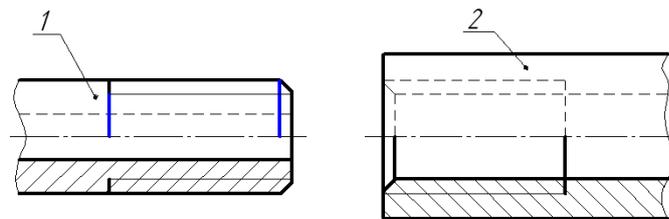


Рис. 8, б

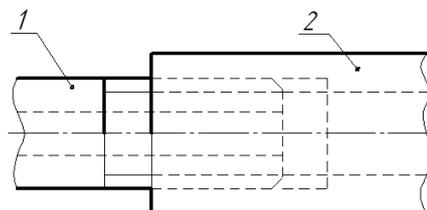
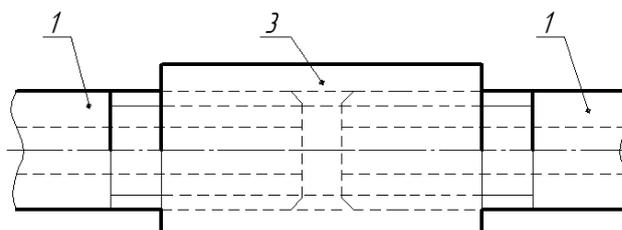
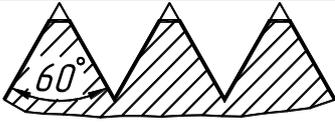
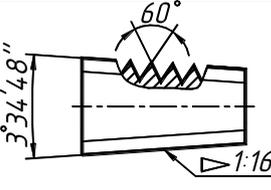
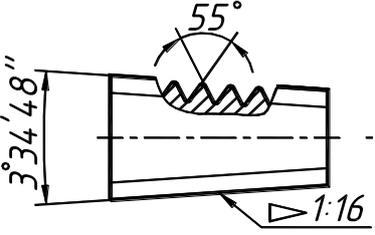
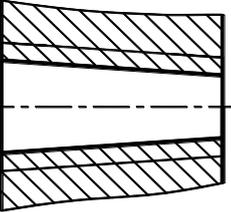
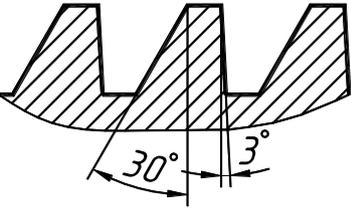


Рис. 8, в



ОСНОВНЫЕ СТАНДАРТНЫЕ ТИПЫ РЕЗЬБ

Таблица 2

№	Тип резьбы	Профиль	Условный символ профиля	Назначение
1	Метрическая ГОСТ 9150-81 ГОСТ 8724-81		M	Крепёжная
2	Метрическая коническая ГОСТ 25229-82		MK	Крепёжно-уплотнительная
3	Трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81		G	Крепёжно-уплотнительная
4	Трубная коническая ГОСТ 6211-81		R	Крепёжно-уплотнительная
4.1	-наружная			
4.2	-внутренняя		R <sub>c</sub>	
5	Тrapeцеидальная ГОСТ 9484-81		Tr	Кинематическая (ходовая)
	Упорная ГОСТ 10177-82		S	
7	Специальная	Резьба, имеющая стандартный профиль, но нестандартный диаметр или шаг	Sp M Sp Tr Sp S	Специальная метрическая Специальная трапецеидальная Специальная упорная

## КРЕПЁЖНЫЕ ДЕТАЛИ. СОЕДИНЕНИЯ РЕЗЬБОВЫЕ

Крепёжные детали – это болты, шпильки, винты, гайки, шайбы и др. Они используются для соединения других деталей, давая им соответственно наименования: болтовые, шпильчные, винтовые.

ГОСТ 2.315-68 предусматривает три типа изображений крепёжных деталей:

- конструктивное – по действительным размерам (полученных измерением с натуры или взятых из стандартов, нормалей, справочников);
- упрощённое – по условным соотношениям (через диаметр резьбы крепёжного изделия);
- условное – при диаметре стержня на чертеже  $\leq 2$  мм.

### Болт. Соединение болтом

Соединение болтами (рис. 9) применяют для скрепления преимущественно плоских деталей с отверстиями. В состав соединения входят также гайка и шайба (пружинная или плоская), внутренний диаметр которых подбирается по номинальному диаметру резьбы болта. Под конструктивной длиной болта « $l$ » подразумевается длина его стержневой части.

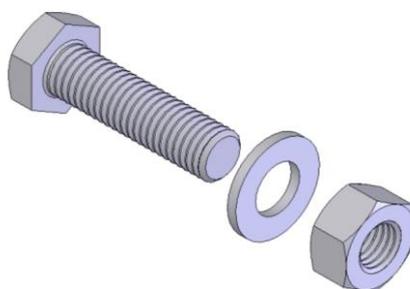


Рис. 9

### Графические работы: № 8,9 «Соединение болтовое»

1. **Спроектировать (рассчитать) в рабочей тетради соединение болтовое (рис. 10).**
2. **Выполнить: лист 8 - «Соединение болтовое». Сборочный чертёж (рис. 13); лист 9 - «Соединение болтовое». Спецификация (рис. 12).**

**Примечание:** Работы 8,9 могут быть выполнены на компьютере с представлением распечатки результатов на бумажном носителе.

Исходные данные для проектирования болтового соединения: чертёж соединяемых деталей (рис. 11), таблица 3 вариантов заданий, справочные материалы по крепёжным деталям (табл 4-6).

Расчёт параметров болтового соединения в табл.7, упр. 60.

Гайка и шайба подбираются по диаметру резьбы болта.

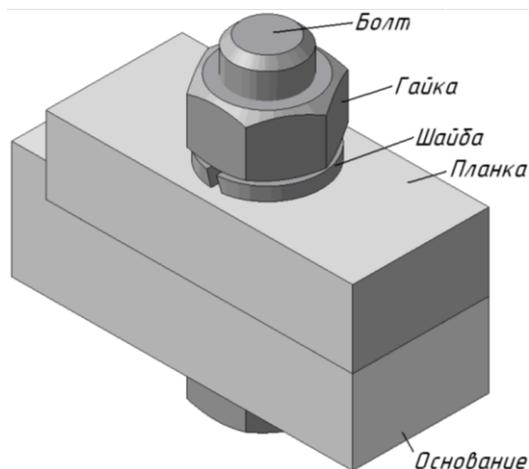


Рис. 10

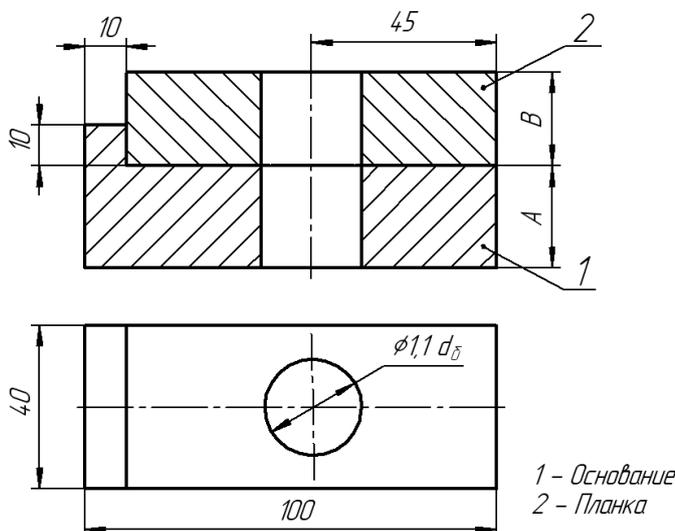


Рис. 11

### Варианты заданий

Таблица 3

№ варианта	Толщины деталей		Диаметр болта	№ варианта	Толщины деталей		Диаметр болта	№ варианта	Толщины деталей		Диаметр болта
	A	B	$d_6$		A	B	$d_6$		A	B	$d_6$
1	35	20	18	9	30	35	24	17	32	25	14
2	30	25	20	10	32	35	24	18	35	25	16
3	40	25	24	11	30	30	20	19	20	25	16
4	35	20	18	12	35	25	18	20	22	25	20
5	35	25	16	13	40	30	24	21	25	20	22
6	30	30	20	14	30	30	20	22	30	20	18
7	36	35	24	15	45	20	18	23	34	20	16
8	35	30	18	16	36	30	20	24	40	25	24

В задании применить:

1. Болты по ГОСТ 7798—70, исполнения 1 (в обозначении указывается исполнение, начиная с 2-го), крупного шага, с полем допуска б<sub>г</sub>, из материала класса прочности 3.6;
2. Гайки по ГОСТ 5915-70, исполнения 1, с полем допуска бН, из материала класса прочности 5;
3. Шайбы пружинные по ГОСТ 6402-70, лёгкие.

### СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Основные размеры болтов с шестигранной головкой (извлечение из ГОСТ 7798—70)

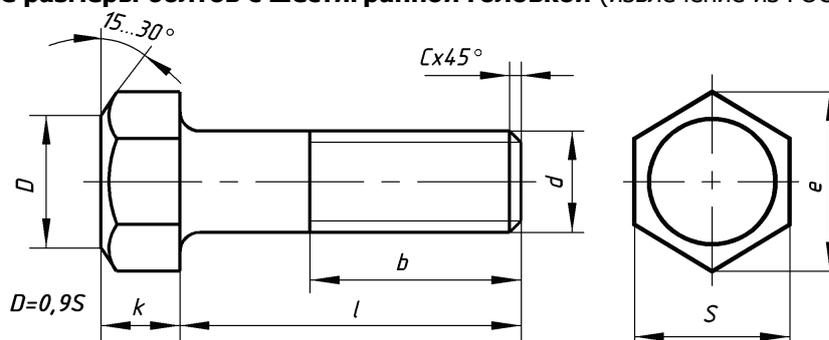
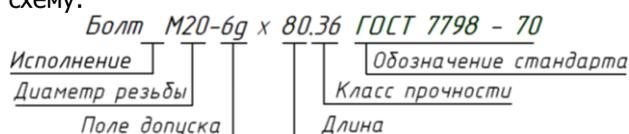


Таблица 4

Номинальный диаметр резьбы $d$	Шаг резьбы		$d_1$	$S$	$k$	$e$ , не менее
	крупный	мелкий				
12	1,75	1,25	12	19	7,5	20,9
(14)	2,0	1,5	14	22	8,8	24,0
16	2,0	1,5	16	24	10,0	26,0
(18)	2,5	1,5	18	27	12,0	29,6
20	2,5	1,5	20	30	12,5	33,0
(22)	2,5	1,5	22	32	14,0	35,0
24	3,0	2,0	24	36	15,0	39,6
30	3,5	2,0	30	46	18,7	50,9

Ряд длин болтов ( $l$ ):... 40, 45, 50, 60, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 100, (105), 110, 115, 120, (125),...

**Упражнение 54.** Записать условное обозначение болта для своего варианта (данные см. табл. 3, 7), используя схему:

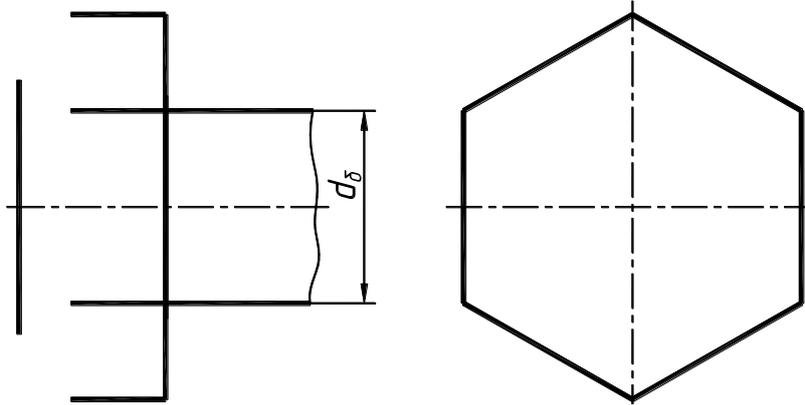


Болт \_\_\_\_\_



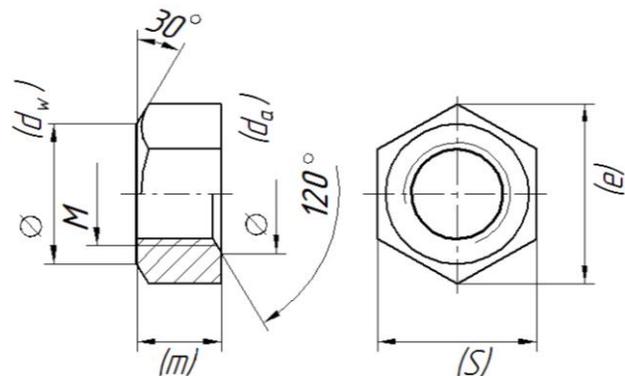


**Упражнение 57.** Достроить конструктивные виды головки болта спереди и слева (см. [12]).



**Упражнение 58.** Нанести размеры на конструктивном изображении гайки (ГОСТ 5915 — 70) для своего варианта (см. табл. 5).  
Номинальный размер резьбы гайки соответствует номинальному размеру резьбы болта.

