

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
«КОЛЛЕДЖ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

**ПРАКТИКУМ  
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**ОП.01 Инженерная графика**

Специальность: 08.02.02 Строительство и эксплуатация  
инженерных сооружений

Москва, 2024

<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>		
<b>№ урока</b>	<b>Название графической и графической работы</b>	<b>стр.</b>
<b>РАЗДЕЛ 1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ</b>		3-33
<b>Тема 1.1. Правила оформления чертежей</b>		5
1.	<b>Практическое занятие №1.</b> Роль чертежа в современном производстве: Содержание курса, его цели и задачи. Значимость чертежей в специальности.	5
2.	<b>Практическое занятие №2.</b> Роль чертежей в строительстве. Инструменты и материалы для черчения.	6
3.	<b>Практическое занятие №3.</b> Государственные стандарты на составление и оформление чертежей: Формат. Основная надпись.	7
4.	<b>Практическое занятие №4.</b> Типы линий чертежа. Общие правила нанесения размеров на чертежах.	12
5.	<b>Практическое занятие №5.</b> Стандартные масштабы чертежей: масштаб уменьшения, масштаб увеличения.	12
6.	<b>Практическое занятие №6.</b> Графическая работа №1. «Графическая композиция составленная на основе линий чертежа» (по вариантам).	18
7.	<b>Практическое занятие №7.</b> Графическая работа №2. «Написание алфавита и словосочетаний заданными номерами шрифта» (по вариантам).	19-20
<b>Тема 1.2. Геометрические построения</b>		20
8.	<b>Практическое занятие №8.</b> Геометрические построения и графические приемы: Применение в строительстве геометрических построений на плоскости.	20
9.	<b>Практическое занятие №9.</b> Построение перпендикулярных и параллельных прямых. Деление отрезков на равные части и в заданном соотношении.	23
10.	<b>Практическое занятие №10.</b> Построение правильных многоугольников. Деление углов на части. Деление окружностей на части.	26
11.	<b>Практическое занятие №11.</b> Построение касательных к окружностям. Сопряжение линий, циркульные и лекальные кривые.	32
12.	<b>Практическое занятие №12.</b> Графическая работа №3. Чертеж детали с применением деления	33

	окружностей на равные части и нанесение размеров (по вариантам)	
13.	<b>Практическое занятие №13.</b> Графическая работа №3. Чертеж детали с применением деления окружностей на равные части и нанесение размеров (по вариантам)	33
<b>РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРЧЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО РИСОВАНИЯ</b>		33-45
<b>Тема 2.1. Понятие о методах проецирования</b>		33
14.	<b>Практическое занятие №14.</b> Методы проецирования: Понятие о проецировании.	40
15.	<b>Практическое занятие №15.</b> Виды проецирования. Правила проецирования. Понятие метода проецирования.	40
16.	<b>Практическое занятие №16.</b> Существующие методы проецирования. Проецирование точки, прямой.	40
17.	<b>Практическое занятие №17.</b> Проекции плоскости: Понятие плоскости. Способы задания плоскости на чертеже.	40
18.	<b>Практическое занятие №18.</b> Плоскости общего и частного положения, главные линии плоскости. Формы геометрических тел.	44
19.	<b>Практическое занятие №19.</b> Проекции геометрических тел. Ортогональные проекции	44
20.	<b>Практическое занятие №20.</b> Проекции моделей.	44
21.	<b>Практическое занятие №21.</b> Графическая работа №4 «Построение ортогональных проекций группы геометрических тел» (по вариантам).	46
22.	<b>Практическое занятие №22.</b> Графическая работа №4. «Построение ортогональных проекций группы геометрических тел» (по вариантам).	46
<b>Тема 2.2. Сечение геометрических тел плоскостями</b>		45-56
23.	<b>Практическое занятие №23.</b> Сечение геометрических тел плоскостями: Сечение геометрических тел плоскостью.	56
24.	<b>Практическое занятие №24.</b> Способы определения натуральной величины фигуры сечения.	56
25.	<b>Практические занятия №25.</b> Развертки поверхностей: понятие, назначение, построение.	56
26.	<b>Практические занятия №26.</b> Развертки поверхностей: понятие, назначение, построение.	56

27.	<b>Практическое занятие №27.</b> Графическая работа №5. Выполнение чертежа детали с разрезом.	45-56
28.	<b>Практическое занятие №28.</b> Графическая работа №6. Выполнение чертежа детали узла» (по вариантам).	45-56
29.	<b>Практическое занятие №29.</b> Графическая работа №7. Выполнение чертежа геометрических тел проецирующими плоскостями. (Усеченный цилиндр, усеченная призма) » (по вариантам).	45-56
30.	<b>Практические занятия №30.</b> Графическая работа №8. Построение натуральной величины фигуры сечения» (по вариантам).	45-56
31.	<b>Практические занятия №31.</b> Графическая работа №8. Построение натуральной величины фигуры сечения» (по вариантам).	45-56
<b>РАЗДЕЛ 3. СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ</b>		54-105
<b>Тема 3.1. Общие сведения о строительных чертежах</b>		54
32.	<b>Практические занятия №32.</b> Строительные чертежи: Определение изображений на чертежах. Выбор главного изображения	55-57
33.	<b>Практические занятия №33.</b> Строительные чертежи: Определение изображений на чертежах. Выбор главного изображения	58-60
34.	<b>Практические занятия №34.</b> Строительные чертежи: Определение изображений на чертежах. Выбор главного изображения	61-65
35.	<b>Практическое занятие №35.</b> Расположение основных видов на чертежах.	75
36.	<b>Практические занятия №36.</b> Графические обозначения на чертежах	68-69
37.	<b>Практические занятия №37.</b> Графическая работа №9Графические обозначения на чертежах	70-74
38.	<b>Практические занятия №38.</b> Графическая работа №9Графические обозначения на чертежах	75-80
39.	<b>Практическое занятие №39.</b> Графические обозначения материалов в сечениях и правила их нанесения на чертежах	81-85
40.	<b>Практическое занятие №40.</b> Расположение основных видов на чертеже.	86-96
41.	<b>Практическое занятие №41.</b> Графическая работа №10Условные графические обозначения	97-105
<b>Тема 3.2. Построение сечений и разрезов на чертежах</b>		105-120
42.	<b>Практическое занятие №42.</b> Сечения и разрезы: Построение сечений. Построение разрезов. Графическая работа №11Построение сечений и разрезов	114

43.	<b>Практическое занятие №43.</b> Классификация разрезов. Расположение и обозначение разрезов. Графическая работа №1 Построение сечений и разрезов на чертежах	107
44.	<b>Практическое занятие №44.</b> Местный разрез. Соединение части вида и разреза. Графическая работа №1 Построение сечений и разрезов на чертежах	110
45.	<b>Практическое занятие №45.</b> Особые случаи разрезов. Сложные разрезы. Графическая работа №1 Построение сечений и разрезов на чертежах	112
46.	<b>Практическое занятие №46.</b> Чтение строительного чертежа: Назначение и содержание чертежа. Последовательность чтения чертежа и схем. Графическая работа №1 Построение сечений и разрезов на чертежах	105-112
47.	<b>Практическое занятие №47.</b> Назначение и содержание чертежа. Последовательность чтения чертежа и схем. Графическая работа №1 Построение сечений и разрезов на чертежах	105-112
48.	<b>Практическое занятие №48.</b> Детализовка. Использование спецификации в процессе чтения сборочных чертежей и схем. Графическая работа №1 Построение сечений и разрезов на чертежах	107
49.	<b>Практические занятия №49.</b> Чтение чертежей на строительство инженерного сооружения	108
50.	<b>Практические занятия №50.</b> Чтение чертежей на строительство инженерного сооружения	112
<b>Тема 3.3. Система автоматизированного проектирования (САПР)</b>		121-133
51.	<b>Практическое занятие №51.</b> Цели создания и задачи САПР: Основная цель создания САПР. Задачи САПР на стадиях проектирования и подготовки производства.	131
52.	<b>Практические занятия №52.</b> Выполнение чертежей, деталей и узлов инженерных сооружений с применением САД (в соответствии с требованиями компетенции WSR).	130
53.	<b>Практические занятия №53.</b> Выполнение чертежей, деталей и узлов инженерных сооружений с применением САД (в соответствии с требованиями компетенции WSR).	131
54.	<b>Практические занятия №54.</b> Выполнение чертежей, деталей и узлов инженерных сооружений с применением САД (в соответствии с требованиями компетенции WSR).	131
55.	<b>Практические занятия №55.</b> Выполнение чертежей, деталей и узлов инженерных сооружений с применением САД (в соответствии с требованиями компетенции WSR).	132
56.	<b>Практические занятия №56.</b> Выполнение чертежей, деталей и узлов инженерных сооружений с применением САД (в соответствии с требованиями компетенции WSR).	133

## РАЗДЕЛ 1. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

### Тема 1.1. Правила оформления чертежей Практические занятия №№ 1,2,3. Формат. Основная надпись.

**Оборудование:** Карандаши М–В, ТМ–НВ и Т–Н, линейка, рейсшина, угольники, циркуль, кронциркуль, стёрка, точилка, лист чертёжной бумаги формата А-4.

**Вычерчивание и заполнение основной надписи. Вычерчивание букв алфавита по стандартам**

**Цель:** изучить типы чертежных шрифтов, получить навыки написания чертежным шрифтом, научиться правильно писать стандартным шрифтом и оформлять титульный лист текстового конструкционного документа. Получение навыков в построении и оформлении чертежей ЕСКД, СПДС

#### Задание

1. Вычертить буквы согласно вариантам задания.
2. Выполнение титульного листа альбома графических работ студента.

**Методические указания:** согласно ГОСТ 2.105-95 общие требования к документам оформление титульного листа осуществляются по установленным правилам.

Формат А3 разбивается в пределах рамки на поля.

1. Наименование ведомства.
2. Специальные отметки.
3. Граф согласования и утверждения.
4. Наименование изделия
5. Обозначение документа.
6. Подписи разработчика документа.
7. Год издания документа.

#### Содержание работы

ГОСТ 2.304–81 устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства.

Размер шрифта определяет высота  $h$  прописных букв в мм.

Толщина линии шрифта  $d$  зависит от типа и высоты шрифта

ГОСТ устанавливает следующие размеры шрифтов: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 (табл. 2, 3). Применение шрифта 1,8 не рекомендуется и допускается только для типа Б.

Устанавливают следующие типы шрифта:

Тип А с наклоном  $75^\circ$  –  $d = (1/14)h$ ;

Тип А без наклона –  $d = (1/14)h$ ;

Тип Б с наклоном  $75^\circ$  –  $d = (1/10)h$ ;

Тип Б без наклона –  $d = (1/10)h$ .

Параметры шрифтов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Параметры шрифта, мм

Параметры шрифта	Обозначения	3,5		5,0		7,0		10,0		14,0	
		А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Высота прописных букв	h	3,5	3,5	5,0	5,0	7,0	7,0	10	10	14	14
Высота строчных букв	c	2,5	2,5	3,5	3,5	5,0	5,0	7,0	7,0	10	10
Расстояние между буквами	a	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4	2,0	2	2,8
Минимальный шаг строк	b	5,5	6,0	8,0	8,5	11,0	12,0	16,0	17,0	22	24
Минимальное расстояние между словами	e	1,5	2,1	2,1	3,0	3,0	4,2	4,2	6,0	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	d	0,25	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,4

Таблица 3 – Ширина букв и цифр шрифта типа Б, мм

Буквы и цифры		Относительный размер	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Прописные буквы	Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я	6d	2	3	4	6	9
	А, Д, М, Х, Ы, Ю	7d	2,5	3,5	5	7	11
	Ж, Ф, Ш, Щ, Ь	8d	3	4	5,5	8	12
	Е, Г, З, С	5d	1,8	2,5	3,5	5	7
Строчные буквы	А, б, в, г, д, е, з, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я	5d	1,8	2,5	3,5	5	7
	м, ь, ы, ю	6d	2	3	4	6	9
	ж, т, ф, ш, щ	7d	2,5	3,5	5	7	11
	с	4d	1,6	2	3	4	6
Цифры	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	5d	1,8	2,5	3,5	5	7
	1	3d	1	1,5	2	3	4
	4	6d	2	3	4	6	9

### Указания по выполнению работы

Шрифтом размера 10 типа Б написать изображенные буквы алфавита (строчные и прописные), цифры от 0 до 10 и два любых слова. Образец выполнения работы приведен на рисунке 3.

Сначала нужно заготовить лист бумаги стандартного формата А4 с рамкой на расстоянии 5 мм от краев сверху, справа и снизу и 20 мм слева.

Последовательность выполнения работы по написанию стандартного шрифта типа Б размером 10 следующая:

- проводят все вспомогательные горизонтальные прямые линии, определяющие границы строчек шрифта;
- откладывают расстояние между строчками, равное 15 мм;
- откладывают высоту шрифта  $h$ , т. е. 10 мм;
- откладывают отрезки, равные ширине букв плюс расстояние между буквами;
- проводят наклонные линии для сетки под углом  $75^\circ$  при помощи двух треугольников: с углом  $45^\circ$  и с углами  $30^\circ$  и  $60^\circ$ .



Рисунок 3.

## Задание

1. Выполнить на формате А4 рамку и основную надпись. Запишите в тетрадь значение граф.

## Содержание работы

Все чертежи должны выполняться на листах бумаги стандартного формата. Форматы листов бумаги определяются размерами внешней рамки чертежа. Она проводится сплошной тонкой линией.

Линия рамки чертежа проводится сплошной толстой основной линией на расстоянии 5 мм от внешней рамки. Слева для подшивки оставляют поле шириной 20 мм. Обозначение и размеры сторон форматов установлены ГОСТ 2.304—68. Данные об основных форматах приведены в таблице 4.

Таблица 4. Форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

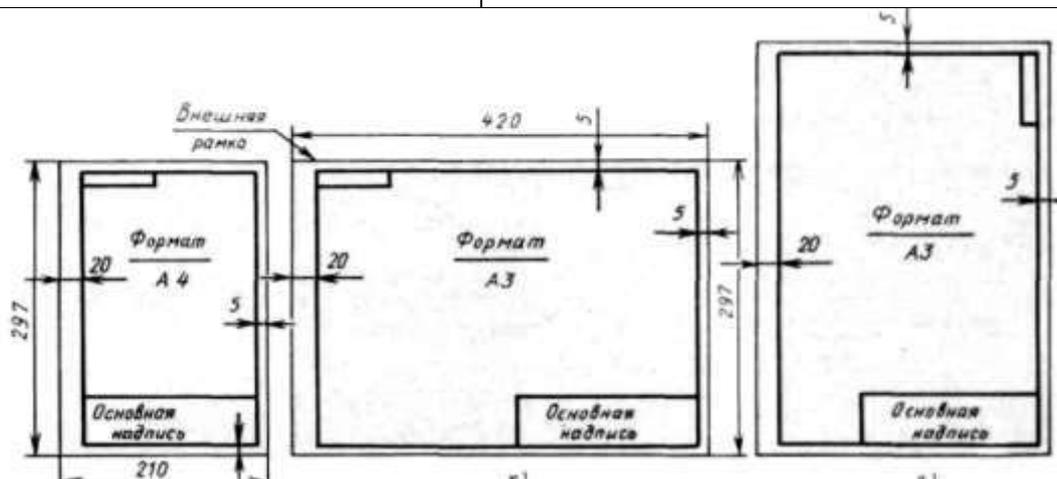
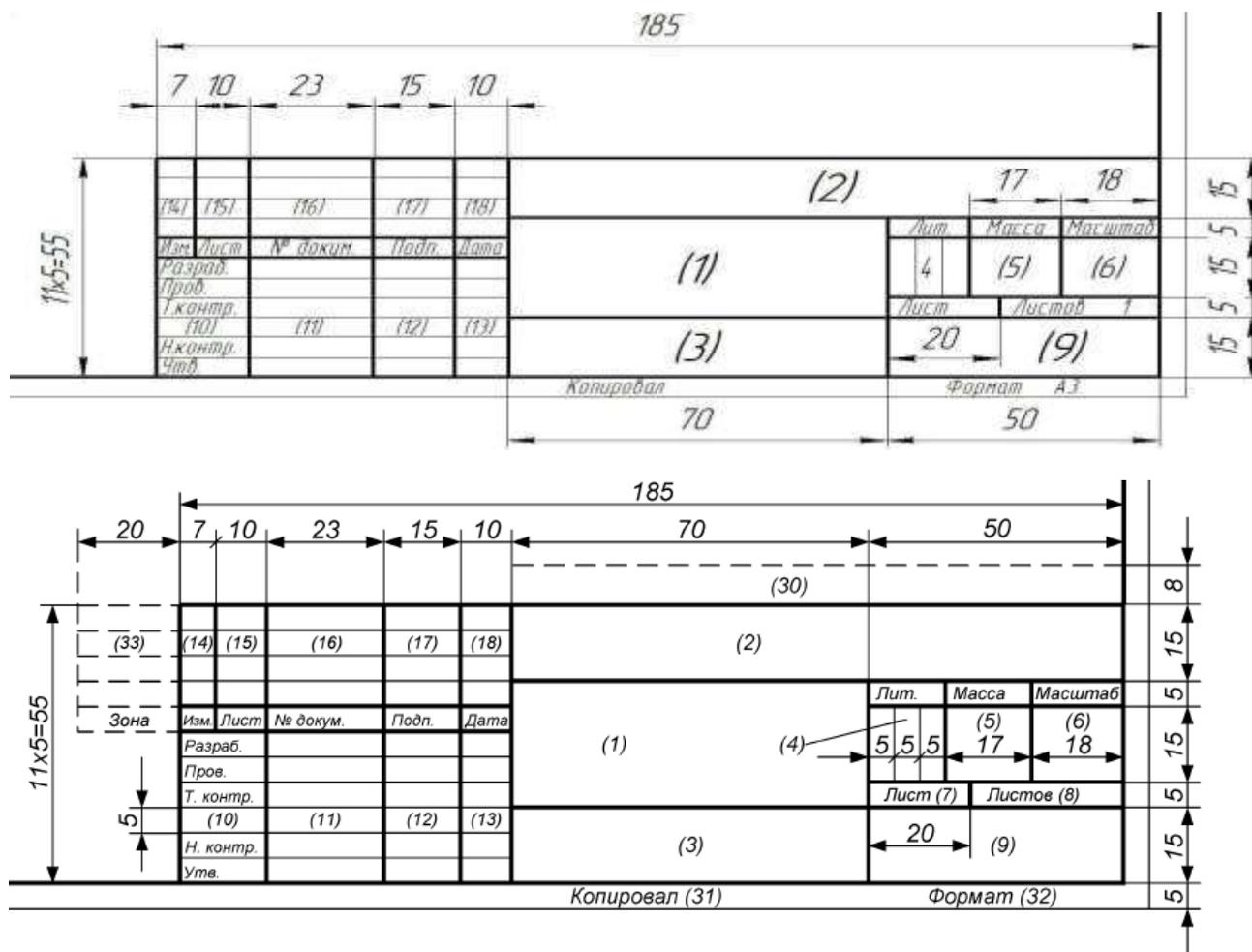


Рисунок 4. Примеры оформления рамки и основной надписи

## Указания по выполнению работы

Выполнить на формате А4 рамку и основную надпись. Запишите в тетрадь значение граф.



В правом нижнем углу чертежа вычерчивают основную надпись (штамп) по ГОСТу 2.104–2006\* в соответствии с рисунком 1. Рекомендуется следующее заполнение граф основной надписи в условиях учебного процесса (сохранено стандартное обозначение граф):

графа 1 – наименование детали или сборочной единицы (название темы, по которой выполнено задание);

графа 2 – обозначение документа по принятой в колледже системе (название группы, год, номер по списку, номер выполняемой работы – с 12 сз.31.2011.05.02.);

графа 3 – обозначение материала детали (заполняют только на чертежах деталей);

графа 4 – не заполняют;

графа 5 – масса изделия (не заполняют);

графа 6 – масштаб изображения (в соответствии с ГОСТ 2.302-68\* и ГОСТ 2.109-73);

графа 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют);

графа 8 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе документа);

графа 9 – наименование учебного заведения и номер группы;

графа 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ,  
*например:* Разработал: (студент)

Проверил: (преподаватель)

графа 11 – чёткое написание фамилий лиц, подписавших документ;

графа 12 – подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;

графа 13 – дата подписания документа (указывается месяц и год);

в графах 14-19 - графы таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с 7.5.19

Работу выполняют в тонких линиях, затем производят окончательную обводку чертежа линиями в соответствии с их назначением. Обводку начинают с проведения штрихпунктирных и сплошных тонких линий, затем обводят основные сплошные линии: сначала криволинейные участки, затем прямые.

## Практические занятия №№ 4,5

### Вычерчивание простых контуров с нанесением размеров. Масштабы.

**Цель:** изучить правила нанесения размеров и масштабирования чертежа.

#### Задание

1. Выполните на чертежном листе формата А4 чертеж одного из вариантов в указанном масштабе и нанесите размеры.

(ГОСТ 2.307-68 Нанесение размеров и предельных отклонений)

#### Содержание работы

##### Нанесение размеров

○ Размеры на чертежах наносят с помощью следующих элементов: размерных и выносных линий (сплошные тонкие), а также размерных чисел. Размерные линии ограничиваются стрелками (рис. 1).

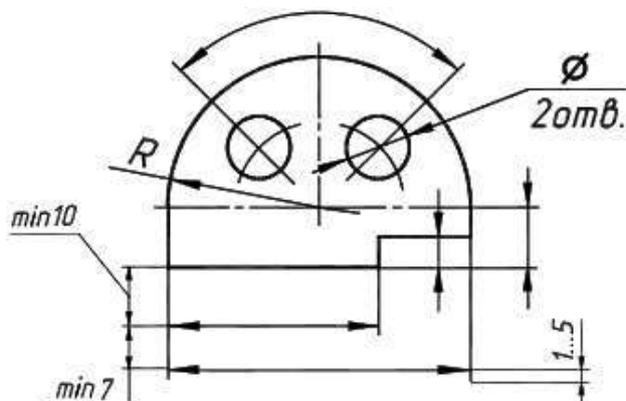


Рис.1

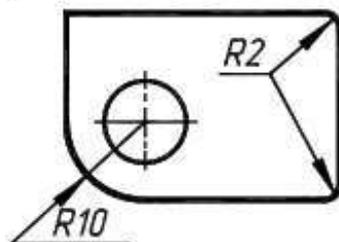
○ Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения, размещая их так, чтобы исключить пересечения размерных и выносных линий.

○ Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных линий.

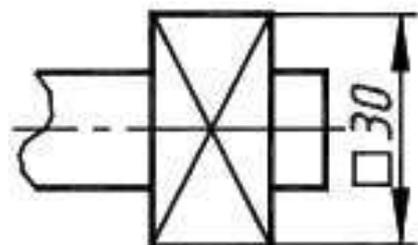
○ Размерные числа указывают действительную величину элементов изображаемого предмета, независимо от масштаба чертежа. Размерные числа прямолинейных отрезков наносятся без дополнительных знаков. Все остальные размерные числа наносятся с дополнительными знаками. Примеры записи размерных чисел приведены на рис.2.



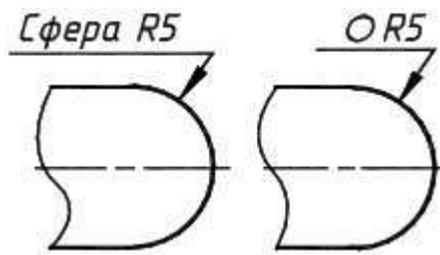
Окружность



Радиус



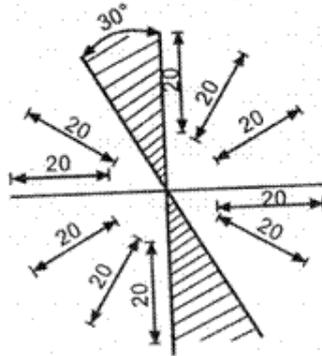
Квадрат



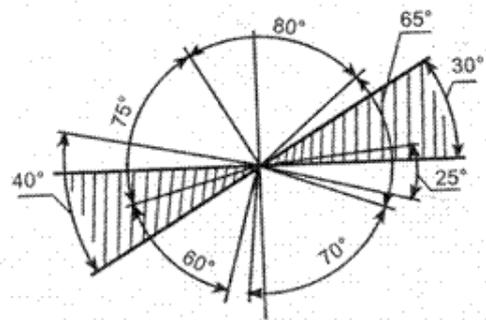
Сфера

Рис.2

○ Расположение размерных чисел линейных и угловых размеров при различных наклонах показано на рис.3.



Размерные числа линейных размеров



Размерные числа угловых размеров

Рис.3

○ Размеры наносятся следующим образом:

- Перпендикулярно измеряемому отрезку проводя т с я выносные линии, а параллельно ему на расстоянии 10 мм проводится размерная линия. Каждая последующая размерная линия отстает от предыдущей на 8 мм и параллельна ей (рис. 4). Если размерная линия пересекает контурную, то последняя в месте пересечения прерывается (рис. 5);

- Размерная линия ограничивается с обеих сторон стрелками, упирающимися в выносные, осевые или контурные линии. Длина стрелок должна быть одинаковой по всему чертежу и составлять на учебных работах 5 мм (рис. 6).

- Если размерная линия меньше 12 мм, то стрелки ставятся с внешней стороны выносных линий (рис. 7);

- При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, допускается заменять стрелки четко наносимыми точками или засечками, проведенными под углом 45° к размерным линиям (рис. 8);

- Над размерной линией ближе к середине помещаются размерные числа. Между основанием размерного числа и размерной линией должен быть зазор 1— 1,5 мм. Размерные числа на параллельных размерных линиях располагаются в шахматном порядке (рис. 4);

- Размерные числа не допускается разделять или пересекать линиями чертежа; в этом случае осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются (рис. 8). Если размерная линия меньше 12 мм, размерное число ставится, как показано на рис. 19;

- При нанесении размера диаметра перед размерным числом помещают знак (рис. 9), при нанесении размера радиуса — прописную букву R (рис. 10).

- Нанесение размеров углов показано на рис. 11.

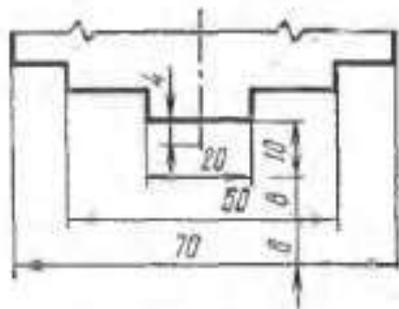


Рис.4

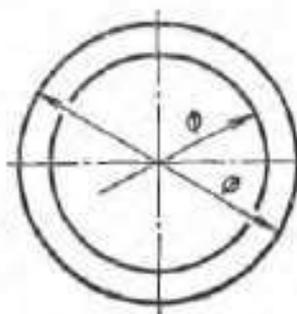


Рис.5

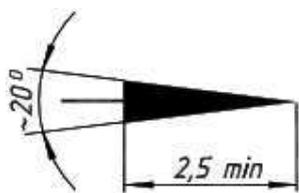


Рис.6

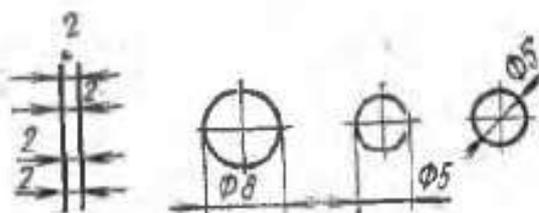


Рис.7



Рис.8

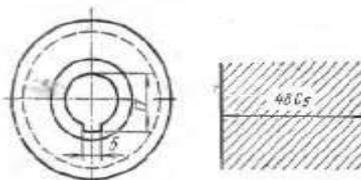


Рис.9

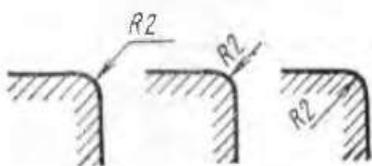


Рис.10

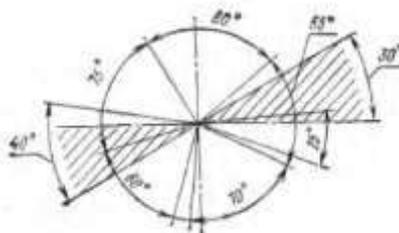


Рис.11

### Масштабы

Масштаб – это отношение длины отрезка на карте, плане, аэроснимке и космическом снимке к его действительной длине на местности.

Масштаб		
численный	словесный	линейный
Выраженный в виде дроби, где числитель – 1, а знаменатель – число, показывающее во сколько раз уменьшается	Например: «в одном сантиметре 5 метров»	Вспомогательная мерная линейка на карте

изображение		
-------------	--	--

Масштабы изображений, применяемые для всех отраслей промышленности и строительства, разделяют на три группы:

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; 1:200; 1:400; 1:500; 1:1000.
2. Натуральная величина 1:1;
3. Масштаб увеличения 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

## Практическое занятия №7

### Графическая работа №1.

#### Графическая композиция составленная на основе линий чертежа (по вариантам)

**Цель:** приобретение навыков работы с чертежными инструментами, а также приобретение знаний о линиях чертежа.

#### Задание

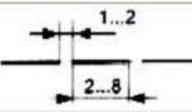
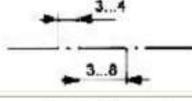
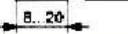
1. Вычертить линии согласно вариантам задания.

#### Содержание работы

Для правильного выполнения практического занятия, необходимо ознакомиться с ГОСТ 2.303-68 и 2.304-68 ЕСКД.

ГОСТ рекомендует выбирать толщину линий, длину штрихов и промежутки между ними в зависимости от размера, сложности и назначения чертежа. Установлены следующие типы линий:

Таблица 1. Линии чертежа

Наименование	Начертание	Толщина	Назначение
Сплошная основная		S	Линии видоимого контура, вынесенного сечения.
Сплошная тонкая		S/3...S/2	Контур наложенного сечения, выносные, размерные, штриховка.
Сплошная волнистая		S/3...S/2	Линии обрыва, разграничения вида и разреза.
Штриховая		S/3...S/2	Линии невидимого контура.
Штриховая пунктирная		S/3...S/2	Осевые линии и центровые.
Разомкнутая		S...1 1/2S	Линии сечений (начала и конца).

#### Указания по выполнению работы

Выполнение работы удобнее начинать с проведения через середину внутренней рамки чертежа тонкой вертикальной линии, на которой делают пометки в соответствии с размерами, приведенными в задании. Через намеченные точки проводят тонкие вспомогательные линии (рисунок 1), облегчающие выполнение графической части работы. На вертикальных осях, предназначенных для окружностей, наносят точки, через которые проводят окружности указанными в задании линиями (рисунок 2).

Толщину основной сплошной линии предлагается брать в пределах 0,8...1 мм, а толщины всех остальных линий устанавливают в соответствии с данными таблицей 1. При выполнении штриховых и штрихпунктирных линий нужно выдерживать их толщину, длину отдельных штрихов и расстояние между ними. Пример выполнения работы показан на рисунке 1 и 2.

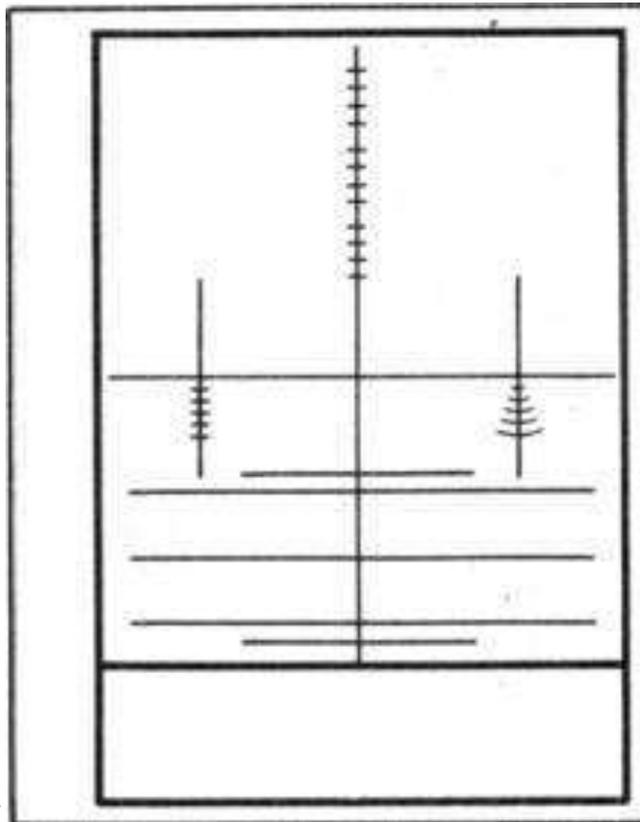


Рисунок 1. -  
линий

Пример расположения

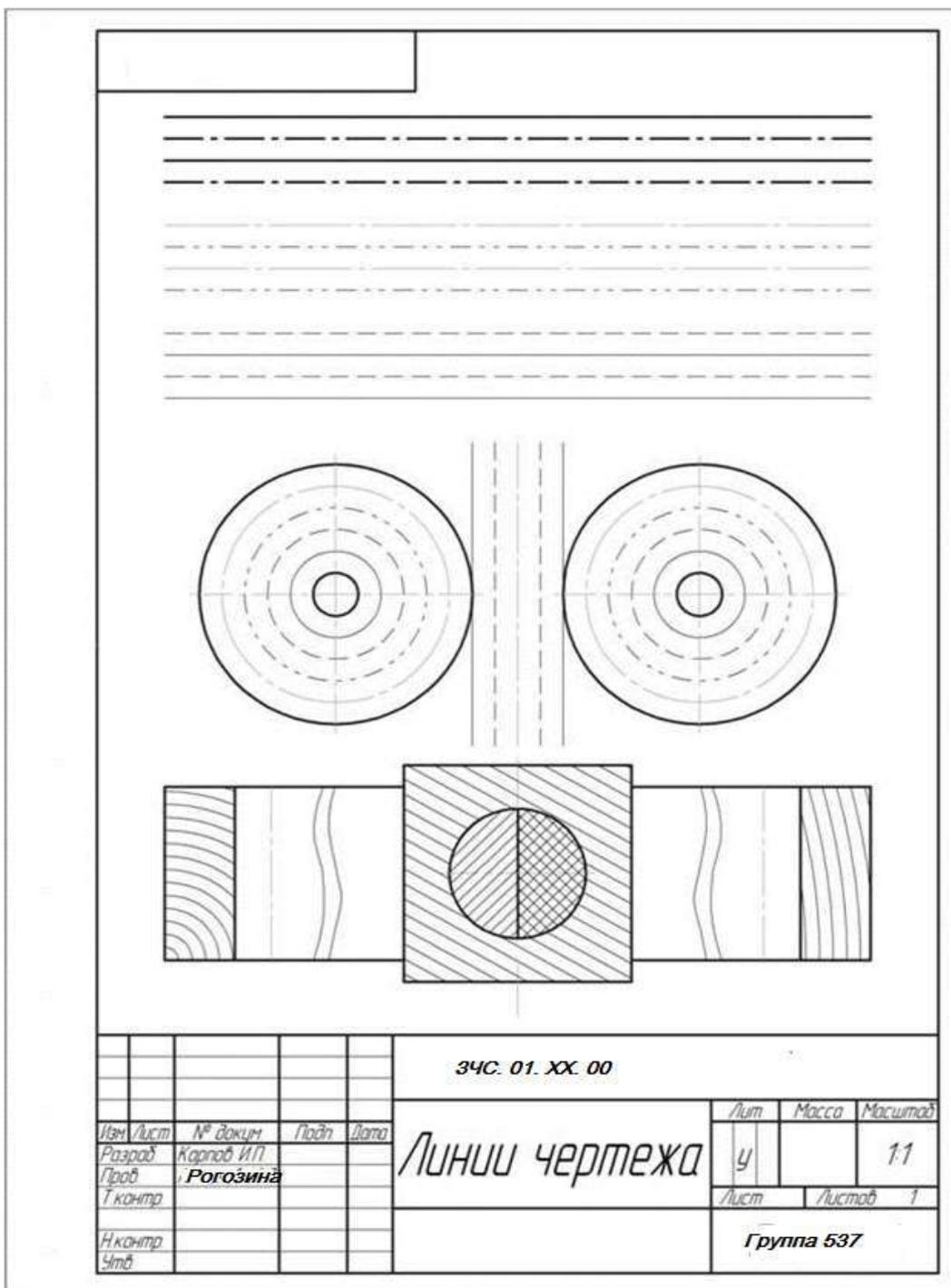
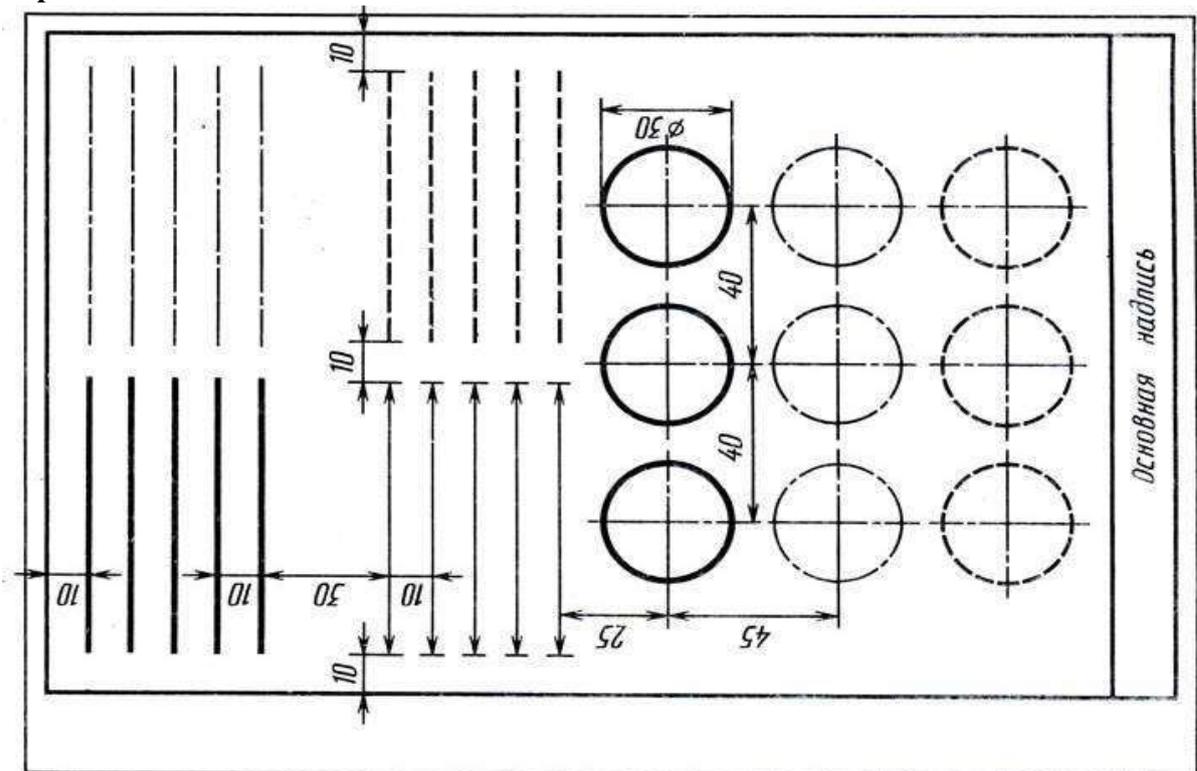
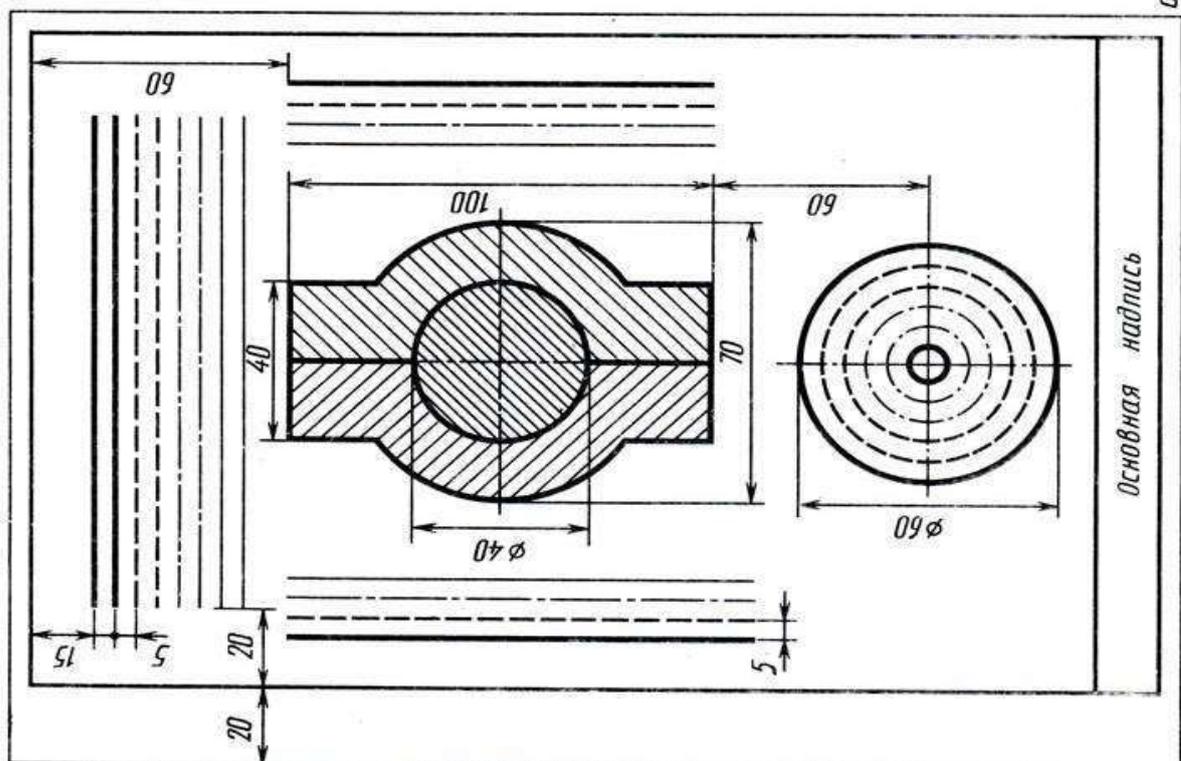


Рисунок 2.– Пример выполнения работы

## Варианты



а)



### Контрольные вопросы:

1. Чем определяется размер чертежного шрифта?
2. Чему равен угол наклона букв, цифр, знаков чертежного шрифта?
3. Чему равна высота прописных букв и цифр шрифта №7, №10?
4. Какая высота строчной буквы шрифта №7, №10?

**Литература:**

1. Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. – Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г.

## Практическое занятие №9.

### Построение перпендикулярных и параллельных прямых.

#### Деление отрезков на равные части и в заданном соотношении.

**Цель занятия:** научиться решать метрические задачи, связанные с определением натуральных величин плоскостей, отрезков, углов и расстояний между ними; построение перпендикуляра к прямой, а также построение перпендикуляра к плоскости.

**Методические указания:** для успешного решения метрических задач нужно знать основы геометрии:

1. Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна, хотя бы двум прямым, принадлежащим этой плоскости.

2. Расстояние от точки до плоскости равно перпендикуляру, опущенному из точки на плоскость.

3. Расстояние от точки до прямой равно перпендикуляру, проведенному из точки к этой прямой.

4. Плоскость перпендикулярна другой плоскости, если она содержит прямую, перпендикулярную другой плоскости.

**Задание.** На листе формата А3 по заданным координатам решить метрические задачи (образец выполнения смотри на рис.1)

Задача первая. Провести через точку А перпендикуляр к плоскости, заданной прямыми АВ и АС (рис1а).

Решение: Известно, что фронтальная проекция перпендикуляра к плоскости перпендикулярна к фронтальной проекции **фронтали** плоскости, а горизонтальная – к горизонтальной проекции горизонтали плоскости. На чертеже (рис.1б) проводим фронтальную проекцию перпендикуляра А"Е" перпендикулярно к фронтальной проекции фронтали А"В", а горизонтальную его проекцию А'Е' перпендикулярно к проекции А'С' горизонтали.

