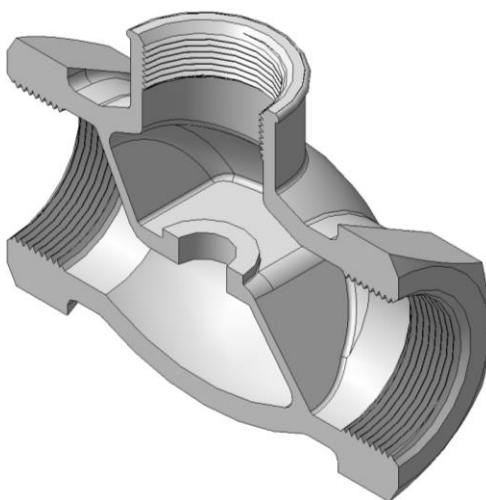




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ



ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ (односеместровая)

для студентов заочной формы обучения

Наименование дисциплины _____
По учебному плану

Студента _____

№ группы _____ № варианта _____

Преподаватель _____

РОСТОВ-НА-ДОНУ
2022

УДК 514.18(076.1)

Составители: Н.В. Метелькова, Е.И. Фисунова, Г.Г. Цорданиди, О.П. Чередниченко

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ по начертательной геометрии и инженерной графике (односеместровая). —Ростов н/Д: ДГТУ, 2022, 46 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 (заочная форма обучения).

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

© - Донской государственный технический университет, 20222

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая тетрадь, составлена в соответствии с государственными образовательными стандартами. Решение упражнений сводится к доработке в карандаше имеющихся чертежей-заготовок в рабочей тетради.

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.

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). Желательно также иметь чертёжную доску 400х500 мм, рейсшину, кнопки или скотч для закрепления листа, транспортир, набор лекал.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

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.

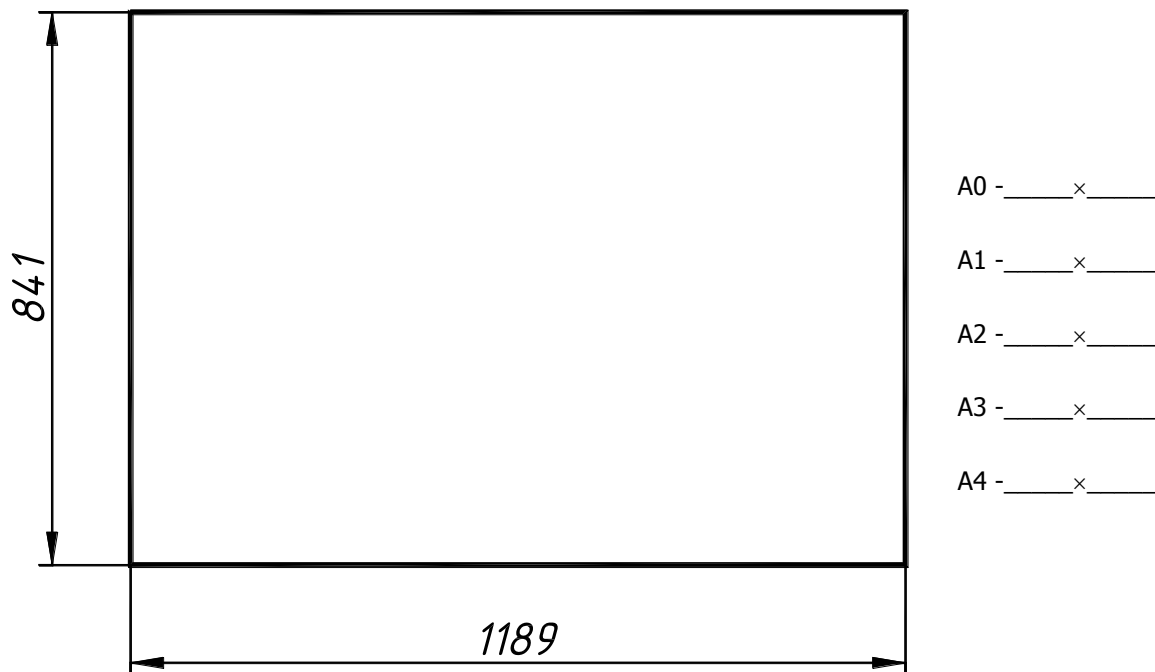
В качестве сплошной основной линии при обводке изображений рекомендуется принять линию толщиной 0,8...1,0 мм. Линии проекционной связи, выносные, размерные, осевые и линии невидимого контура должны быть в 2...3 раза тоньше основной линии (ГОСТ 2.303—68). Линии построения следует сохранять на готовых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

СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

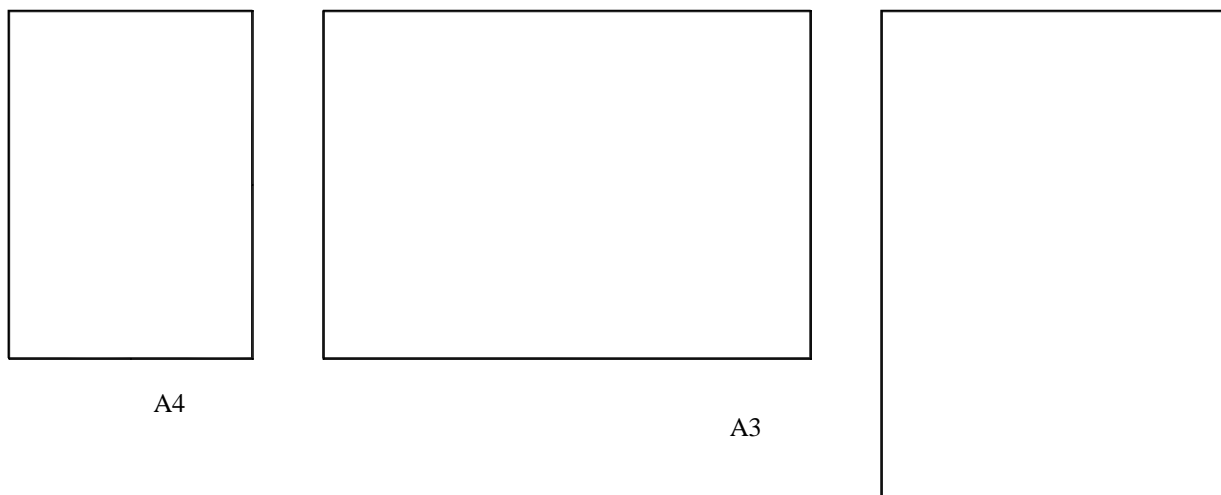
ФОРМАТЫ. ГОСТ 2.301—68

Форматы листов определяются размерами внешней рамки чертежа, выполненной тонкой линией.

Упражнение 1. Тонкими линиями условно разделить формат А0 на все другие основные форматы и указать (справа) их размеры.



Упражнение 2. Условно оформить рамки чертежей форматов А4 и А3 толстой сплошной основной линией. Указать габаритными прямоугольниками расположение основной надписи и дополнительной графы.



Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

Упражнение 3. Определить и записать размеры дополнительных форматов:


A4×3 - _____

A3×5 - _____

ЛИНИИ. ГОСТ 2.303—68

Упражнение 4

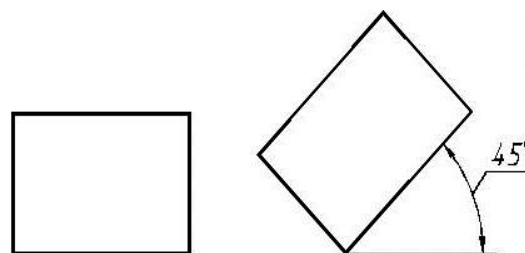
1. Начертить девять стандартных типов линий. Их толщину соотнести с толщиной сплошной толстой основной линии S ($S=0,5...1,4$ мм).
2. Указать длины штрихов и промежутков в штриховых и штрихпунктирных линиях.

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 по- крытий, 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

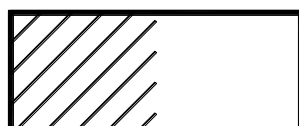
Общее графическое изображение материалов в сечениях выполняется тонкими параллельными линиями под углом 45° (допускаются также 30 и 60°) к линиям рамки чертежа и шагом $2-4$ мм.

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



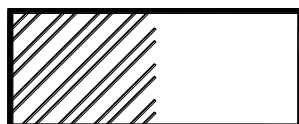
— пластмасса, резина и другие
неметаллические материалы



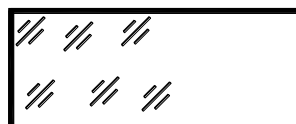
— дерево



— жидкости



— керамика и силикат-
ные 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: А – тонкий ($h/14$) и Б – утолщенный ($h/10$). Шрифты могут быть прямыми или наклонены к основанию строк под углом 75° .

Размер шрифта h определяет высоту прописных (заглавных) букв и цифр в миллиметрах. Это главный его параметр, который берётся из ряда:

1.8 (не рекомендуется); 2.5; 3.5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Перед нанесением текста необходимо выбрать размер шрифта – h , определить другие его параметры (см. таблицу) и разметить текст по буквам, изображая тонкими линиями каждое место габаритным прямоугольником (прямой шрифт) или параллелограммом (наклонный шрифт) с учётом разной ширины букв. Рекомендуется использовать наклонный шрифт Б.

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 ъ ц у

Д О С Э Ю Ч У Я

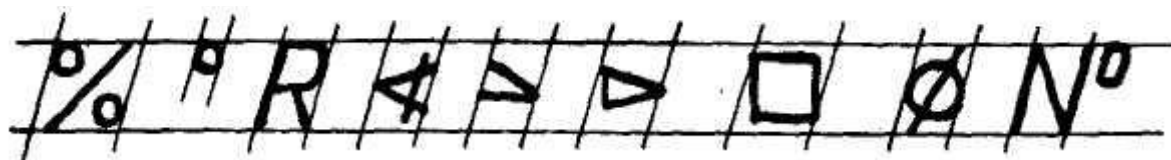
п р т ш щ ф г з с

Э Ю Ч Я Ъ Ь Ы Н Ж К

Л Х М N° R 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.

Наклонным утолщённым (тип Б) шрифтом № 7 записать фамилию и инициалы студента, предварительно наметив место для каждой буквы тонкими наклонными линиями (по образцу в начале строки).

Студент

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.

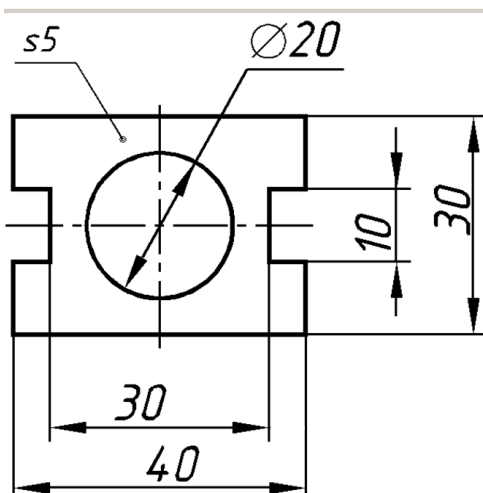
Упражнение 8. Указать масштаб в обозначении следующих изображений: вида А – уменьшенного в 2 раза; выносного элемента Б – увеличенного в 5 раз; выбрать стандартный масштаб для разреза В-В: из ряда: 1:3; 2,5:1; 9:1.

А ()

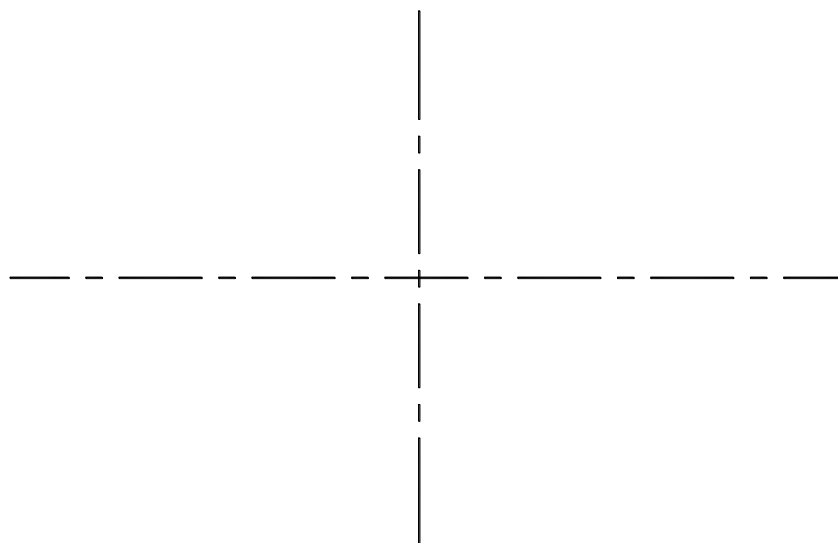
Б ()

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.

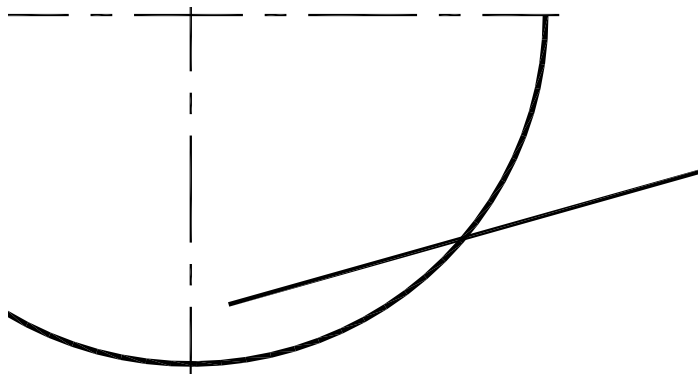
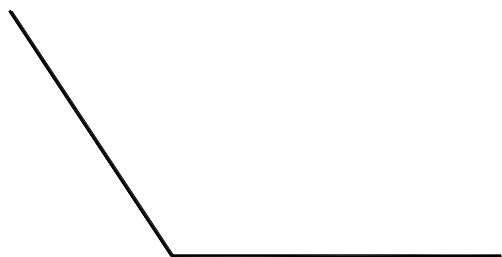


ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

СОПРЯЖЕНИЯ

Упражнение 10. Построить сопряжение двух прямых при заданном радиусе сопряжения R_c 15 мм.

Упражнение 11. Построить внутреннее сопряжение прямой и окружности при заданном радиусе сопряжения R_c 20 мм.

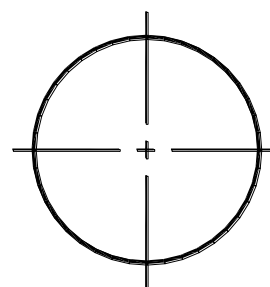
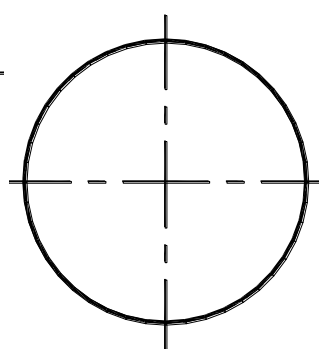
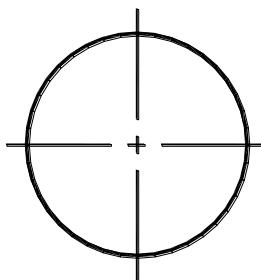
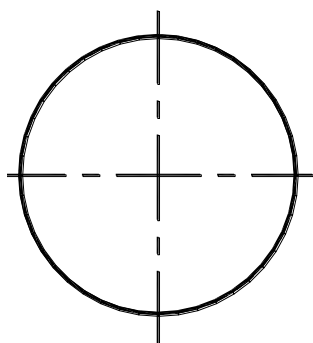


Упражнение 12.

Построить: а) внешнее сопряжение двух окружностей радиусом сопряжения R_c 25 мм;
б) внутреннее — R_c 60 мм.

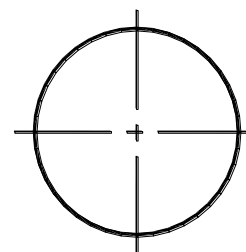
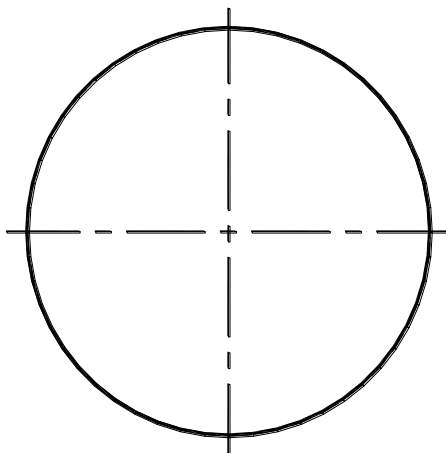
а)

б)



Упражнение 13.

Построить смешанное сопряжение двух окружностей радиусом R_c 60 мм.



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.

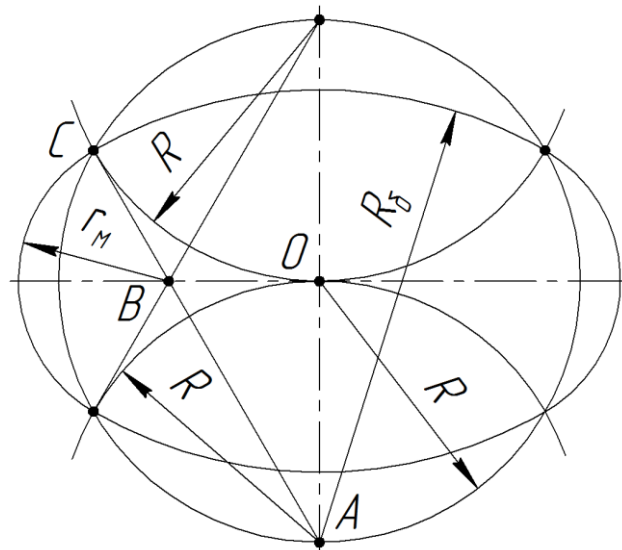
Овал - циркулярная кривая, которой можно заменить эллипс.

Упражнение 14.