**Гайка**



**Упражнение 59.**

1. Используя стандартные материалы на конструктивном изображении болтового соединения (рис. 14) для своего варианта проставить действительные размеры его элементов рядом с буквенными обозначениями.
2. На упрощённом изображении болтового соединения (рис. 15) запомнить размерные соотношения его элементов, выраженные через общий параметр –  $d_б$

**Изображения болтового соединения** (соединяемые детали на виде сверху не показаны):

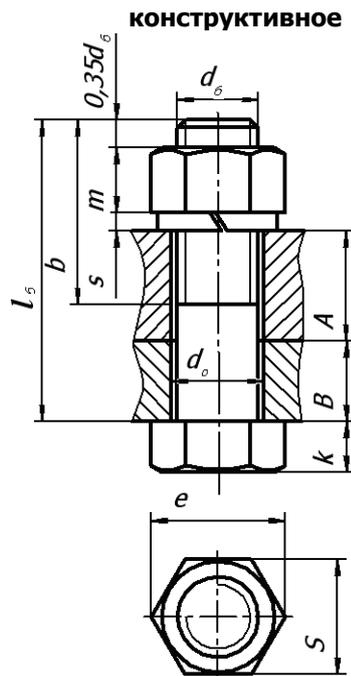


Рис. 14

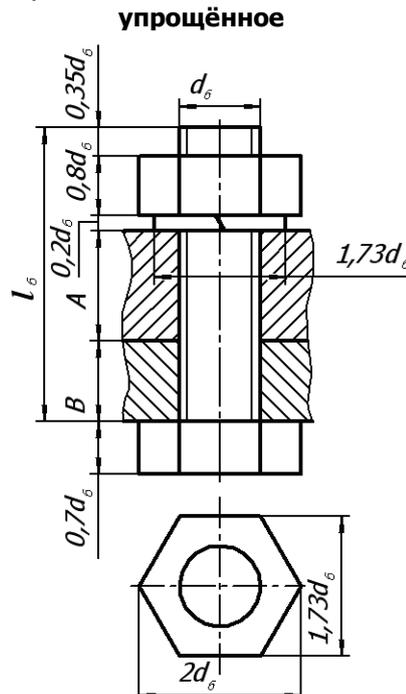


Рис. 15

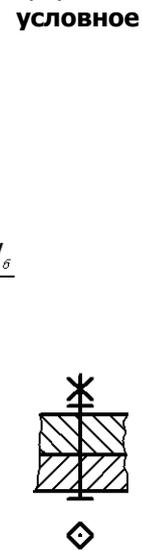


Рис. 16

**Упражнение 60.** Определить значения параметров болтового соединения для конструктивного (см. справочные материалы, с 37-38) и упрощённого изображений (см. рис. 15) по своему варианту, заполнив табл. 7.

Таблица 7

№	Параметры болтового соединения		Обозначение	Значение параметров для изображений		Пример расчета	
				конструктивного	упрощённого	Констр.	Упрощ.
1	Исходные	Диаметр болта (табл. 3)	$d_b$			20	
2		Толщина детали 1 (табл. 3)	A			20	
3		Толщина детали 2 (табл. 3)	B			35	
4	Высота гайки		$m$	Из табл. 5	$0,8d_b$	16	16
5	Толщина шайбы		$s$	Из табл. 6	$0,2d_b$	4	4
6	Наружный диаметр шайбы		$D_{ш}$	Из табл. 6	$1,73d_b$	31,5	34,6
7	Длина болта расчетная		$l$	$B+A+s+m+0,35d_b$	$B+A+1,35 d_b$	82	82
8	Длина болта стандартная		$l_{ст}$	Расчётную длину округлить до стандартного значения из табл. 4		80	
9	Диаметр головки болта		$e$	Из табл. 4	$2d_b$	33	40
10	Размер под ключ		$S$	Из табл. 4	Получают построением, но размер берётся из табл. 4	30	
11	Высота головки болта		$k$	Из табл. 4	$0,7d_b$	12,5	14
12	Длина резьбы болта (для конструктивного изображения)		$b$	$2d_b + 6$	На всей длине болта	46	80
13	Диаметр отверстия под болт (для конструктивного изображения)		$d_0$	$d_0 = 1,1 d_b$	$d_0 = d_b$	22	20
14	Размер фаски на стержне болта (для конструктивного изображения)		$Cx45^\circ$	$C=P$ , где P – шаг резьбы	Фаску не изображают	2,5	

Диаметры и шаги метрической цилиндрической резьбы общего назначения (извлечение из ГОСТ 8724-81)

Таблица 8

Диаметр резьбы $d_b$ , мм	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Шаг крупный P, мм	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3

### Шпилька. Соединение шпилькой

**Исходные данные для проектирования:**  
диаметр шпильки –  $d_{ш}$ , шаг резьбы, толщина детали A, материал детали в которую ввинчивается шпилька, справочные материалы по крепёжным деталям (шпилька, шайба, гайка).

**Расчётные параметры**  
 $b = 2d_{ш} + 6$  – длина гаечного конца;  
 $b_1$  – длина ввинчиваемого конца (с учётом сбег резьбы, по табл. 9);  
 $l = A + m + s + 0,35d_{ш}$  – расчётная длина шпильки корректируется по стандартному значению (табл. 10);  
 $d_0 = 1,1d_{ш}$  – диаметр отверстия в детали A под шпильку.

**Расчётная схема**

**Упражнение 61.** Принять к сведению долевые коэффициенты в выражениях для определения длины ввинчиваемого конца шпильки  $b_1$  (через  $d_{ш}$ ) для различных материалов.

Таблица 9

Материал детали	$b_1$ , мм	Стандарты на шпильки
Бронза, сталь, латунь	$b_1 = d_{ш}$	ГОСТ 22032 - 76
Чугун	$b_1 = 1,25d_{ш}$	ГОСТ 22034 - 76
Лёгкий сплав	$b_1 = 2d_{ш}$	ГОСТ 22038 - 76

## СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Основные размеры шпилек, мм (извлечение из стандарта)



Исполнение 1

Таблица 10

<b>d</b>	Шаг резьбы		Длина винчиваемого конца <b>b<sub>1</sub></b>				
	крупный	мелкий	1,0d	1,25d	1,6d	2,0d	2,5d
12	1,75	1,25	12	15	20	24	30
14	2,0	1,5	14	18	22	28	35
16	2,0	1,5	16	20	25	32	40
18	2,5	1,5	18	22	28	36	45
20	2,5	1,5	20	25	32	40	50
22	2,5	1,5	22	28	35	44	55
24	3,0	2,0	24	30	38	48	60

Ряд длин шпилек *l*: ...40, 45, 50, 55, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 105, 110, ...

### Шайбы обычные нормальные (извлечение из ГОСТ 11371—78)

Исполнение 1 (класс точности С)

Исполнение 2 (класс точности А)

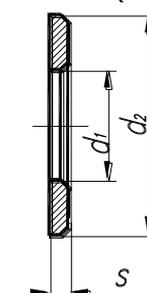
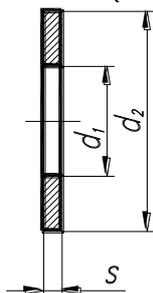


Таблица 11

Диаметр резьбы крепежной детали	<b>d<sub>1</sub></b> для исполнения		<b>d<sub>2</sub></b>	<b>s</b>
	1	2		
12	13,5	13	24	2,5
14	15,5	15	28	2,5
16	17,5	17	30	3,0
18	20,0	19	34	3,0
20	22,0	21	37	3,0
22	24,0	23	39	3,0
24	26,0	25	44	4,0

### Параметры резьбового гнезда для шпильки

$d_w$  – диаметр шпильки

$b_2 = b_1 + 6P$  - глубина сверления отверстия, где

$b_1$  – длина винчиваемого конца шпильки

$P$  – шаг резьбы

$b_3 = b_1 + 3,5P$  - глубина резьбы в гнезде

$Rx45^\circ$  - фаска на резьбе.

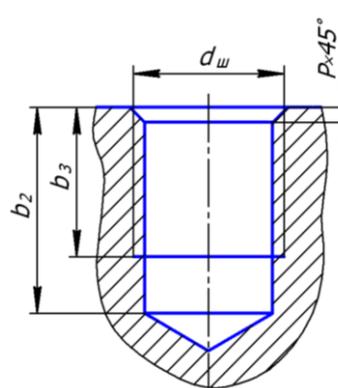


Рис. 17

**Изображения соединения шпильчного:**  
(рис. 18-20)

Шпилька представляет собой стержень с резьбой на обоих концах и применяется для скрепления деталей, одна из которых имеет большую толщину. Меньший по длине резьбовой конец шпильки ввинчивается наглухо в резьбовое гнездо детали, а на другой её конец устанавливается скрепляемая деталь, шайба и накручивается гайка. Длина ввинчиваемого конца шпильки  $b_1$  определяется с учётом сбега резьбы (т.к. при ввинчивании шпильки в резьбовое гнездо сбеги её резьбы приходится на фаску в отверстии) и зависит от материала детали, в которую она ввинчивается. Из условия прочности: чем мягче материал, тем длиннее  $b_1$ . По ГОСТ 22032-76 шпильки бывают 2-х классов точности А (повышенной) и В (нормальной) с резьбой М2...М48 и длиной 10...300 мм. Конструктивная длина шпильки « $l$ » не включает ввинчиваемый конец  $b_1$ .

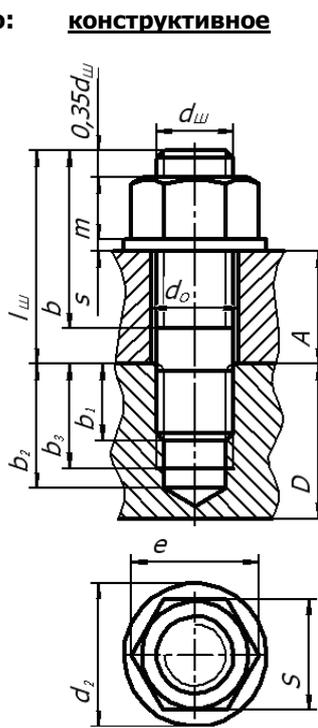


Рис. 18

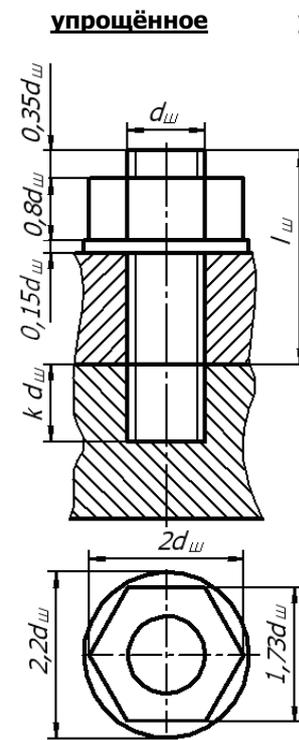


Рис. 19

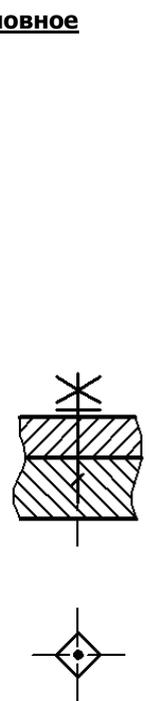
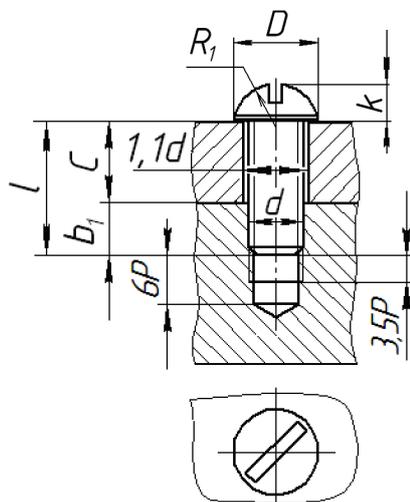


Рис. 20

**Соединение винтовое**

**Изображения соединения винтового:**

Винтовые соединения применяются для крепления деталей, испытывающих небольшие нагрузки. Конструктивно они аналогичны шпильчным. Винты для металла подразделяются на крепёжные и установочные. Крепёжные винты бывают с цилиндрической, полукруглой, полупотайной и потайной головками. Длина вворачиваемой части винта зависит от материала детали и выбирается как для шпильки. На рис. 21 дано конструктивное изображение винтового соединения с полукруглой головкой, на рис. 22 — упрощённое (с условными соотношениями для его элементов, выраженных через диаметр стержня « $d$ »), на рис. 23 — условное.