Задача вторая. Определить, лежат ли точки В и С на прямой AD, а точка К – на прямой MN (рис. 1в,г).

Решение: Так как проекция В' и В", С' и С" не находятся на одноименных с ними проекциях прямой AD, то точка В и С на этой прямой не лежат. Для определения, лежит ли точка К на прямой MN (рис.1г), построим профильные проекции точки К и прямой MN (рис.1д). Точка К не принадлежит прямой MN, так как ее профильная проекция К" не лежит на профильной проекции М""N"". прямой.

Задача третья. Найти натуральную величину отрезка прямой АВ, заданного его проекциями, и определить углы наклона прямой к плоскостям Н и V.

Решение: как известно, натуральная величина отрезка может быть определена как величина гипотенузы прямоугольного треугольника, одним катетом которого является проекция отрезка на какой – либо плоскости проекций, а другим – разность расстояний концов отрезка до этой же плоскости. Если одним из катетов является горизонтальная проекция, то угол между гипотенузой и этим катетом равен углу наклона  $\phi_1$  прямой к горизонтальной плоскости проекций. Угол наклона  $\phi_2$  этой же прямой к фронтальной плоскости проекций определяется из треугольника, в котором в качестве первого катета

взята фронтальная проекция отрезка, а второй катет определен по разности расстояний концов отрезка до фронтальной плоскости проекций.

Для определения натуральной величины отрезка  $AB$  и углов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  на (рис.1e) построены прямоугольные треугольники  $B'A'A^*$  и  $B''A''A^*$ . В треугольнике  $B'A'A^*$  катет  $A'A^*$  равен разности расстояний точек  $A$  и  $B$  до горизонтальной плоскости проекций. В треугольнике  $B''A''A^*$  катет  $A''A^*$  равен разности расстояний  $A$  и  $B$  до фронтальной плоскости проекций.

**Порядок выполнения работы:**

1. Выбрать масштаб.
2. Решить метрические задачи.
3. Построить эпюр отрезков прямой и точек.
4. Соединить проекции точек.
5. Соединить проекции прямых.
6. Заполнить основную надпись.

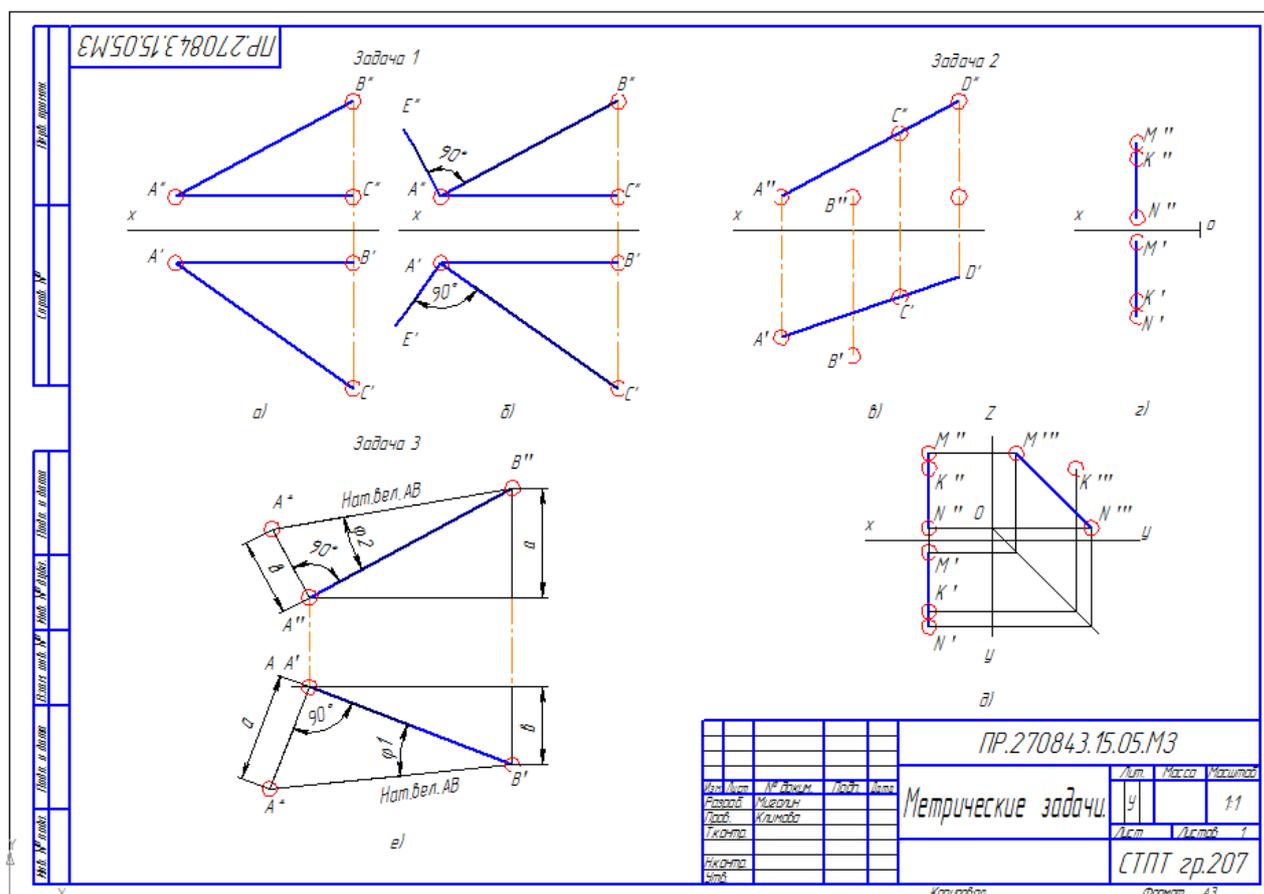


Рис.1

**Контрольные вопросы:**

1. Как задается плоскость на чертеже?
2. Что такое фронтально-проецирующая плоскость, горизонтально-проецирующая плоскость, профильно-проецирующая плоскость?
3. В чем заключается общий способ построения линии пересечения двух плоскостей?

**Литература:**

- 1.Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. –Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
- 3.Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г.

## Практическое занятие №10.

**Построение правильных многоугольников. Деление углов на части. Деление окружностей на части. Чертеж детали с применением деления окружности на равные части, построением и обозначением уклона и конусности, нанесением размеров**

**Цель занятия:** научиться правильно выполнять чертеж с применением деления окружности на равные части, по заданным размерам и величине конусности выполнять изображение детали.

**Методические указания:** выполнив тренировочные упражнения предыдущего занятия на деление окружности на части, вычертить контуры деталей, применяя правила деления окружности на равные части. Проработать по учебнику тему: Уклон и конусность.

Уклон – это тангенс угла наклона одной прямой к другой (рис. 1).

Возьмем произвольный масштабный отрезок ( $a$ ). Построим прямоугольный треугольник

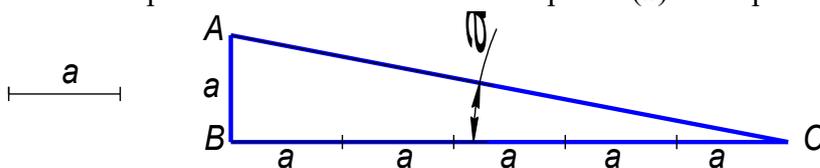


Рис.1

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BC} = 15:75 = 20\%$$

На чертеже уклон задают или в процентах (рис. 2) или отношением чисел (рис.3). Уклон 1:5 означает, что на пять единиц длины мы имеем одну единицу высоты. Т.е. прямая AC имеет уклон к BC 20% или 1:5.

На чертежах уклоны обозначаются специальным знаком, см.

ГОСТ 2.304-81. Острый угол знака уклона должен быть направлен в сторону снижения высоты, одна сторона угла параллельна полке линии-выноски.

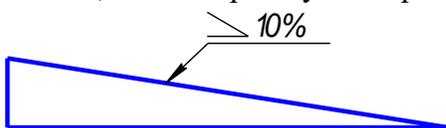


Рис.2

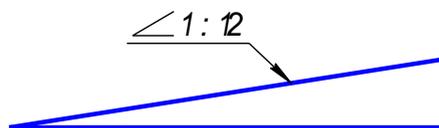


Рис.3

Уклон используется, например, при изготовлении фасонного проката: швеллеров, двутавров, тавровых профилей и т.п.

Рассмотрим пример построения уклона внутренней грани нижней полки швеллера (рис.4).

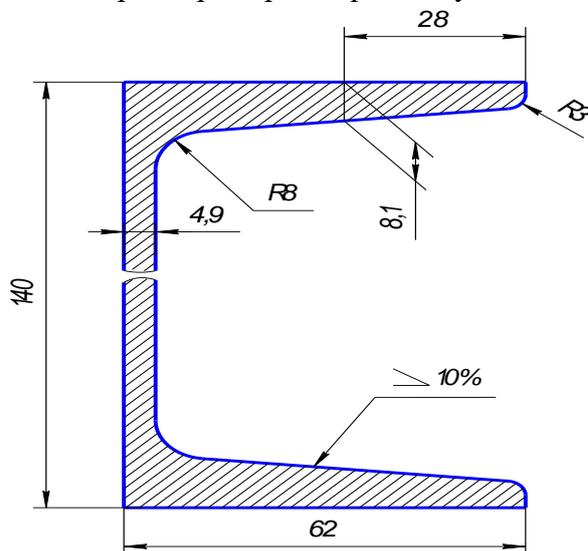


Рис.4

1. По данным размерам находим точку А, через которую пройдет заданный уклон (рис.5).

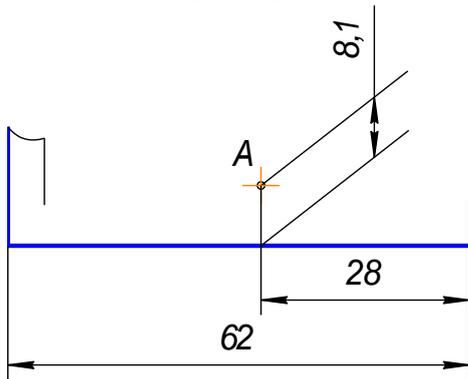


Рис.5

2. На свободном поле чертежа строим уклон 10% ( $1:10 = 10:100$ ) и через точку А проводим прямую, параллельную линии уклона. Выбираем масштабный отрезок любой величины.

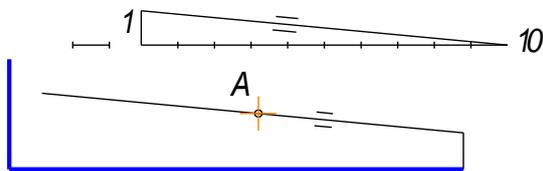


Рис.6

3. Дуга радиуса 3 – это сопряжение между линией уклона и вертикальной прямой. Строим по правилам построения сопряжения между прямыми (рис.7).

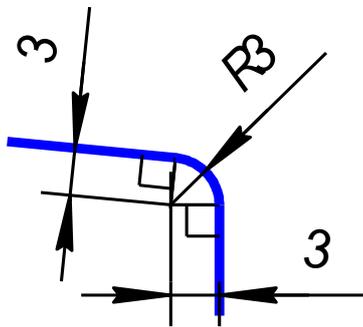


Рис.7

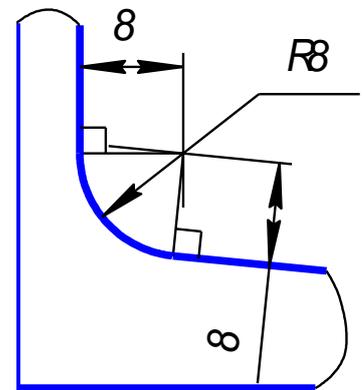


Рис.8

4. Дуга радиусом 8 – это сопряжение между линией уклона и вертикальной линией стойки (рис.8).

5. Аналогично строим верхнюю полку швеллера.

6. Так как высота стойки швеллера очень большая по сравнению с длиной полки и стойка имеет постоянное сечение, то можно сделать разрыв, как показано на рис. 9

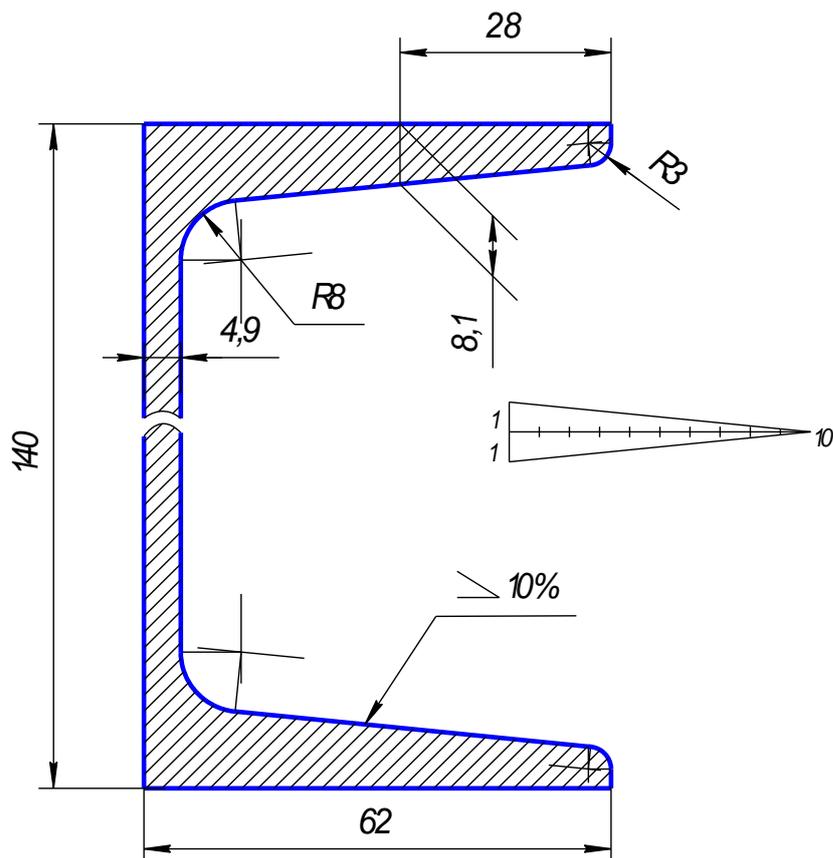


Рис.9

7.Проставляем размеры.

**Обрати внимание!** Все построения на чертеже сохраняем.

Конусность – это отношение разности диаметров двух поперечных сечений усеченного конуса к длине между ними (рис.2.29).

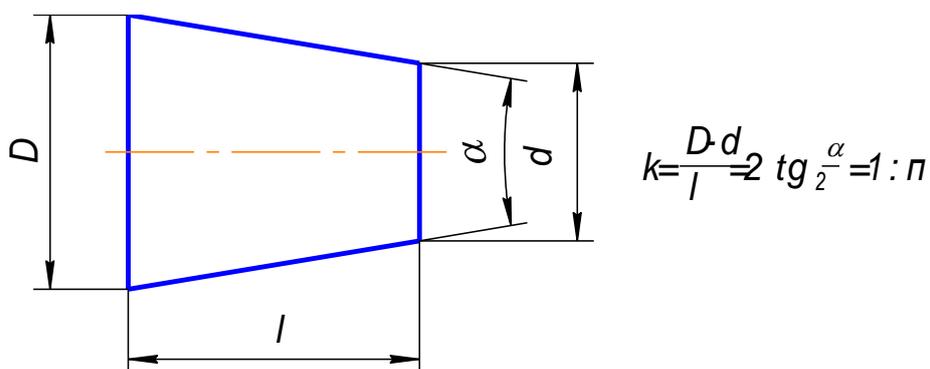


Рис.10

На чертеже конусность чаще всего выражается в процентах или соотношениях. Знак конусности острым углом направлен в сторону меньшего диаметра. Проставляют конусность или на полке линии-выноски (рис. 11) или над осевой линией (рис.12).

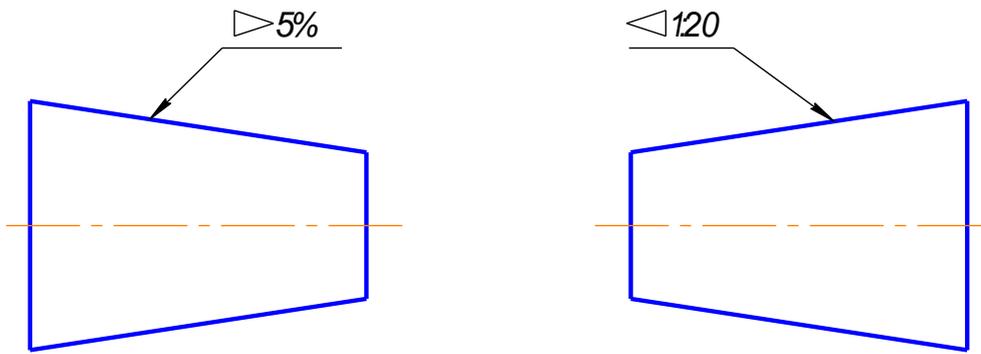


Рис.11

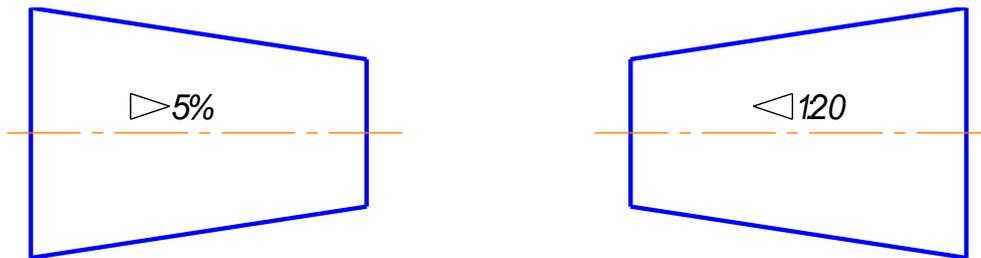


Рис.12

Если на чертеже указывают конусность, то на стержне и в отверстии размеры проставляют по-разному, исходя из технологии изготовления конуса, так как нормальная конусность заложена на станках с программным управлением. Поэтому нормальную конусность необходимо указывать, а «лишний» размер убирать.

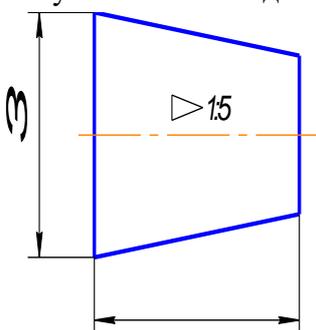


Рис.13

На коническом стержне из двух диаметров указывают больший, так как для изготовления детали нужно взять заготовку большего диаметра. Малый диаметр не указывают (рис.13).

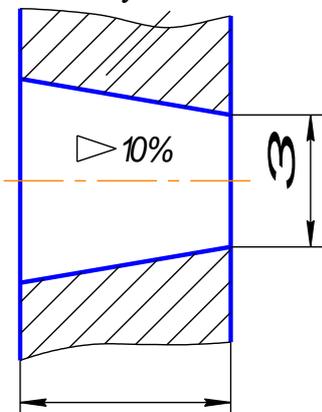


Рис.14

В отверстиях из двух диаметров указывают меньший, так как для получения конусности нужно сначала просверлить отверстие диаметром, равным малому диаметру, а затем растачивать конусное отверстие (рис.14).

Конусности общего назначения стандартизованы. Их значение можно посмотреть в ГОСТ 8593-81.

В задании нужно построить конусность по размерам и вместо буквы **n** поставить числовое значение, полученное при расчете по формуле на рис. 10. Проставить размеры (рис. 15)

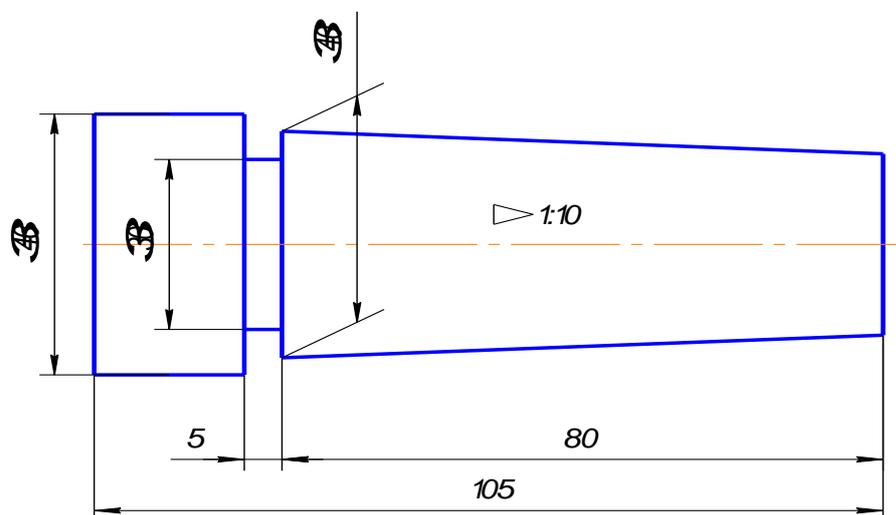


Рис.15

**Задание.** На листе формата А3 вычертить контур детали, применяя правила деления окружности на равные части. Вычертить пример с построением уклона и пример с построением конусности (образец выполнения смотри на рис. 20).

#### **Порядок выполнения работы:**

- 1.Выполнить рамку.
- 2.Разметить лист, применив рекомендуемые отступы.
- 3.Для построения провести оси симметрии.
- 4.При вычерчивании контура детали применить правила деления окружности на шесть равных частей.
- 5.Для построения уклона через заданную точку нужно построить прямоугольный треугольник с одной из вершин в заданной точке как показано на рис.1. Отношение катетов должно соответствовать отношению, указанному в обозначении уклона.
- 6.Построение конусности при заданной высоте выполнить графически следующим образом: построить по заданной оси вспомогательный полный конус, у которого произвольно взятое основание укладывается столько раз, сколько задано в обозначении конусности. Затем провести образующие искомого конуса параллельно образующим вспомогательного конуса через концы заданного диаметра (смотри на рис. 15).
- 7.Удалить лишние линии и обвести все надписи.
8. Оформить основную надпись согласно ГОСТ 2.104-68.