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 М до двух других точек F_1 и F_2 , называемых фокусами, есть величина постоянная, равная большей 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 М до фокусов;

a, b – большая и малая полуоси;

A, B, C, D – вершины эллипса;

0 – центр эллипса;

Определение фокусов эллипса

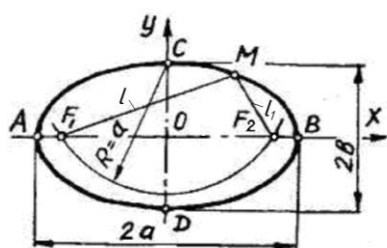


Рис. 1

Построение эллипса

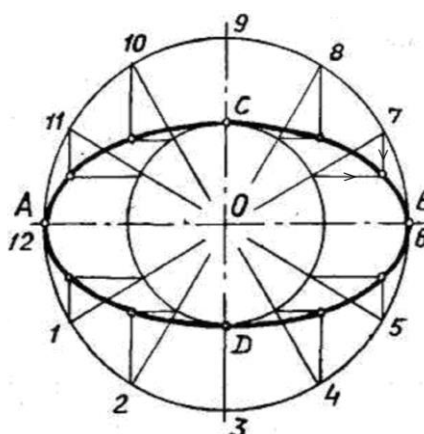


Рис. 2

Построение нормали и касательной в произвольной точке М

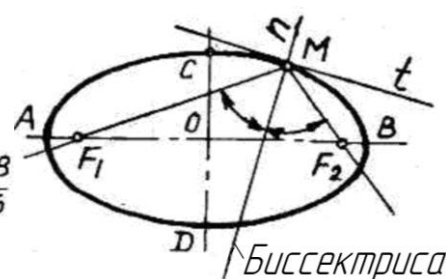


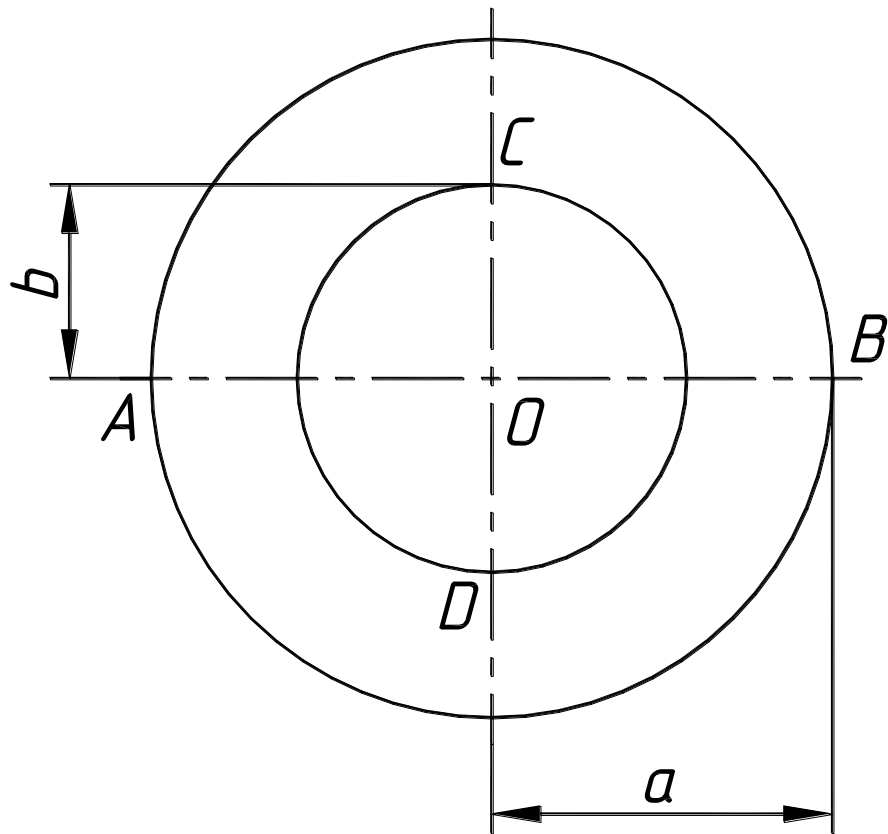
Рис. 3

Упражнение 15.

а) Построить эллипс.

Большая полуось равна a , малая - b , число делений для вспомогательных построений — 12.

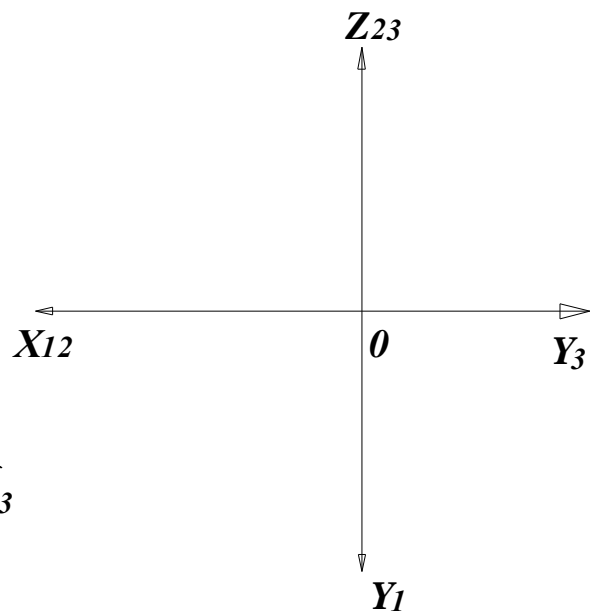
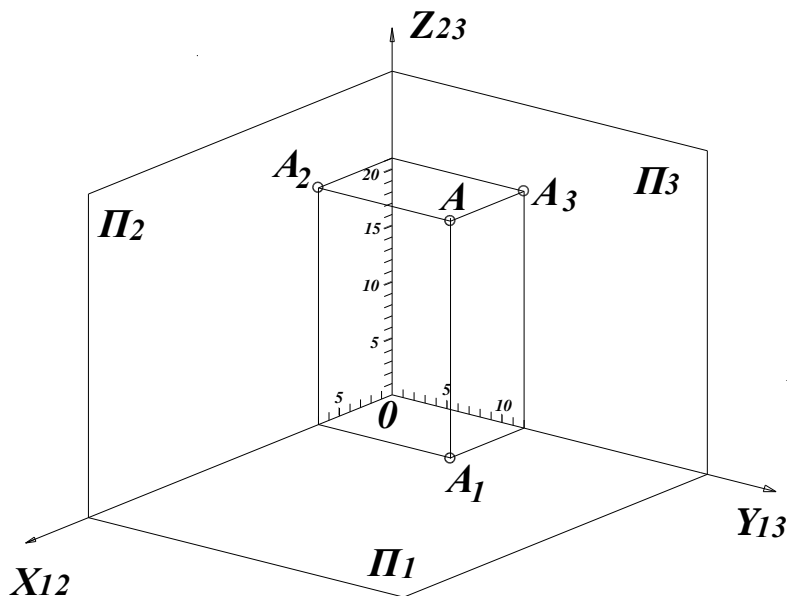
б) В правой верхней четверти эллипса задать произвольную точку K и построить к ней касательную прямую t (см. образцы на рис. 2,3).



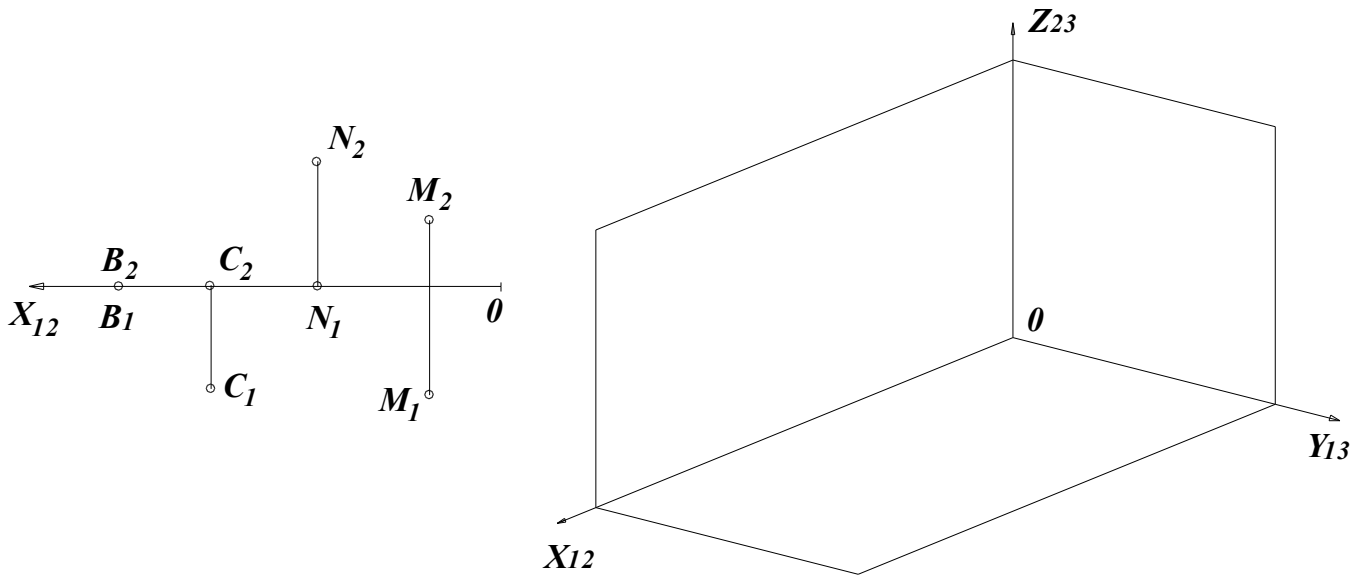
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ. ТОЧКА НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

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

X	Y	Z

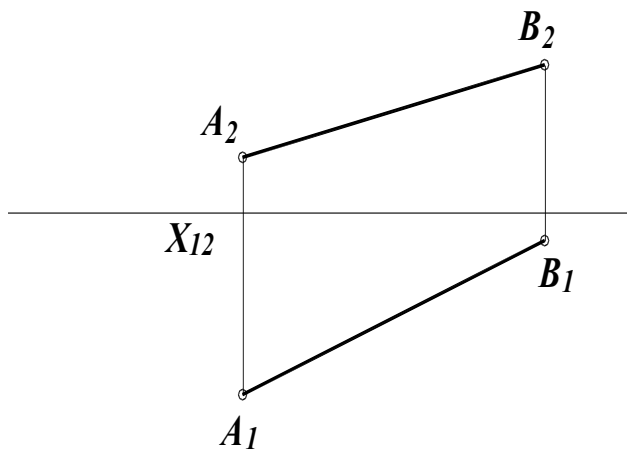


Упражнение 17. По комплексному чертежу построить наглядное изображение точек: В, С, N, М.

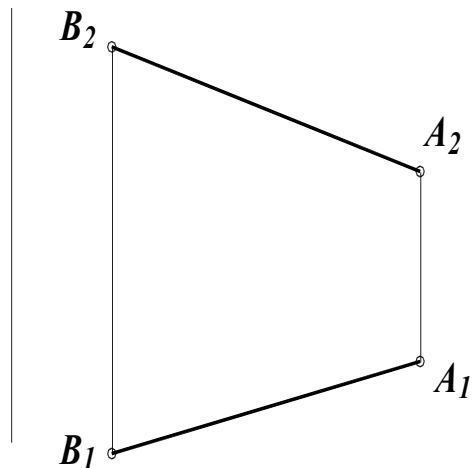


Прямая на комплексном чертеже

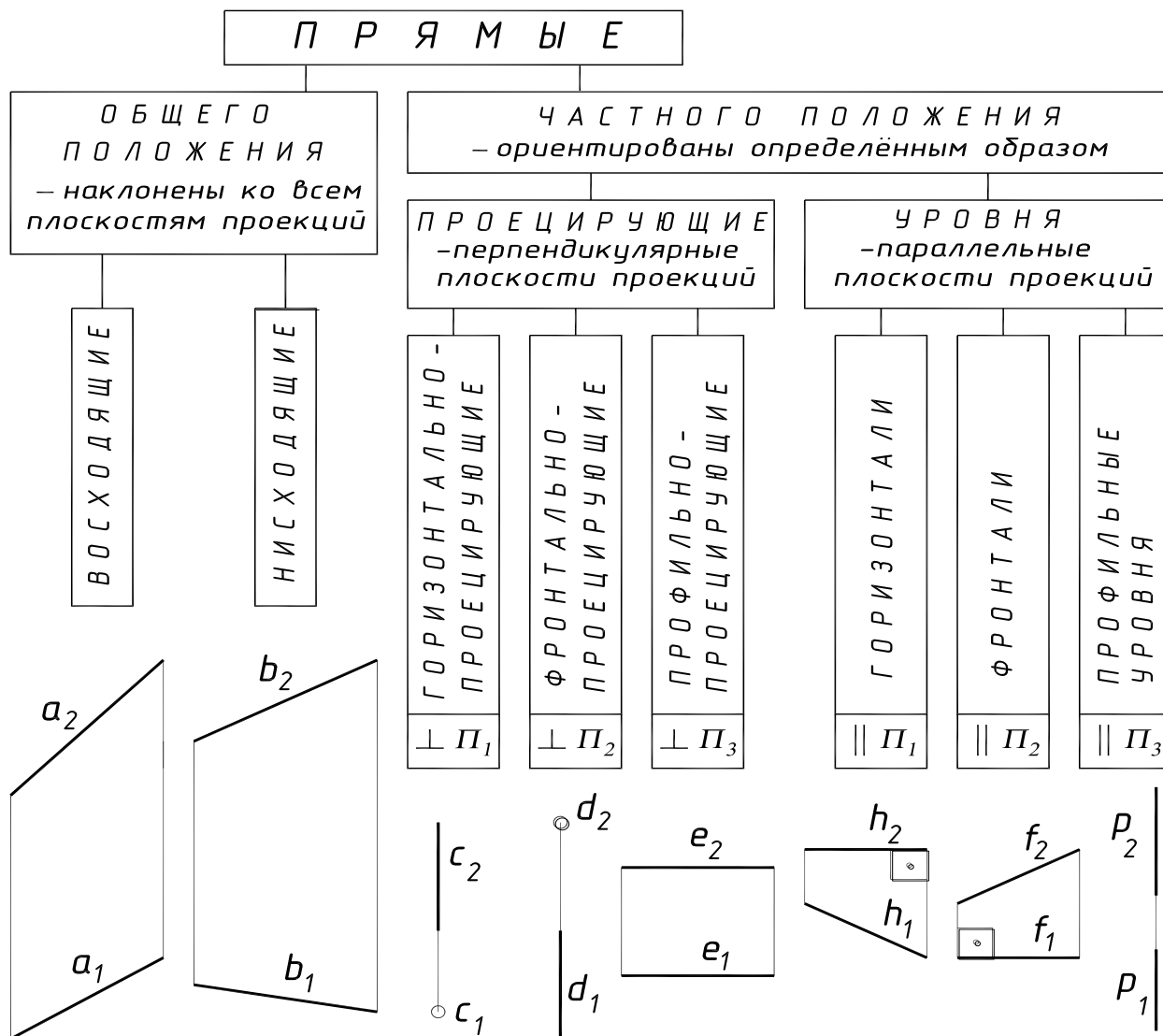
Упражнение 18. Методом прямоугольного треугольника определить натуральную величину отрезка и углы наклона его к Π_1 и Π_2 .



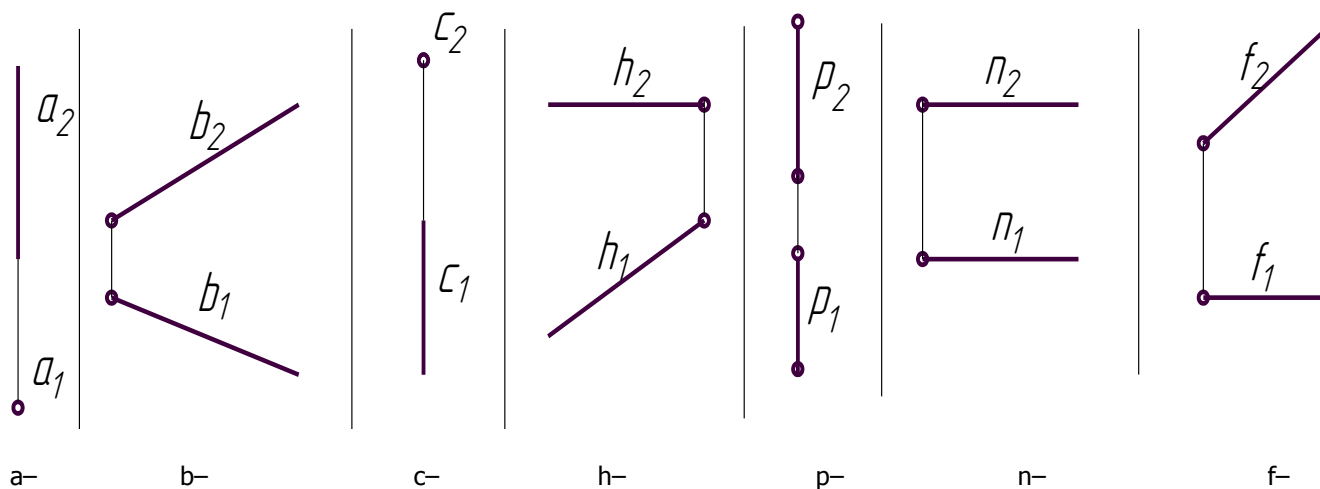
Упражнение 19. На прямой AB от точки A отложить отрезок AC , равный 20 мм.