Длина винта  $l = b_1 + c$

Рис. 21

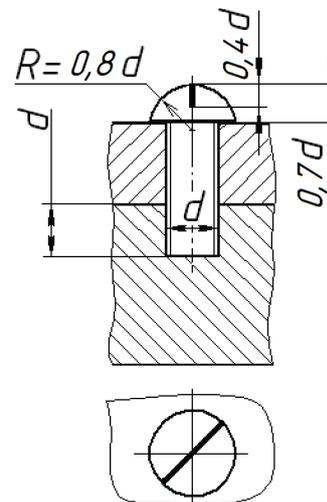


Рис. 22

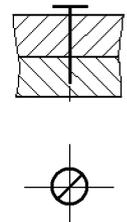


Рис. 23

**Примеры** условного обозначения шпильки и винта представлены на схемах:

Шпилька М20 х 2 – 6д х 65,58 ГОСТ 22032–76	Винт М10 – 6д х 40,36 ГОСТ 1491–80
Номинальный диаметр резьбы	Диаметр винта
Шаг резьбы (указывается мелкий)	Поле допуска
Номер стандарта	Номер стандарта
Класс прочности	Класс прочности
Длина шпильки	Длина винта

## СОЕДИНЕНИЕ ШПОНКАМИ

Шпоночные соединения применяют в деталях, устанавливаемых на вал, для предотвращения их относительного проворота при передаче крутящего момента. Шпонки по форме выполняют в виде призмы, клина (с уклоном 1:100), или сегмента (диска), что закрепилось в их наименовании. Примерно половина шпонки по высоте входит в замкнутый паз вала, а другая её половина — в открытый с торцов паз, сопрягаемой с валом детали (зубчатого колеса, шкива, кулачка и т. п.).

Сечение шпонки зависит от диаметра вала, длина шпонки – от передаваемого крутящего момента и конструктивных особенностей соединения.

На рис. 24, 25 даны сечения вала соответствующие призматической и клиновой шпонкам.

Рабочими поверхностями, передающими крутящий момент в призматической шпонке, являются её боковые грани, а в клиновой шпонке — её нижняя и верхняя грани.

**Упражнение 63.** Рассчитать диаметр вала под шпонки по формуле:  $D=3N+5$ , где  $N$  – порядковый номер студента в группе.

По диаметру посадочного места вала  $D$  из таблиц 17,18 подобрать размеры: сечения шпонки (ширину  $b$ , высоту  $h$ ), шпоночных пазов -  $t_1$ ,  $D-t_1$  на валах **для призматической обыкновенной шпонки (рис. 24) и клиновой шпонки (рис. 25). Подобрать размер  $D+t_2$  шпоночного паза в детали, насаживаемой на вал (рис. 26).** Проставить перечисленные размеры рядом с их буквенными обозначениями.

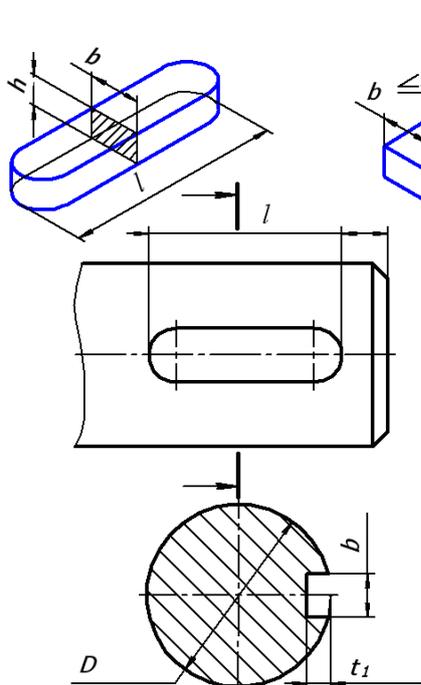


Рис. 24

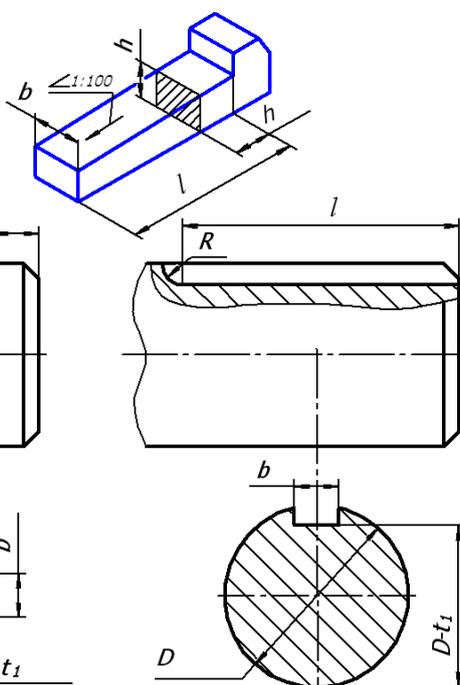


Рис. 25

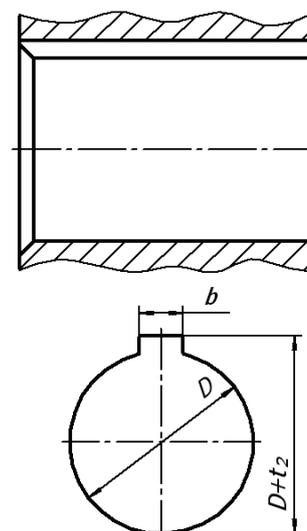


Рис. 26

**Призматические обыкновенные шпонки, мм (извлечение из ГОСТ 23360—78)**

Таблица 12

Диаметр вала D	Размеры сечения		Глубина паза		Длина шпонки l
	b	h	вала t <sub>1</sub>	втулки t <sub>2</sub>	
10...12	4	4	2,5	1,8	8...45
12...17	5	5	3	2,3	10...56
17...22	6	6	3,5	2,8	14...70
22...30	7..8	7	4	3,3	18...90
30...38	10	8	5	3,3	22...110
38...44	12	8	5	3,3	28...140
44...50	14	9	5,5	3,8	36...160
50...58	16	10	6	4,3	45...180
58...65	18	11	7	4,4	50...200
65...75	20	12	7,5	4,9	56...220

**Клиновые шпонки, мм (извлечение из ГОСТ 24068—80)**

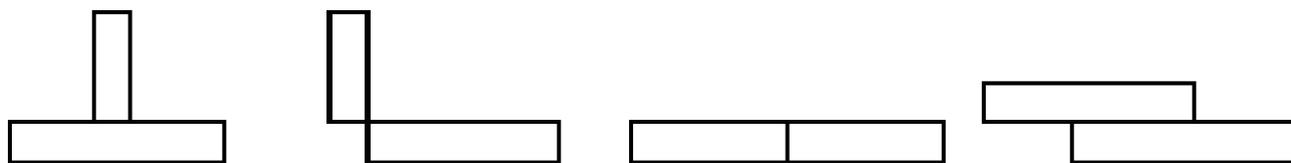
Таблица 13

Диаметр вала D	Размеры сечения		Глубина паза		Длина шпонки l
	b	h	вала t <sub>1</sub>	втулки t <sub>2</sub>	
10...12	4	4	2,5	1,2	8...45
12...17	5	5	3	1,7	10...56
17...22	6	6	3,5	2,2	14...70
22...30	8	7	4	2,4	18...90
30...38	10	8	5	2,4	22...110
38...44	12	8	5	2,4	28...140
44...50	14	9	5,5	2,9	36...160
50...58	16	10	6	3,4	45...180
58...65	18	11	7	3,4	50...200
65...75	20	12	7,5	3,9	56...220

## СОЕДИНЕНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫЕ

### СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (ГОСТ 2.312-82)

**Упражнение 64.** Указать (внизу на полке) виды сварных соединений и их условное обозначение.



**Упражнение 65.** Записать условное обозначение стандартизированных способов сварки в табл. 14.

Таблица 14

ГОСТ	Наименование способа сварки	Усл. обознач.
5264-80*	Ручная электродуговая	
8713-79*	Автоматическая под слоем флюса без применения подкладок, подушек	
	Полуавтоматическая под слоем флюса	
15878-79	Контактная точечная	
	Контактная роликовая	
14771-80	Электродуговая в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом	
	Электродуговая в углекислом газе плавящимся электродом	
15164-78*	Электрошлаковая проволоочным электродом	
14806-80	Электродуговая сварка алюминия и его сплавов в инертных газах	

### Буквенно-цифровое обозначение сварных швов (выборка из ГОСТ 5264-80)

Таблица 15

Тип соединения	Характер шва и форма подготовки кромок	Сечение шва	Обозначение
Стыковые	Односторонний без скоса кромок		C2
	Односторонний со скосом кромки		C8
	Двусторонний со скосом двух кромок		C21
Угловые	Односторонний без скоса кромок		У4
	Двусторонний без скоса кромок		У5
Тавровые	Односторонний без скоса кромок		T1
	Двусторонний без скоса кромок		T3
	Односторонний со скосом кромки		T6
Нахлесточные	Односторонний без скоса кромок		H1
	Двусторонний без скоса кромок		H2

**Упражнение 66.** Изобразить в табл. 16 вспомогательные знаки для сварных швов.

Таблица 16

Значение вспомогательного знака	Вспомогательный знак
Усиление шва снять	
Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу.	
Шов выполнить при монтаже изделия.	
Шов прерывистый с цепным расположением	
Шов прерывистый с шахматным расположением.	
Шов по замкнутому контуру.	
Шов по незамкнутому контуру.	

**Упражнение 67.**

Дать условное изображение сварной точки.

**Упражнение 68.** Указать в таблице 17 номера (№) отдельных составляющих обозначения сварного шва в общей структуре обозначения, представленной ниже.