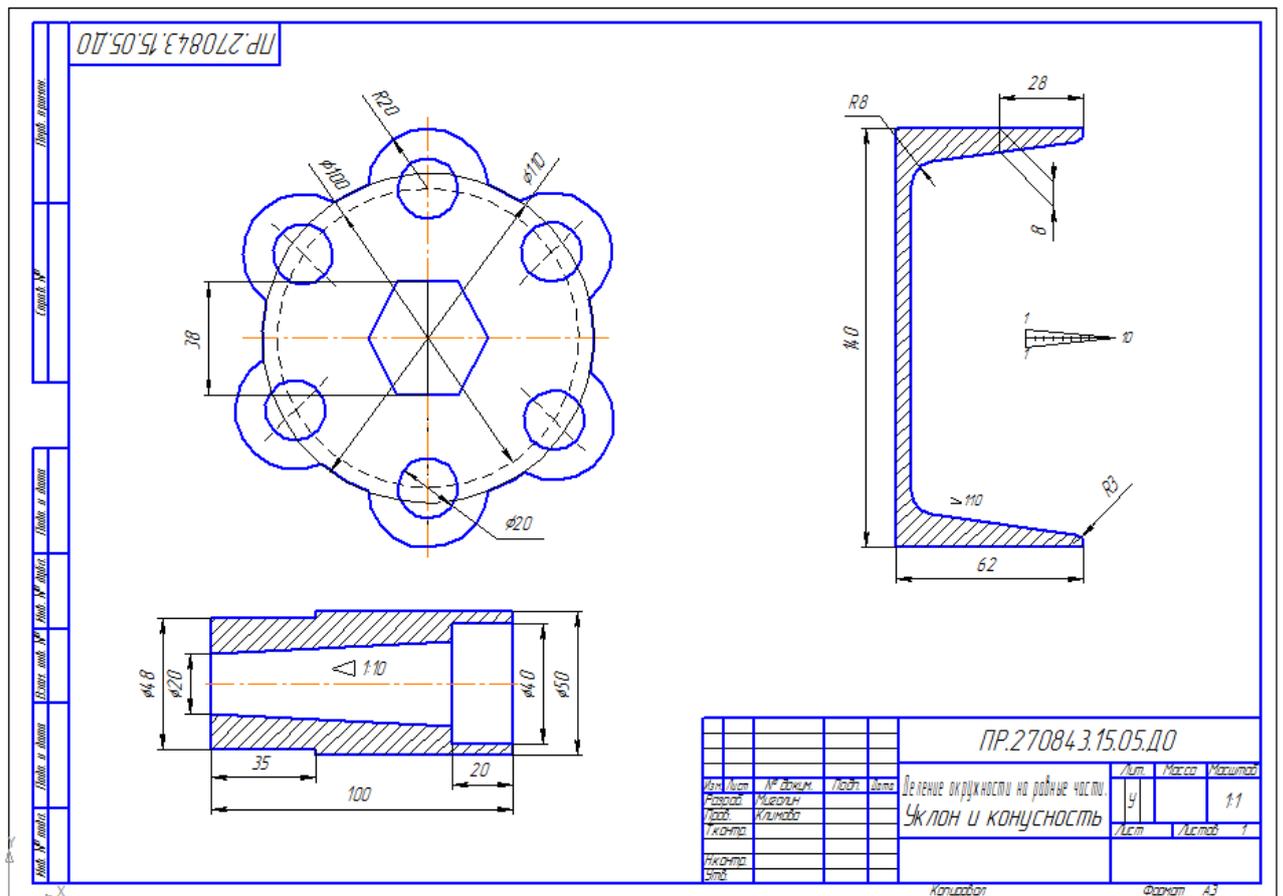


Рис.20

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется уклоном?
2. Что называется конусностью?
3. Как обозначается на чертеже конусность и уклон?
4. Как определяется конусность и уклон?

**Литература:**

1. Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. –Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г.

## Практические занятия №№11,12,13.

### Графическая работа №3.

#### Чертеж детали с применением деления окружностей на равные части и нанесение размеров (по вариантам)

Вычерчивание контуров деталей с элементами сопряжений

**Цель:** изучить правила выполнения контуров с элементами сопряжений

#### Задание

1. На чертежной бумаге формата А4 вычертить контуры детали на построение сопряжений.

#### Содержание работы

Сопряжение – это плавный переход одной линии в другую, места перехода называются точками сопряжения.

#### *Сопряжения прямых линий*

##### Пример 1 (рис.1а)

Дано: две прямые линии, расположенные под тупым углом, и отрезок дуги сопряжения  $R$ . Требуется построить сопряжение этих прямых. Построение выполняют в следующей последовательности:

1. Проводят прямые параллельно каждой заданной прямой на расстоянии, равным радиусу дуги сопряжения;
2. Находят точку пересечения построенных прямых линий – центр сопряжения (точку  $O$ );
3. Из точки  $O$  опускают перпендикуляры на каждую из заданных прямых линий и получают точки  $A$  и  $B$  (точки сопряжения);
4. Отрезки  $AO$  и  $BO$  равны между собой и по построениям равны радиусу дуги сопряжения  $R$ . Эту проверку следует обязательно выполнить измерителем, чтобы избежать неточности в построениях;
5. Точки  $A$  и  $B$  соединяют дугой сопряжения. Сопрягающая дуга  $AB$  касается заданных прямых линий, потому что ее центр удален от них на расстояние, равное радиусу дуги сопряжения.

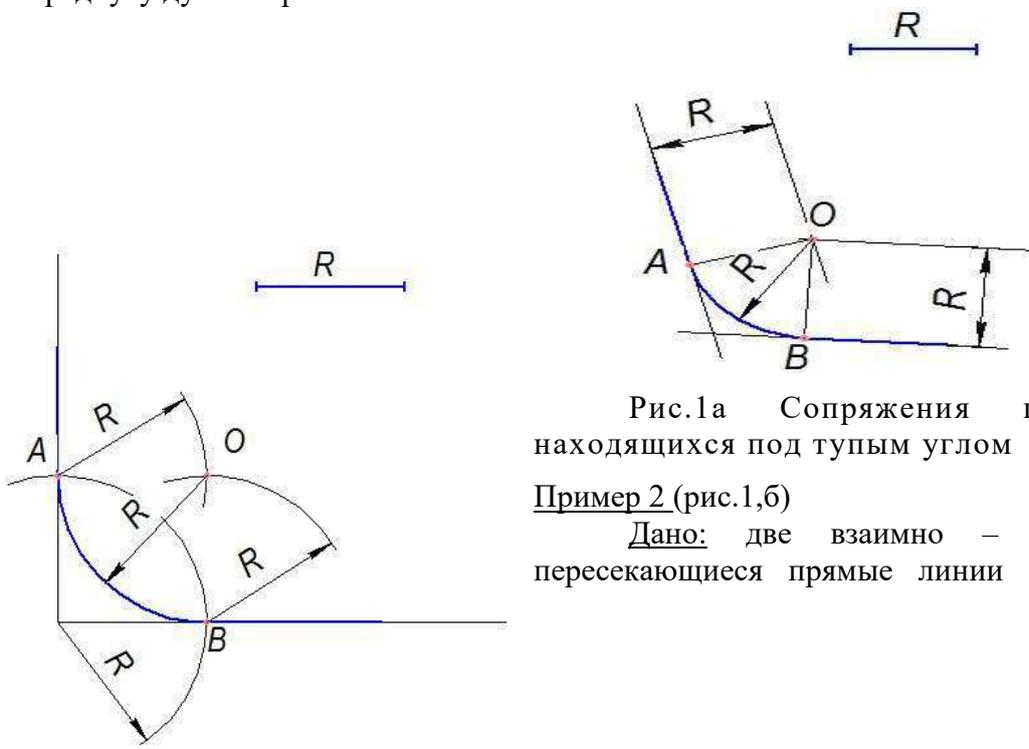


Рис.1а Сопряжения прямых линий, находящихся под тупым углом

##### Пример 2 (рис.1,б)

Дано: две взаимно – перпендикулярные пересекающиеся прямые линии и радиус  $R$  дуги

сопряжения. Построить сопряжение прямых линий. Построения выполняют в следующей последовательности:

1. Из вершины прямого угла радиусом  $R$  проводят дугу и получают точки сопряжения  $A$  и  $B$ ;
2. Для построения центра сопряжения (точки  $O$ ) из точек  $A$  и  $B$  вычерчивают засечки радиусом, равным радиусу дуги сопряжения. Точка  $O$  по построениям находится на биссектрисе угла, что позволяет выполнять построения сопряжений при других исходных условиях, например если будет задана одна из точек сопряжения.

Рис.16 Сопряжения прямых линий, находящихся под прямым углом

### Сопряжение прямой и дуги окружности

#### Пример 3 (рис.2,а)

Дано: прямая линия, дуга окружности с центром в точке  $O_1$  и отрезок ( $R$ ) радиуса сопрягающей дуги. Требуется построить внешнее сопряжение прямой и дуги окружности. Построения выполняют в следующей последовательности:

1. На расстоянии  $R$  от заданной прямой проводят параллельно ей вспомогательную прямую линию;
2. Из центра заданной окружности вычерчивают вспомогательную окружность радиусом, равным сумме радиусов заданной окружности и сопрягающей дуги ( $R_1+R$ );
3. На пересечении построенных линий находят центр сопряжения  $O$ ;
4. Для построения точки сопряжения  $A$  на окружности соединяют точки  $O_1$  и  $O$ . Точку сопряжения  $B$  на заданной прямой определяют как основание перпендикуляра, опущенного из центра сопряжения;
5. Отрезки  $AO$  и  $BO$  по построениям равны радиусу дуги сопряжения, поэтому через точки  $A$  и  $B$  проводят дугу сопряжения.

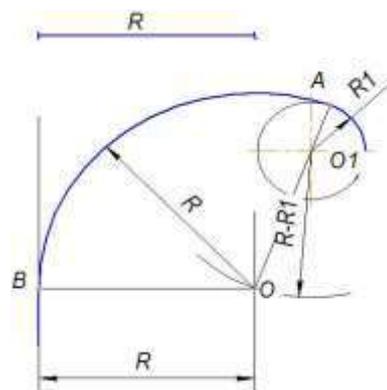
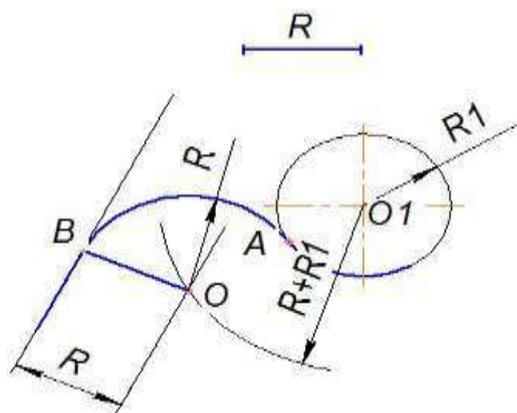


Рис.2а. Внешнее сопряжение прямой и дуги окружности

#### Пример 4 (рис.2б)

Дано: прямая линия, дуга окружности с центром в точке  $O_1$  и отрезок ( $R$ ) радиуса сопрягающей дуги. Требуется построить внутреннее сопряжение прямой и дуги окружности. Построения выполняют в следующей последовательности:

1. На расстоянии  $R$  от заданной прямой проводят параллельно ей вспомогательную прямую линию;
2. Из центра заданной окружности вычерчивают вспомогательную окружность радиусом, равным разности радиусов заданной окружности и сопрягающей дуги ( $R-R_1$ );



3. На пересечении построенных линий находят центр сопряжения (точку  $O$ );

4. Строят точки сопряжения: Точку  $A$  как точку пересечения дуги окружности и продолжения прямой, соединяющей центры  $O$  и  $O_1$ , и точку  $B$  на

заданной прямой как основание перпендикуляра, опущенного из центра сопряжения  $O$ ;

5. Дугой радиуса  $R$  соединяют точки сопряжения  $A$  и  $B$  (точки плавного перехода).

Рис.25б. Внутреннее сопряжение прямой и дуги окружности

### **Сопряжение окружностей**

#### **Пример 5 (рис.3а)**

Дано: центры  $O_1$ ,  $O_2$  и радиусы  $R_1$ ,  $R_2$  двух окружностей, радиус дуги сопряжения  $R$ . Построить внешнее сопряжение заданных окружностей. Построения выполняют в следующей последовательности:

1. Из центра  $O_1$  строят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиуса сопрягающей дуги и радиуса первой окружности ( $R_1+R$ );
2. Из центра  $O_2$  строят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиуса сопрягающей дуги и радиуса второй окружности ( $R_2+R$ );
3. На пересечении вспомогательных дуг находят центр сопряжения (точку  $O$ );
4. Точку  $O$  соединяют с центром заданных окружностей  $O_1$  и  $O_2$  для построения точек сопряжения  $A$  и  $B$ ;
5. Проверив равенство отрезков  $OA$ ,  $OB$  и радиуса дуги сопряжения  $R$ , вычерчивают сопрягающую дугу между точками  $A$  и  $B$ .

Рассматриваемое сопряжение нельзя построить, если расстояние между центрами окружностей будет больше суммы радиусов заданных окружностей и удвоенного радиуса сопрягающей дуги.

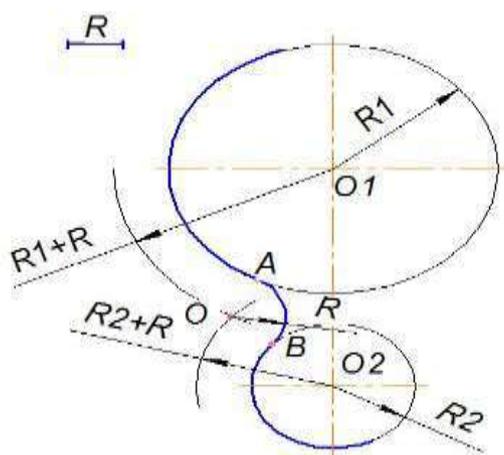


Рис.3а. Внешнее сопряжение дуг окружностей

#### **Пример 6 (рис.3б)**

Дано: центры  $O_1$ ,  $O_2$  и радиусы  $R_1$ ,  $R_2$  двух окружностей, радиус дуги сопряжения  $R$ . Построить внешнее сопряжение заданных окружностей. Построения выполняют в следующей последовательности:

1. Из центра  $O_1$  строят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиуса сопрягающей дуги и радиуса первой окружности ( $R_1+R$ );
2. Из центра  $O_2$  строят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиуса сопрягающей дуги и радиуса второй окружности ( $R_2+R$ );

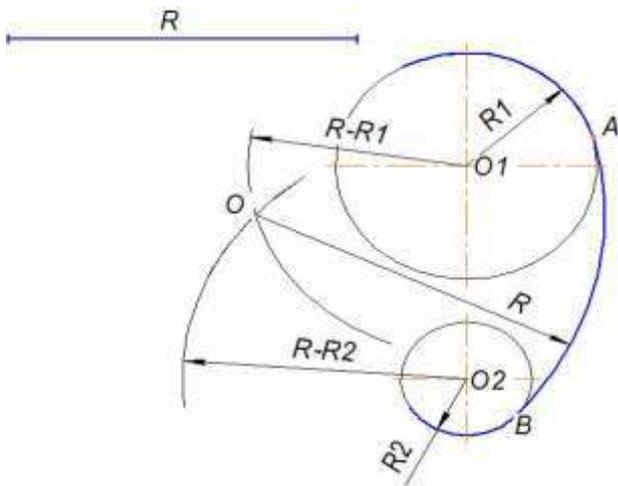


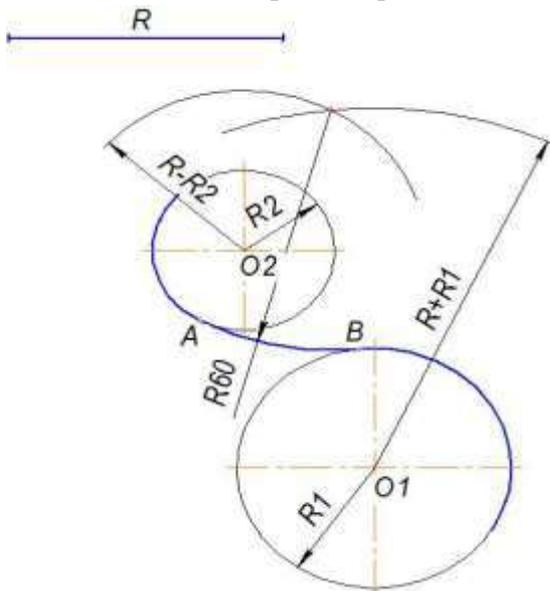
Рис.36. Внутреннее сопряжение дуг окружностей

**Пример 7** (рис.4)

Дано: центры  $O_1$ ,  $O_2$  и радиусы  $R_1$ ,  $R_2$  двух окружностей, радиус дуги сопряжения  $R$ . Построить смешанное сопряжение заданных окружностей.

Допустим, что требуется построить внешнее сопряжение с первой окружностью (центр  $O_1$ ) и внутреннее сопряжение со второй окружностью (центр  $O_2$ ). Тогда выполняют следующие построения:

1. Из центра  $O_1$  строят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиуса сопрягающей дуги и радиуса первой окружности ( $R+R_1$ );



2. Из центра  $O_2$  строят вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиуса сопрягающей дуги и радиуса второй окружности ( $R-R_2$ );

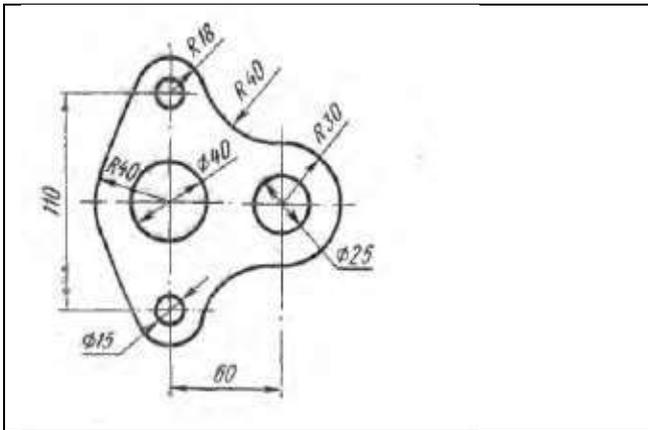
3. На пересечении вспомогательных дуг находят центр сопряжения  $O$ ;

4. Строят точки сопряжения  $A$  и  $B$ , затем соединяют их сопрягающей дугой радиусом  $R$ .

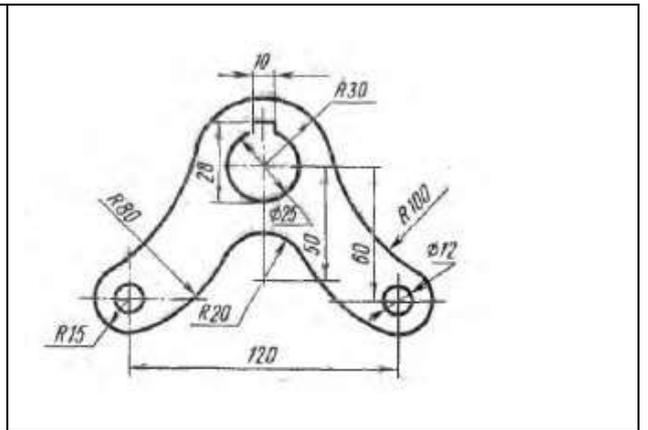
Рис. 4 Смешанное сопряжение дуг окружностей

**Варианты**

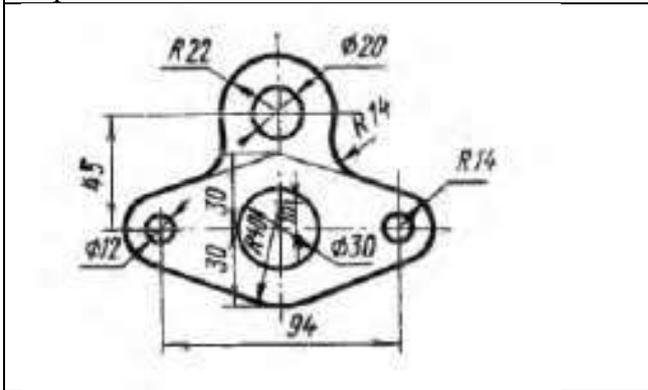
Вариант 1	Вариант 2
-----------	-----------