Классификация прямых в зависимости от их положения относительно плоскостей проекций

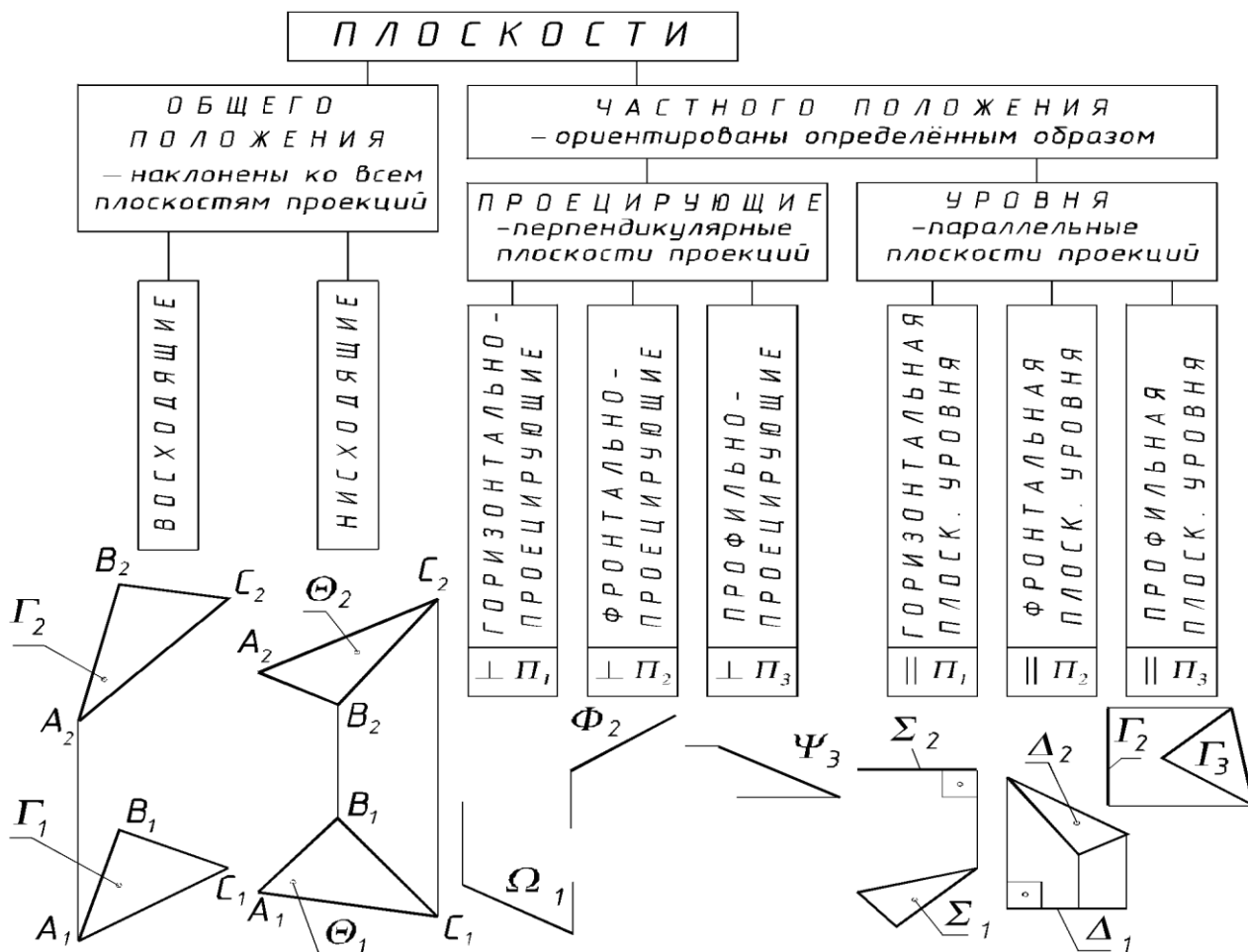


Упражнение 20. Определить положение прямых, изображенных на чертеже, относительно плоскостей проекций. Указать проекции, изображающие прямые в натуральную величину.

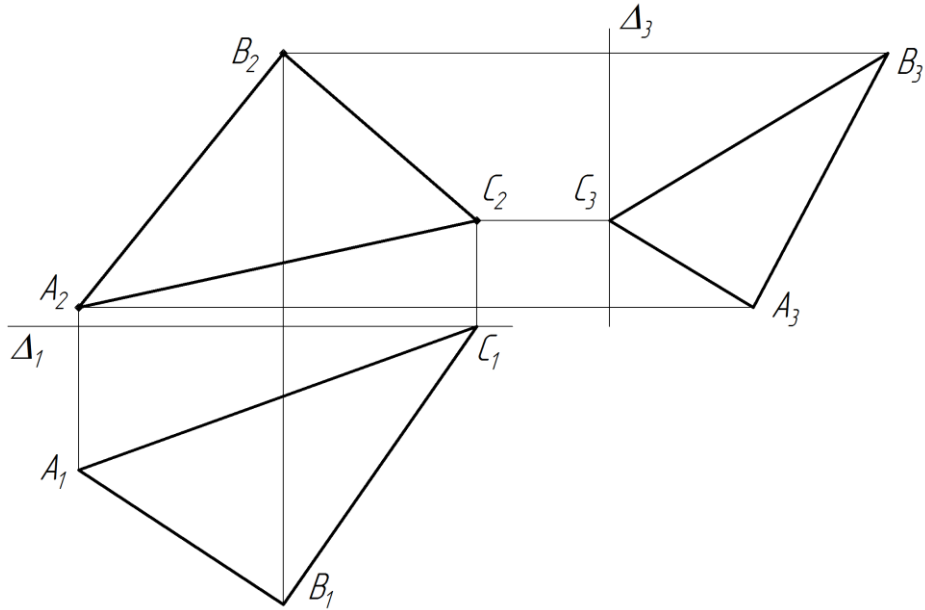


Плоскость на комплексном чертеже

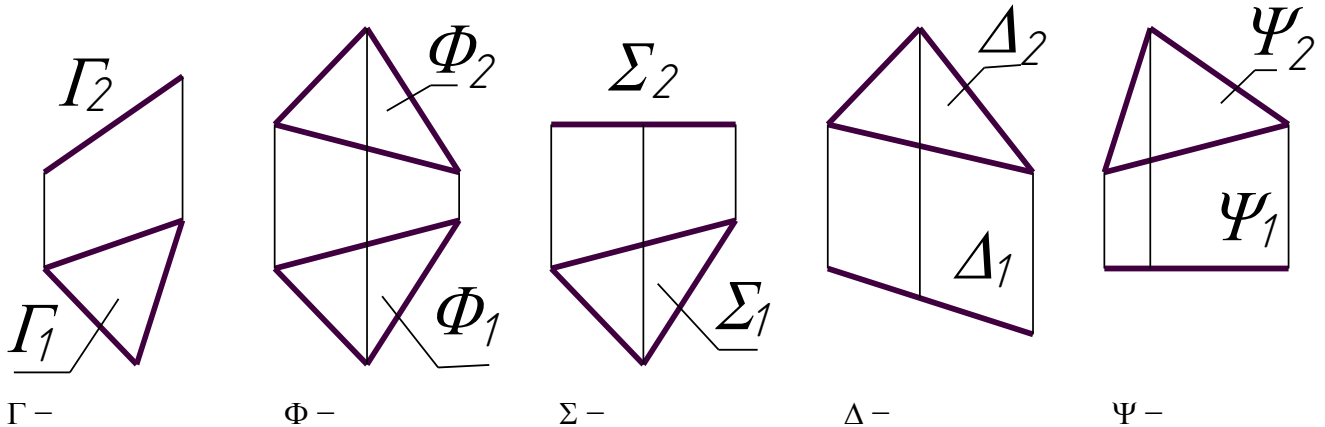
Классификация плоскостей в зависимости от их положения относительно плоскостей проекций



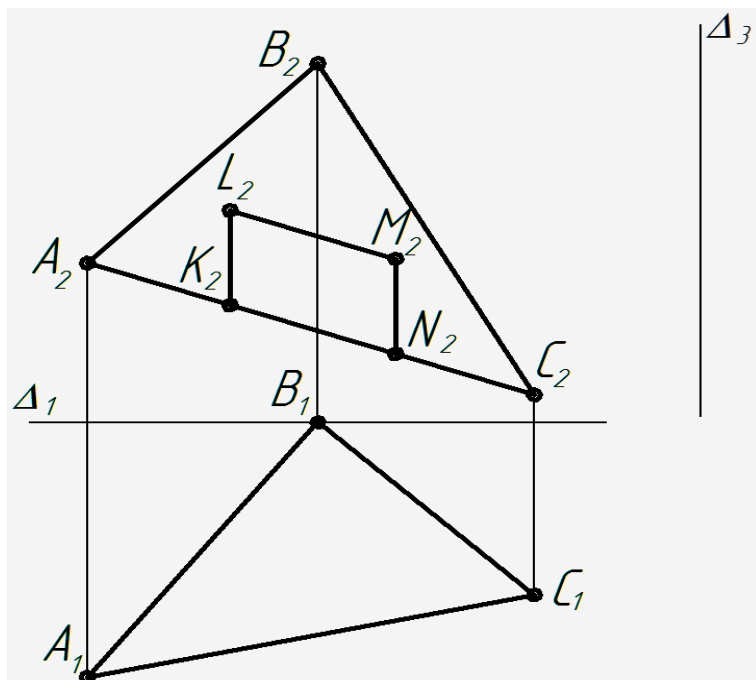
Упражнение 23. Построить в плоскости треугольника **ABC** прямые уровня: горизонталь, фронталь и профильную прямую.



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

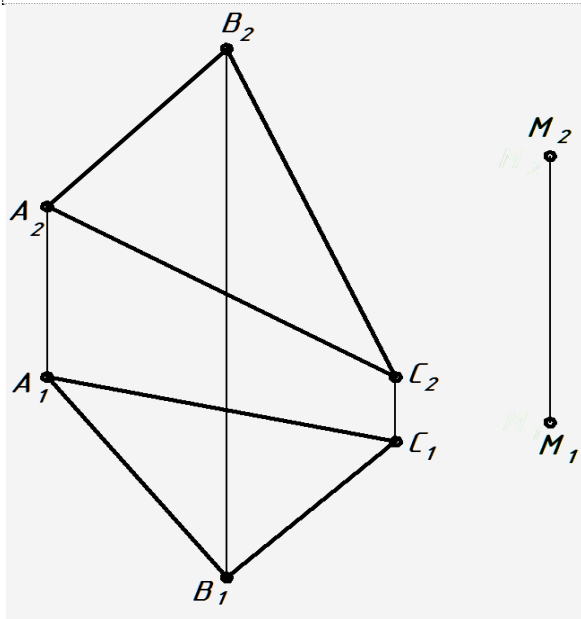


Упражнение 25. Используя базовые линии Δ_1 и Δ_3 , построить:
 1) профильную проекцию ΔABC .
 2) горизонтальную и профильную проекции четырёхугольника $KLMN$, $\in \Delta ABC$.
 3) натуральную величину стороны AC треугольника, определить угол её наклона « α » к горизонтальной плоскости (методом прямоугольного треугольника).

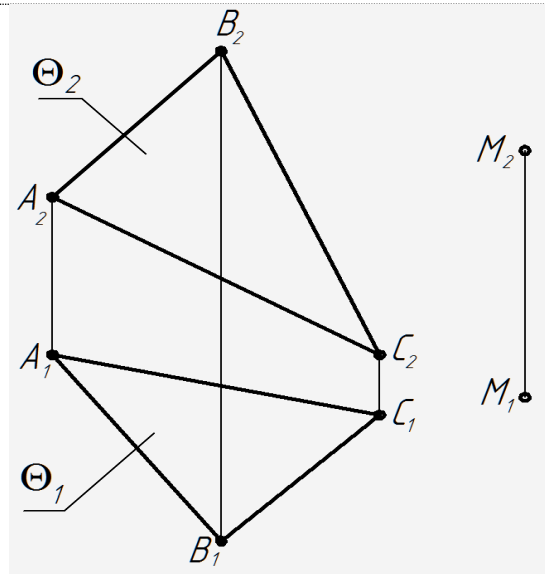


Относительное положение прямой и плоскости, двух плоскостей

Упражнение 26. Через точку М провести плоскость Θ ($n \perp l$), перпендикулярную пл. ΔABC .

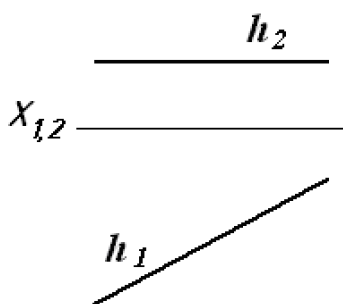


Упражнение 27. Через точку М провести плоскость Φ ($m \perp n$), параллельную плоскости Θ .

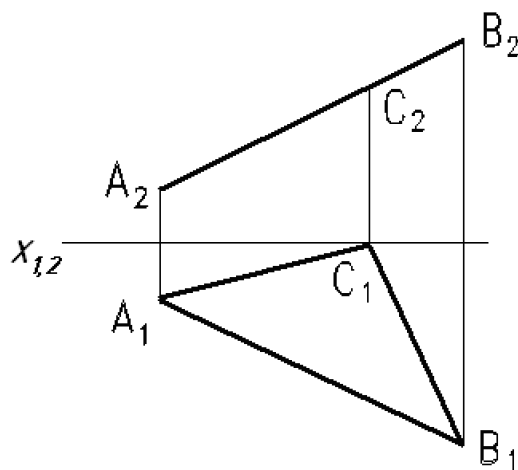


Преобразование комплексного чертежа Способ замены плоскостей проекций

Упражнение 28. Преобразовать горизонталь в проецирующую прямую.

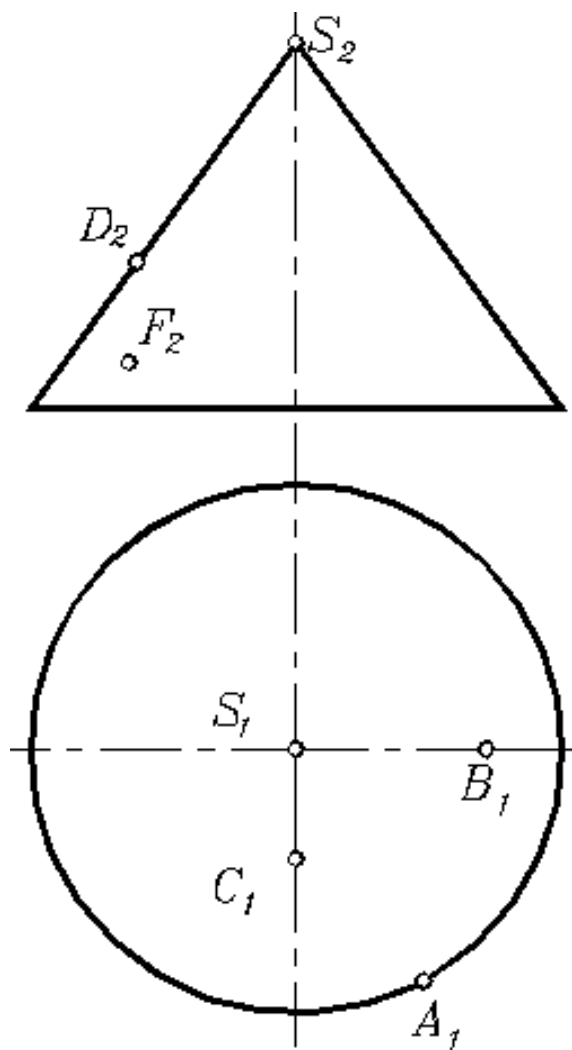
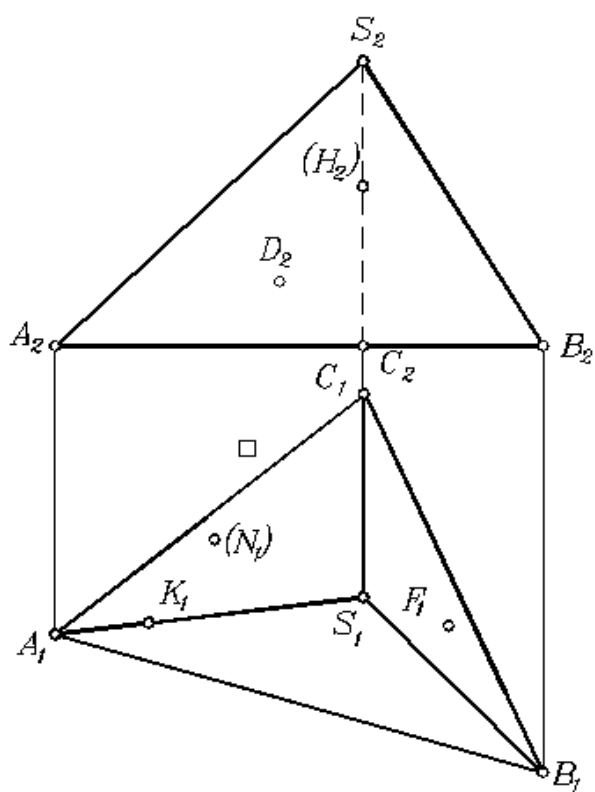
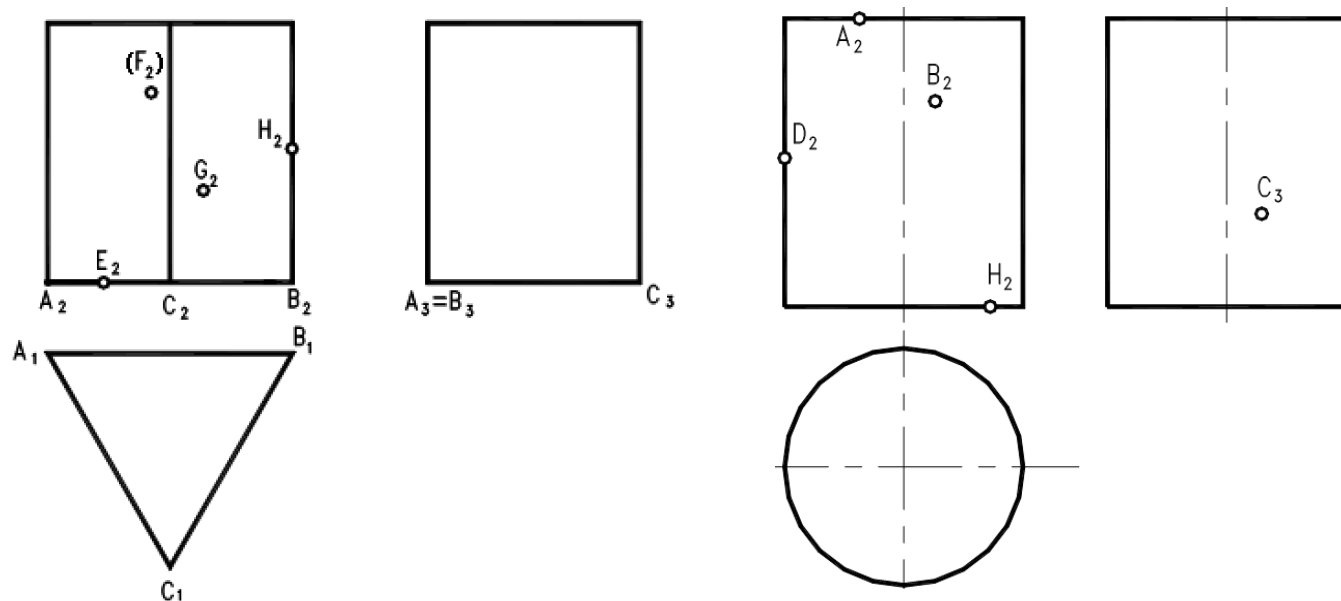


Упражнение 29. Определить натуральную величину треугольника ABC.