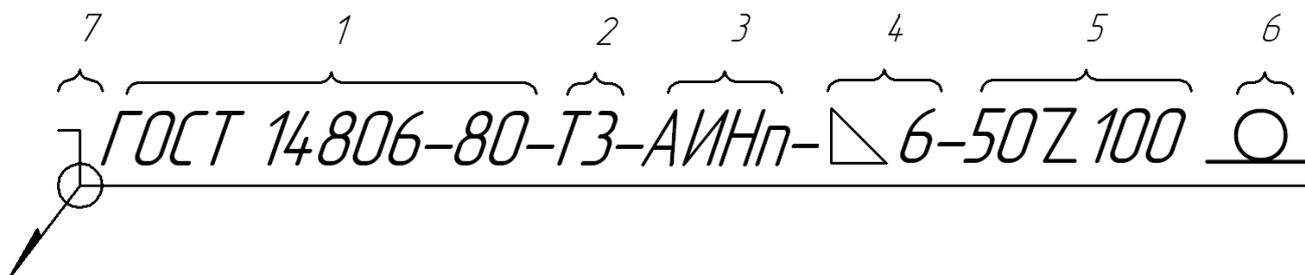
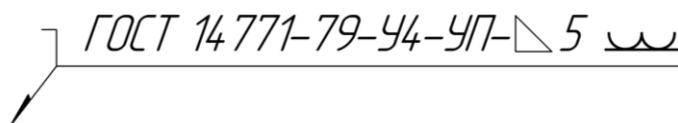


Таблица 17

Отдельные составляющие обозначения сварного шва	№ в структуре
Вспомогательные знаки «Шов выполнить по замкнутому контуру, при монтаже изделия»	
Вспомогательный знак «Усиление шва снять»	
Размеры для прерывистых швов (шахматное расположение провариваемых участков)	
Знак катета и его величина	
Условное обозначение способа сварки «Автоматическая, в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным материалом»	
Условное буквенно-цифровое обозначение шва	
Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов	

**Упражнение 69.** Расшифровать условное обозначение сварного шва.




---



---



---

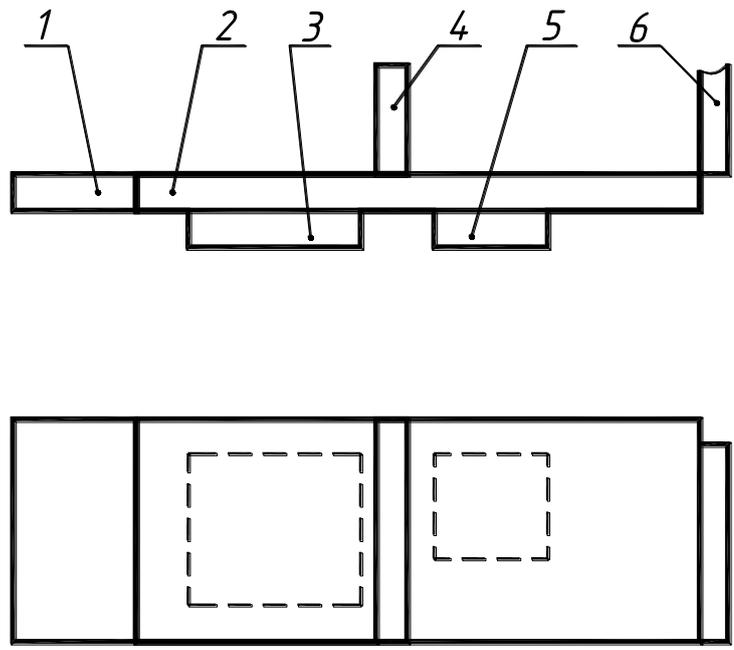


---



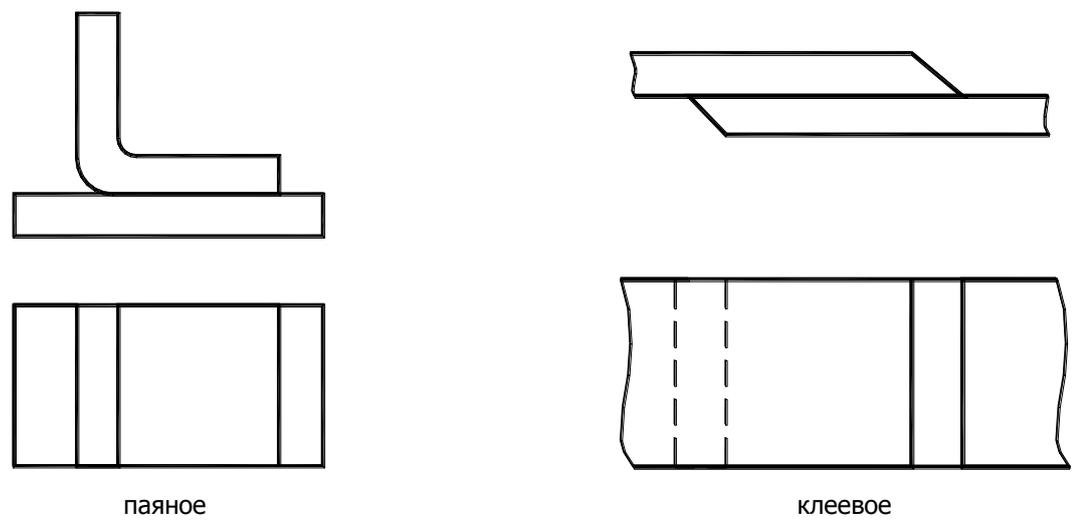
---

**Упражнение 70.** Построить фронтальный разрез. Обозначить швы сварных соединений. Сварка ручная электродуговая. Швы сплошные. 1...6 — номера позиций составных частей изделия.

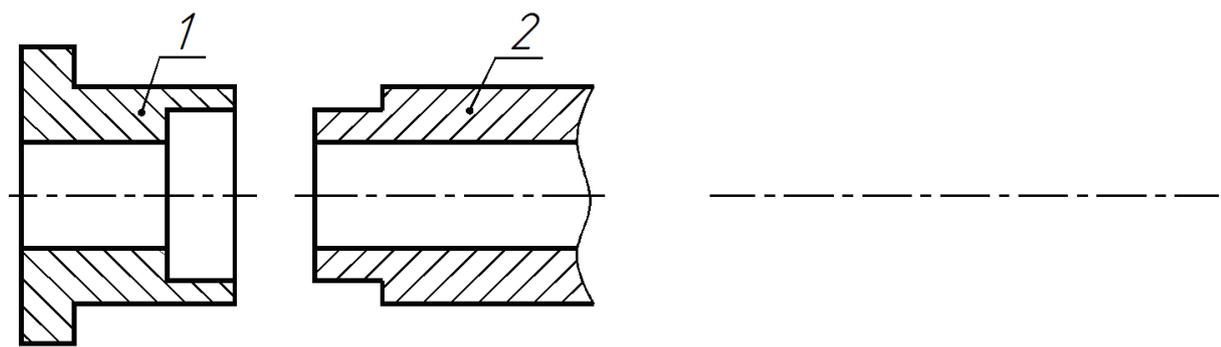


**КЛЕЕВЫЕ И ПАЯНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (ГОСТ 2.313-82)**

**Упражнение 71.** Линией толщиной 2s изобразить и, используя условные знаки, обозначить соответственно паяное и клеевое соединения:



**Упражнение 72.** Вычертить справа, приведённые в соприкосновение детали, и обозначить их соединение как паяное. Марка припоя — ПОС40 ГОСТ 21931 —70.



## СТАНДАРТНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

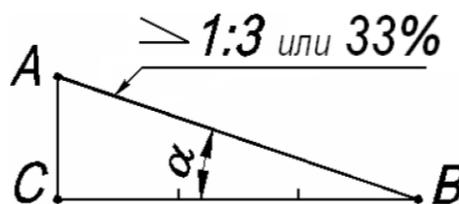
### Уклон и конусность

**Уклоном  $i$**  называется отношение катета AC к катету BC:  $i = \frac{AC}{BC}$ .

Уклон может быть задан в виде отношения 1:n или в процентах, тогда:

$$i = \frac{AC}{BC} \cdot 100\%.$$

Уклон на чертеже обозначается на полке линии-выноски знаком  $\triangle$ , вершину которого всегда располагают в сторону уклона.



#### Упражнение 73.

1. На рис. 30 обозначить уклон равный 1:10, а на рис. 31 — уклон, равный 12%.
2. На рис. 32 через точку A провести прямую, имеющую уклон, равный 1:5, до пересечения с прямой CD. Обозначить построенный уклон.

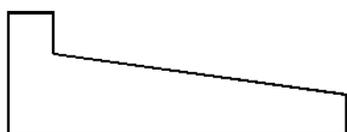


Рис. 30



Рис. 31



Рис. 32

**Конусность** — отношение разности диаметров большого  $D$  и малого  $d$  оснований конуса к его длине  $L$ , т.е.  $K=(D-d)/L$ .

Числовое значение конусности в виде отношения записывают на оси конуса или на полке линии-выноски. Перед размерным числом ставится знак конусности — равнобедренный треугольник, вершина которого направлена в сторону вершины конуса. Стандартные значения конусности  $K_{СТ}$  и углов конусов  $\alpha$  приведены в табл. 18 (выборка из ГОСТ 8593 — 81).

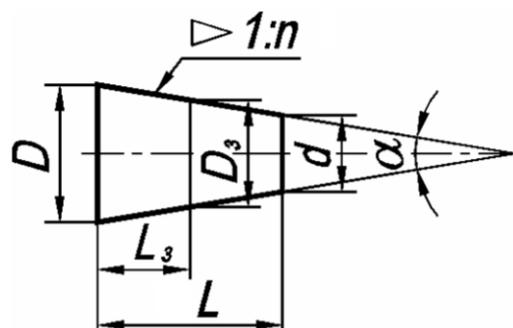


Таблица 18

$K_{СТ}$	1:15 (0,067)	1:12 (0,083)	1:10 (0,100)	1:8 (0,125)	1:7 (0,143)
$\alpha$	3° 49'	4° 46'	5° 43'	7° 10'	8° 10'
$K_{СТ}$	1:6 (0,167)	1:5 (0,200)	1:4 (0,250)	1:3 (0,333)	1:1,87 (0,535)
$\alpha$	9° 31'	11° 25'	14° 15'	18° 55'	30°

Конус вращения определяют **два размера** ( $D, L$ ), а усеченного — любые **три размера** из перечисленных ниже: 1) диаметр большого основания  $D$ ; 2) диаметр малого основания  $d$ ; 3) диаметр в заданном поперечном сечении  $D_3$ , имеющего заданное осевое положение  $L_3$ ; 4) длина конуса  $L$ ; 5) угол конуса  $\alpha$  или конусность  $K$ . Дополнительные (свыше необходимых) размеры помечают (\*), как справочные.

Рекомендуемые варианты задания размеров для конуса и конического отверстия представлены на рис. 28 и 29.

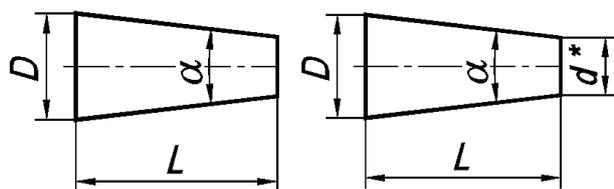


Рис. 28

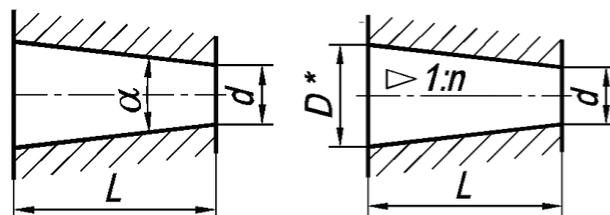
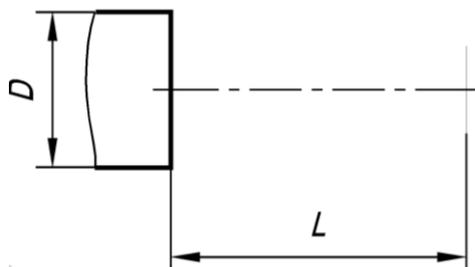


Рис. 29

**Упражнение 74.** Построить на конце вала конусность, равную 1:5. Построение конусности 1 : n, сводится к построению уклона 1:2n.