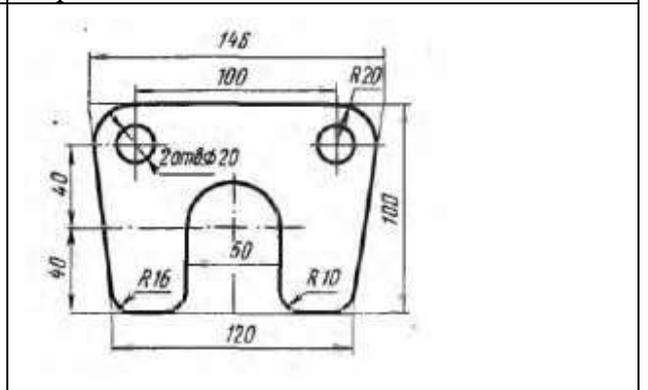
Вариант 3



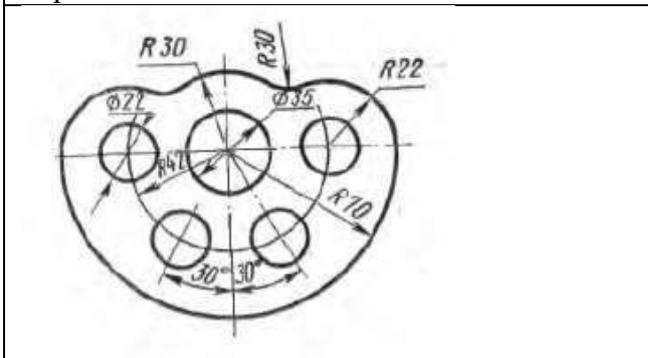
Вариант 4



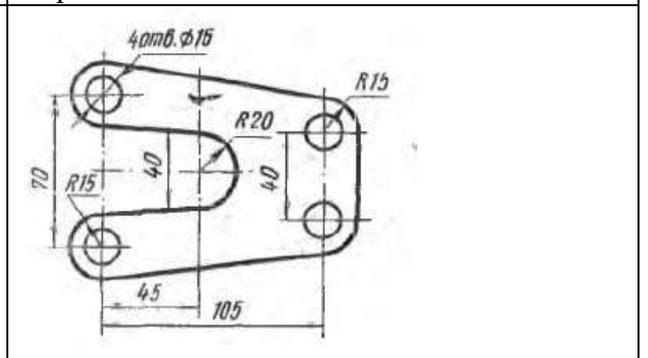
Вариант 5



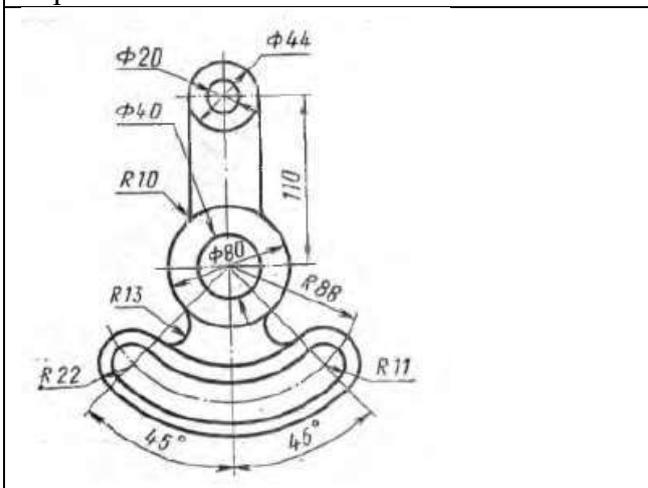
Вариант 6



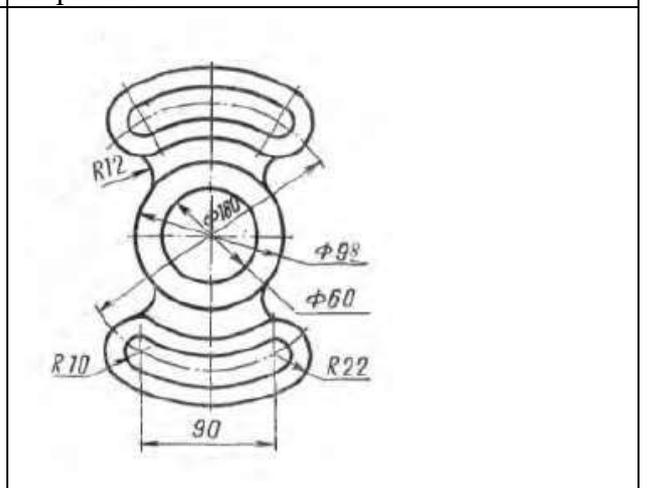
Вариант 7



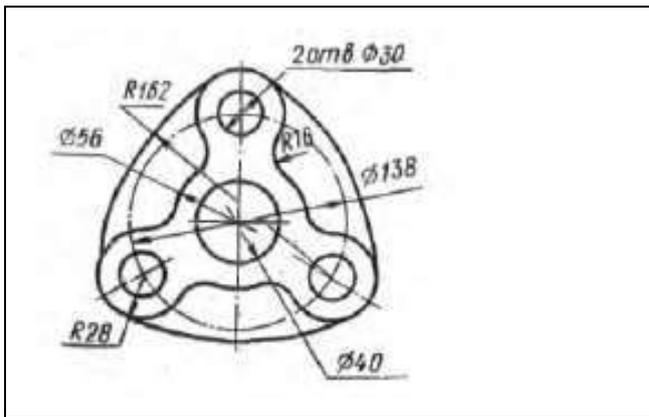
Вариант 8



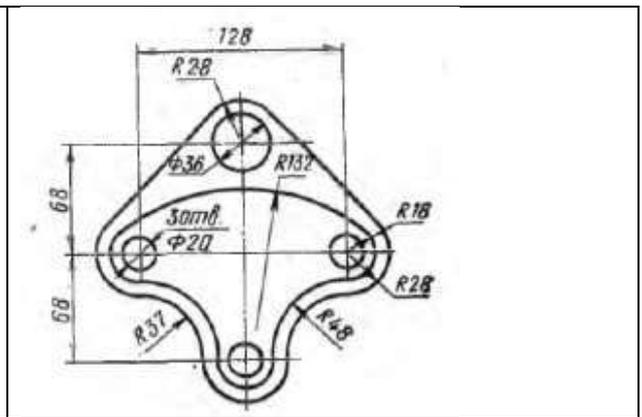
Вариант 9



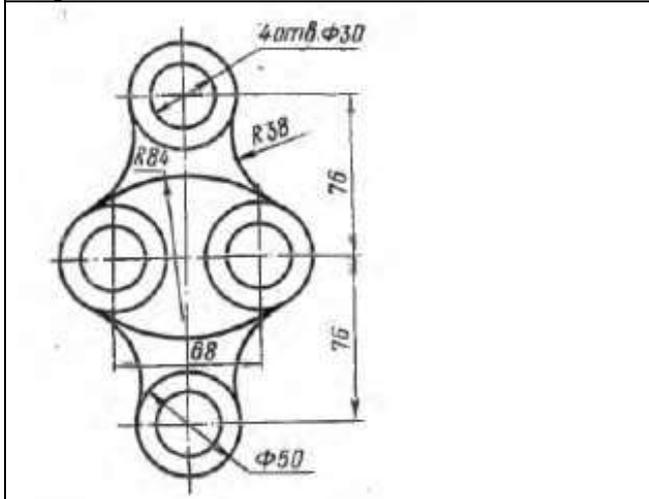
Вариант 10



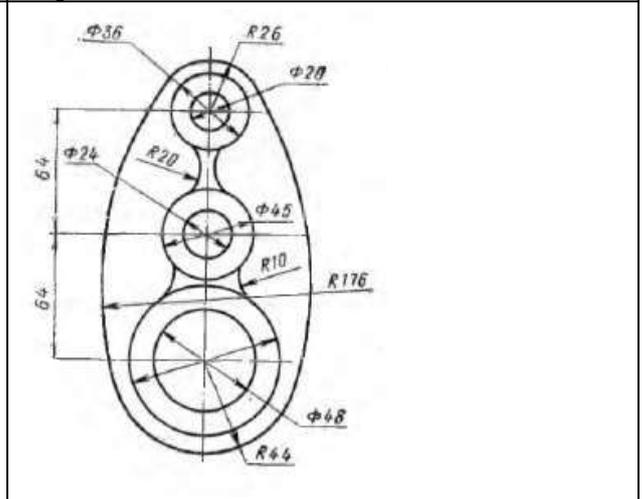
Вариант 11



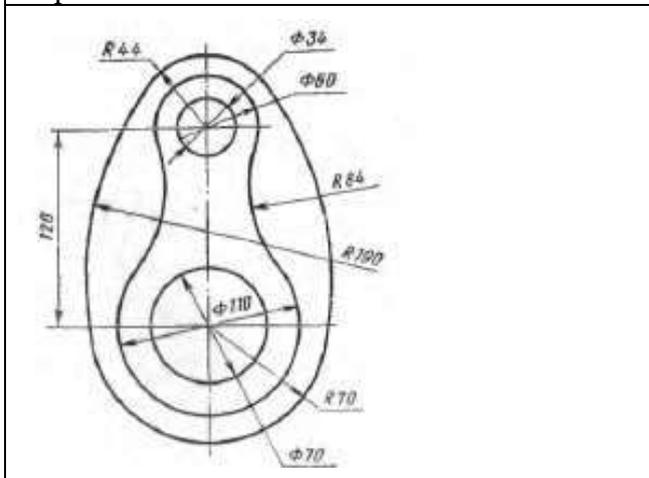
Вариант 12



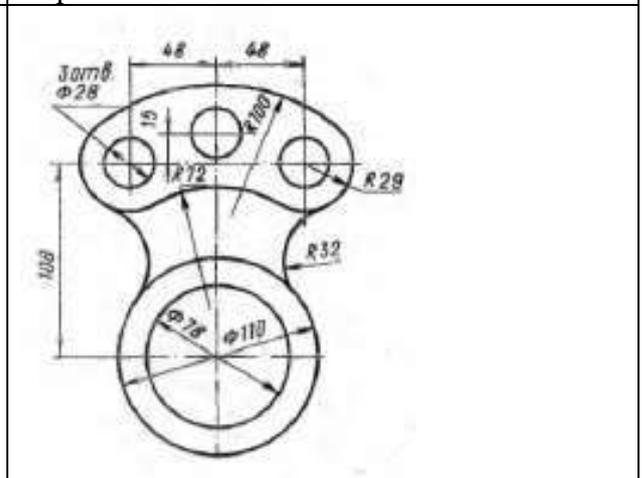
Вариант 13



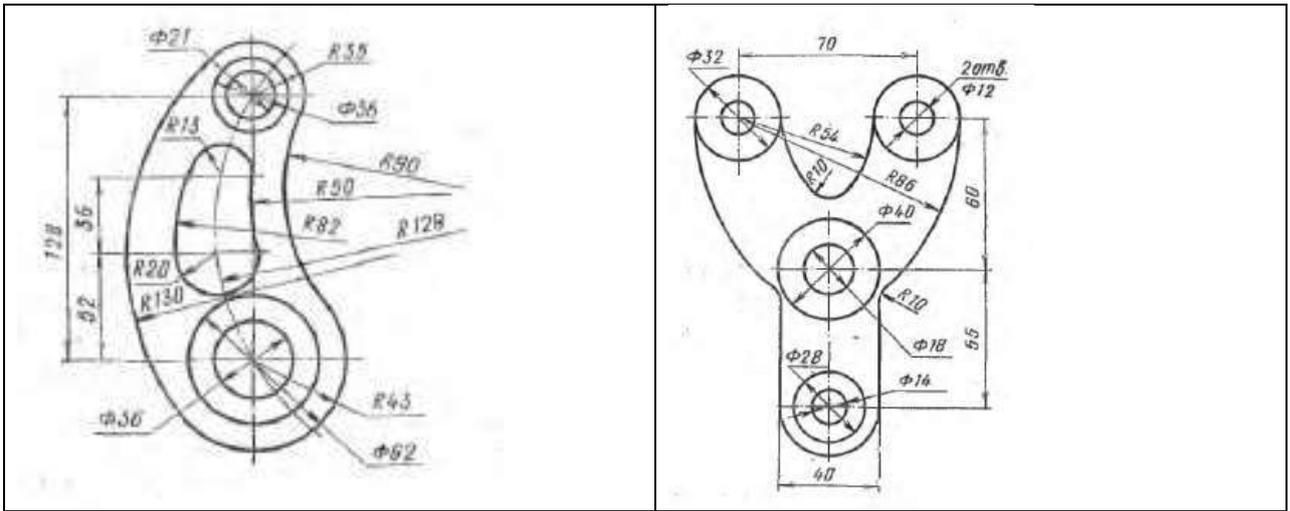
Вариант 14

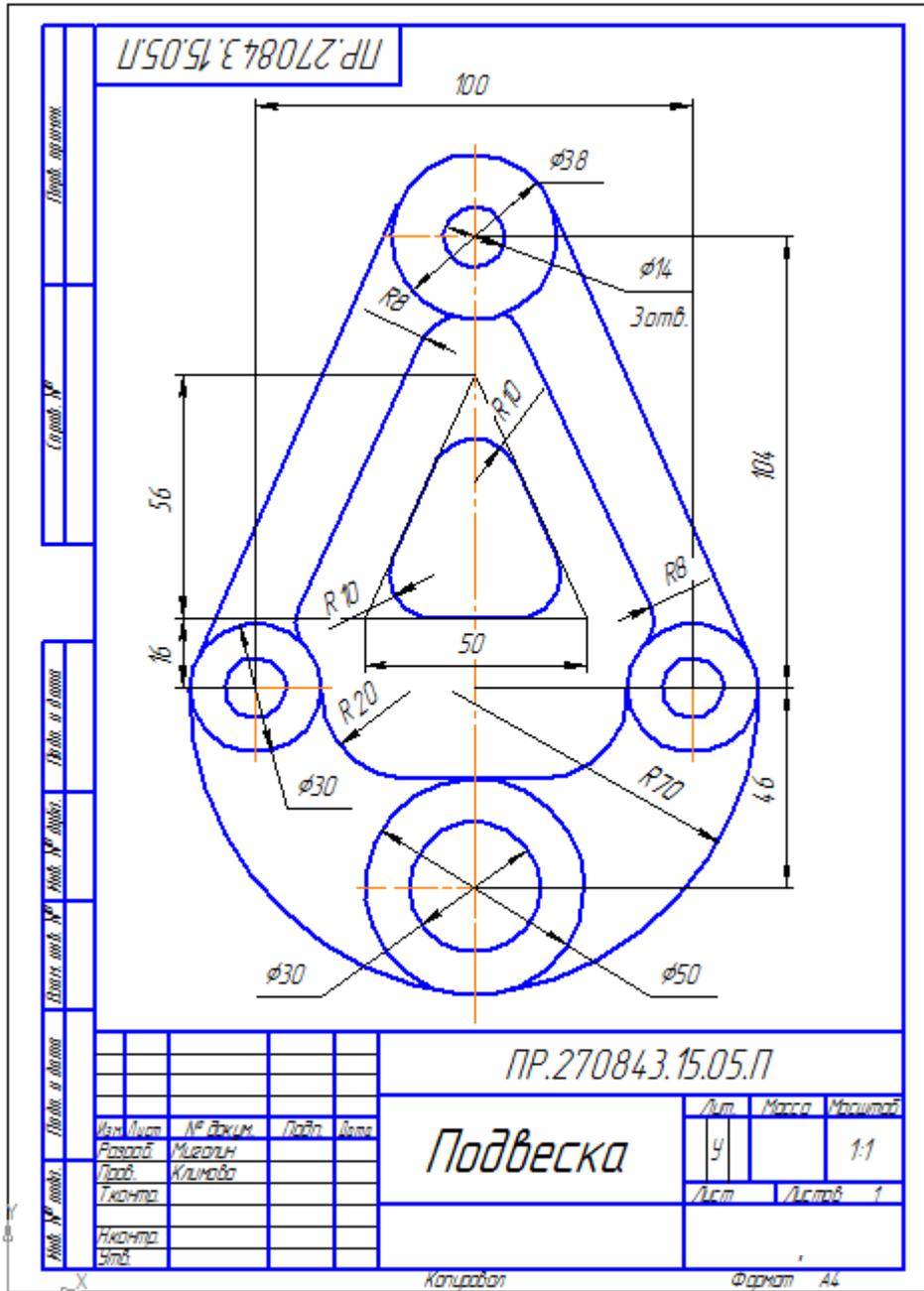


Вариант 15



Вариант 16





## РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРЧЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО РИСОВАНИЯ

### Тема 2.1. Понятие о методах проецирования

#### Практические занятия №№14,15,16,17.

Построение ортогональных проекций точек, отрезков, плоскостей

**Цель:** научиться построению наглядного изображения и комплексного чертежа точек, отрезков, геометрических тел в системе трех плоскостей проекций.

Чтобы построить изображение предмета, сначала изображают отдельные его элементы в виде простейших элементов пространства. Так, изображая геометрическое тело, следует построить его вершины, представленные точками; ребра, представленные прямыми и кривыми линиями; грани, представленные плоскостями и т.д.

Правила построения изображений на чертежах в инженерной графике основываются на методе проекций. Одно изображение (проекция) геометрического тела не позволяет судить о его геометрической форме или форме простейших геометрических образов, составляющих это изображение. Таким образом, нельзя судить о положении точки в пространстве по одной ее проекции; положение ее в пространстве определяется двумя проекциями.

### Содержание работы

#### Задание 1

На листе формата А4 построить комплексный чертеж точки, пример выполнения на рисунке 1.

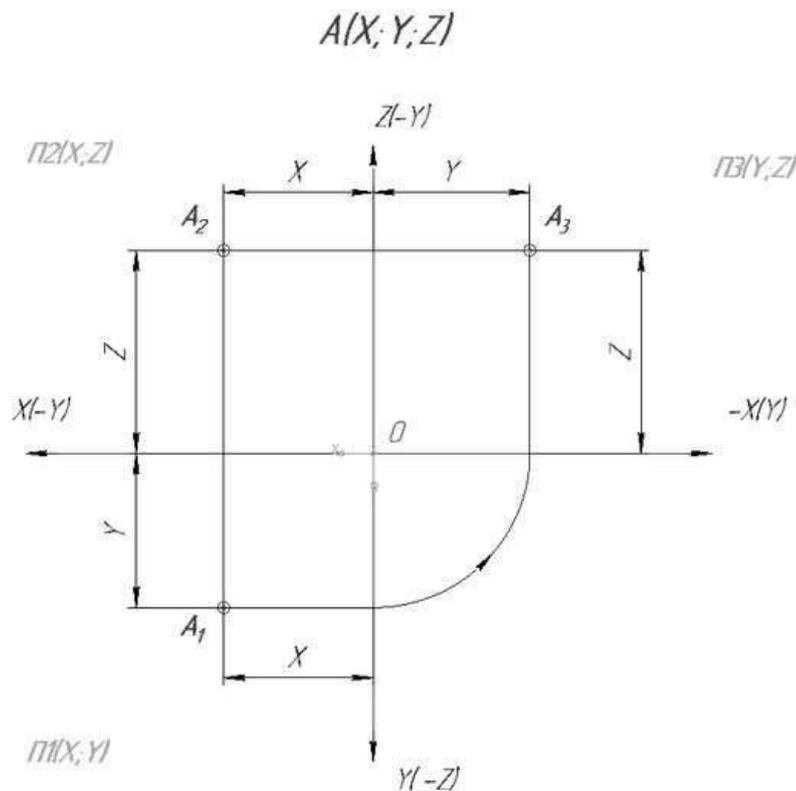


Рисунок 1. - Комплексный чертеж точки

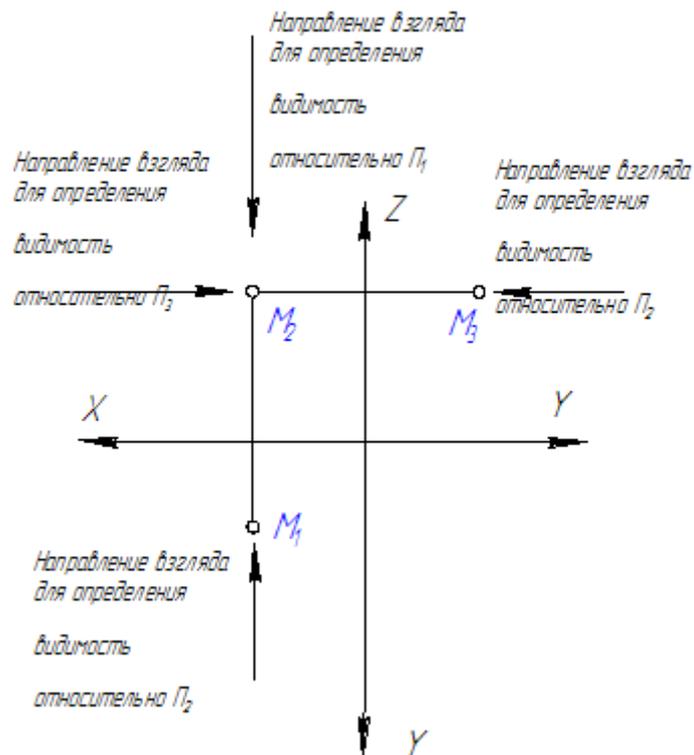


Рисунок 2. – Направление взгляда для определения нахождения точки

Таблица 1. – Данные для выполнения чертежа

№ варианта	A			B			C			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	10	20	30	0	20	30	25	0	15	20	40	0
2	30	20	15	20	30	0	0	30	40	40	0	35
3	15	30	40	30	0	20	30	20	0	0	30	15
4	40	30	20	0	30	40	20	0	35	15	20	0
5	35	40	15	40	0	20	0	40	20	40	20	0
6	20	30	15	30	40	0	15	0	35	0	40	30
7	35	20	10	0	25	40	10	40	0	25	0	30
8	30	40	15	35	0	15	0	20	30	35	20	0
9	45	30	30	15	30	0	15	0	20	0	40	20
10	20	40	30	0	40	30	40	30	0	10	0	30
11	15	20	30	25	0	30	0	40	15	25	15	0
12	30	30	40	30	15	0	35	0	25	0	30	20
13	25	30	35	0	25	15	15	40	0	20	0	30
14	10	30	40	15	0	30	0	20	10	30	40	0
15	25	20	35	35	40	0	30	0	10	0	40	15
16	35	40	20	0	25	30	25	40	0	35	0	10
17	15	30	15	10	0	40	0	30	15	10	20	0
18	20	10	30	15	20	0	20	0	10	0	25	10

### Задание 2

По заданным координатам концов отрезка АВ построить комплексный чертеж: а) А(30,10,25); В(30,28,25); б) А(40,20,10); В(10,20,25); в) А(40,20,12); В(10,10,25).

Определить положение отрезка относительно плоскостей проекций. Сначала строим проекции точек, а затем соединяем их одноименные проекции и получаем проекции отрезка (Рисунок 3)

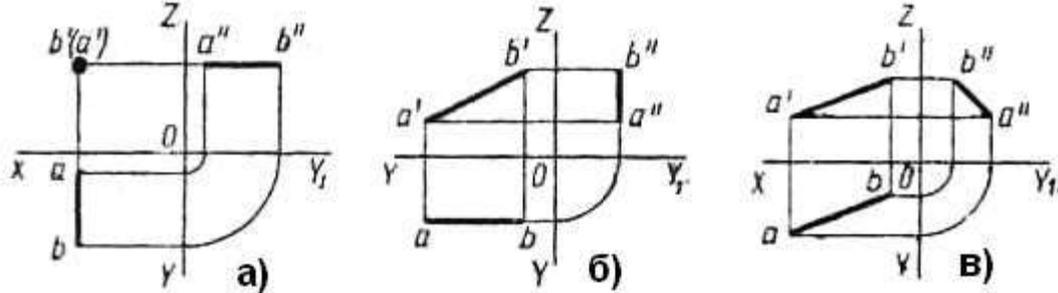


Рисунок 3. - Комплексный чертеж отрезка

- а) - отрезок АВ расположен перпендикулярно фронтальной плоскости проекций (фронтально- проецирующий);
- б) - отрезок АВ расположен параллельно фронтальной плоскости проекций;
- в) - отрезок АВ общего положения (расположен в пространстве).