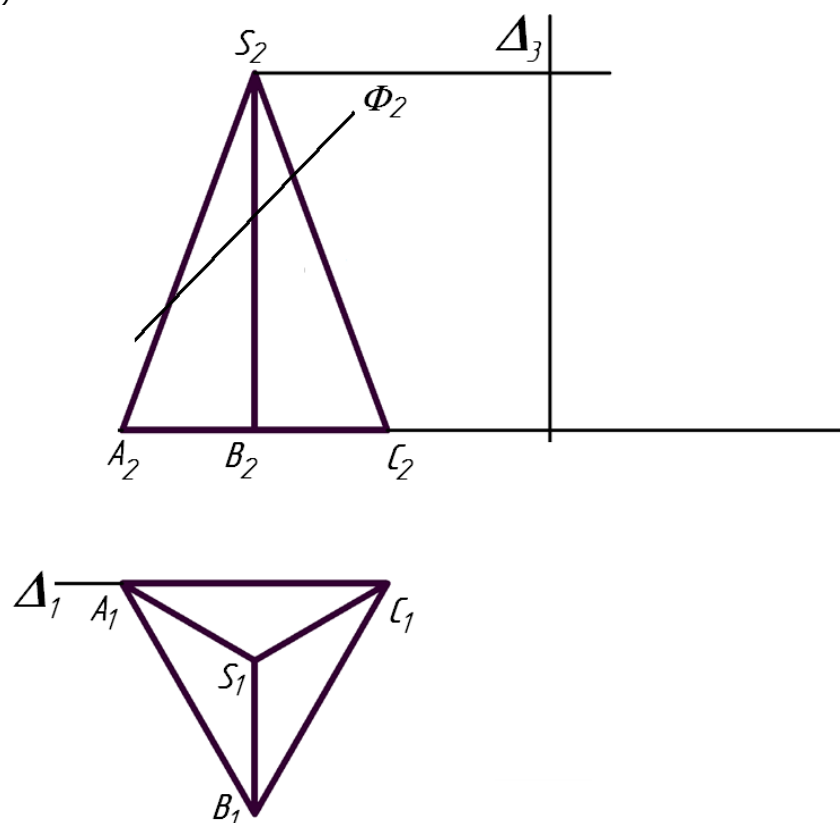
Многогранники и тела вращения (элементарные)

Упражнение 30. Найти недостающие проекции точек, принадлежащих поверхностям.

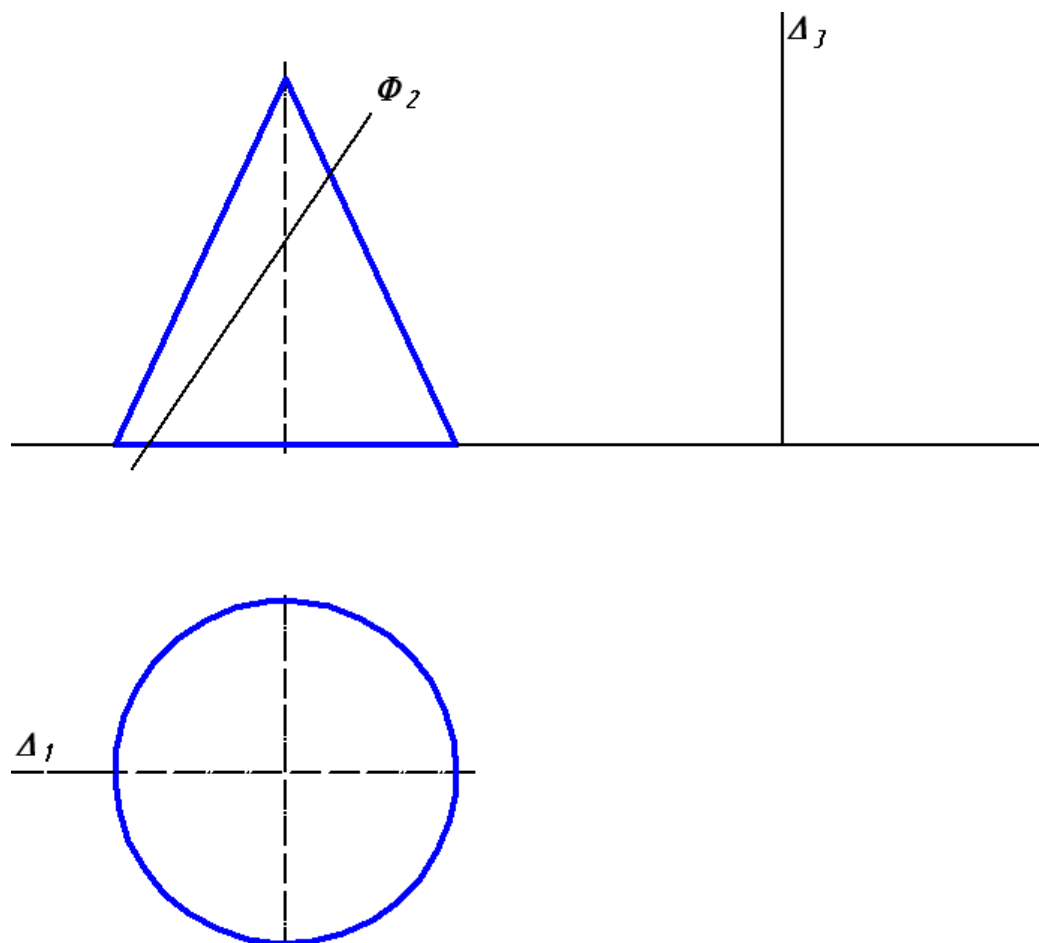


Упражнение 31. Построить: 1) профильную проекцию тела; 2) горизонтальную и профильную проекции линии сечения его фронтально-проецирующей плоскостью; 3) натуральную величину сечения.

a)

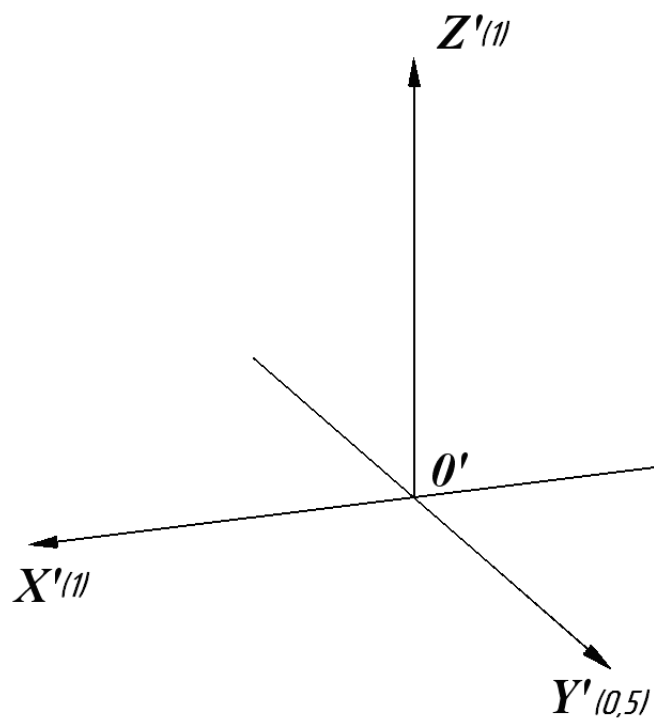
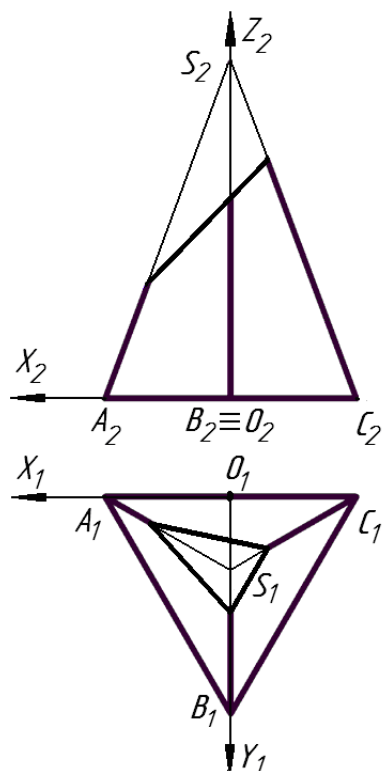


б)

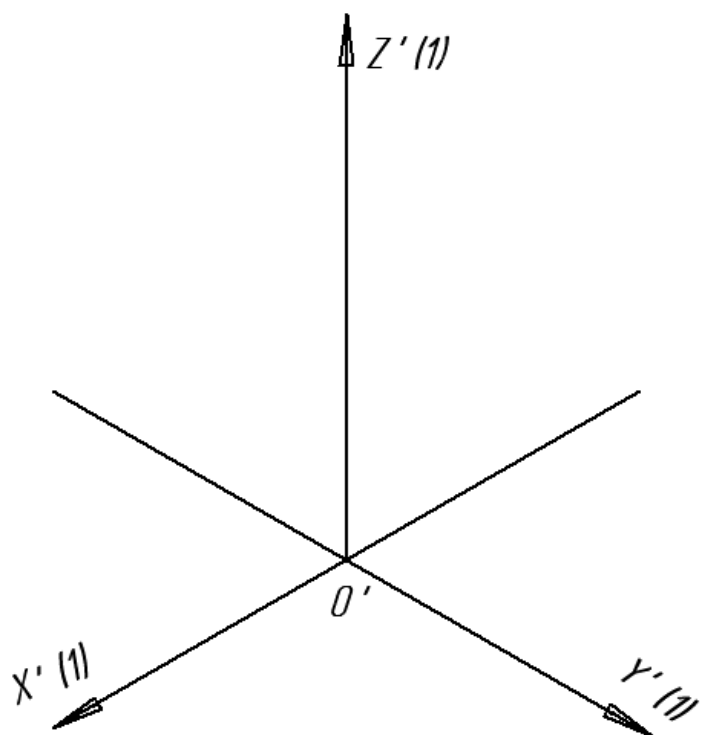
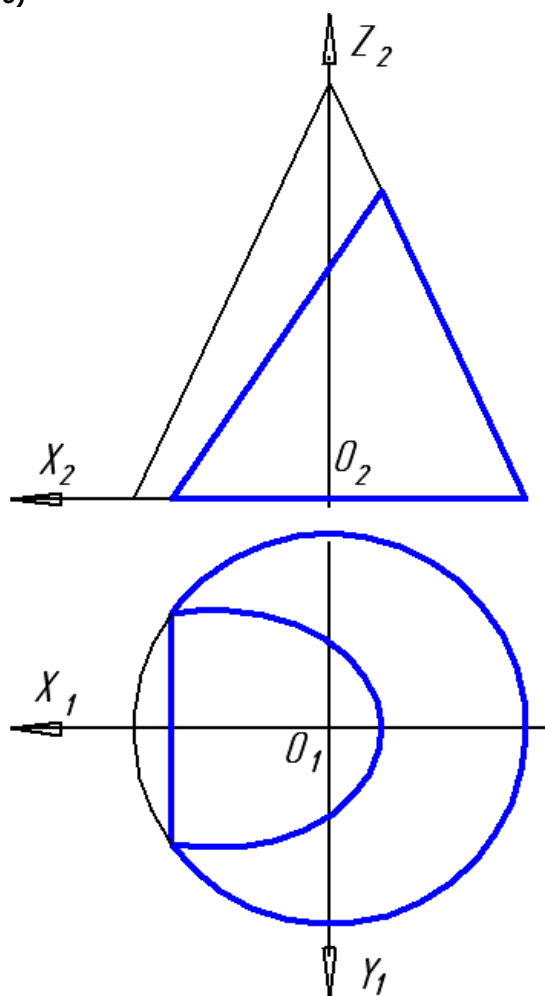


Аксонетрические проекции

Упражнение 32. Выполнить аксонометрические проекции усечённых тел
а)

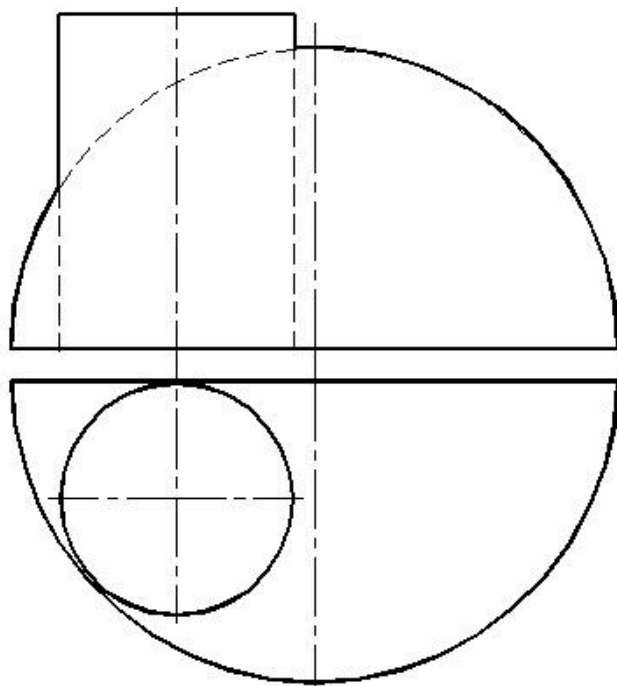


б)

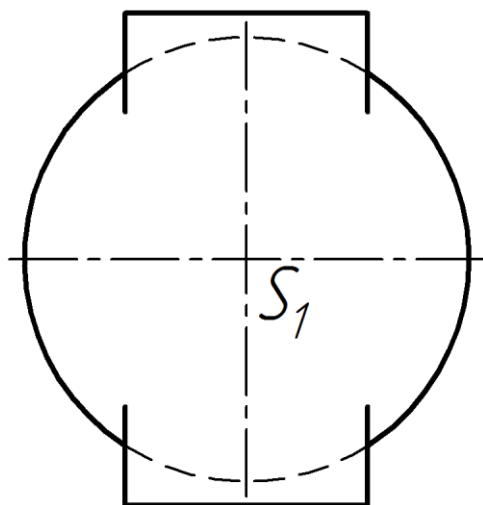
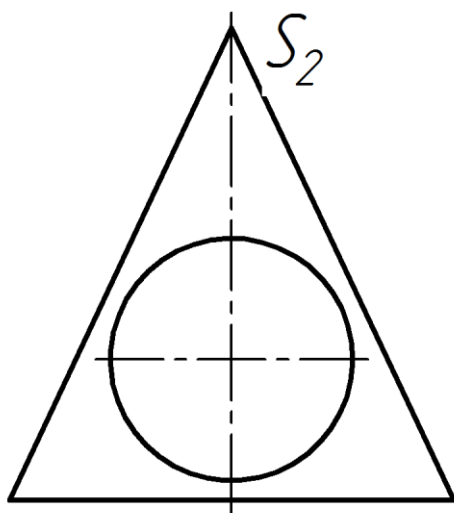


Поверхности

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



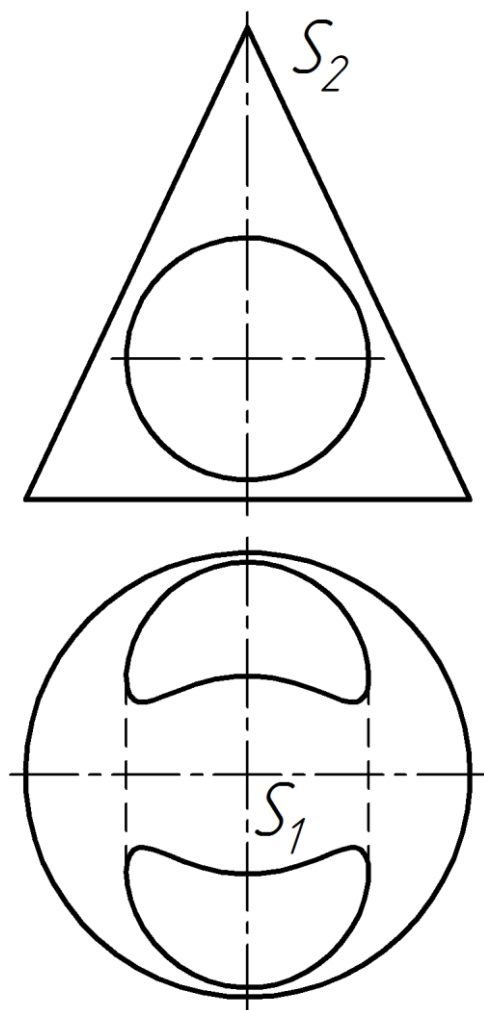
a)



б)

РАЗВЁРТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ


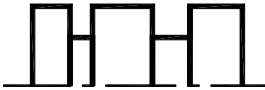
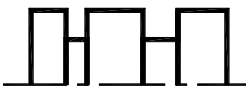
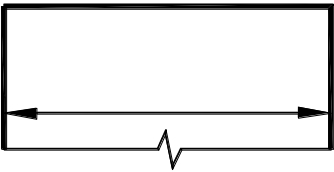
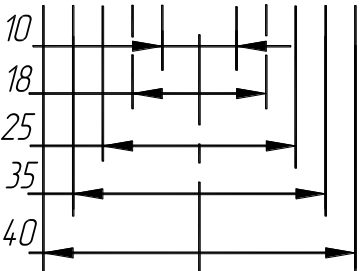
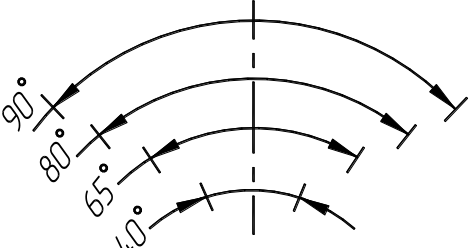
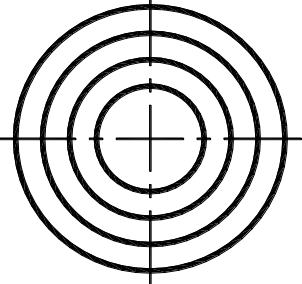
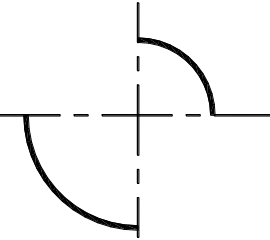
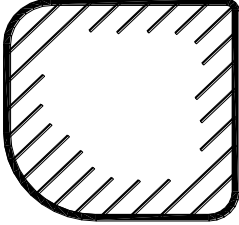
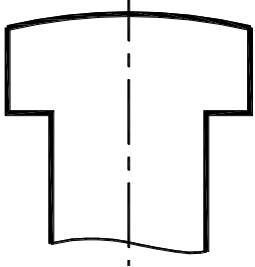
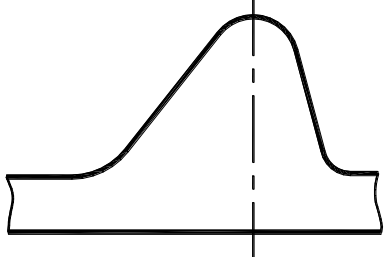
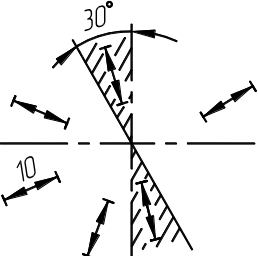
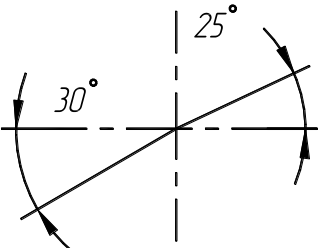
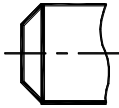
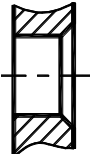
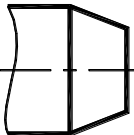
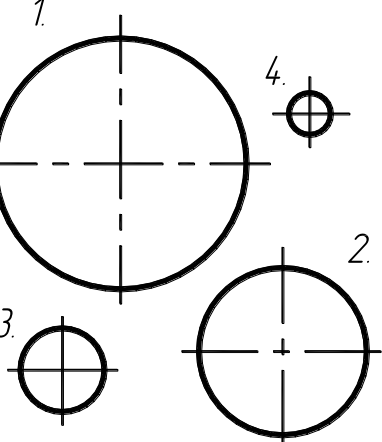
Упражнение 34. Построить развёртку боковой поверхности конуса с цилиндрическим отверстием.



ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Нанесение размеров (ГОСТ 2. 307- 2011)

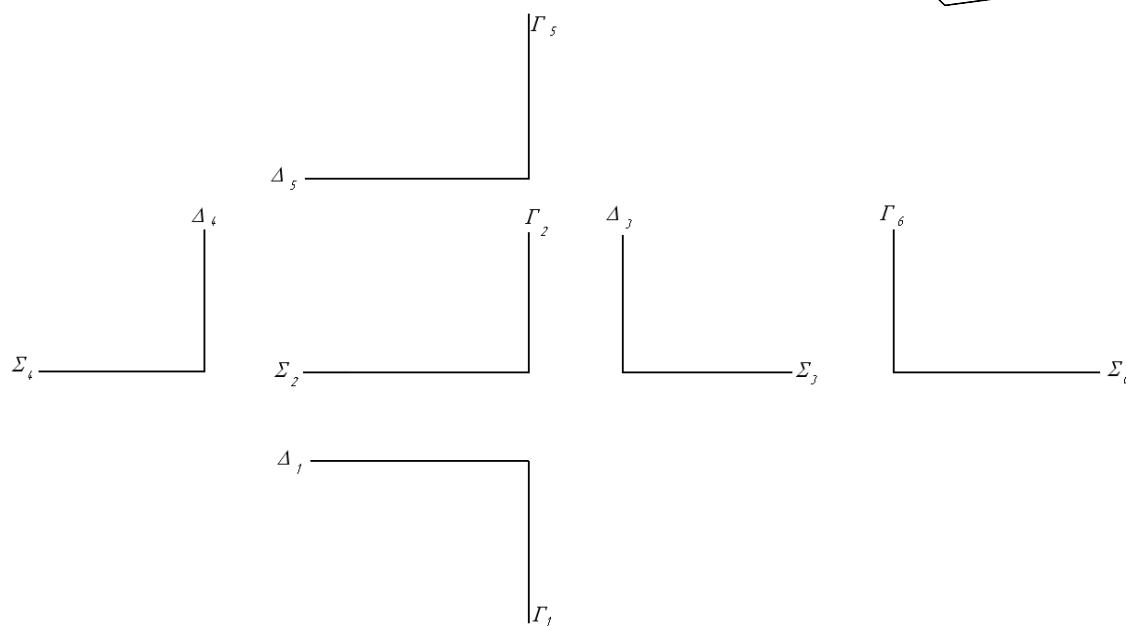
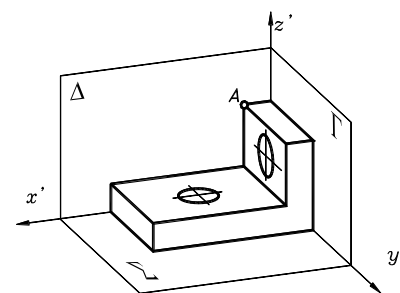
Упражнение 35. На представленных фрагментах выполнить указанные действия.

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

ИЗОБРАЖЕНИЯ (ГОСТ 2.305-2008)

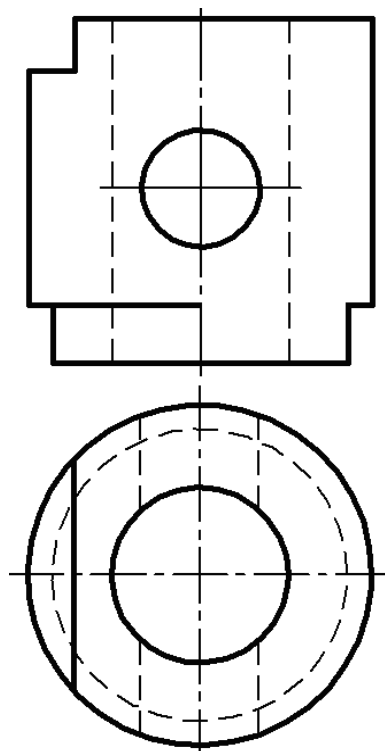
Виды основные

Упражнение 36. По наглядному изображению построить **шесть основных видов**, измеряя длину, ширину и высоту объекта от базовых плоскостей соответственно Γ , Δ , Σ 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.



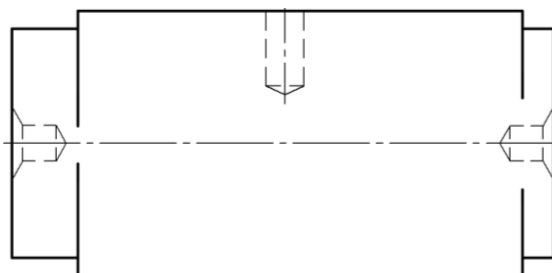
Разрезы

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



МЕСТНЫЕ РАЗРЕЗЫ

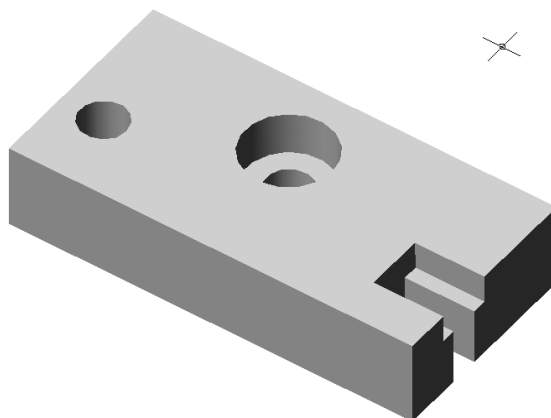
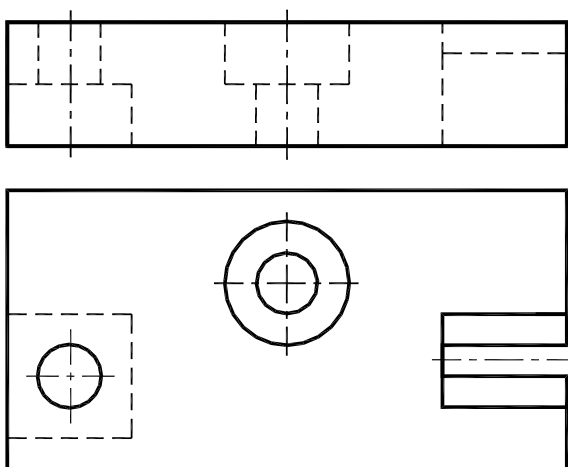
Упражнение 38. Выполнить местные разрезы вала.



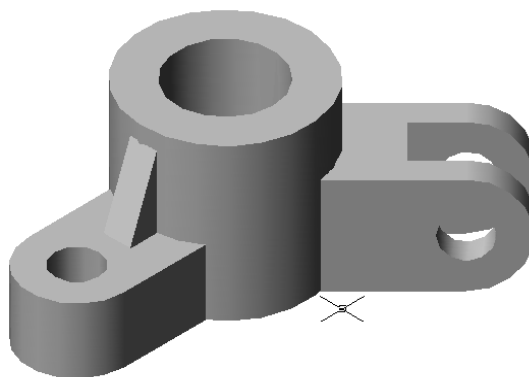
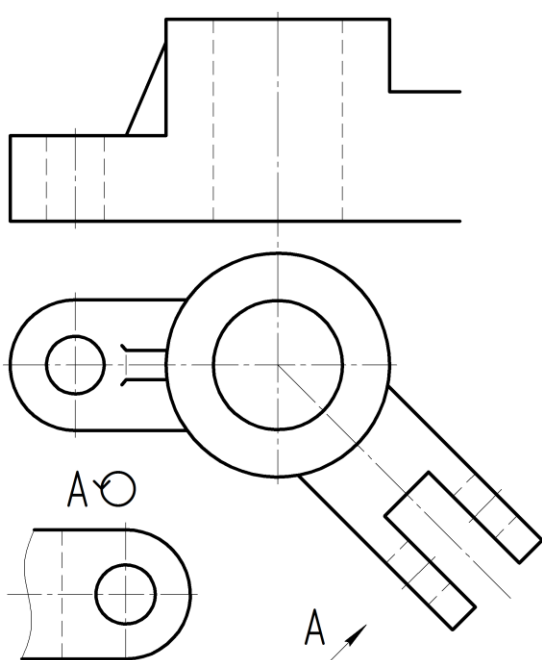
РАЗРЕЗЫ СЛОЖНЫЕ

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.

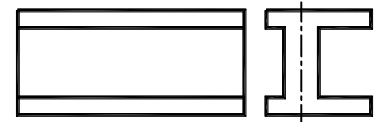
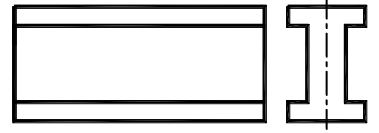
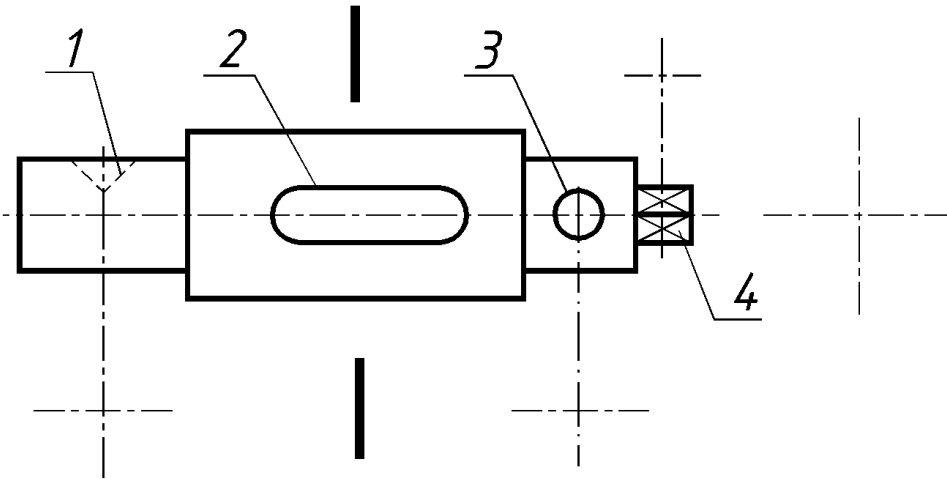


Сечения

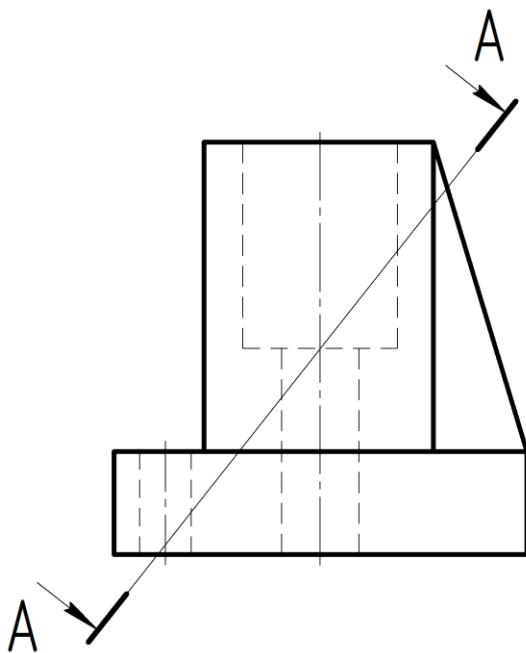
Упражнение 40. Оформить вынесенные сечения вала плоскостями, проходящими через его конструктивные элементы:

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

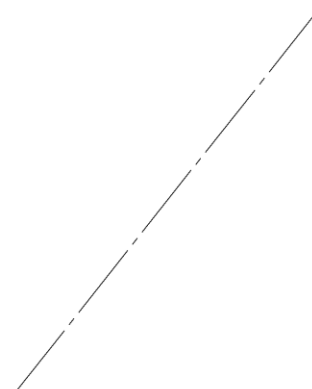
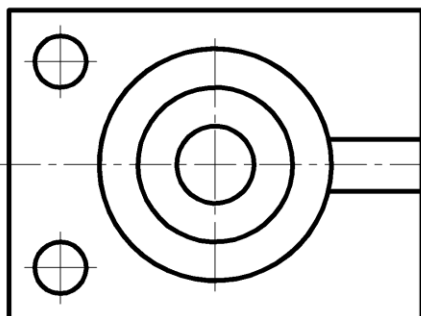
Упражнение 41. Оформить наложенное сечение двутавровой балки по виду слева.



Упражнение 42. Построить натуральную величину наклонного сечения A-A.

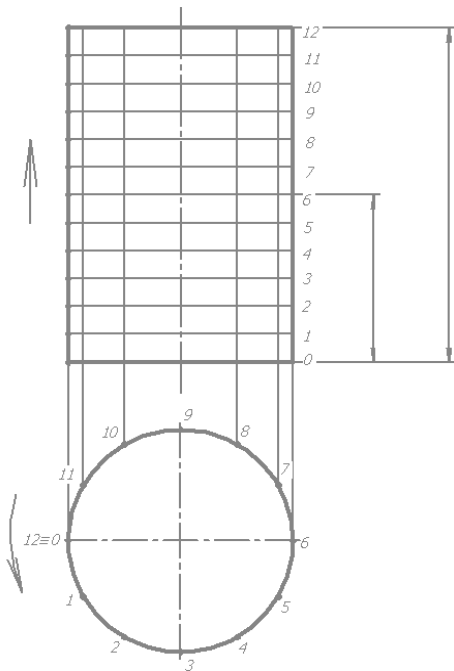


A-A

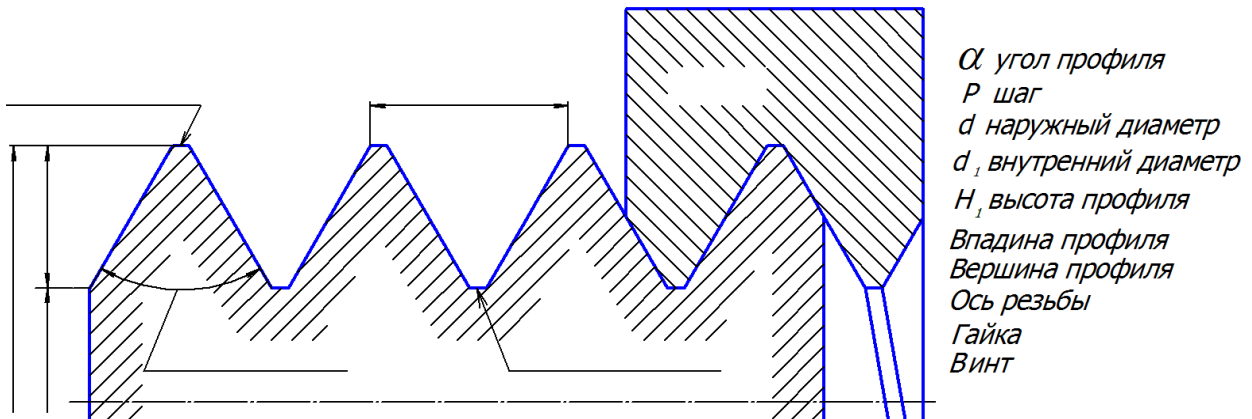


ИЗОБРАЖЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СОЕДИНЕНИЯ РАЗЪЕМНЫЕ Соединения резьбовые

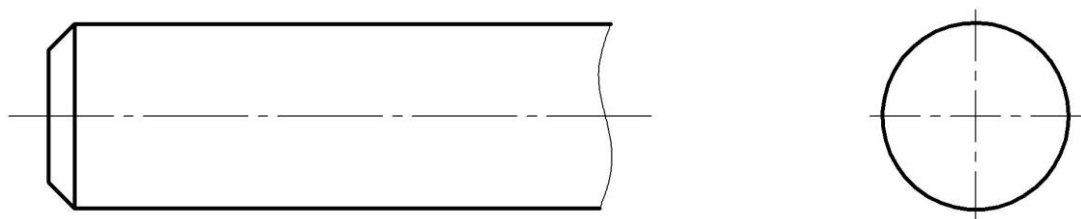
Упражнение 43. Построить одно- и двухзаходную винтовые линии. Указать ход и шаг, а также аналитическую связь между ними.



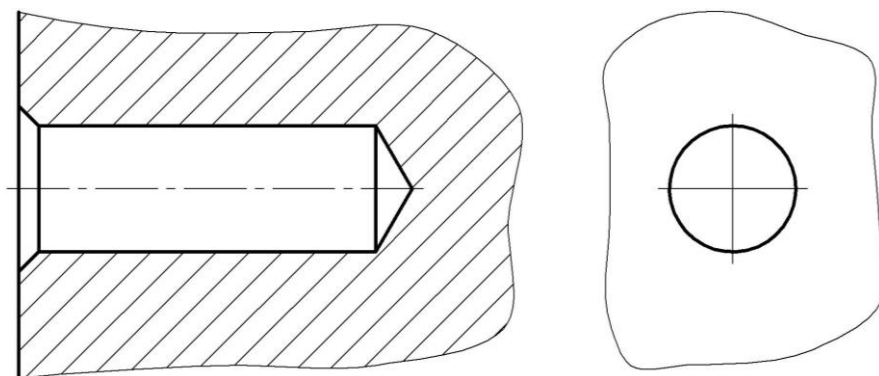
Упражнение 44. На осевом разрезе резьбового соединения нанести его параметры и названия элементов, указанные справа.