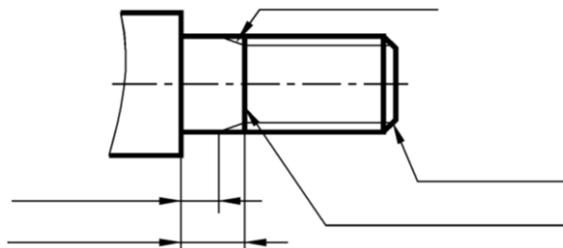


### Технологические элементы резьбы

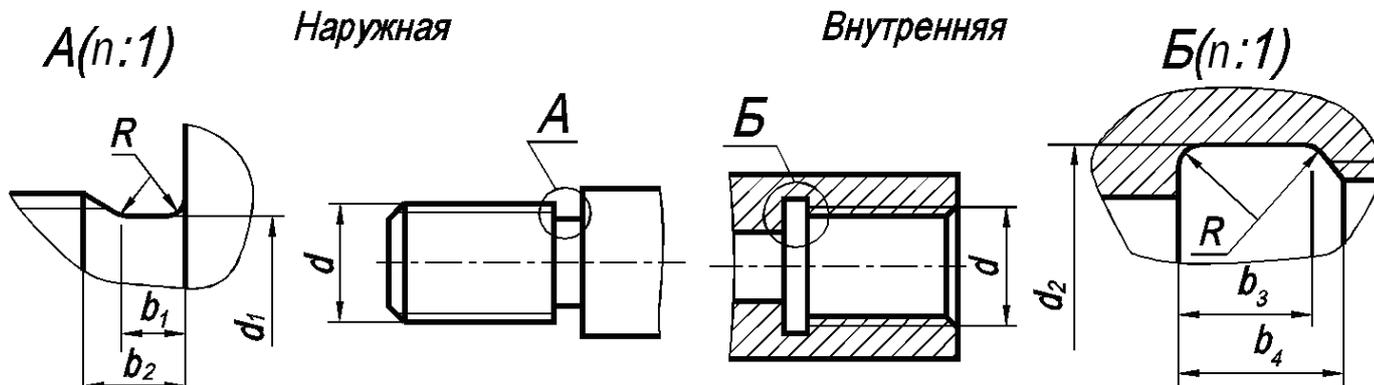
ГОСТ 27148 —86 устанавливает параметры сбег, недореза и проточек для наружной и внутренней метрической резьбы. **Размеры проточек** зависят от шага резьбы и на чертежах указываются на дополнительных изображениях в виде выносных элементов в увеличенном масштабе.

**Упражнение 75.** Указать на рисунке:

- фаску,
- сбег резьбы,
- границу резьбы,
- недорез,
- недовод.



### Проточки для метрической резьбы



Размеры проточек для метрической резьбы, мм (ГОСТ 27148-86)

Таблица 19

Шаг резьбы P	R=0,5P	Наружная проточка			Внутренняя проточка				d <sub>2</sub>
		b <sub>1min</sub>	b <sub>2max</sub>	d <sub>1</sub>	Нормальная	Узкая	Нормальная	Узкая	
					B <sub>3min</sub>		B <sub>4max</sub>		
0,5	0,4	0,8	1,5	d-0,8	2,2	1,25	2,5	2	d+0,3
0,6		0,9	1,8	d-1	2,4	1,5	3,3	2,4	
0,7		1,1	2,1	d-1,1	2,8	1,75	3,8	2,75	
0,75		1,2	2,25	d-1,2	3	1,9	4	2,9	
0,8		1,3	2,4	d-1,3	3,2	2	4,2	3	
1	0,6	1,6	3	d-1,6	4	2,5	5,2	3,7	d+0,5
1,25		2	3,75	d-2	5	3,2	6,7	4,9	
1,5	0,8	2,5	4,5	d-2,3	6	3,8	7,8	5,6	
1,75		3	5,25	d-2,6	7	4,3	9,1	6,4	
2	1	3,4	6	d-3	8	5	10,3	7,3	
2,5		4,4	7,5	d-3,6	10	6,3	13	9,3	
3	1,6	5,2	9	d-4,4	12	7,5	15,2	10,7	
3,5		6,2	10,5	d-5	14	9	17	12,7	

**Упражнение 76.** Оформление проточек метрической резьбы на чертеже.

1. Записать порядковый номер студента в журнале группы  $N =$
2. Рассчитать: номинальный диаметр резьбы на стержне (рис. 33)  $d = 5 + N =$   
и номинальный диаметр резьбы в отверстии  $D = 10 + N =$
3. Округлить расчётные диаметры  $d$  и  $D$  резьбы по таблице 8 до ближайших стандартных значений  $d_{ст} =$  и  $D_{ст} =$  и выписать соответствующие им значения крупных шагов для наружной  $P_{нар} =$  и внутренней  $P_{вн} =$  резьбы (с. 41, табл. 8).
4. На рис. 30 изобразить и обозначить наружную и внутреннюю резьбу, поля допусков принять  $6g$  и  $6H$ .
5. Оформить проточки для наружной и внутренней резьбы в виде выносных элементов. Размеры проточек взять из таблицы 19. Размеры фасок принять равными шагу резьбы.

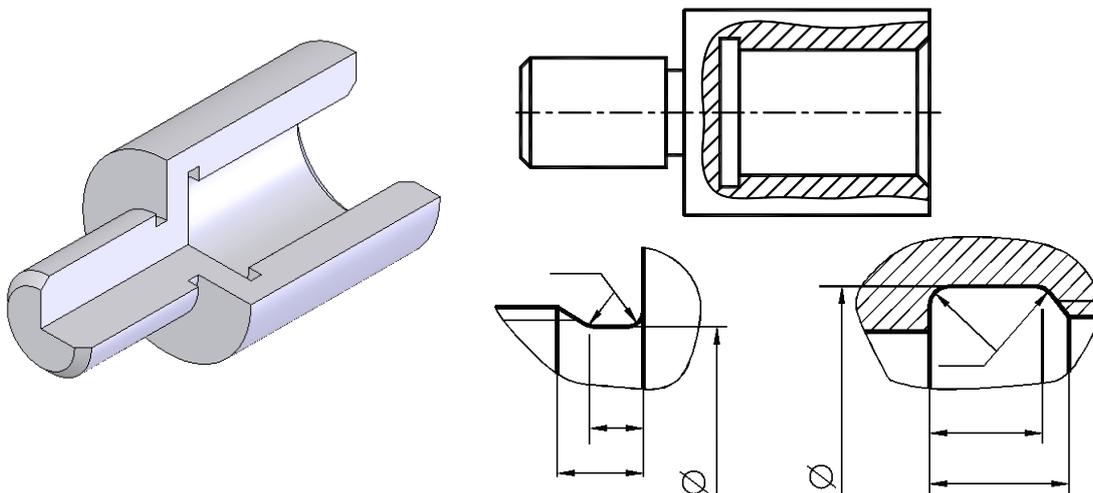
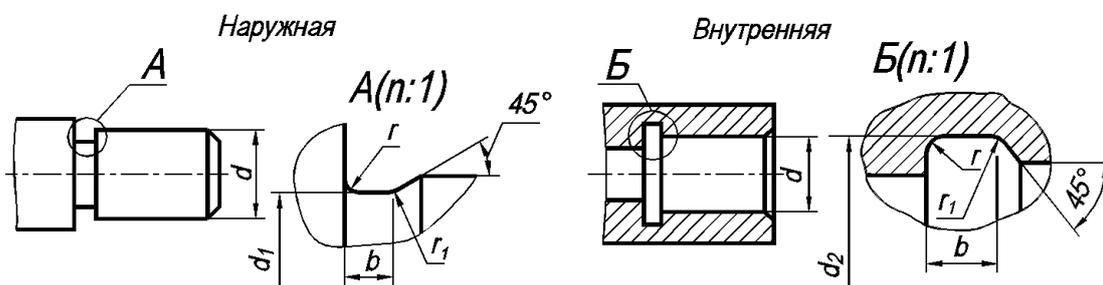


Рис.30

**Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820—69**



**Размеры канавок для наружного и внутреннего цилиндрического шлифования, мм**

Таблица 20

Диаметр цилиндра, $d$	$b$	$r$	$r_1$	$d_1$	$d_1$
Свыше 10 до 50	3,0	1,0	0,5	$d-0,5$	$d+0,5$
Свыше 50 до 100	5,0	1,6	0,5	$d-1,0$	$d+1,0$

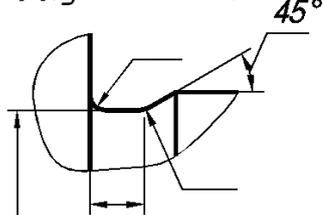
**Упражнение 77.**

На выносных элементах вала и втулки проставить размеры канавок (рис. 31, а, б).

Диаметры вала и втулки выбрать согласно номеру варианта  $N$ :

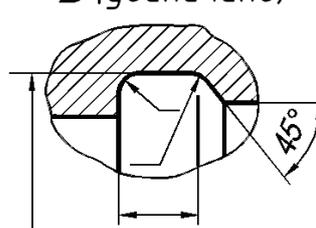
$N =$  \_\_\_\_\_; для вала  $d = 30 + N =$  \_\_\_\_\_ мм; для втулки  $d = 40 + 2 N =$  \_\_\_\_\_ мм.

*A (увеличено)*



а)

*Б (увеличено)*



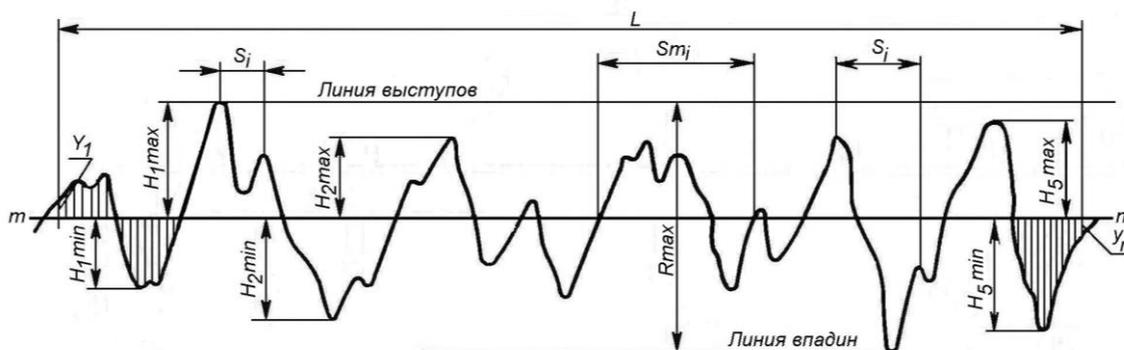
б)

Рис. 31

**ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ГОСТ 2.309—73)**  
**Параметры шероховатости (ГОСТ 2789—73)**

**Упражнение 78.** Дать определения следующим понятиям:

Шероховатость поверхности - \_\_\_\_\_



Шероховатость поверхности измеряется в \_\_\_\_\_ и характеризуется параметрами:

Ra — \_\_\_\_\_

Rz — \_\_\_\_\_

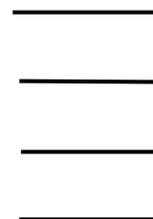
$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dl; \quad Rz = \frac{1}{5} \left( \sum_1^5 |H_{imax}| + \sum_1^5 |H_{imin}| \right).$$

Предпочтение даётся параметру \_\_\_\_\_ .

**Упражнение 79.** Нанести обозначения шероховатости поверхностей на чертежах:

1) Вычертить знаки для обозначения шероховатости поверхности:

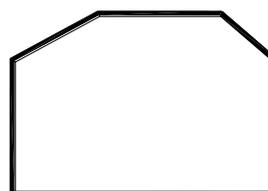
- вид обработки которой конструктором не задаётся;
- образуемой удалением слоя металла (например, точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием и т.п.);
- образуемой без удаления слоя металла (например, литьём, ковкой, штамповкой, прокаткой);
- не обрабатываемой по данному чертежу.



2) Вычертить знаки шероховатости поверхностей с параметрами Ra 3,2 мкм и Rz100 мкм, образуемых соответственно с удалением слоя металла и без удаления слоя металла.

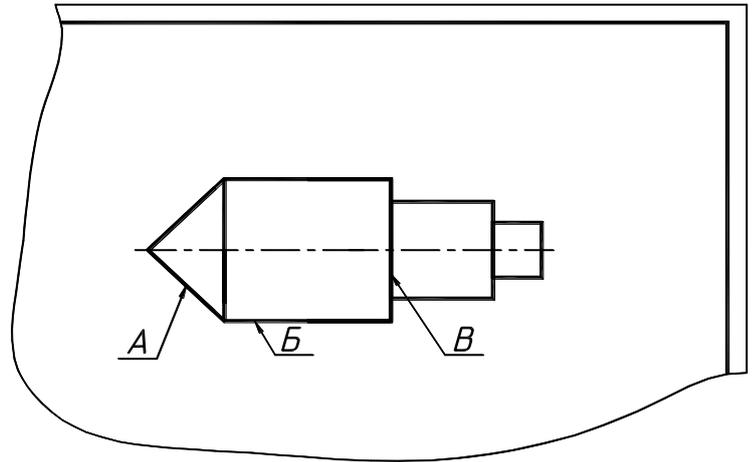


3) Нанести знаки шероховатости поверхности на всех участках контура детали.