Таблица 2. Варианты заданий

№ варианта	А			В		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	35	40	15	15	20	30
2	15	20	35	30	30	15
3	40	20	45	20	40	20
4	50	10	15	20	30	35
5	45	20	5	15	40	25
6	30	40	45	10	40	15
7	40	30	15	15	30	40
8	30	10	40	35	40	20
9	20	40	30	40	20	10
10	50	30	25	15	20	10
11	10	20	40	25	40	10
12	25	10	35	40	20	20
13	15	30	15	30	20	40
14	35	20	10	15	30	40
15	10	40	15	35	20	30
16	15	10	30	30	20	30
17	40	20	15	40	40	30
18	40	10	10	20	20	30

№ варианта	С			D		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0	20	35	40	40	10
2	20	0	40	40	30	15
3	30	40	0	10	20	35
4	0	30	20	30	45	10
5	40	0	10	20	30	40
6	35	20	0	10	40	30
7	0	40	15	35	20	40
8	25	0	35	40	30	20
9	40	30	0	20	40	35
10	0	40	25	40	30	5
11	45	0	10	10	50	40
12	50	40	0	10	10	30
13	0	40	50	45	20	20
14	30	0	10	15	50	35
15	10	50	0	40	10	40
16	0	20	40	45	50	10
17	40	0	20	15	20	45
18	25	40	0	5	30	40

№ варианта	M			N		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0	20	30	40	20	30
2	30	20	0	30	20	45
3	30	0	20	30	40	20
4	20	50	5	20	40	45
5	0	30	5	40	30	5
6	40	0	25	40	30	25
7	15	40	0	15	40	35
8	0	40	35	40	40	35
9	30	20	20	30	50	20
10	25	0	15	25	55	15
11	30	40	0	30	40	35
12	40	20	30	0	20	30
13	50	50	25	50	0	25
14	45	40	35	45	40	0
15	35	20	25	0	20	25
16	15	50	20	15	0	20
17	10	50	40	10	50	0
18	30	10	35	0	10	35

### Задание 3

1. Построить проекцию пирамиды  $SABC$  по заданным координатам вершин  $S, A, B, C$ .

2. Провести анализ расположения геометрических элементов пирамиды  $SABC$  (вершин, ребер и граней) относительно плоскостей проекций.

Исходными данными являются координаты вершин пирамиды  $SABC$  (заданы в мм). Они выбираются из таблицы 7 в соответствии с вариантом.

Построения следует выполнять в масштабе 1:1.

Пример выполнения задания на рисунке 4.

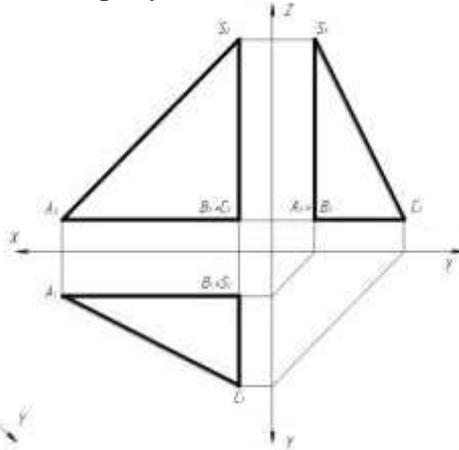


Рисунок 4. Выполнение чертежа трехгранной пирамиды

Таблица 3. Данные для построения

№ вар.	S			A			B			C		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	95	65	20	53	25	90	95	25	90	95	65	90
2	30	64	20	50	27	100	30	27	100	30	64	100
3	40	15	65	95	75	25	40	75	25	40	75	65
4	100	20	30	25	50	75	25	20	75	25	20	30
5	92	12	75	25	59	25	25	12	25	25	12	75
6	22	20	90	88	43	22	88	20	22	22	20	22
7	103	25	75	27	70	20	27	70	75	27	25	75
8	25	25	80	90	72	33	90	25	33	90	25	80
9	96	16	20	25	65	50	25	65	20	25	16	20
10	102	62	24	20	12	72	20	12	24	20	62	24
11	25	65	102	60	27	23	25	27	23	25	65	23
12	25	20	100	95	60	20	95	20	20	25	20	20
13	25	62	98	95	30	20	25	30	20	25	62	20
14	25	67	107	90	24	23	90	67	23	25	67	23
15	21	75	25	70	18	60	21	18	60	21	18	25
16	90	80	20	20	16	71	20	16	20	90	16	20
17	21	75	15	87	16	43	87	16	15	21	16	15
18	100	75	30	55	20	70	100	20	70	100	20	30

**Практические занятия №№18,19,20**  
**Построение ортогональной проекции группы геометрических тел.**  
**Проекция моделей.**

**Цель:** развитие пространственного воображения и приобретение навыков в решении технических задач.

**Методический материал**

Выполнить комплексный чертёж группы геометрических тел на три плоскости проекций и изометрическую проекцию.

Построение комплексного чертежа группы геометрических тел начинают с горизонтальной проекции, так как основания заданных тел проецируются на горизонтальную плоскость без искажений. С помощью вертикальных линий связи строят фронтальную проекцию. Профильную проекцию строят с помощью вертикальных и горизонтальных линий связи. Варианты заданий представлены ниже.

На комплексных чертежах предметов часто приходится строить проекции линий и точек, расположенных на поверхности этих тел, имея только одну проекцию (рис. 12). Эти точки имеют обозначения.

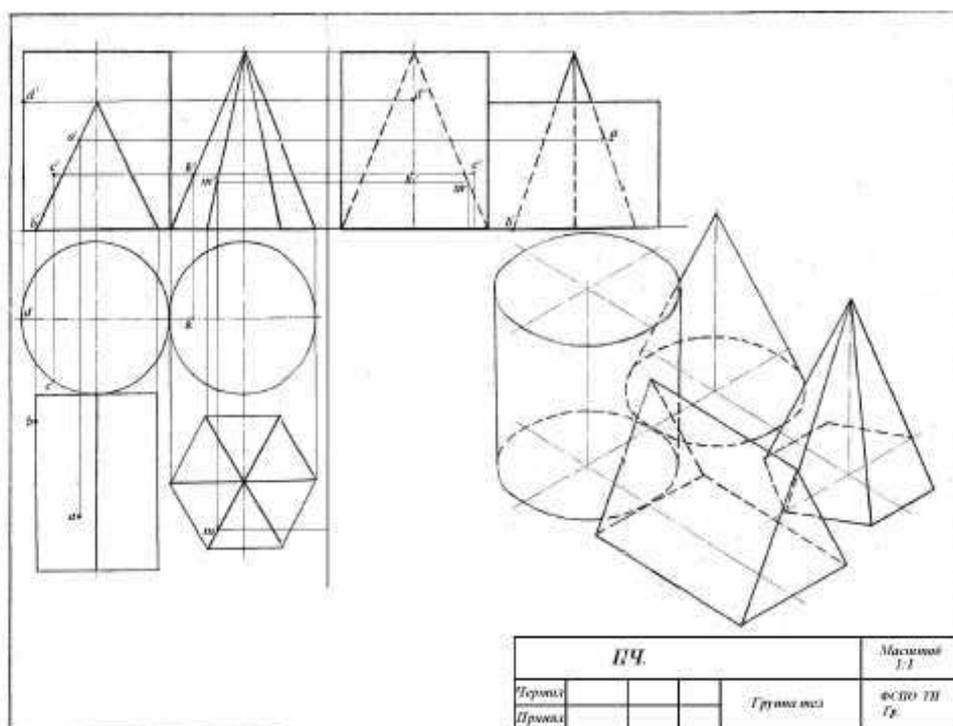
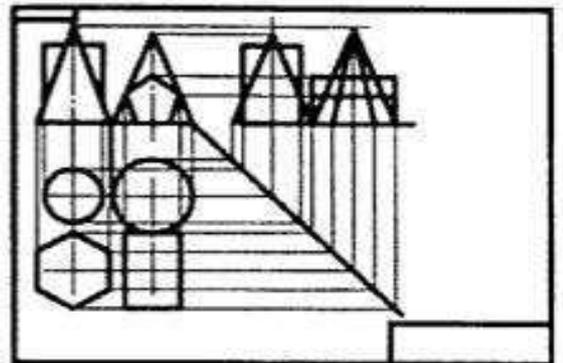
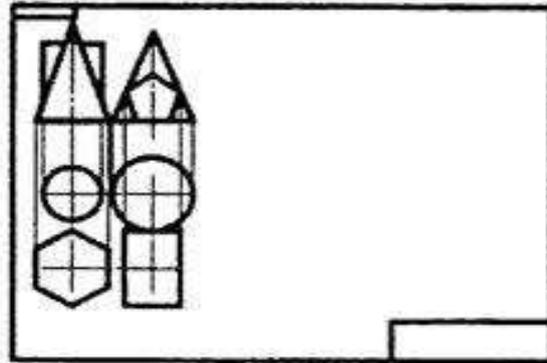
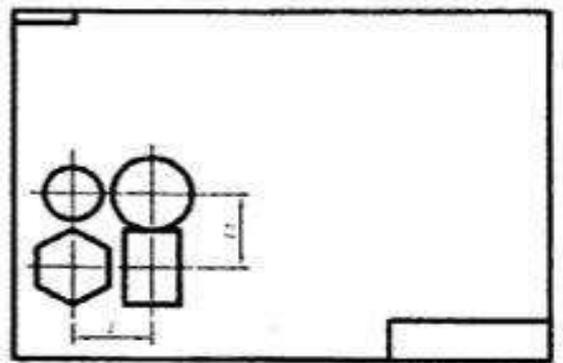
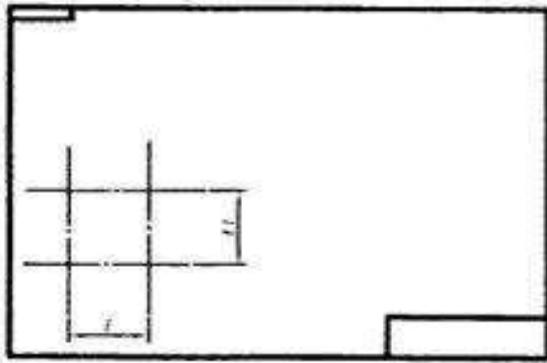


Рисунок 1. – Чертеж геометрических тел  
**Этапы построения чертежа**

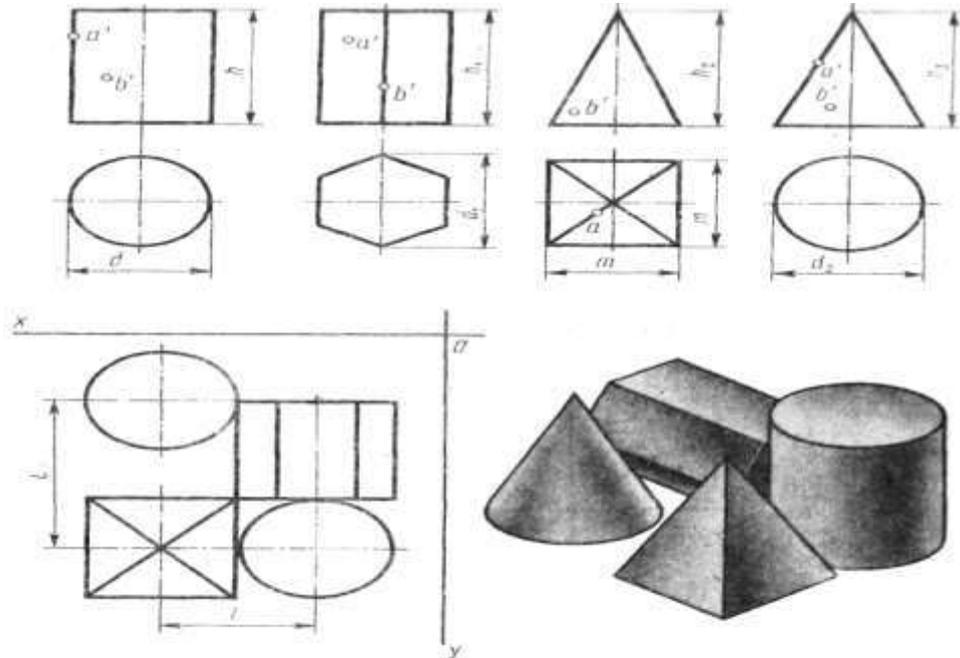


## Практические занятия №№ 21,22

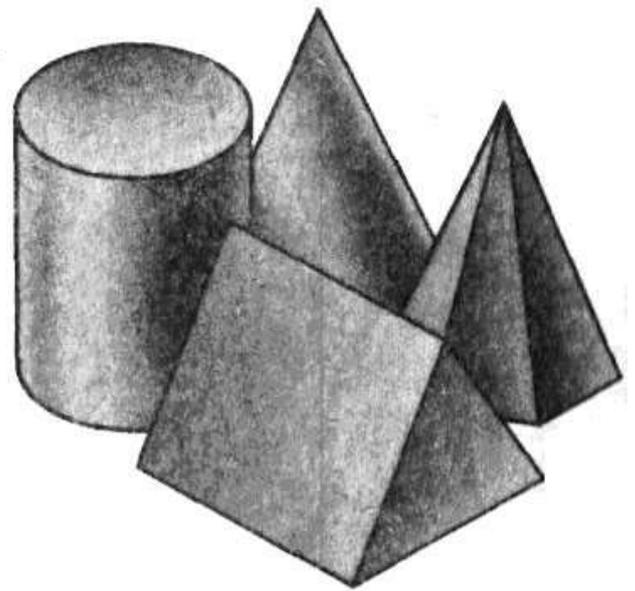
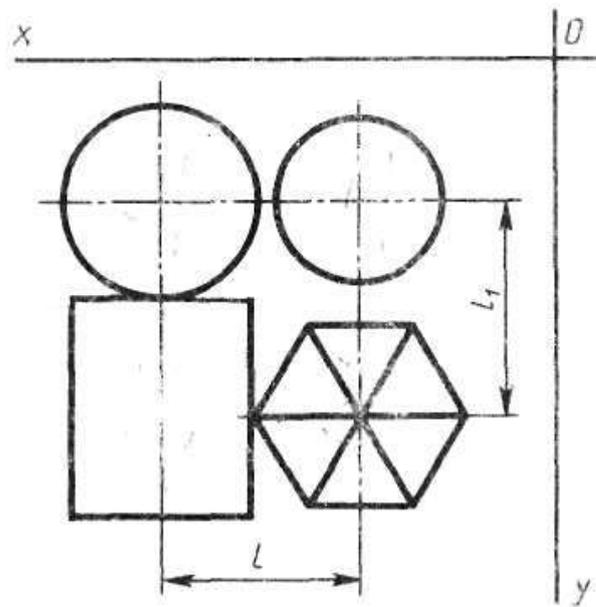
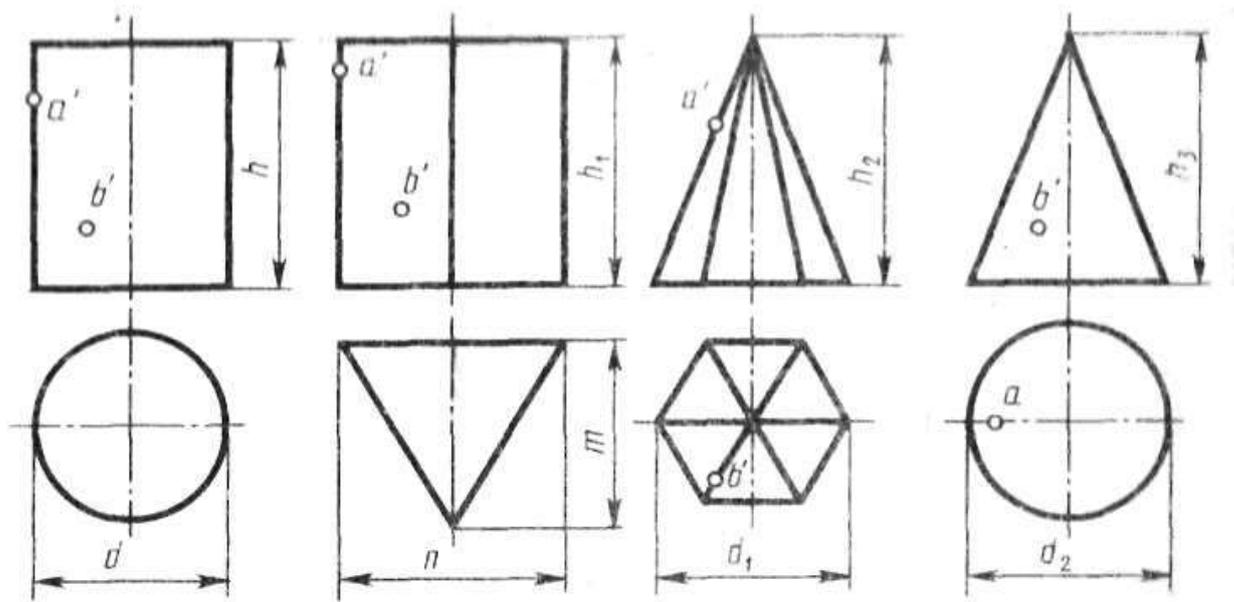
### Графическая работа № 4.

Построение ортогональных проекций группы геометрических тел» (по вариантам).

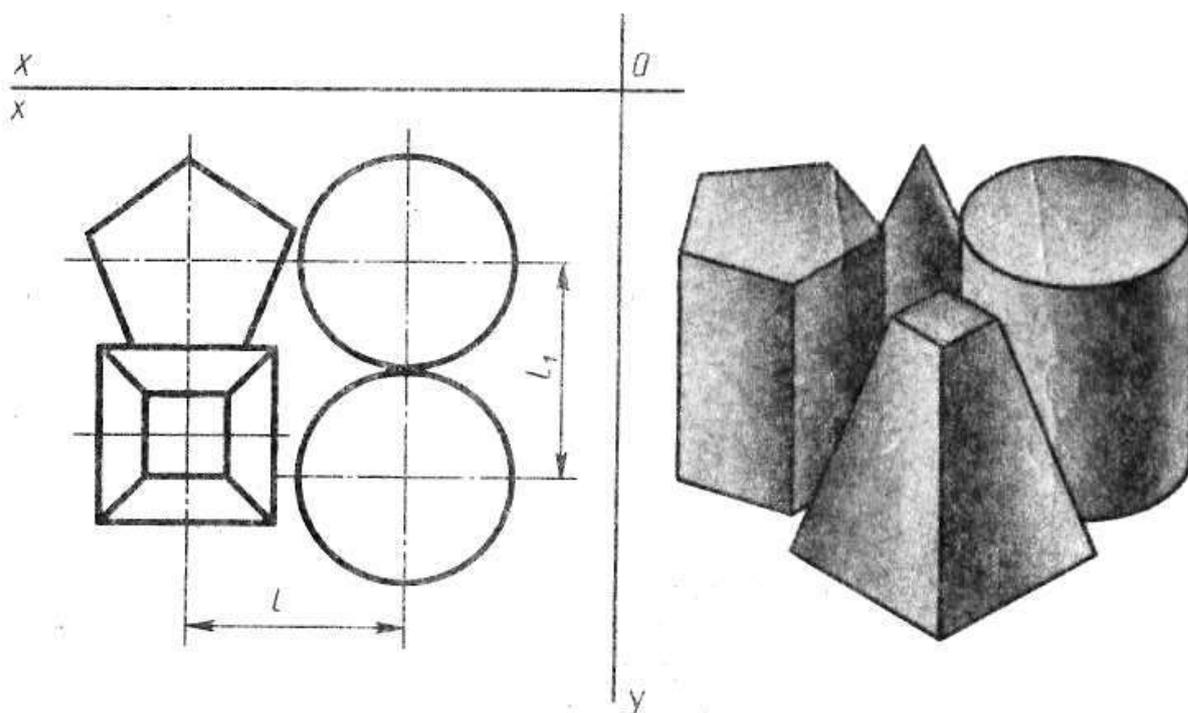
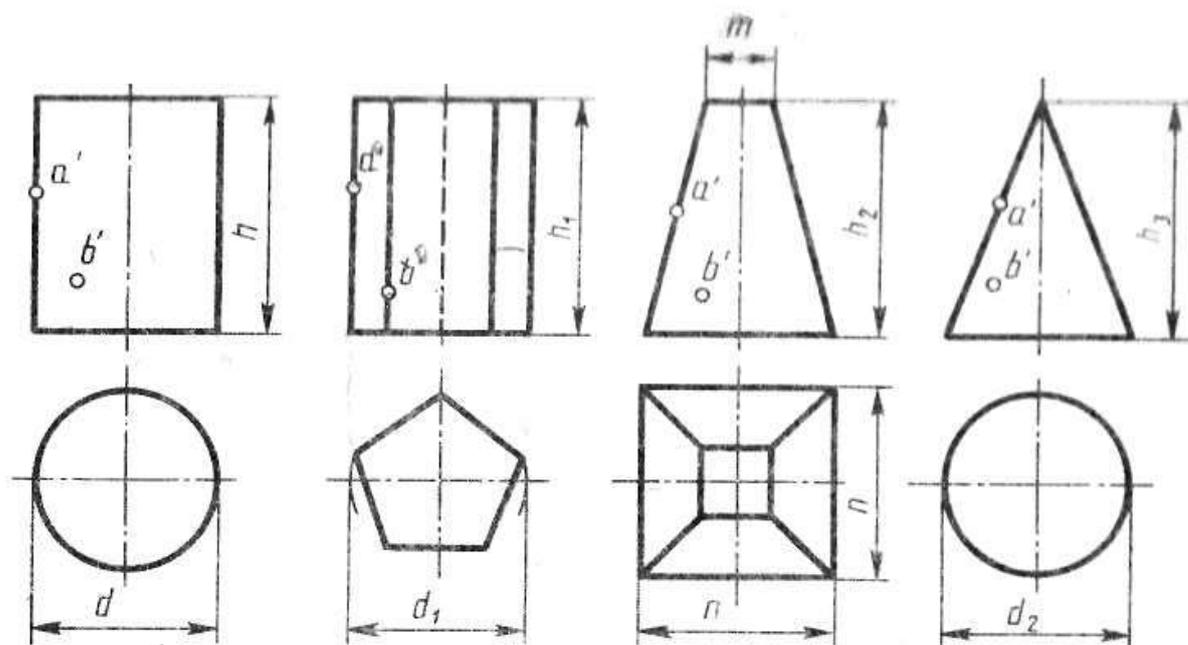
#### Варианты задания