Упражнение 45. На изображении **наружной резьбы** нанести размеры и обозначить следующие её элементы: d , фаска $\sim P \times 45^\circ$, сбеги, 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 , фаска $\sim P \times 45^\circ$ и обозначить следующие её элементы: сбеги, недовод, недорез, граница резьбы, угол конуса 120° * - 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 глухое резьбовое гнездо (рис. 5) на глубину a .

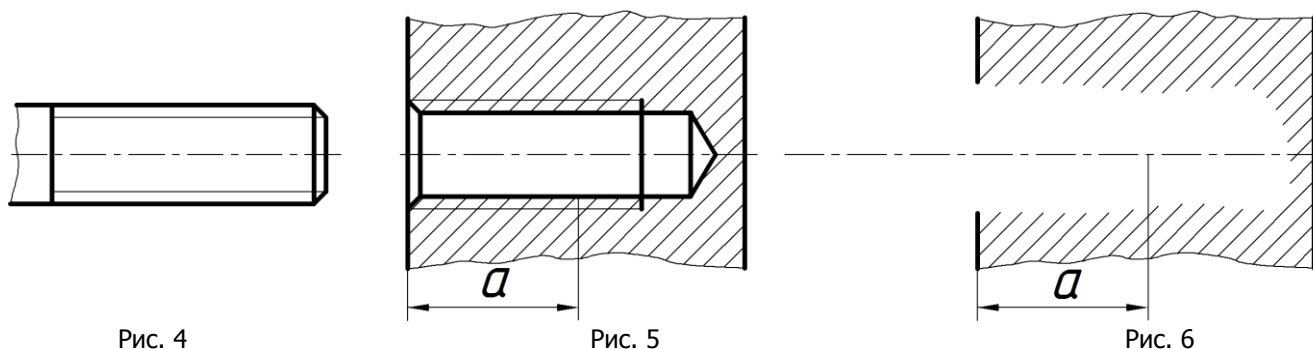


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Упражнение 49. Дать обозначение **метрической, трапецеидальной, упорной** резьбы (табл. 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	
Трапецеидальная, диаметр 24, шаг 5, левая	
Упорная, диаметр 40, шаг 7	
Трапецеидальная, диаметр 24, двухзаходная, шаг 5, (ход резьбы $S = 2 \times 5 = 10$)	

На рисунках упражнений 45 и 46 обозначить резьбу метрическую из первых двух строк табл. 1

Крепёжные детали

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) и среднем масштабе;
- условное – при диаметре стержня на чертеже ≤ 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.

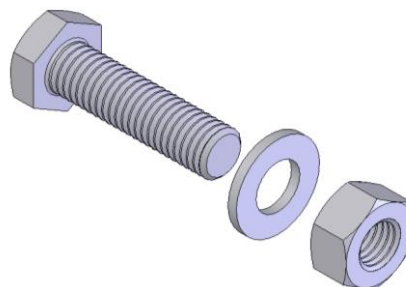


Рис. 9

Графическая работа «Соединение болтовое»

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

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

Расчёт параметров болтового соединения в табл.7. упражнения 56.

Гайка и шайба подбираются по диаметру резьбы болта.

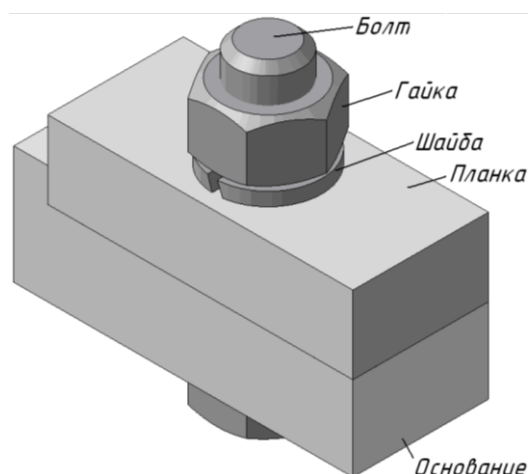


Рис. 10

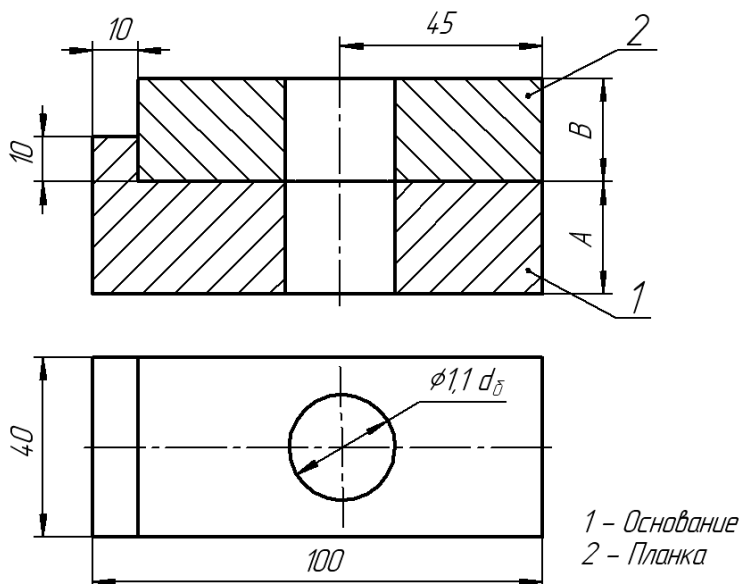


Рис. 11

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	7	36	35	24	13	40	30	24
2	30	25	20	8	35	30	18	14	30	30	20
3	40	25	24	9	30	35	24	15	45	20	18
4	35	20	18	10	32	35	24	16	36	30	20
5	35	25	16	11	30	30	20	17	32	25	14
6	30	30	20	12	35	25	18	18	35	25	16

В задании применить:

- Болты по ГОСТ 7798—70, исполнения 1 (в обозначении указывается исполнение, начиная с 2-го), крупного шага, с полем допуска 6g, из материала класса прочности 3.6;
- Гайки по ГОСТ 5915-70, исполнения 2, с полем допуска 6H, из материала класса прочности 5;
- Шайбы пружинные по ГОСТ 6402-70, лёгкие.

Справочные материалы

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

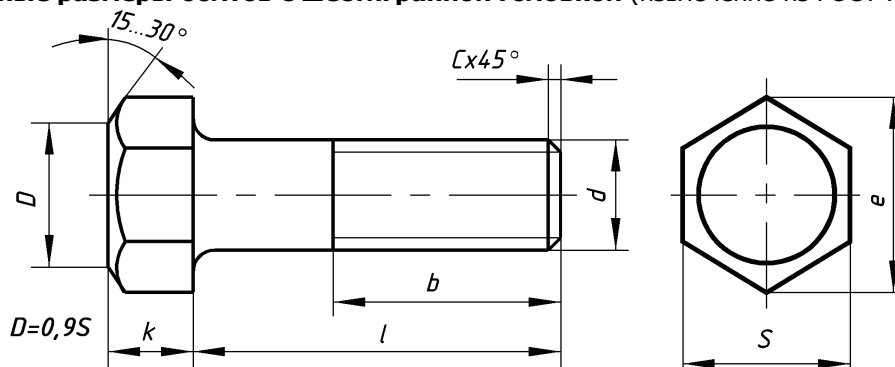


Таблица 4

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),...

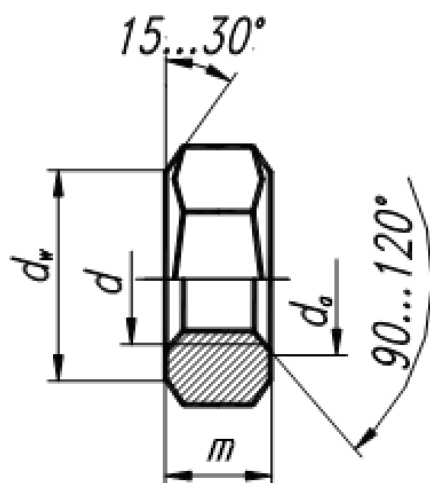
Упражнение 50. Записать условное обозначение болта для своего варианта (данные см. табл. 3, 7), используя схему:

Болт M20-6g x 80.36 ГОСТ 7798 - 70

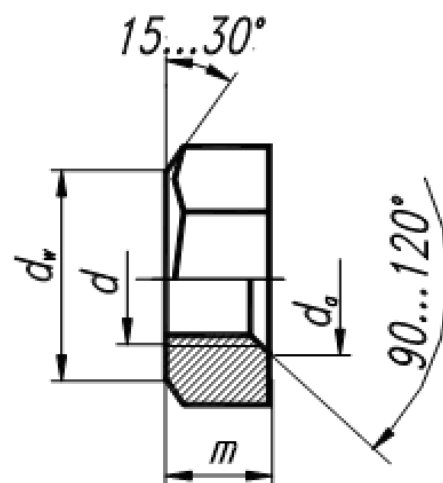
Исполнение | Диаметр резьбы | Поле допуска | Обозначение стандарта | Класс прочности | Длина

Болт _____

Гайки шестигранные нормальные (извлечение из ГОСТ 5915—70)



Исполнение 1



Исполнение 2

Таблица 5

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы крупный	m	s	e	d_a		d_w не менее
					не менее	не более	
12	1,75	10	19	20,9	12	13,0	17,2
14	2,0	11	22	24,0	14	15,1	20,1
16	2,0	13	24	26,2	16	17,3	22,0
18	2,5	15	27	29,6	18	19,4	24,8
20	2,5	16	30	33,0	20	21,6	27,7
22	2,5	18	32	35,0	22	23,8	29,5
24	3,0	19	36	39,6	24	25,9	33,2
30	3,5	24	46	50,9	30	32,4	42,7

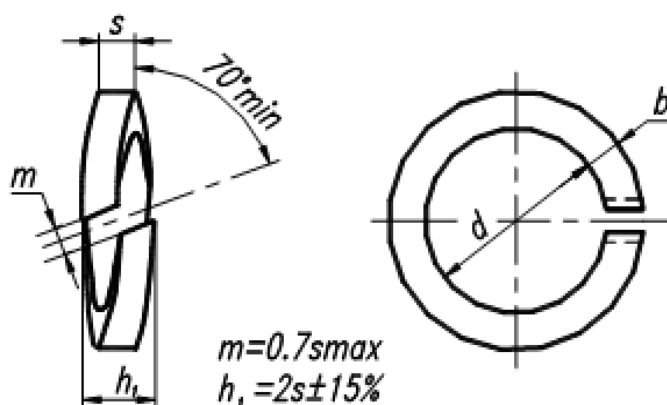
Упражнение 51. Записать условное обозначение гайки по своему варианту (данные см. табл. 5), используя схему:

Гайка 2М20-6Н.5 ГОСТ 5915-70
 Исполнение Номер стандарта
 Номинальный Класс прочности
 диаметр резьбы Поле допуска

Гайка _____

Шайбы пружинные (извлечение из ГОСТ 6402—70)

Таблица 6



Номинальный диаметр резьбы болта	d	Легкие шайбы (Л)		Нормальные шайбы (Н) $b = s$	Тяжелые шайбы (Т) $b = s$
		b	s		
12	12,2	3,5	2,5	3,0	3,5
14	14,2	4,0	3,0	3,2	4,0
16	16,3	4,5	3,2	3,5	4,5
18	18,3	5,0	3,5	4,0	5,0
20	20,5	5,5	4,0	4,5	5,5
22	22,5	6,0	4,5	5,0	6,0
24	24,5	6,5	4,8	5,5	7,0

Упражнение 52. Записать условное обозначение шайбы

Шайба _____

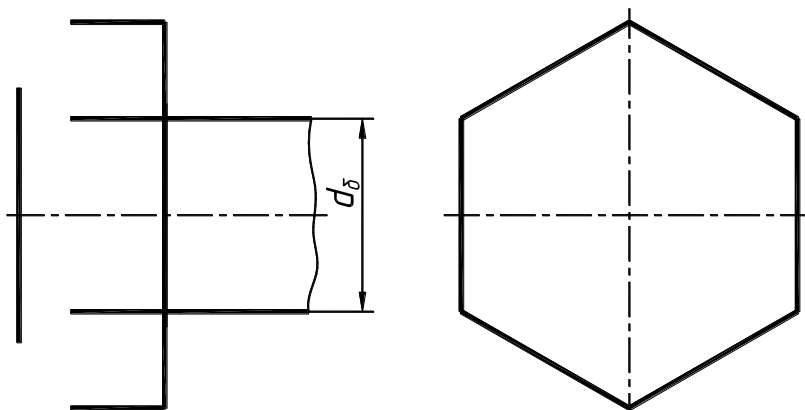
Перв. примен.	Справ. №																		
Подп. и дата	Инв. № дил.	Взам. инв. №	<p><i>*Размеры для справок</i></p>																
Инв. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Лит.</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Масса</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;">1:1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td style="text-align: center;">Листов</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>				Лит.	Масса	Масштаб			1:1	Лист	Листов	1
Лит.	Масса	Масштаб																	
		1:1																	
Лист	Листов	1																	
Пров.	Т.контр.	Н.контр.	Утв.																

Копировал

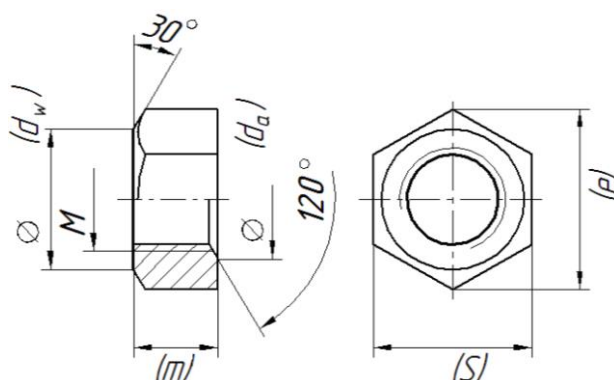
Формат А4

Рис. 12

Упражнение 53. Достроить конструктивные виды головки болта спереди и слева.



Гайка



Упражнение 54. Нанести размеры на конструктивном изображении гайки (ГОСТ 5915 — 70) для своего варианта (см. табл. 5).

Номинальный размер резьбы гайки соответствует номинальному размеру резьбы болта.

Упражнение 55.

1. На конструктивном изображении болтового соединения (рис. 14) для своего варианта проставить действительные (по стандартам) размеры его элементов рядом с буквенными обозначениями.
2. На упрощённом изображении болтового соединения (рис. 15) размеры его элементов выразить через условные соотношения (проставить коэффициенты перед общим параметром — d_6).

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

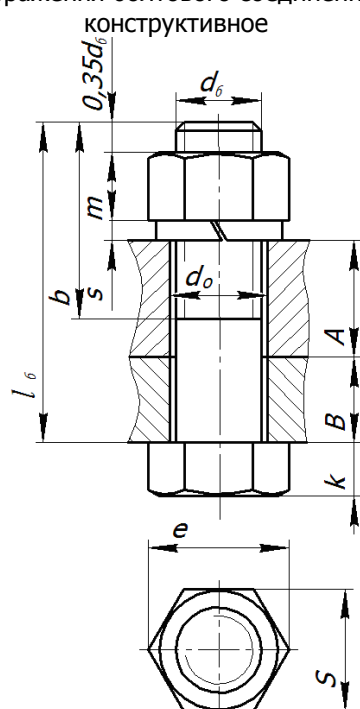


Рис. 14

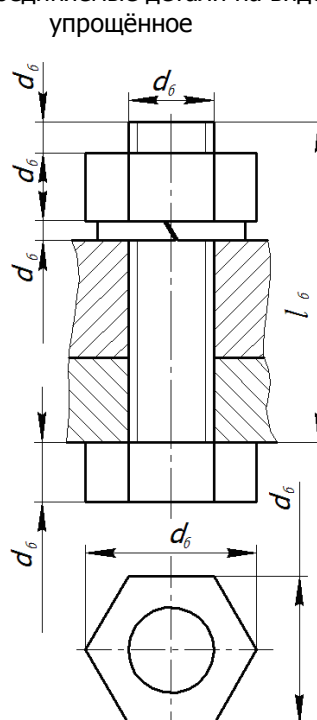


Рис. 15

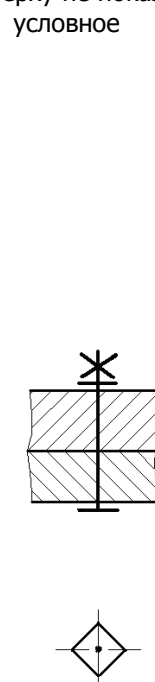


Рис. 16

Упражнение 56. Рассчитать длину болта l (табл. 4) и определить параметры болтового соединения (по действительным размерам или по условным соотношениям через d_6) **для своего варианта**, заполнив табл. 7.

Таблица 7

№	Параметры болтового соединения	Обозначение	Расчётные формулы	Значение параметров
1	Диаметр болта (табл. заданий)	d_6		
2	Толщина детали 1 (табл. заданий)	A		
3	Толщина детали 2 (табл. заданий)	B		
4	Высота гайки	m	Из табл. 4 или $0,8d_6$	
5	Толщина шайбы	s	Из табл. 5 или $0,2d_6$	
6	Наружный диаметр шайбы	$D_{ш}$	Из табл. 5 или $1,73d_6$	
7	Длина болта расчетная	l	$B+A+s+m+0,35d_6$	
8	Длина болта стандартная	$l_{ст}$	Из табл. 3	
9	Диаметр головки болта	e	Из табл. 3 или $2d_6$	
10	Размер под ключ	S	Из табл. 3 или $1,73d_6$	
11	Высота головки болта	k	Из табл. 3 или $0,7d_6$	
12	Длина резьбы болта (для конструктивного изображения)	b	$2d_6 + 6$	
13	Диаметр отверстия под болт (для конструктивного изображения)	d_0	$d_0 = 1,1 d_6$	
14	Размер фаски на стержне болта (для конструктивного изображения)	$C \times 45^\circ$	$C=P$, где P – шаг резьбы	

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

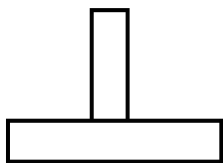
Таблица 8

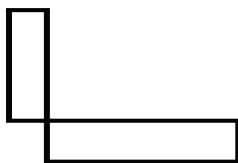
Диаметр резьбы d_6 , мм	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Шаг крупный P , мм	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	2,5	3

СОЕДИНЕНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫЕ

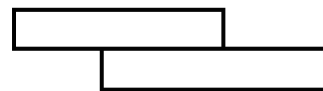
Сварные соединения (ГОСТ 2.312-82)

Упражнение 57. Указать (внизу на полке) виды сварных соединений и их условное обозначение.









Упражнение 58. Изобразить вспомогательные знаки для сварных швов (в таблице).

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 59.

Дать условное изображение сварной точки.

Упражнение 60. Указать в таблице 17 номера (№) отдельных составляющих обозначения сварного шва в общей структуре обозначения, представленной ниже.