**Упражнение 80.** На чертеже детали на указанных поверхностях нанести следующие знаки:

- поверхность А образована удалением металла с шероховатостью Ra 6,3;
- поверхность Б образована прокаткой — Ra 100;
- поверхность В образована удалением металла — Ra 3,2;
- остальные поверхности образованы удалением металла — Ra 12,5.



Принять к сведению рекомендуемые параметры Ra (мкм) шероховатости поверхностей в зависимости от способа обработки (табл. 21).

Таблица 21

Способ обработки		50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
Точение	обдирочное	+	+	+	+						
	чистовое					+	+	+			
	тонкое								+	+	
Сверление	чистовое			+	+						
Фрезерование плоское	черновое			+	+						
	чистовое					+	+				
Шлифование круглое	чистовое				+	+	+				
	тонкое							+	+		
Полирование								+	+	+	+

**Упражнение 81.** Проставить шероховатость на чертеже (рис. 37), если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость Ra 3,2 мкм.

**Рекомендуемая шероховатость поверхностей в зависимости от характера их сопряжений в изделии, Ra мкм:**

- 1) сопрягаемые (контактируемые с охватом) — 0,63...2,5;
- 2) привалочные (контактируемые без охвата) — 2,5...6,3;
- 3) свободные (не контактируемые) — 12,5...50.

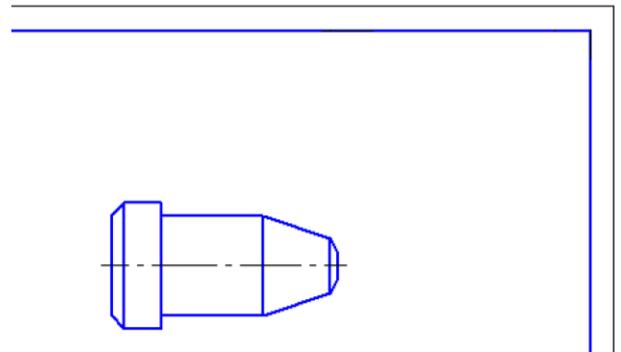


Рис. 37

**Простановка размеров на деталях, имеющих обработанные и необработанные поверхности (рис. 38)**

- Обработанные поверхности связывают (размерами) с обработанной базой (поверхностью), а необработанные поверхности с необработанной базой (поверхностью).

- В каждом координатном направлении должен быть только один размер, связывающий обработанную и необработанные базы (поверхности). На рис. 32 такой размер отмечен крестиком.

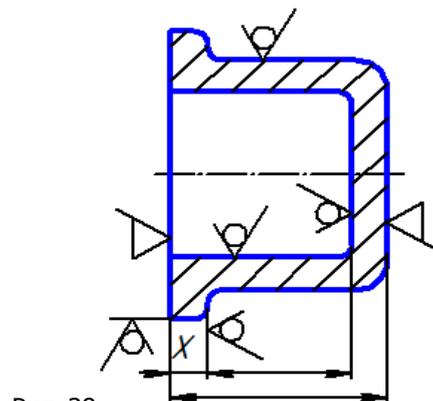


Рис. 38

## ЭСКИЗИРОВАНИЕ

**Упражнение 82.** Что такое эскиз? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Какие бывают эскизы? \_\_\_\_\_

Требования к эскизу? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Упражнение 83.** Принять к сведению этапы эскизирования:

1. Проанализировать изделие. Мысленно расчленив его на элементарные геометрические тела: цилиндры, конусы, призмы, пирамиды, сферы, торы. Выделить стандартные конструктивные элементы (проточки, пазы и т.д.).

2. Определить минимальное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для выявления формы объекта и простановки всех размеров.

3. Выбрать положение детали на главном изображении, исходя из удобства пользования эскизом в процессе её изготовления.

4. Выбрать формат эскиза (А3, А4 и т.д.) и расположение основной надписи.

5. Скомпоновать эскиз путем изображения габаритных прямоугольников на местах расположения видов и прорисовки осей и плоскостей симметрии штрихпунктирными линиями.

6. Построить изображения видов и разрезов в следующей последовательности:

- разметить габаритный прямоугольник (по длине и высоте) на части, пропорциональные размерам элементарных геометрических тел;
- изобразить контуры конструктивных элементов тонкими линиями;
- обвести контуры изображений сплошной толстой линией.

7. Нанести выносные и размерные линии одним из следующих способов: цепным; ступенчатым; или комбинированным.

Размерная цепь должна быть разомкнутой.

8. Произвести обмер детали и проставить размерные числа.

9. Нанести знаки шероховатости поверхностей.

10. Выполнить штриховку (при наличии разрезов и сечений).

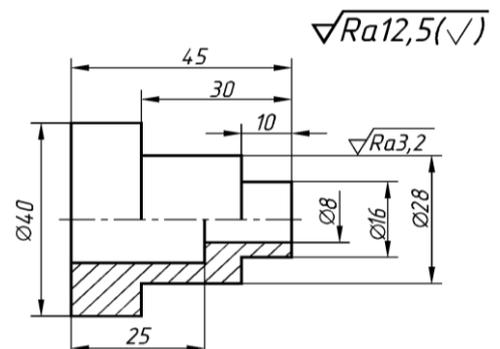
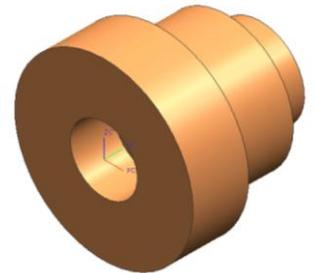
11. Указать технические требования, например: 1. \* Размеры для справок.

12. Заполнить основную и дополнительную надписи чертежа.

Графу «Материал» заполнить одним из следующих способов:

- без указания сортамента материала: *Ст 3 ГОСТ 380—94*

- с указанием сортамента материала: *Круг 60 ГОСТ 2590-88*  
*Сталь 40 ГОСТ 1050-88*



**Упражнение 84.** Перечислить требования к выбору главного вида.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Понятие о поверхностях и базах

**Упражнение 85.** Дать определение:

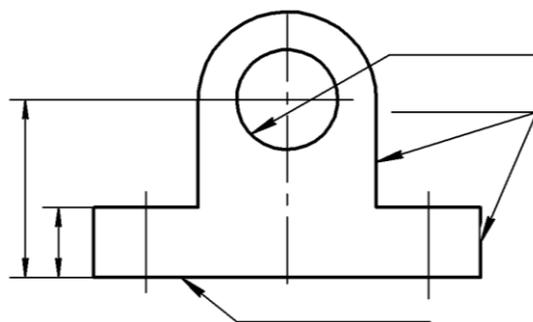
Базой называется \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Упражнение 86.** Подписать на рисунке поверхности: сопрягаемые, привалочные, свободные.

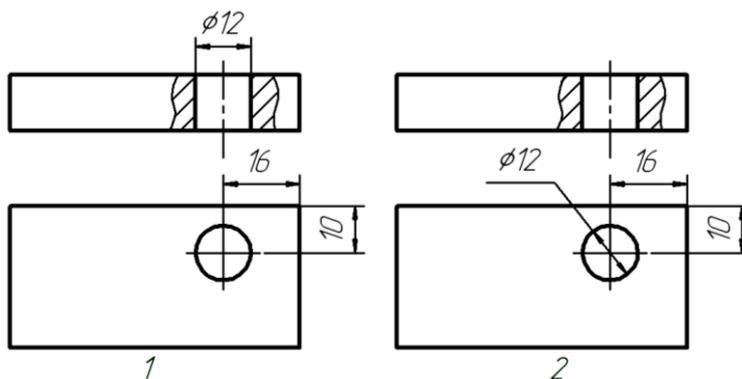
Дать рекомендации в отношении шероховатости поверхностей:

сопрягаемых Ra	мкм,
привалочных Ra	мкм,
свободных Ra	мкм.

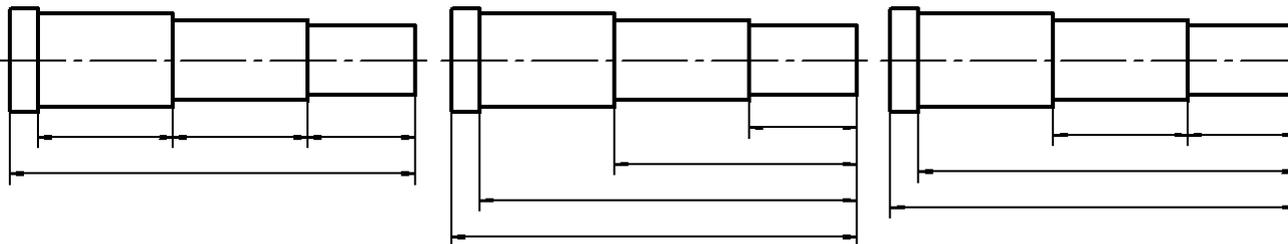


**Задание размеров**

**Упражнение 87.** Указать на рисунке справа размеры, определяющие форму ( ) и положение ( ) отверстия. Более удачно размеры проставлены на изображении детали \_\_\_\_\_.



**Упражнение 88.** На рисунке представлены три способа задания размеров положения, обрабатываемых звеньев вала. Указать (на полке внизу) название каждого способа.



**Упражнение 89.** Измеренные размеры изделия или вновь проектируемого, следует округлить до предпочтительных стандартных значений. Сколько устанавливает ГОСТ 6636-69 нормальных рядов чисел для линейных \_\_\_\_\_ и ГОСТ 8908-81 нормальных рядов чисел для угловых размеров \_\_\_\_\_?

**Графическая работа: № 10 «Эскиз вала» (рис. 34)**

На формате А4 ватмана (для эскиза допускается двойной тетрадный лист) выполнить, снятый с натуры (рис. 33) эскиз вала. На рис. 35 даны последовательные этапы эскизирования вала.

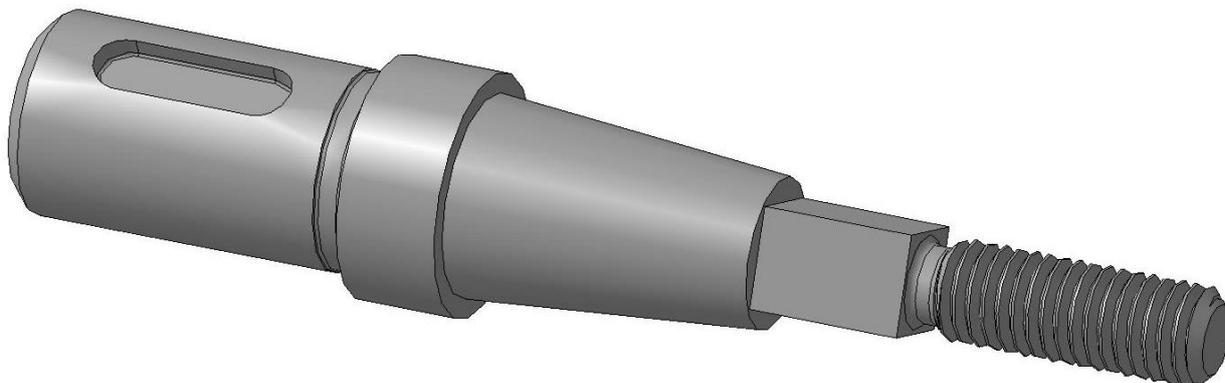


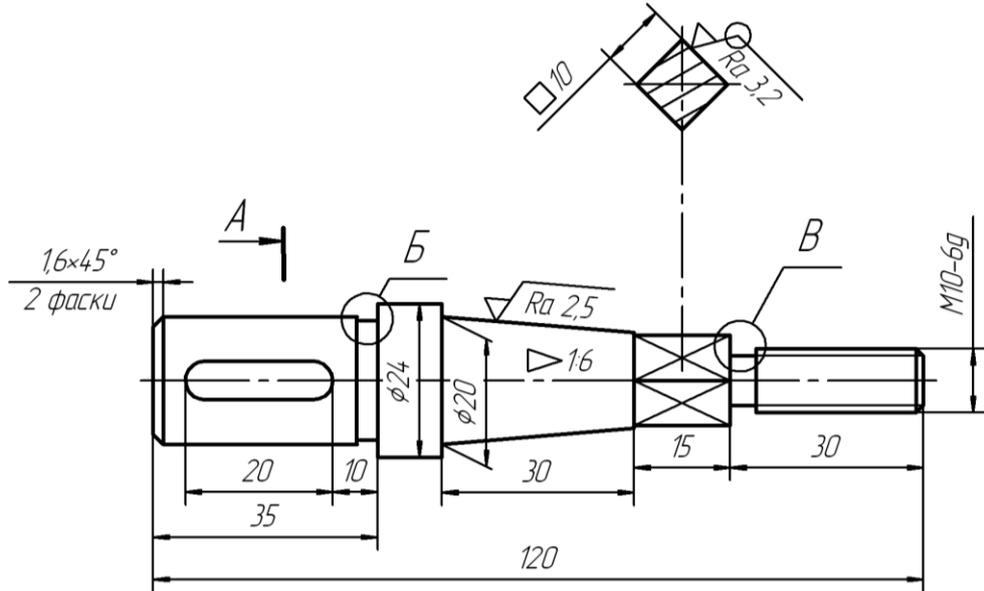
Рис. 33

КК21.130300.10

$\sqrt{Ra\ 6,3}$  ( $\sqrt{\quad}$ )

Перв. примен.