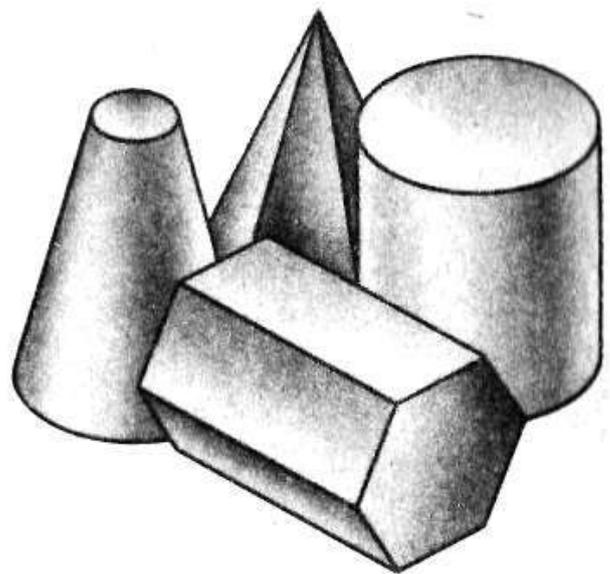
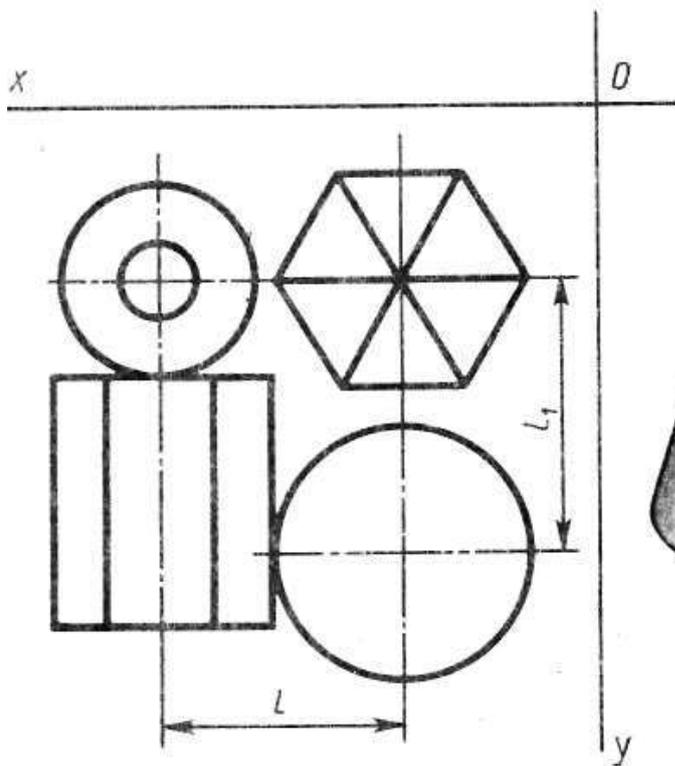
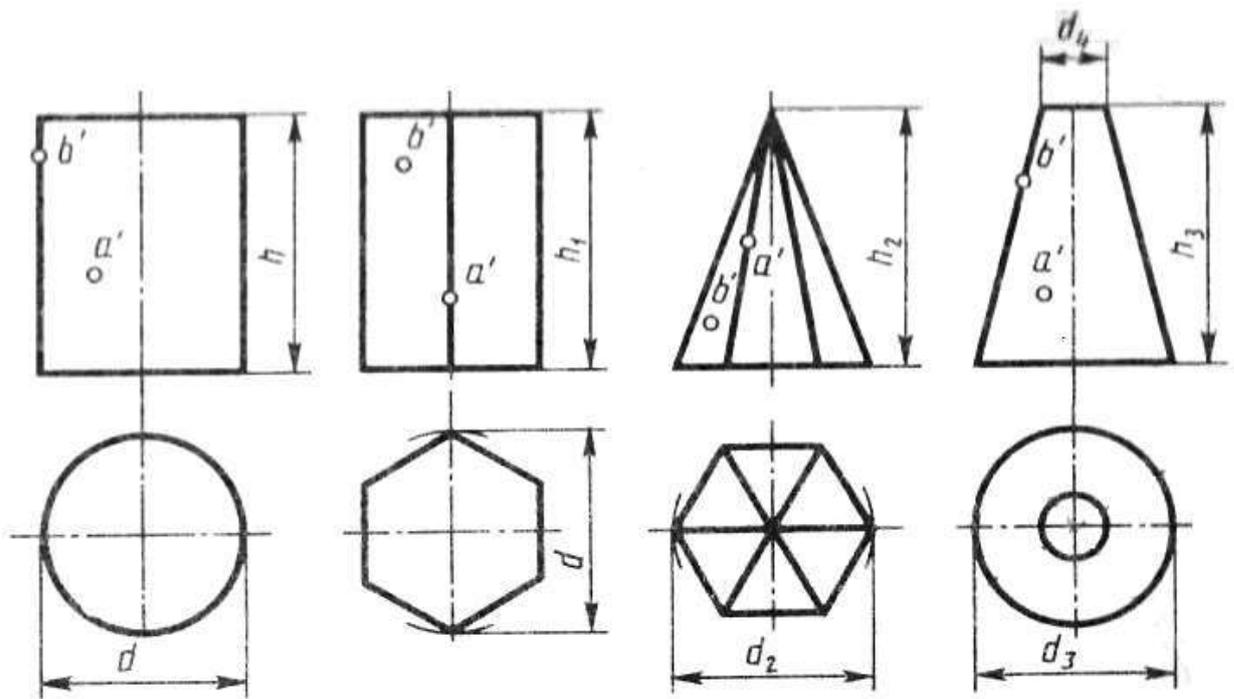
№ варианта	Размеры, мм										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	40	50	40	40	50	60	60	60	60	80	40
2	40	40	40	50	70	60	60	60	70	80	45
3	50	40	50	40	70	60	70	60	60	85	45



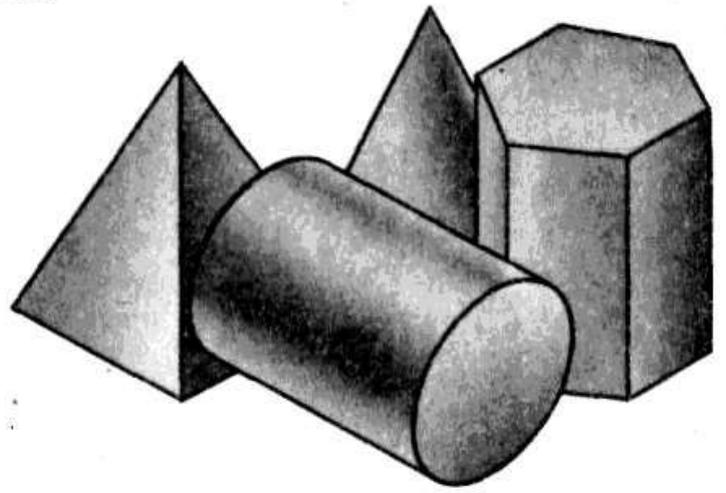
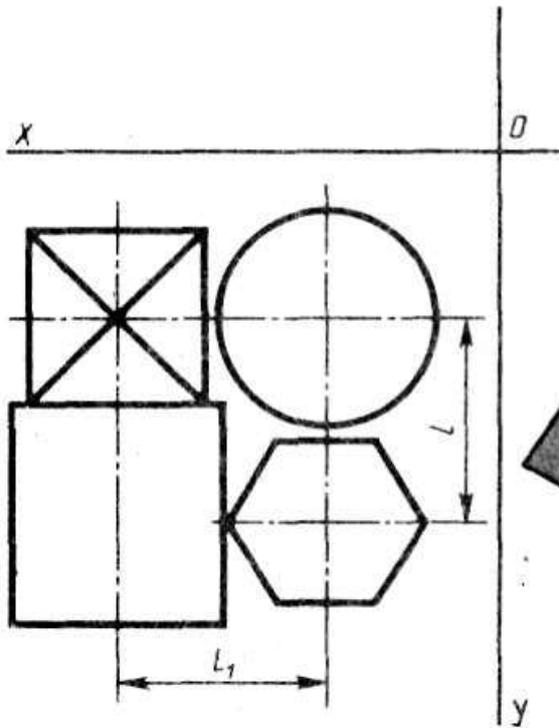
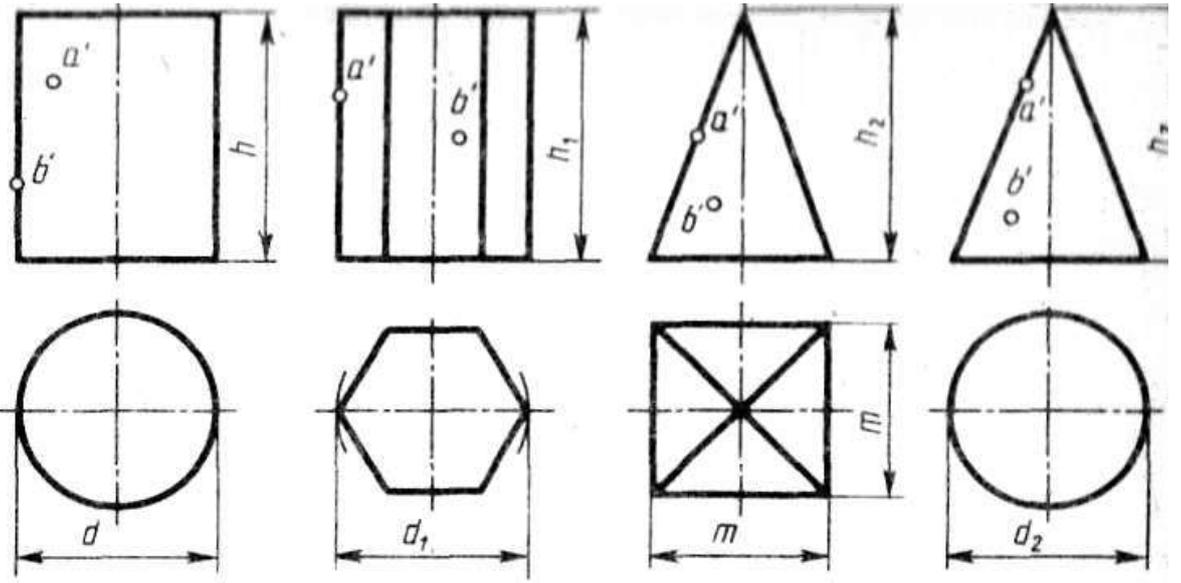
№ варианта	Размеры, мм										
	$d$	$d_1$	$d_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$n$	$m$	$l$	$l_1$
4	50	40	60	50	60	55	75	60	50	60	55
5	60	60	60	70	70	70	70	50	50	60	95
6	60	60	50	60	50	70	60	60	60	60	65



№ вариан-та	Размеры, мм										
	$d$	$d_1$	$d_2$	$n$	$m$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$l$	$l_1$
7	45	45	45	38	14	60	60	50	60	50	45
8	50	45	46	38	14	60	60	70	50	50	48
9	46	50	52	38	14	60	50	50	70	50	49



№ варианта	Размеры, мм										
	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$l$	$l_1$
10	50	48	50	40	14	55	65	60	60	48	50
11	40	40	52	38	14	55	60	50	60	40	50
12	45	45	50	40	14	60	65	60	50	45	50



№ варианта	Размеры, мм									
	$d$	$d_1$	$d_2$	$m$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$l$	$l_1$
13	45	45	45	45	50	60	60	70	50	45
14	50	45	45	45	60	70	70	60	55	50
15	50	40	45	36	60	70	50	65	50	50

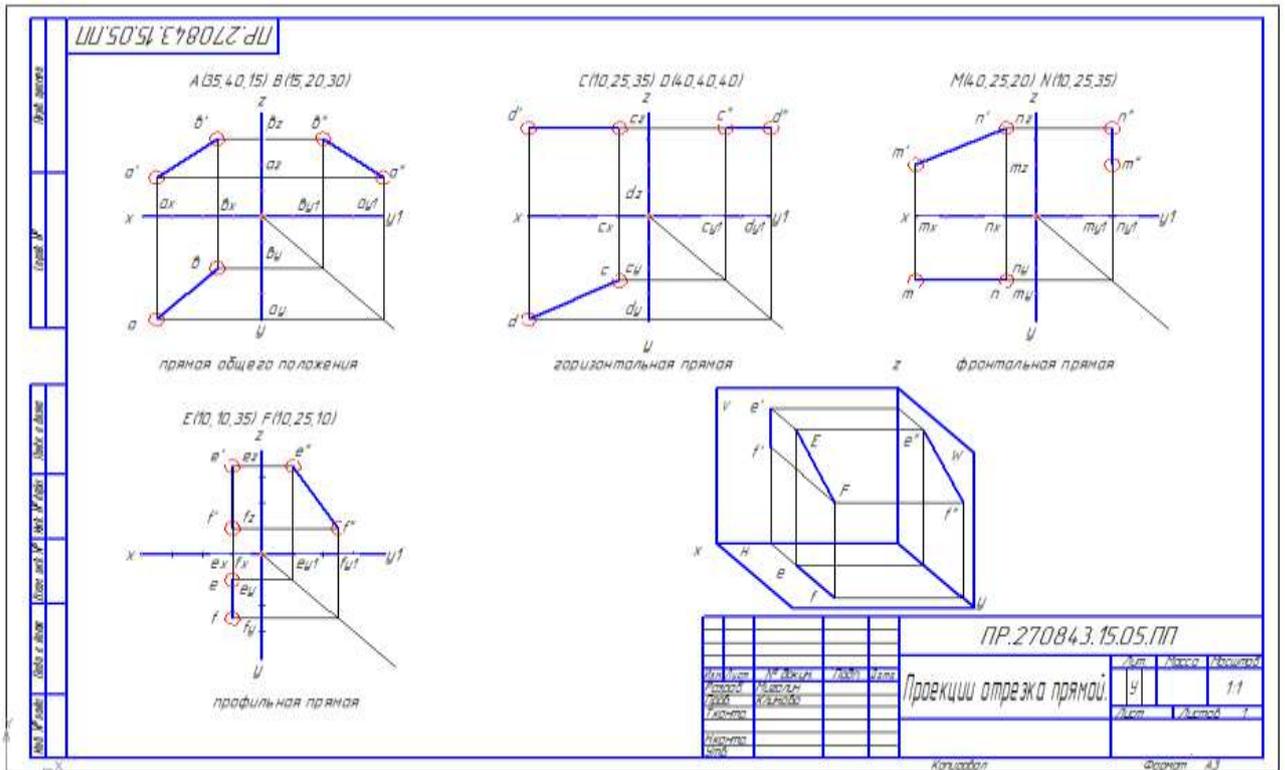


Рис. 2

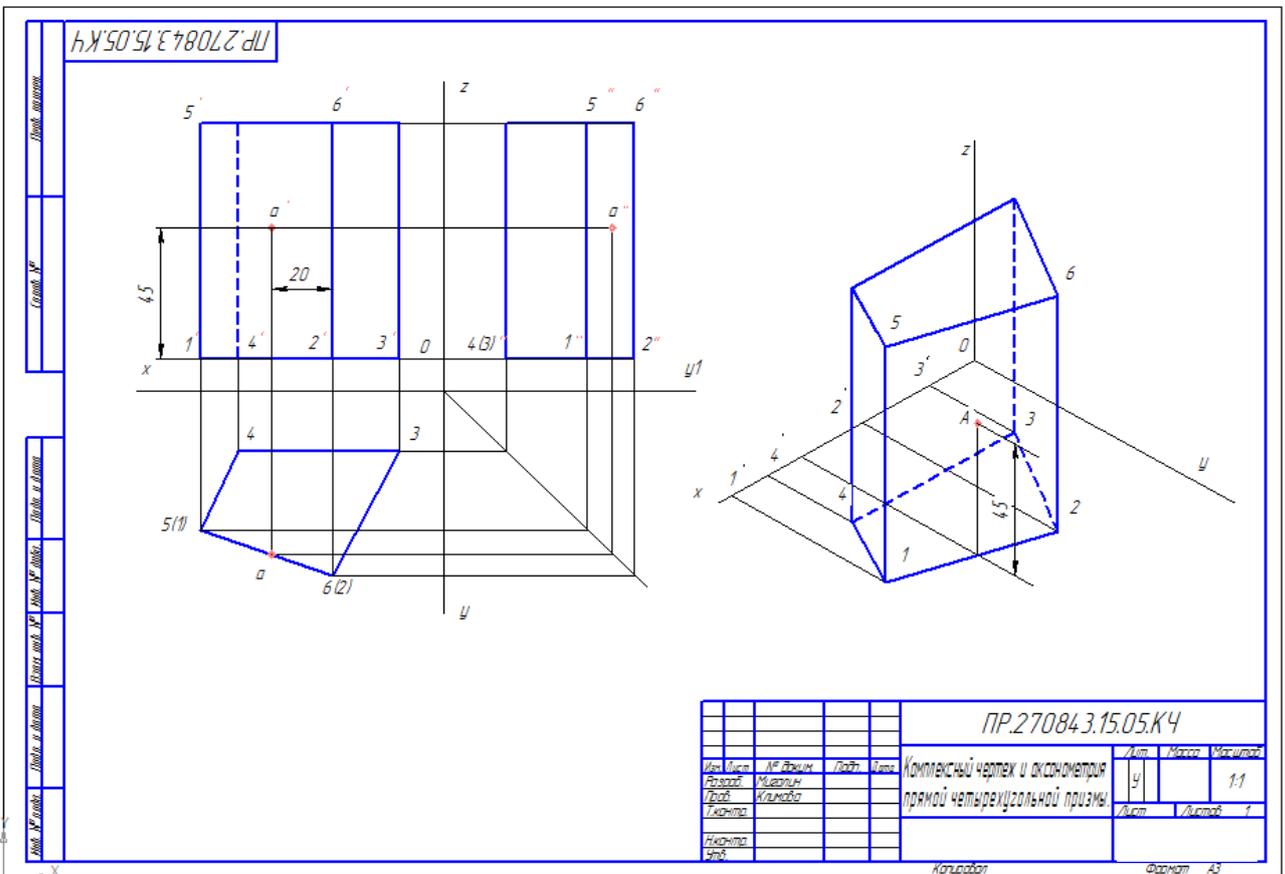


Рис. 3

**Контрольные вопросы:**

1. Что называется осью проекций?
2. Что такое линия связи?
3. Как строится профильная проекция точки по ее фронтальной и горизонтальной проекциям?
4. При каком положении относительно плоскостей проекций прямая называется прямой общего положения?
5. Как построить профильную проекцию отрезка прямой общего положения по данным фронтальной и горизонтальной проекциям?
6. Как располагается фронтальная проекция отрезка прямой линии, если его горизонтальная проекция равна самому отрезку прямой?

**Литература:**

1. Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. – Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г.

## Практическое занятие. Проецирование плоскости.

**Цель занятия:** научиться строить плоскости на комплексном чертеже и пересечение плоскостей.

**Методические указания:** данное занятие включает в себя тренировочные упражнения по построению плоскости по заданным координатам.

Если плоскость ABC расположена перпендикулярно фронтальной плоскости (фронтальная проекция плоскости – отрезок), она называется фронтально-проецирующей.

Если плоскость ABC расположена перпендикулярно горизонтальной плоскости (горизонтальная проекция плоскости – отрезок), она называется горизонтально-проецирующей.

Если плоскость ABC расположена перпендикулярно профильной плоскости (профильная проекция плоскости – отрезок), она называется профильно-проецирующей.

Если плоскость ABC параллельна фронтальной плоскости (проецируется на фронтальную плоскость в натуральную величину, а на две другие плоскости – в отрезок прямой), она называется фронтальной плоскостью.

Если плоскость ABC параллельна горизонтальной плоскости, она называется горизонтальной плоскостью.

Если плоскость ABC параллельна профильной плоскости, она называется профильной плоскостью.

Если плоскость ABC не параллельна и не перпендикулярна ни одной плоскости проекций, она называется плоскостью общего положения.

**Задание.** На листе формата А3 по заданным координатам построить эюр и фронтальную диметрическую проекцию плоскости, заданной тремя точками

A, B и C; выполнить пересечение плоскостей, первая плоскость задана точками A, B и C вторая плоскость точками D, E и F (образец выполнения смотри на рис.1)

### Порядок выполнения работы:

1. Выбрать масштаб.
2. Построить эюр и фронтальную диметрическую проекцию трех точек A, B, C.  
(табл.1)
3. Соединить проекции точек.
4. Построить горизонтальные и фронтальные проекции точек A, B, C, D, E и F.  
(табл.2)
5. Соединить проекции точек.
6. Построить линию пересечения плоскостей.
7. Заполнить основную надпись.