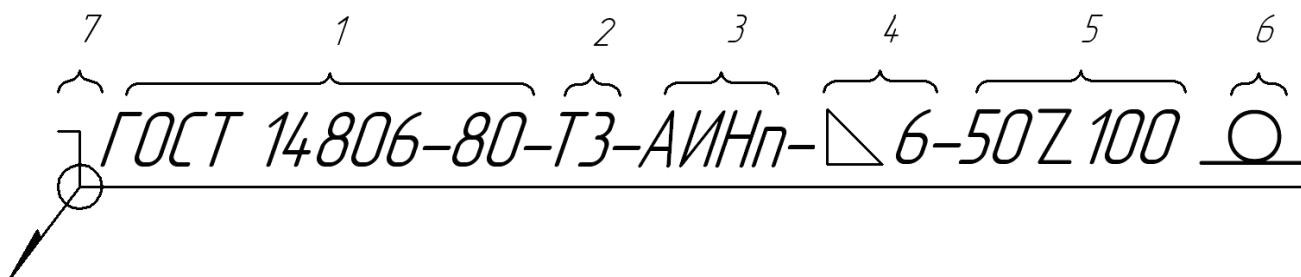
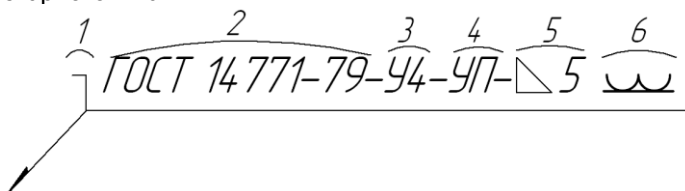


Таблица 17

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»	
Условное буквенно-цифровое обозначение шва	
Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов	

Упражнение 61. Расшифровать условное обозначение сварного шва.



1.

2.

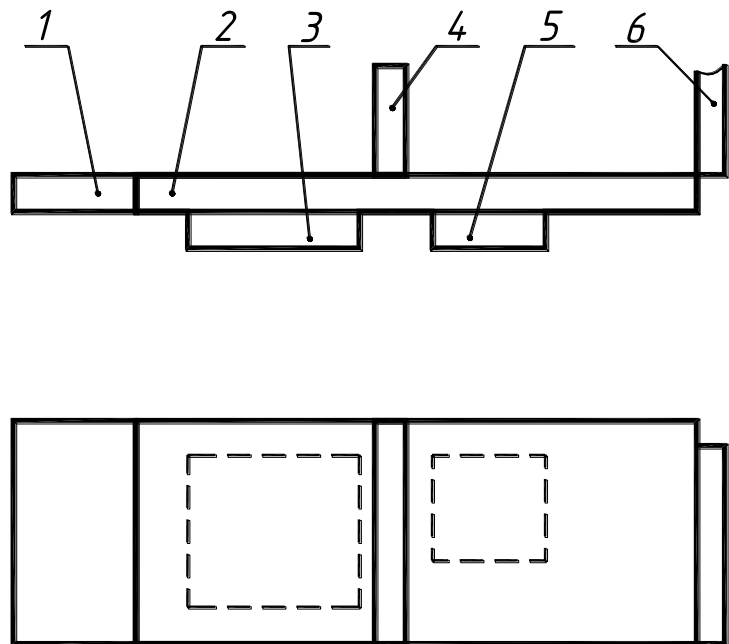
3.

4.

5.

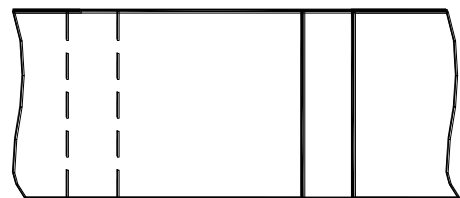
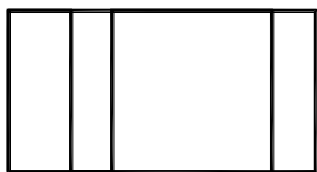
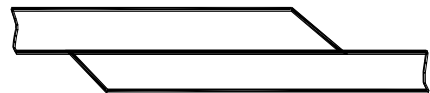
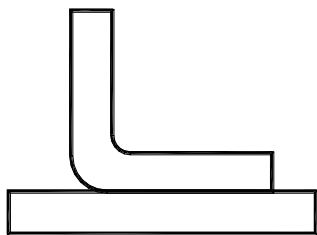
6.

Упражнение 62. 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)

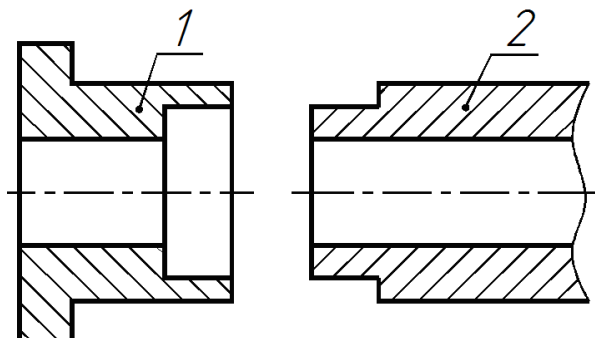
Упражнение 63. Линией толщиной 2s изобразить и, используя условные знаки, обозначить соответственно паяное и клеевое соединения:



паяное

клеевое

Упражнение 64. 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

Упражнение 65.

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

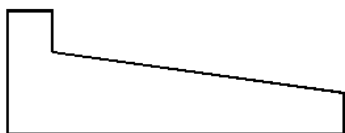


Рис. 30



Рис. 31

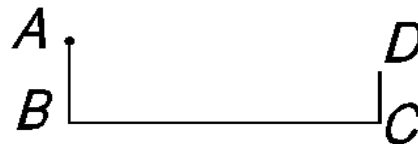
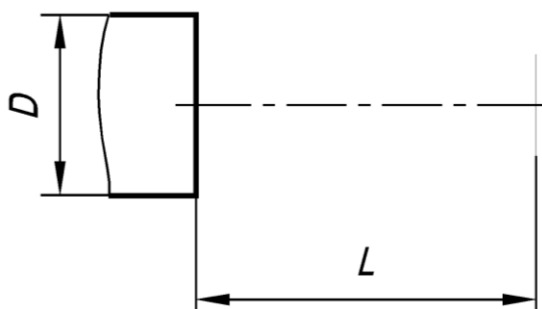
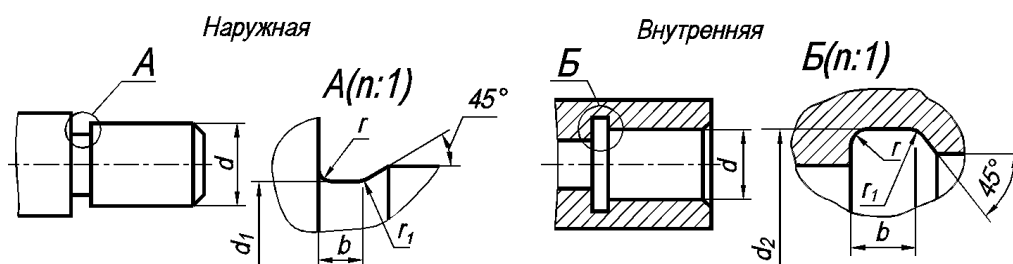


Рис. 32

Упражнение 66. Построить на конце вала конусность, равную 1:5. Построение конусности 1 : n, сводится к построению боковых сторон равнобедренного треугольника с основанием D и высотой (длиной) $L=D*n$.



Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820—69



Размеры канавок для наружного и внутреннего цилиндрического шлифования, мм

Таблица 20

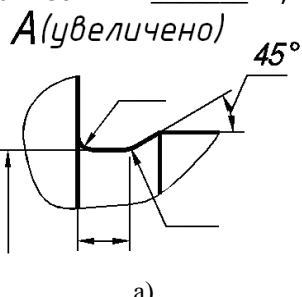
Диаметр цилиндра, d	b	r	r ₁	d ₁	d ₁
Свыше 10 до 50	3,0	1,0	0,5	d-0,5	d+0,5
Свыше 50 до 100	5,0	1,6	0,5	d-1,0	d+1,0

Упражнение 67.

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

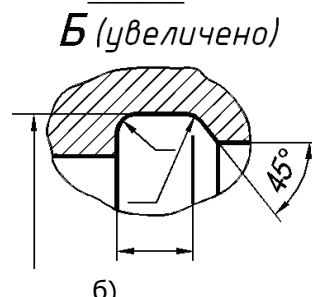
Диаметры вала и втулки выбрать согласно номеру варианта N:

N = ____; для вала d = 30 + N = ____ мм; для втулки d = 40 + 2 N = ____ мм.



а)

Рис. 31



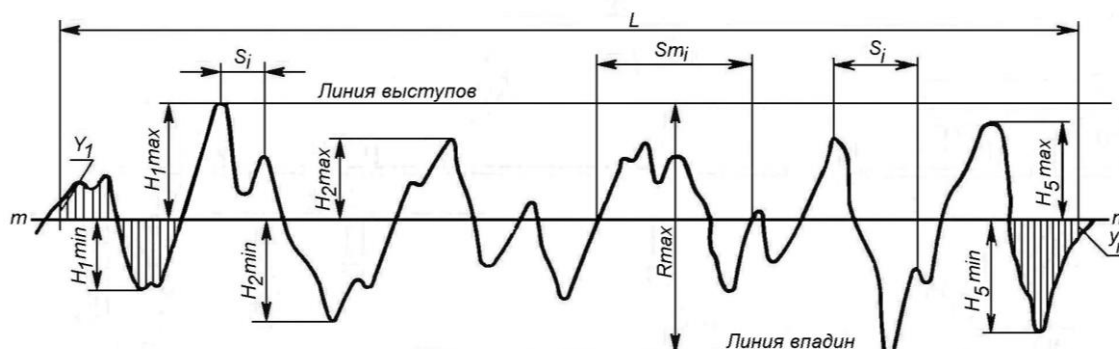
б)

ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ГОСТ 2.309—73)

Параметры шероховатости (ГОСТ 2789—73)

Упражнение 68. 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 69. Нанести обозначения шероховатости поверхностей на чертежах:

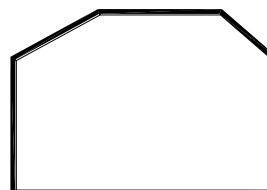
1) Вычертить знаки для обозначения шероховатости поверхности:

- 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 Rz 100 мкм, образуемых соответственно с удалением слоя металла и без удаления слоя металла.

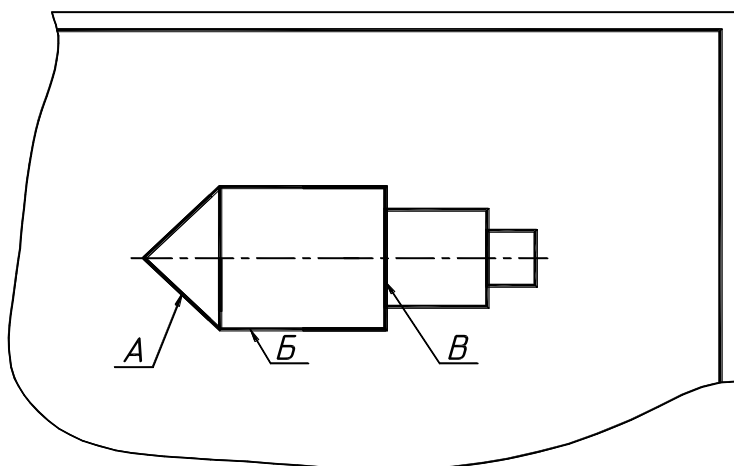


3) Нанести знаки шероховатости поверхности на всех участках контура детали.

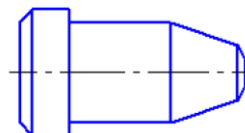


Упражнение 70. На чертеже детали на указанных поверхностях нанести следующие знаки:

- 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.



Упражнение 71. Проставить шероховатость на чертеже, если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость Ra 3,2 мкм.



ЭСКИЗИРОВАНИЕ

Упражнение 72. Что такое эскиз?

Какие бывают эскизы?

Требования к эскизу?

Упражнение 73. Принять к сведению этапы эскизирования:

1. Проанализировать изделие. Мысленно расчленить 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.

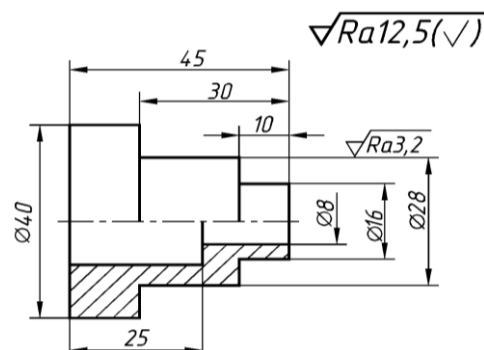
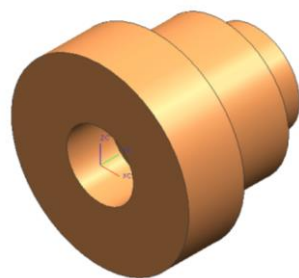
5. Скомпоновать эскиз путем изображения габаритных прямоугольников на местах расположения видов и прорисовки осей и плоскостей симметрии штрихпунктирными линиями.

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

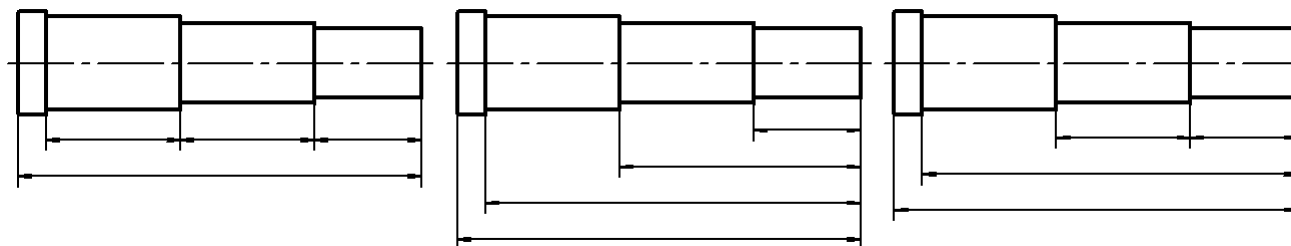
Упражнение 74. Перечислить требования к выбору главного вида.

Понятие о поверхностях и базах

Упражнение 75. Дать определение:

Базой называется _____

Упражнение 76. На рисунке представлены три способа задания размеров положения, обрабатываемых звеньев вала. Указать (на полке внизу) название каждого способа.



Упражнение 77. 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: «Эскиз вала» (рис. 34)

На формате A4 выполнить, снятый с натуры (рис. 33) эскиз вала. На рис. 35 даны последовательные этапы эскизирования вала.

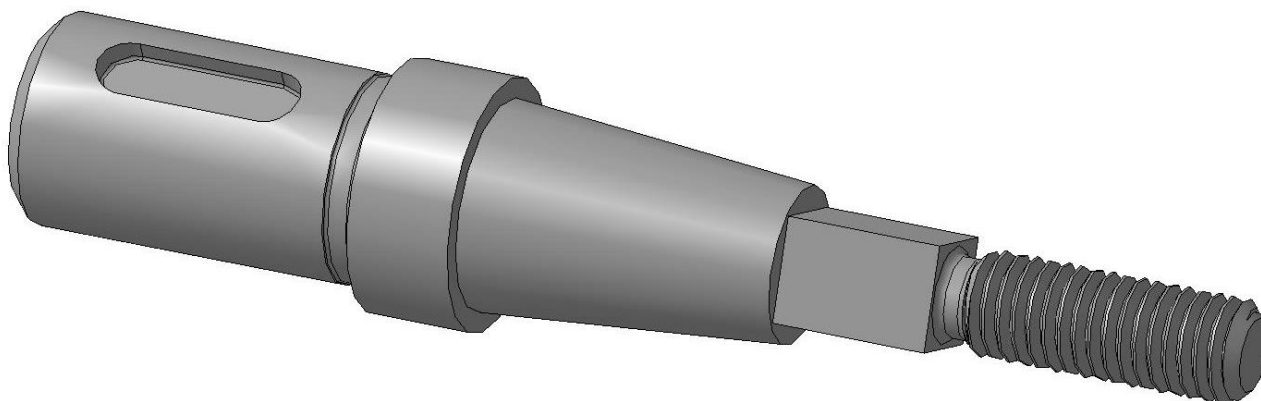
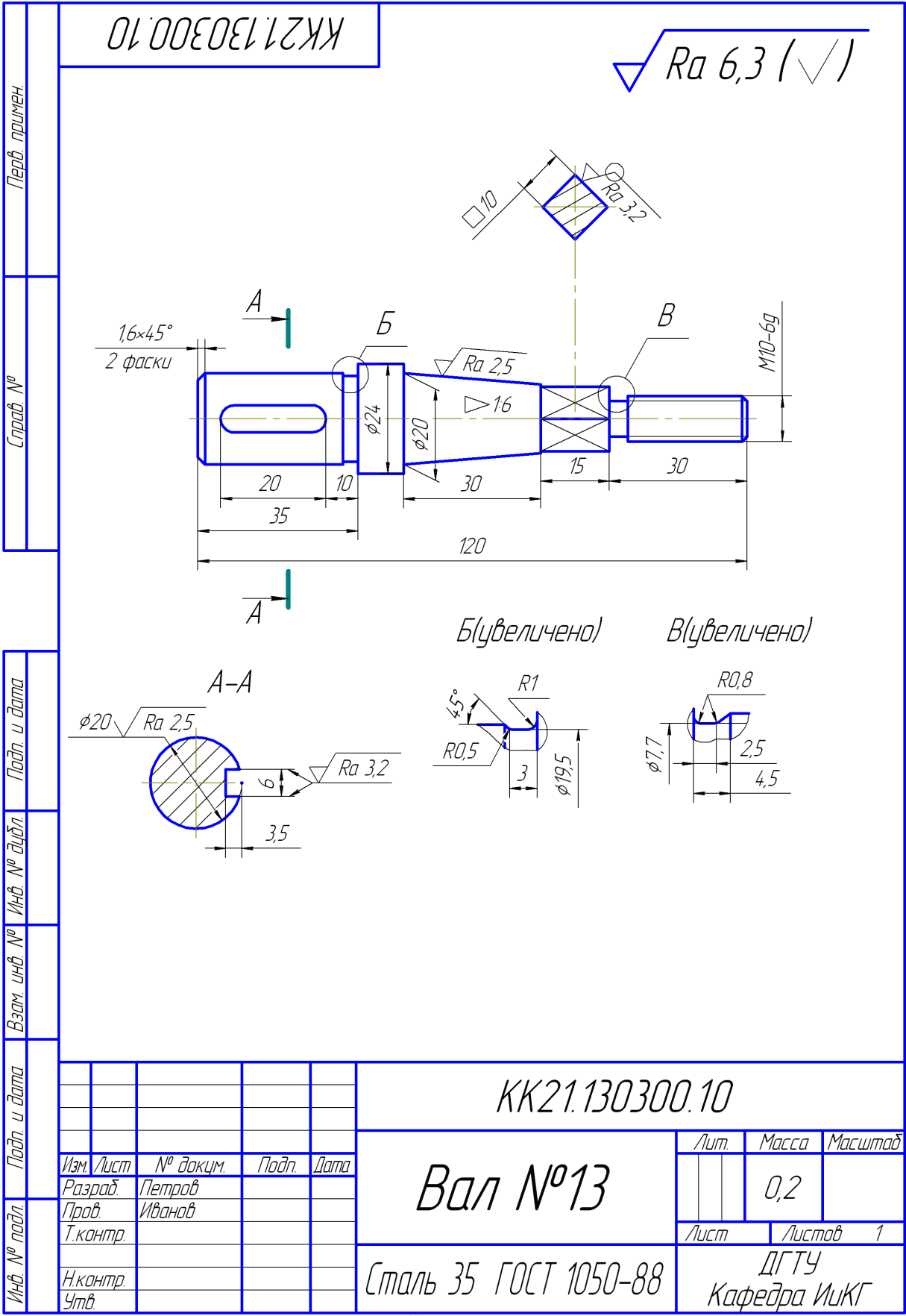