Справ. №



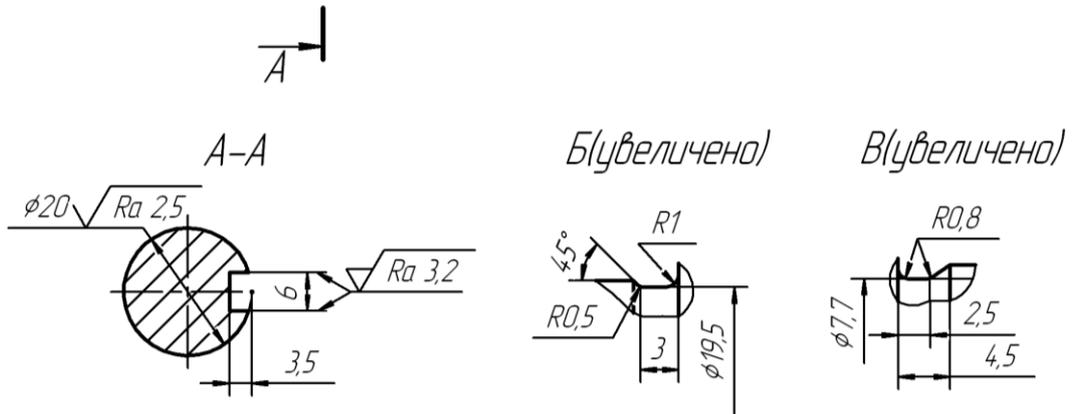
Подп. и дата

Инд. № д/цкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петров		
Пров.		Иванов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

КК21.130300.10

Вал №13

Сталь 35 ГОСТ 1050-88

Лист	Масса	Масштаб
	0,2	
Лист	Листов	1

ДГТУ  
Кафедра ИиКГ

Копировал

Формат А4

Рис. 34

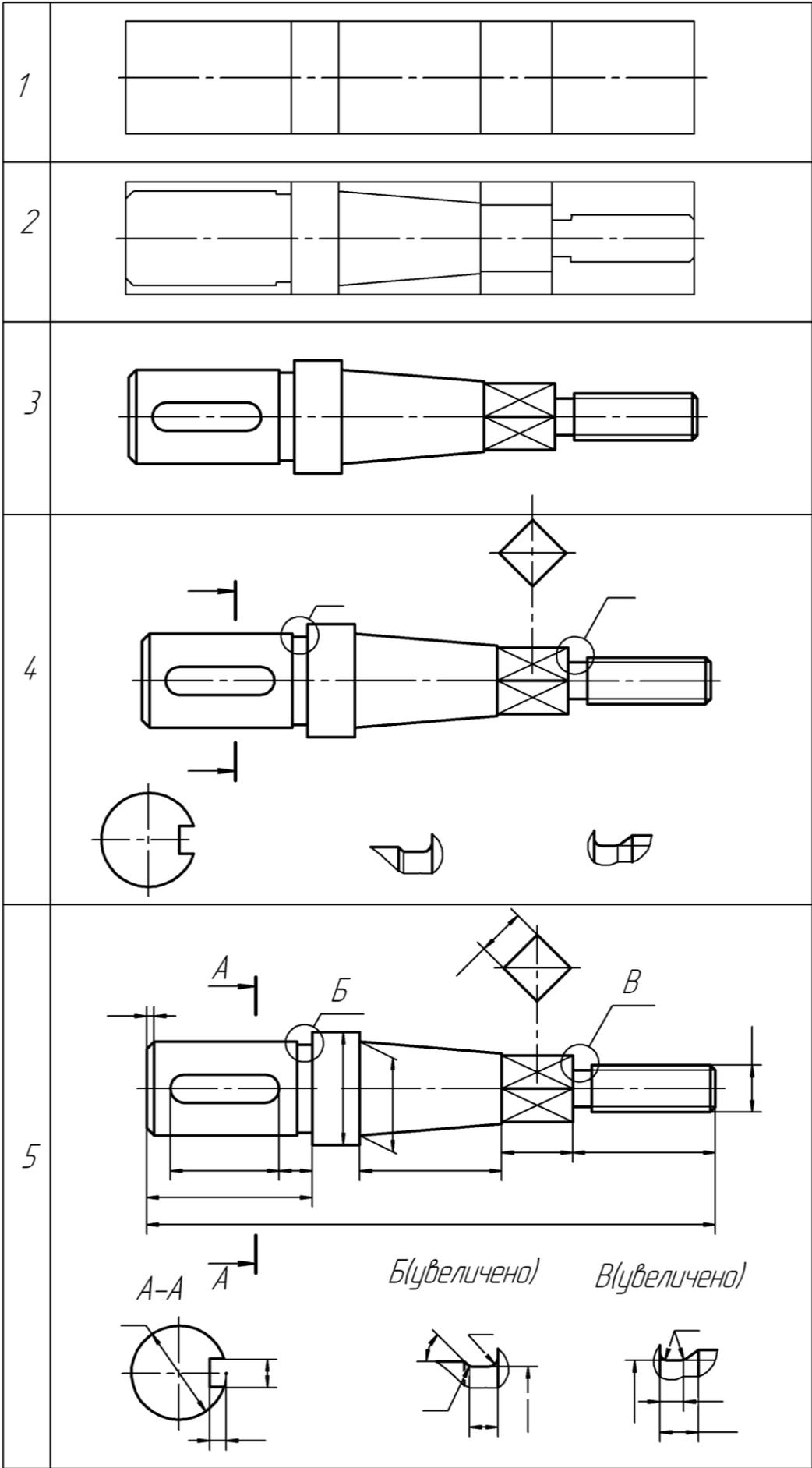


Рис. 35

Графическая работа № 11 Эскиз детали-отливки «Корпус» (рис. 37)

На формате А3 ватмана выполнить, снятый с натуры (рис. 36), эскиз детали «Корпус», имеющей обработанные и необработанные поверхности. На рис. 38 - даны последовательные этапы эскизирования детали.

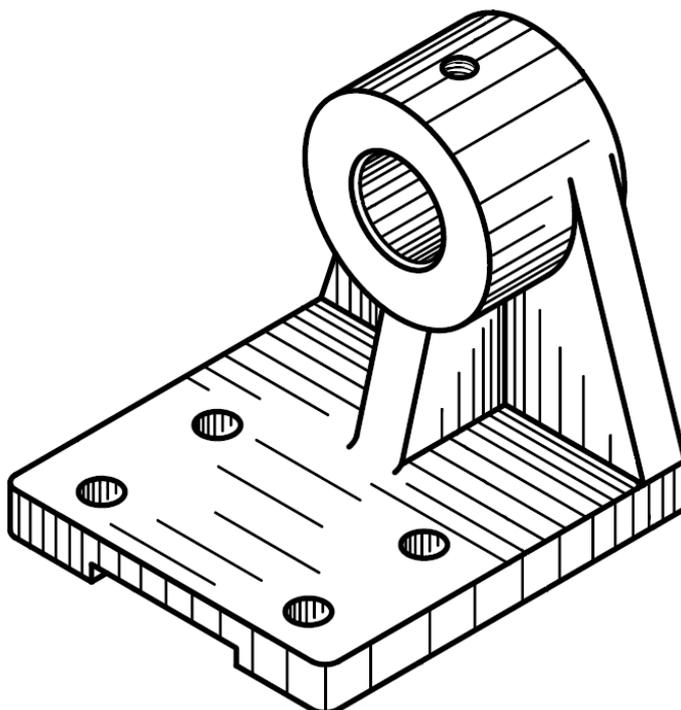


Рис. 36

КК21.130300.11

Лист 1 из 1

Страна №

Лист и дата

Вариант №

Лист и дата

Имя № листа

1. Неуказанные радиусы 2...4 мм.
2. Формовочные уклоны по ГОСТ 3212-80.
3. \* Размер для справок.

КК21.130300.11				Лит	Масса	Масштаб
Изм/Лист	№ докум	Лист	Дата	Корпус		
Разраб	Иванов			Лист 1 из 1		
Проб	Петров			Д Г Т У		
Т.контр				Кафедра ИИКТ		
Н.контр				Сталь 25А-1		
Утв				ГОСТ 977-88		
				Копировал		
				Формат А3		