Рис. 33



Копировал
Рис. 34

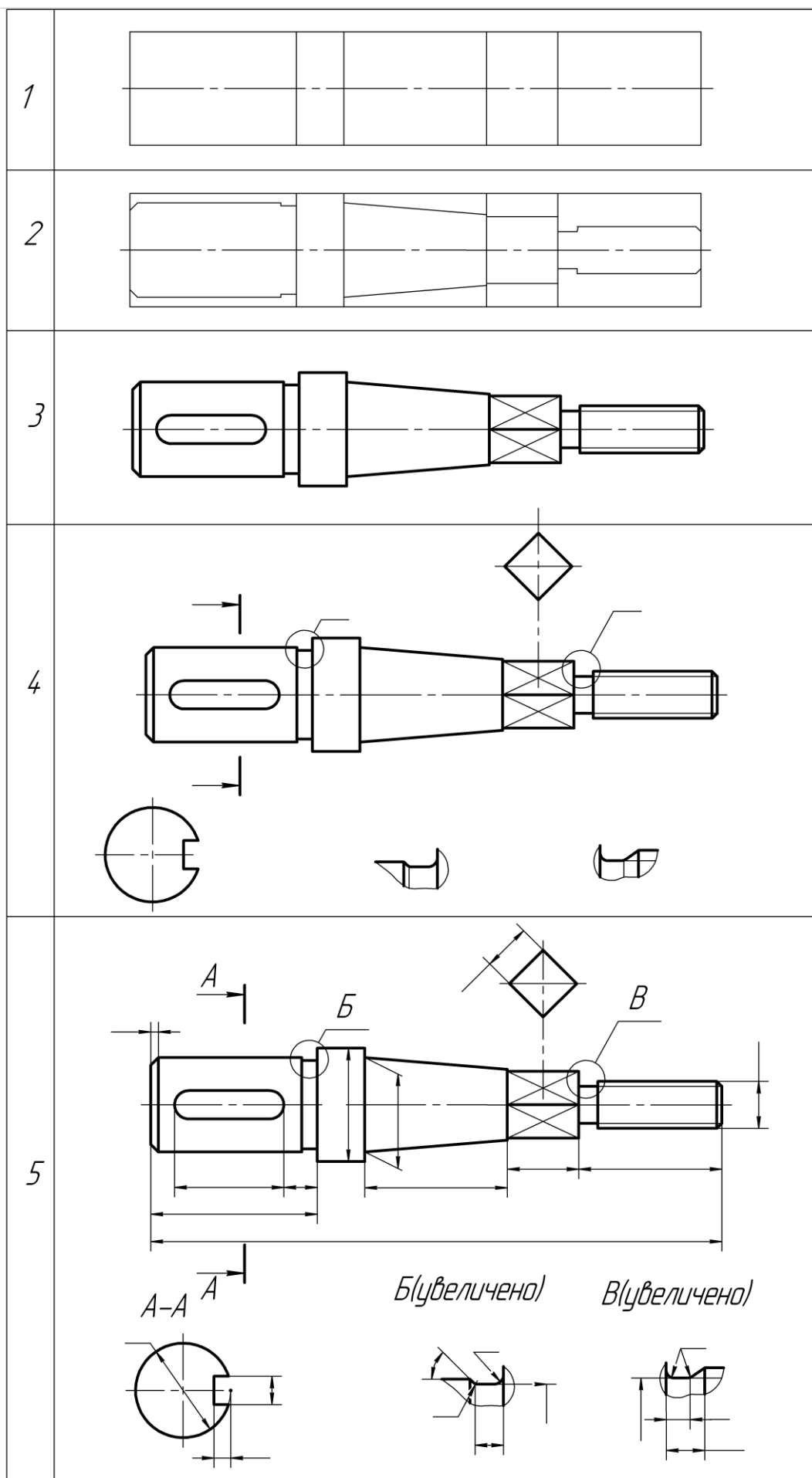
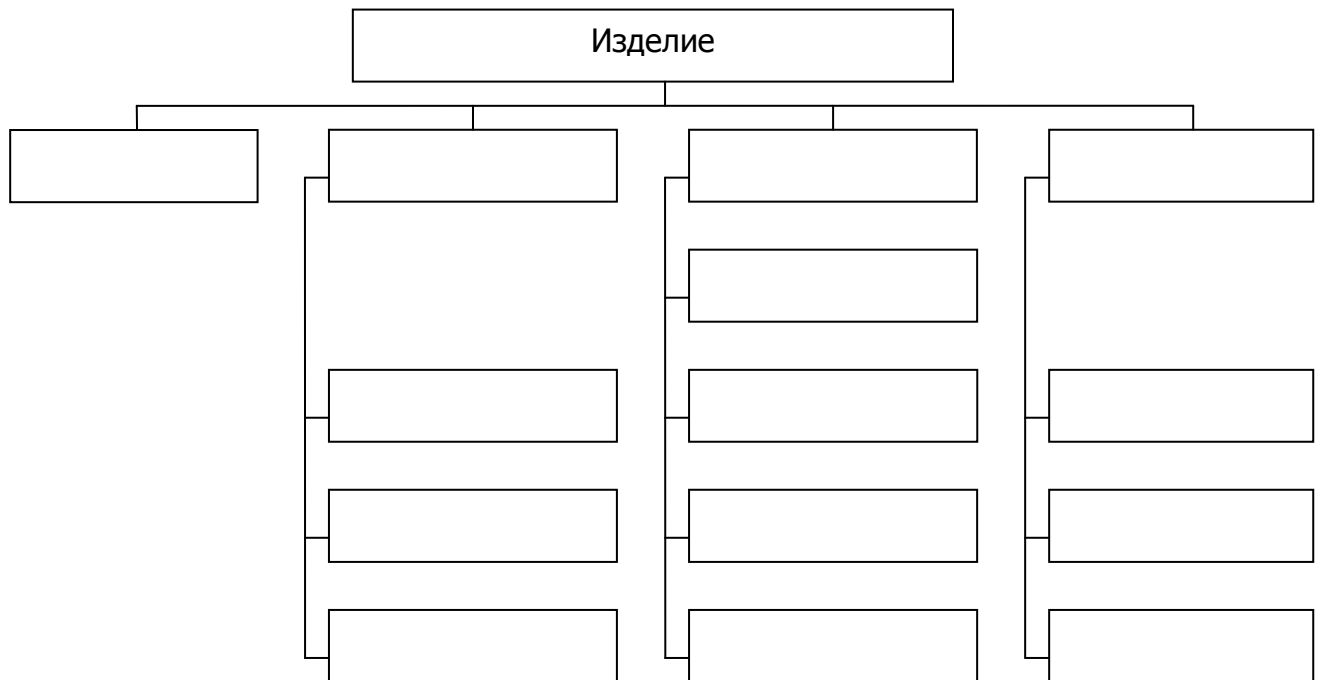


Рис. 35

Справ. №		Перв. примен.	
Подп. и дата		Инв. № докл.	
Взам. инв. №		Инв. № инв.	
Подп. и дата		Инв. № подл.	
Изм.		Лист	
Разраб.		№ докум.	
Пров.		Подп.	
Т.контр.		Дата	
Н.контр.			
Утв.			
Лит.		Масса	
Лист		Листов	
1			

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ОБЩЕГО ВИДА

Упражнение 78. Дополнить структурную схему изделия названиями составляющих её частей.

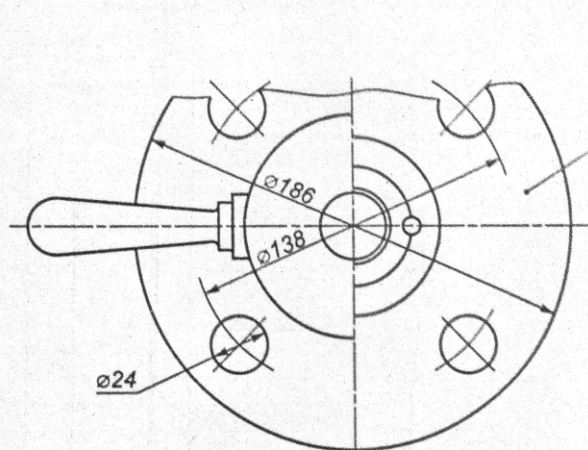
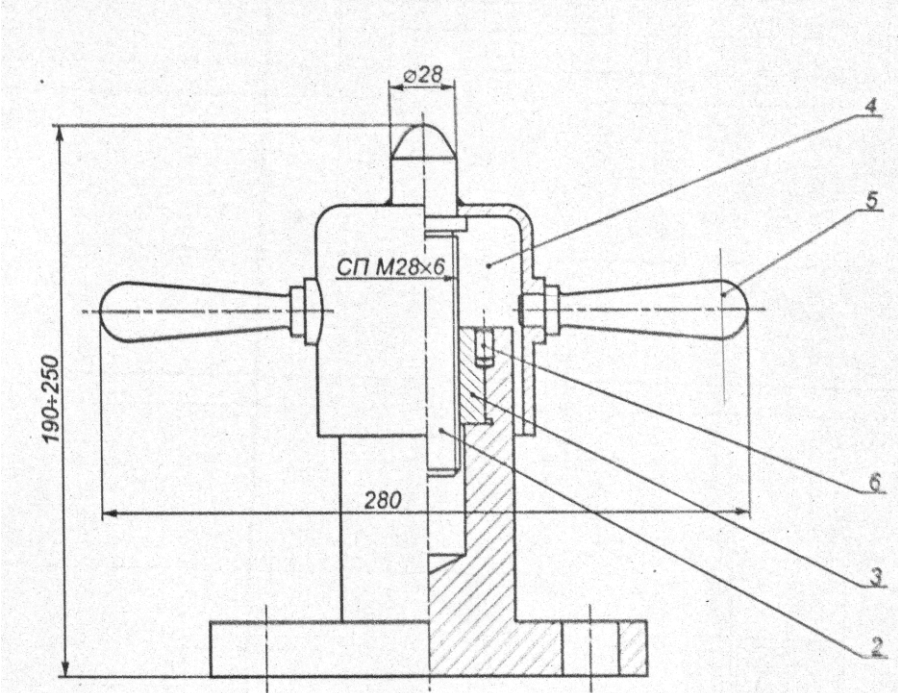


Упражнение 79. Перечислить стадии разработки конструкторских документов согласно ГОСТ 2.103-68.

Упражнение 80. Назвать основные документы:

Упражнение 81. Перечислить по порядку разделы спецификации:

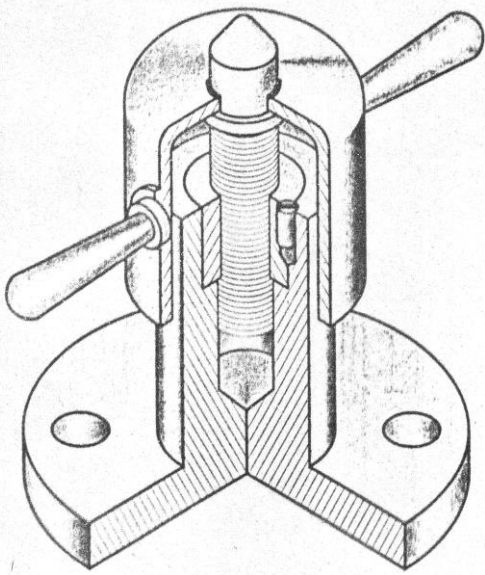
Упражнение 82. По чертежу общего вида выполнить эскиз любой детали, входящей в изделие «Домкрат»



Дет. 4 и 5
не показаны

Домкрат

Переносной механизм для подъема на небольшую высоту опирающихся на него грузов. На чертеже изображен ручной винтовой домкрат, который применяется при монтаже машиностроительных узлов. В отверстие верхней части корпуса (1) запрессована гайка (3), скрепленная для большей прочности соединения с корпусом штифтом (6). В гайку входит подъемный винт (2), на головку которого опирается груз. Для предохранения резьбы от порчи и пыли к верхней части винта приваривается колпак (4), имеющий для регулировки домкрата две рукоятки (5), запрессованные в отверстия цилиндра.



Поз.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
	Документация			
	Сборочный чертеж			
	Детали			
1	Корпус	1	Сталь 65Г	
2	Винт	1	Сталь 65Г	
3	Гайка	1	Сталь 65Г	
4	Колпак	1	Сталь 10	
5	Рукоятка	1	Сталь Ст.5	
	Стандартные изделия			
6	Штифт 7х17 ГОСТ 3128-70	1	Сталь Ст.5	

Справ. №		Перв. примен.						
Подп. и дата		Инв. № инв. №		Инв. № докл.		Подп. и дата		
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.							
	Пров.							
	Т.контр.							
	Н.контр.							
	Утв.							
						Лист	Масса	Масштаб
						Лист	Листов	1

Вопросы для подготовки к зачету

1. Стандарты оформления чертежей. Форматы. Масштабы. Типы линий. Шрифты чертежные.
2. Геометрические построения. Простые построения (деление отрезков: пополам; в заданном соотношении – по т. Фалеса; построение перпендикуляра к прямой, построение подобных фигур; способы построения окружностей и дуг). Построение лекальных кривых (эллипс, парабола, циклоида, синусоида, эвольвента). Касательные к окружностям и кривым линиям. Сопряжения. Элементы сопряжения.
3. Задачи, методы, объекты начертательной геометрии (НГ)
4. Способы проецирования (центральное, параллельное, ортогональное).
5. Образование комплексного чертежа (КЧ)
6. КЧ точки. Плоскости проекций. Линии связи. Координатная система.
7. КЧ линии. Следы прямой. Углы наклона прямой к плоскости. Определение натуральной величины отрезка прямой линии методом прямоугольного треугольника. Прямые общего и частного положения. Конкурирующие точки. Взаимное положение прямых.
8. КЧ плоскости. Способы задания плоскости. Следы плоскости. Линии уровня плоскости. Плоскости частного положения. Взаимное положение плоскостей.
9. Признаки принадлежности точки линии, поверхности; линии - поверхности.
10. Признаки параллельности: параллельность двух прямых, прямой и плоскости; плоскостей.
11. Признаки перпендикулярности. Свойство проецирования прямого угла. Перпендикулярность двух прямых, прямой и плоскости, двух плоскостей.
12. Преобразования КЧ. Способы преобразования (два подхода). Метод замены плоскостей проекций. Метод плоскопараллельного перемещения.
13. Задачи в НГ. Позиционные и метрические задачи. Метод вспомогательных секущих плоскостей.
14. Проекция геометрических тел (призма, пирамида, цилиндр, конус, сфера, тор).
15. Построение точки на поверхности тела.
16. Развертывание поверхностей. Развертки точные и приближенные (развертки цилиндра, конуса, пирамиды, призмы, сферы). Построение точек и линий, принадлежащих поверхности, на ее развертке.
17. Аксонометрические проекции. Прямоугольные изометрия и диметрия. Построение аксонометрических проекций окружностей в плоскостях, параллельных плоскостям проекций.
18. Основные правила простановки размеров на чертеже.
19. Виды основные, дополнительный, местный.
20. Назначение разрезов. Простые разрезы — фронтальный, горизонтальный, профильный. Оформление разреза на чертеже. Совмещение вида с разрезом.
21. Какие детали и их элементы при выполнении разреза условно изображают нерассеченными?
22. Сложные разрезы — ступенчатый и ломаный.
23. Сечение. Виды сечений. Чем отличается сечение от разреза?
24. Образование резьбы. Определение. Основные параметры. Классификация резьб.
25. Изображение и обозначение резьбы на чертеже. Стандартные типы резьб. Метрическая резьба. Нестандартная резьба (прямоугольная).
26. Стандартные крепежные детали. Расчет длины болта, шпильки, винта. Изображение резьбовых соединений. Упрощенные и условные изображения резьбовых соединений.
27. Виды соединений. Какие соединения относятся к разъемным и неразъемным?
28. Какова структура обозначения швов сварных соединений?. В чем различие изображений видимого и невидимого сварного шва?
29. Обозначение клеевого и паяного соединений.
30. Что такое чертеж детали и эскиз детали? Требования, предъявляемые к рабочему чертежу. Последовательность выполнения эскиза.
31. Стандартные конструктивные элементы — проточки, фаски, галтели, конусность, шпоночные пазы, технологические элементы резьбы.
32. Обозначение шероховатости поверхностей на чертеже детали.
33. Виды изделий. Деталь. Сборочная единица. Комплекс. Комплект. Дайте определение каждому.
34. Стадии разработки конструкторской документации. Виды конструкторских документов, разрабатываемых на каждой стадии.
35. Содержание чертежа общего вида и на каких стадиях проектирования он разрабатывается.
36. Содержание и назначение сборочного чертежа.
37. Какие размеры проставляют на сборочном чертеже?
38. Как на сборочном чертеже изображаются уклоны, конусности отверстия и т.п. размерами менее 2 мм? Условности и упрощения на сборочном чертеже.
39. Что такое спецификация изделия? Основные разделы спецификации в порядке их заполнения.
40. Как наносят номера позиций на сборочном чертеже?
41. Последовательность чтения и детализирования чертежа общего вида.