Рис. 37

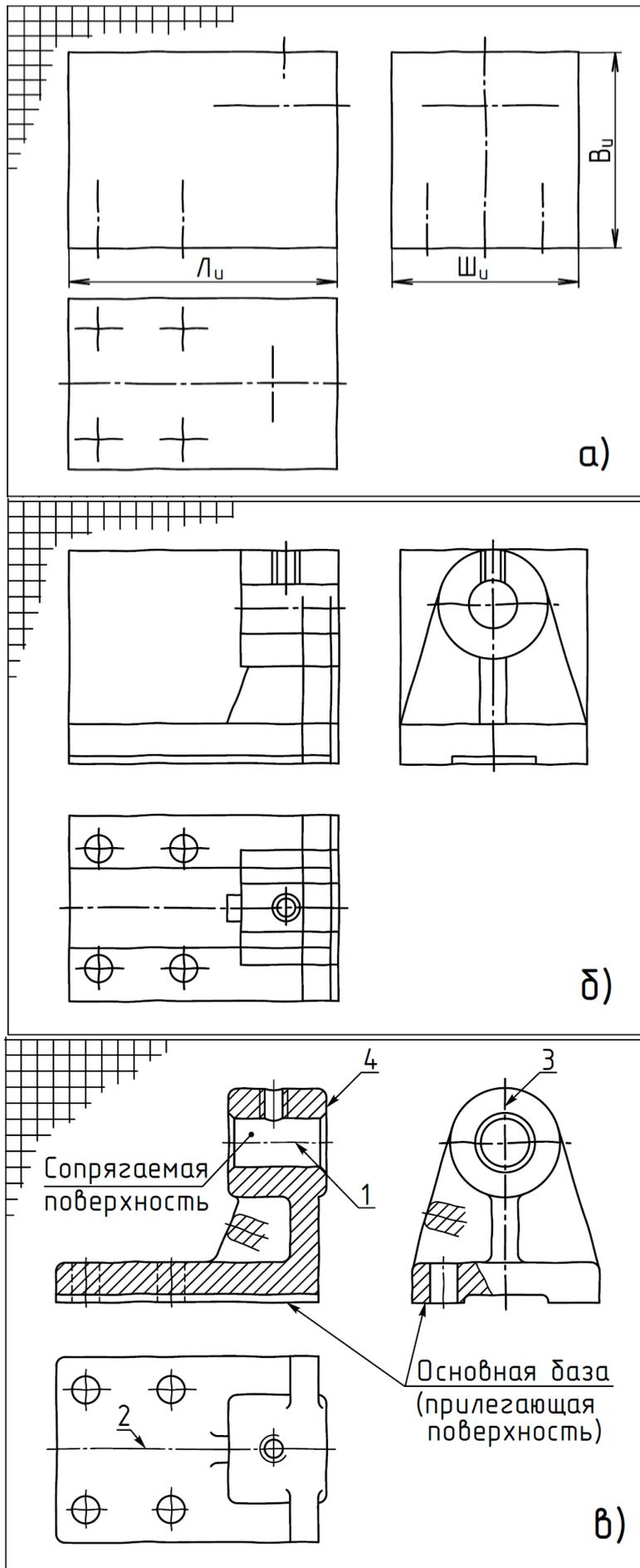
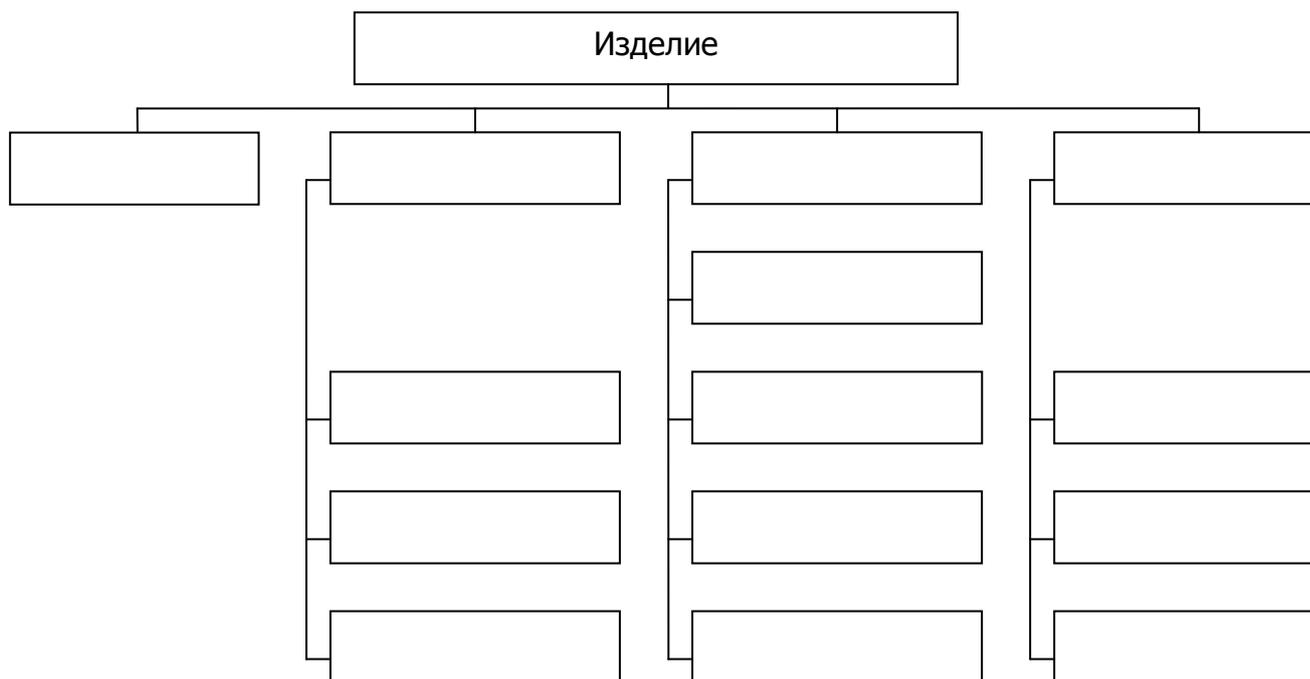


Рис. 38

## ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

**Упражнение 90.** Дополнить структурную схему изделия названиями составляющих её частей.



**Упражнение 91.** Перечислить стадии разработки конструкторских документов согласно ГОСТ 2.103-68.

---

---

---

---

---

**Упражнение 92.** Назвать основные документы:

---

---

**Упражнение 93.** Перечислить по порядку разделы спецификации:

---

---

---

---

---

---

---

---

**Графические работы: № 12-13 «Рабочий эскиз, ассоциативный чертёж детали».**

**По заданному чертежу общего вида выполнить на формате (А4 или А3) рабочий эскиз указанной детали (12). По проверенному и подписанному эскизу выполнить компьютерную модель и ассоциативный чертёж детали и представить его распечатку (13). Образец рабочего эскиза (ассоциативного чертежа) детали см. ниже.**



## **Вопросы для подготовки к дифференцированному зачёту по курсу “Инженерная и компьютерная графика”**

На зачет студент должен представить:

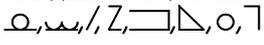
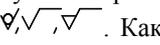
- выполненные и подписанные преподавателем, сброшюрованные в альбом формата А4 контрольные графические работы;
- рабочую тетрадь с 75% решённых упражнений.

Студент должен при себе иметь:

- зачётную книжку;
- циркуль, линейку, треугольник, карандаш, резинку;
- два двойных листа бумаги в клетку (из обычной тетради).

При подготовке к зачету по курсу “Инженерная и компьютерная графика” следует проверить свои знания по следующим вопросам:

1. Система стандартизации. Структура обозначения стандартов ЕСКД.
2. Правила образования форматов. Соотношение сторон стандартного формата. Основные и дополнительные форматы, обозначение. Основная надпись по ГОСТ 2.104—68, рамка чертежа.
3. Что такое масштаб? Перечислить пять стандартных масштабов увеличения и уменьшения. Изобразить окружность диаметром 20 мм в масштабе 2:1 и проставить размер.
4. Типы линий (наименование, начертание, толщина, применение).
5. Шрифты чертежные. Размеры шрифтов, угол наклона, толщина линий. Расстояние между символами, строками для шрифта типа Б.
6. Основные правила простановки размеров по ГОСТ 2.307-2011 на чертежах. Выносные и размерные линии. Размерные стрелки. Размерные числа. Нанесение размеров радиусов и диаметров, сферы и квадрата, фасок под углом 45° и под углом 30°.
7. Сопряжение прямых линий окружностью заданного радиуса. Внешнее, внутреннее и смешанное сопряжение окружностей.
8. Построение лекальных кривых — эллипса, параболы,
9. Построение лекальных кривых — эвольвенты, циклоиды.
10. Построение и обозначение конусности и уклонов на чертеже. Варианты простановки размеров конической поверхности на чертеже. Построить конус с конусностью 1:3.
11. Метод прямоугольного проецирования. Образование трёхкартинного комплексного чертежа объекта. Направления проецирования. Ориентация объекта в пространстве. Назначение базовых плоскостей и их изображение на чертеже. Алгоритм построения профильной проекции объекта.
12. Конкурирующие точки. Их использование для определения видимости элементов объекта на чертеже. Определение видимости конкурирующих точек на комплексном чертеже скрещивающихся прямых. Определение натуральной величины отрезка прямой.
13. Алгоритм построения комплексного чертежа простых геометрических тел — призмы, пирамиды. Принадлежность точки боковой поверхности данных геометрических тел.
14. Алгоритм построения комплексного чертежа простых геометрических тел — цилиндра, конуса и сферы. Принадлежность точки боковой поверхности данных геометрических тел..
15. Построение недостающих проекций точек на комплексном чертеже, принадлежащих поверхностям геометрических тел.
16. Способ преобразования комплексного чертежа методом дополнительного проецирования (заменой плоскостей проекций). Определение натуральной величины плоской геометрической фигуры, занимающей проецирующее положение.
17. Образование основных видов по ГОСТ 2.305-2008. Назначение и образование дополнительного вида. Оформление дополнительного вида на чертеже. Привести пример. Местные виды, пример оформления на чертеже.
18. Назначение сечений. Отличие разреза от сечения. Виды сечений. Оформление сечения на чертеже.
19. Построение наклонного вынесенного сечения составного геометрического тела проецирующей плоскостью. Штриховка сечений по ГОСТ 2.306—68.
20. Назначение и образование разрезов по ГОСТ 2.305-2008. Классификация разрезов. Оформление разреза на чертеже. Соединение вида с разрезом. Сложные разрезы.
21. Сущность метода аксонометрических проекций. Стандартные аксонометрические проекции.
22. Расположение аксонометрических осей, теоретические и приведенные коэффициенты искажения размеров по осям. Изображение окружности в прямоугольной аксонометрии. Размеры и направление осей эллипсов, изображающих окружность в изометрии и диметрии.
23. Сечение многогранников и тел вращения проецирующей плоскостью. Построение проекций линии сечения и определение натуральной величины фигуры сечения.
24. Построение развертки боковой поверхности цилиндра и конуса.

25. Построение развертки боковой поверхности призмы и пирамиды.
26. Какие соединения деталей называются разъемными и — неразъемными?
27. Образование винтовой линии однозаходной и многозаходной. Дать построение винтовой линии. Шаг и ход винтовой линии. Какие бывают типы стандартных резьб.
28. Изобразить профили стандартных резьб с указанием условных символов их обозначающих.
29. Условное изображение резьбы на стержне и в отверстии. Изображение сбега резьбы. Что такое недорез и недовод резьбы?
30. Обозначение метрической резьбы на чертеже, левая и правая резьба, крупный и мелкий шаг.
31. Как обозначается трапецидальная резьба? Привести примеры обозначения одно- и многозаходной трапецидальной резьбы.
32. Как обозначается резьба трубная цилиндрическая? В чём состоит условность обозначения этой резьбы?
33. Как обозначается резьба упорная?
34. Привести пример соединения двух труб муфтой и ниппелем.
35. Какую деталь называют болтом? Как определить длину болта? Изобразить болт на двух видах и проставить размерные линии. Изобразить конструктивное соединение двух деталей болтом.
36. Условные соотношения элементов болтового соединения на упрощенном его изображении.
37. Изобразить шпильку. Проставить размеры на изображении шпильки. Как определить длину посадочного (ввёрнутого) конца шпильки?
38. Изобразить гнездо под шпильку.
39. Изобразить конструктивно шпильку, ввёрнутую в глухое гнездо.
40. Из каких элементов складывается условное обозначение болта, шпильки, гайки, винта? Привести пример.
41. Изобразить конструктивно соединение двух деталей винтом.
42. Какие упрощения допускаются и, какие размеры проставляются на сборочном чертеже?
43. Какой документ называется спецификацией? Перечислите основные разделы спецификации.
44. Как наносят номера позиций на сборочном чертеже? На каком формате допускается совмещать сборочный чертёж и спецификацию?
45. Что называется сварным соединением? Как различают сварные соединения в зависимости от расположения свариваемых изделий? Как различают швы по протяжённости? Изображение сварных швов на чертеже.
46. Из каких элементов складывается условное обозначение сварных швов? Какое назначение имеют следующие вспомогательные знаки: ? Расположение условного обозначения невидимого шва на линии выноски.
47. Изображение на чертеже паяного и клеевого соединения.
48. Что называется эскизом детали? Последовательность снятия эскиза. Какие требования предъявляются при выборе главного вида детали?
49. Что подразумевается под шероховатостью поверхностей? Какими параметрами характеризуется шероховатость поверхности? Перечислите предпочтительные значения параметра Ra. Назначение знаков: . Какова должна быть высота знаков на чертеже?
50. Правила задания (проставки) размеров на чертеже детали, имеющей обработанные и необработанные поверхности. Цепной, координатный и комбинированный способ задания размеров.
51. Каковы основные правила нанесения знаков шероховатости поверхности на чертежах?
52. Чтение чертежа общего вида. Последовательность выполнения рабочих чертежей при детализации. Особенности выбора главного вида детали при детализации.
53. Что называется изделием? Виды изделий и конструкторских документов.
54. Стадии разработки конструкторских документов.
55. Дать определение детали и чертежа детали.
56. Дать определение сборочной единицы и сборочного чертежа.
57. Что такое сопрягаемые, привалочные и свободные поверхности в сборочной единице и рекомендуемая их шероховатость.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** студенты, успешно прошедшие текущий контроль знаний, предусмотренный рейтинговой системой обучения, допускаются к досрочной сдаче зачета.