Таблица 1

№вар	A			B			C		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	108	17	48	70	10	74	32	70	4
2	100	15	15	20	15	15	20	70	60
3	84	27	44	40	53	25	10	7	67
4	80	64	75	50	128	8	10	58	23
5	5	6	50	30	50	70	70	10	10
6	55	20	10	30	60	60	15	5	10
7	60	10	10	10	15	60	5	70	60
8	88	65	75	55	14	10	20	20	40

9	70	66	30	40	12	62	10	30	40
10	70	30	30	40	12	62	12	42	8
11	69	60	29	42	12	64	10	70	8
12	75	10	60	17	20	60	32	70	10
13	70	30	20	22	10	70	6	60	20
14	60	10	20	20	50	80	10	10	10
15	73	5	8	50	42	56	5	20	42

Таблица 2

№вар	A			B			C			D			E			F		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	45	10	10	30	30	30	5	0	5	2	30	10	50	20	0	15	0	20
2	51	11	11	34	34	34	7	0	6	4	33	11	56	22	0	17	0	22
3	57	12	12	38	38	38	9	0	6	6	36	12	62	24	0	19	0	24
4	63	13	13	42	42	42	11	0	7	8	39	13	68	26	0	21	0	26
5	48	14	14	32	32	32	6	0	7	3	42	14	53	28	0	16	0	28
6	54	15	15	36	36	36	8	0	8	5	45	15	59	30	0	18	0	30
7	60	16	16	40	40	40	10	0	8	7	48	16	65	32	0	20	0	32
8	66	10	10	44	44	44	12	0	5	9	30	10	71	20	0	22	0	21
9	49	11	11	32	32	32	5	0	6	3	33	11	54	22	0	16	0	23
10	55	12	12	36	36	36	7	0	6	5	36	12	59	24	0	18	0	25
11	62	13	13	40	40	40	9	0	7	7	39	13	67	26	0	20	0	27
12	67	14	14	44	44	44	11	0	7	9	42	14	72	28	0	22	0	28
13	36	15	15	24	24	24	6	0	7	4	45	15	41	30	0	12	0	30
14	49	16	16	32	32	32	8	0	8	6	48	16	54	32	0	16	0	32
15	65	10	10	42	42	42	10	0	5	8	30	10	69	20	0	21	0	20

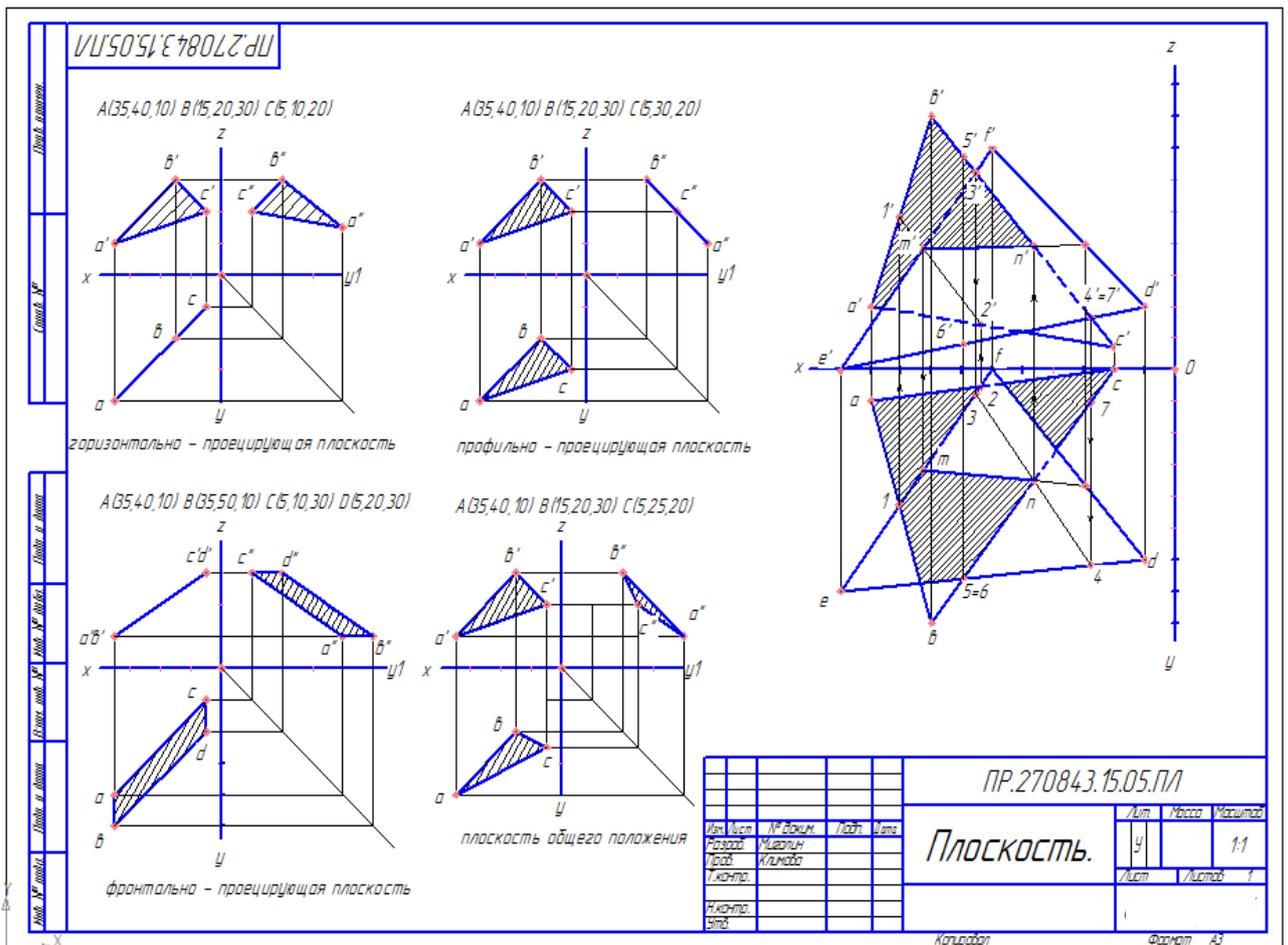


Рис.1

**Контрольные вопросы:**

1. Как задается плоскость на чертеже?
2. Что такое фронтально-проецирующая плоскость, горизонтально-проецирующая плоскость, профильно-проецирующая плоскость?
3. В чем заключается общий способ построения линии пересечения двух плоскостей?

**Литература:**

1. Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. – Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г

**Тема 2.2. Сечение геометрических тел плоскостями**  
**Практические занятия №23,24 25.**  
**Графическая работа № 5**

**Сечение геометрических тел плоскостями: Сечение геометрических тел плоскостью.**

**Цель:** приобретение навыков нахождения натуральной величины методом замены плоскостей проекции.

**Методический материал**

**Способ замены плоскостей проекций**

Сущность способа замены плоскостей проекций заключается в том, что положение геометрических элементов (точек, прямых, фигур, тел) в пространстве остается неизменным, а система плоскостей проекций заменяется новой, по отношению к которой эти элементы занимают положение, наиболее удобное для решения той или иной задачи.

В ряде случаев для решения задачи бывает достаточно заменить новой плоскостью одну из основных плоскостей проекций – фронтальную или горизонтальную. В других же случаях замена лишь одной плоскости проекций вопроса не разрешает и бывает необходимо последовательно заменить новыми плоскостями обе основные плоскости проекций.

При замене основной плоскости проекций новой плоскостью эта последняя должна располагаться по отношению к остающейся основной плоскости проекций **перпендикулярно**.

Рассмотрим способ перемены плоскостей проекций на примерах.

Для того чтобы данная прямая общего положения  $m=AB$  оказалась линией уровня, следует ввести новую плоскость проекций  $\pi_4$ , которая была бы ей параллельна (рис. 1 и 2).

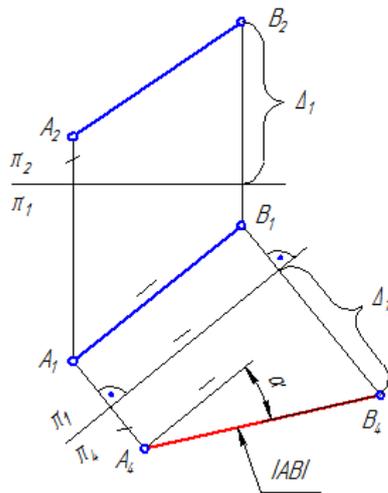


Рисунок 1

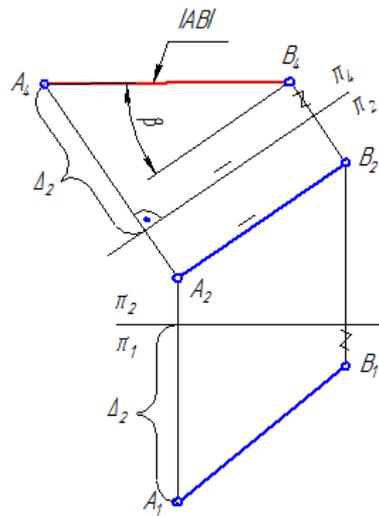


Рисунок 2

На Рисунке 1 введена плоскость  $\pi_4$ , параллельная прямой  $m$  и перпендикулярная к плоскости  $\pi_1$ ; по новым линиям связи от оси  $\pi_1/\pi_4$  откладываем расстояния от точек  $A$  и  $B$  до плоскости  $\pi_1$  (отмеченное штрихом и  $D_1$ ). В новой системе плоскостей проекций  $\pi_1/\pi_4$  прямая  $m$  является линией уровня.

На Рисунке 2 плоскость  $\pi_4$  параллельна прямой  $m=AB$  и перпендикулярна к плоскости  $\pi_2$ . Прямая  $m$  в системе  $\pi_2/\pi_4$  является линией уровня.

Для того чтобы прямая линия была проецирующей прямой вводится плоскость проекций, перпендикулярная к ней. Для прямой общего положения требуется провести две замены плоскостей проекций. На Рисунке 3 прямая  $m=AB$  спроецирована на параллельную ей плоскость  $\pi_4$ . Затем вводится плоскость проекций  $\pi_5$ , перпендикулярная  $m_4$ . В системе плоскостей проекций  $\pi_5/\pi_4$  прямая  $m$  проецируется в точку.

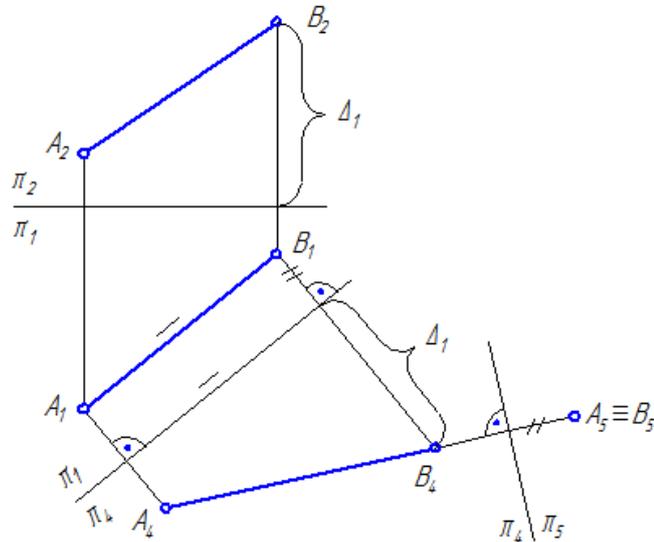


Рисунок 3 – Проецирование отрезка прямой в точку

Чтобы определить натуральную величину плоской фигуры общего положения (Рисунок 4), требуется сначала ввести такую плоскость проекций  $\pi_4$ , чтобы образовалась система, в которой плоскость  $\alpha$ , заданная треугольником  $ABC$  будет проецирующей. Данную подзадачу можно решить, введя дополнительную плоскость проекций  $\pi_4$  перпендикулярно либо горизонтальной проекции горизонтали, либо фронтальной проекции фронтали. Затем вводится дополнительная плоскость  $\pi_5$ , перпендикулярная к плоскости  $\pi_4$  и параллельная плоскости  $\alpha$ .

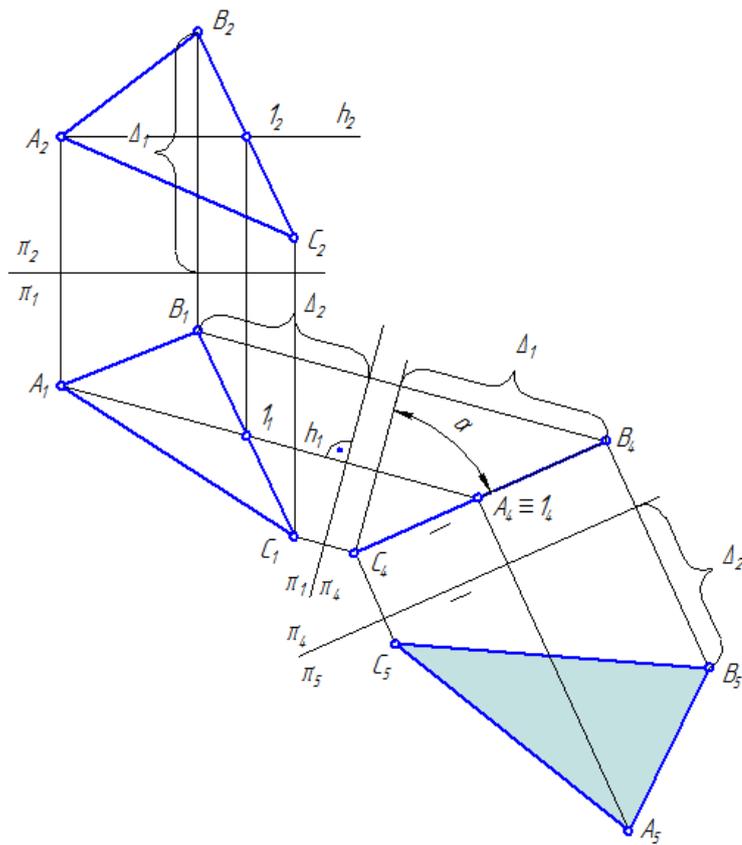


Рисунок 4— Определение натуральной величины треугольника

**Задание**

1. Выполнить комплексный чертёж призмы, пирамиды, конуса или цилиндра.
2. Сохранить работу.

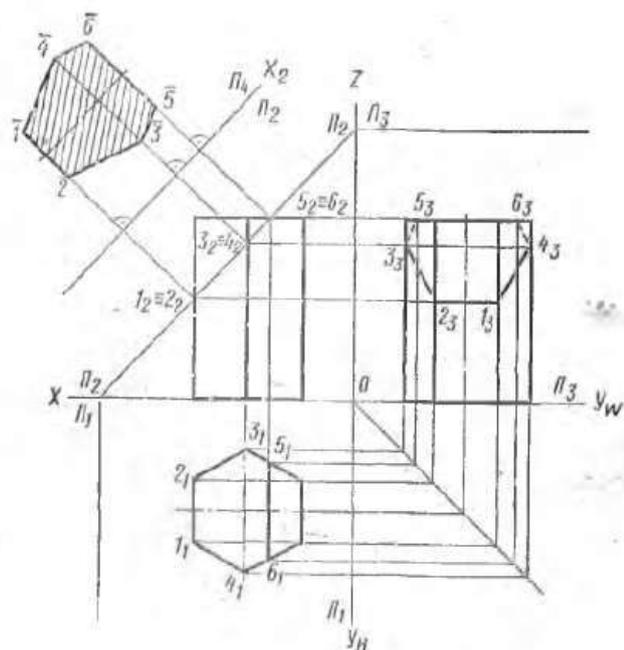


Рис.5

**Графическая работа №7.**  
**Выполнение чертежа геометрических тел проецирующими плоскостями.**  
**(Усеченный цилиндр, усеченная призма) (по вариантам).**

**Варианты задания**

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9

<p>Вариант 10</p>	<p>Вариант 11</p>	<p>Вариант 12</p>
<p>Вариант 13</p>	<p>Вариант 14</p>	<p>Вариант 15</p>

Пр. 27084.3.15.05.P

				Пр. 27084.3.15.05.P			Лист	Масштаб	Масштаб
Имя	Имя	Имя	Имя	При проекции пятиугольной пирамиды усеченной плоскостью P, определить линии ее пересечения с цилиндром			11		
Фамилия	Фамилия	Фамилия	Фамилия	Дата	Дата	Дата			
Город	Город	Город	Город						
Группа	Группа	Группа	Группа						
Курс	Курс	Курс	Курс						
Семестр	Семестр	Семестр	Семестр						

Копировать      Формат А3

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите составные элементы пирамиды, изображенной на рис. 1
2. Какое ребро будет проецироваться на фронтальную плоскость без искажения?
3. Как определяется действительная величина ребер при построении развертки?
4. Как выполняется построение точек пересечения секущей плоскости с ребрами в изометрической проекции?
5. Как строится правильный пятиугольник?

**Литература:**

1. Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. – Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г

### РАЗДЕЛ 3. СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

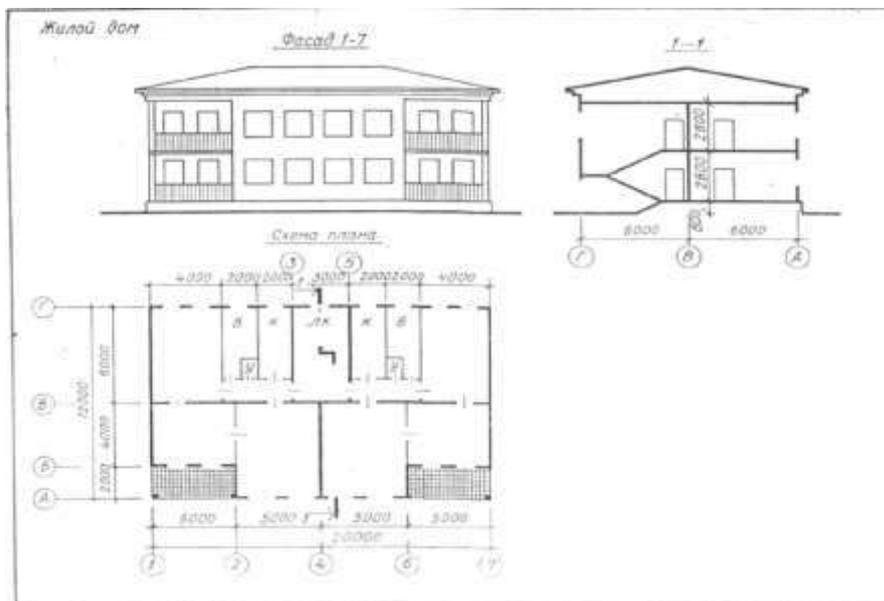
#### Тема 3.1. Общие сведения о строительных чертежах

#### Практические занятия №№32, 33, 34.

#### Строительные чертежи: Определение изображений на чертежах.

#### Выбор главного изображения

**Задание №1:** На чертежной бумаге формата А3 вычертить План, разрез и фасад здания



#### **Задание №2-** «Чертежи конструктивных узлов»

Цель задания: Изучить правила вычерчивания чертежей архитектурно-конструктивных узлов в соответствии с требованиями СПДС.

Содержание задания: Начертить два архитектурно-конструктивных узла. Дать обозначение узлов в соответствии с их маркировкой, показать с помощью флажка состав многослойной конструкции.

При выполнении работы применяется масштаб 1:10; 1:20; 1:25; 1:40. Варианты заданий и образец выполненной работы даны в таблице 1.

#### Методические указания.

При изображении узлов необходимо соблюдать правила ГОСТ 2.306-73 "Условное обозначение строительных материалов в сечении»:



При изображении строительных материалов в сечение условные обозначения должны соответствовать ГОСТ 2.306-68 и выполняться линиями по ГОСТ 2.303-68\*. Угол наклона линий - 45°, слева на право, толщина линий S/2, контуры фигуры сечения обводить сплошной толстой линией. Без применения чертёжных инструментов вычерчиваются изображения песка, глины, дерева, засыпки.

При выполнении чертежа конструктивного узла надо указать:

- привязку несущих элементов узла к соответствующим координационным осям,
- высотные отметки несущих конструктивных элементов узла,
- марки конструктивных элементов узла.

Изображения несущих элементов здания на узлах, попавших в сечение или разрез, обводятся сплошной толстой основной линией, толщиной S—0.8-1.0мм, условное изображение материалов элементов узла - линиями толщиной  $8/2=0,5$  мм, размерные и выносные линии - линией S/3.

При изображении многослойных конструкций на узле необходимо дать пояснение каждого слоя конструкции в виде полочек (флажка), которые объединяют вертикальной линией со стрелкой, всегда направленной сверху - вниз по порядку расположения слоев конструкции. Рекомендуются флажок располагать сверху многослойной конструкции. Пример оформления дан на рисунке 7.

Маркировку узла указывают над его изображением. Марка ставится в кружок, диаметром о 12- 14 мм. арабскими цифрами. Кружок обводится линией толщиной S.

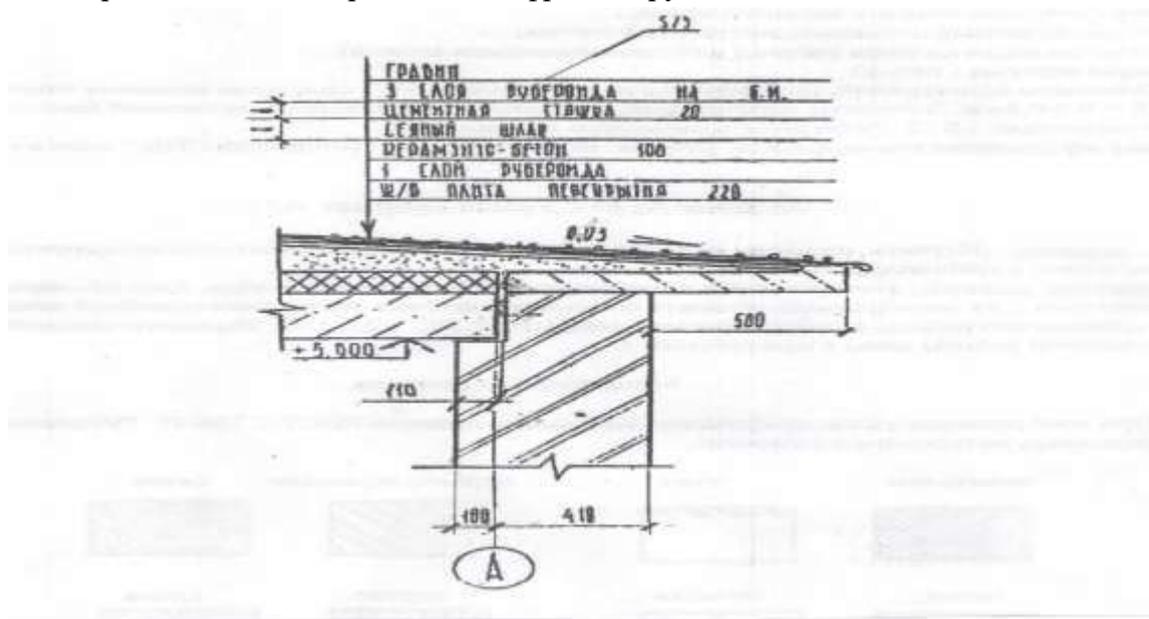


Рис. 7

Таблица 1- варианты задания 1

№ вариант а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
№ рисунка	12	15	23	17	13	20	12	21	20	23	14	17	21	12	18	22
	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;	;
	14	18	24	16	19	24	16	12	22	16	24	20	16	22	16	24

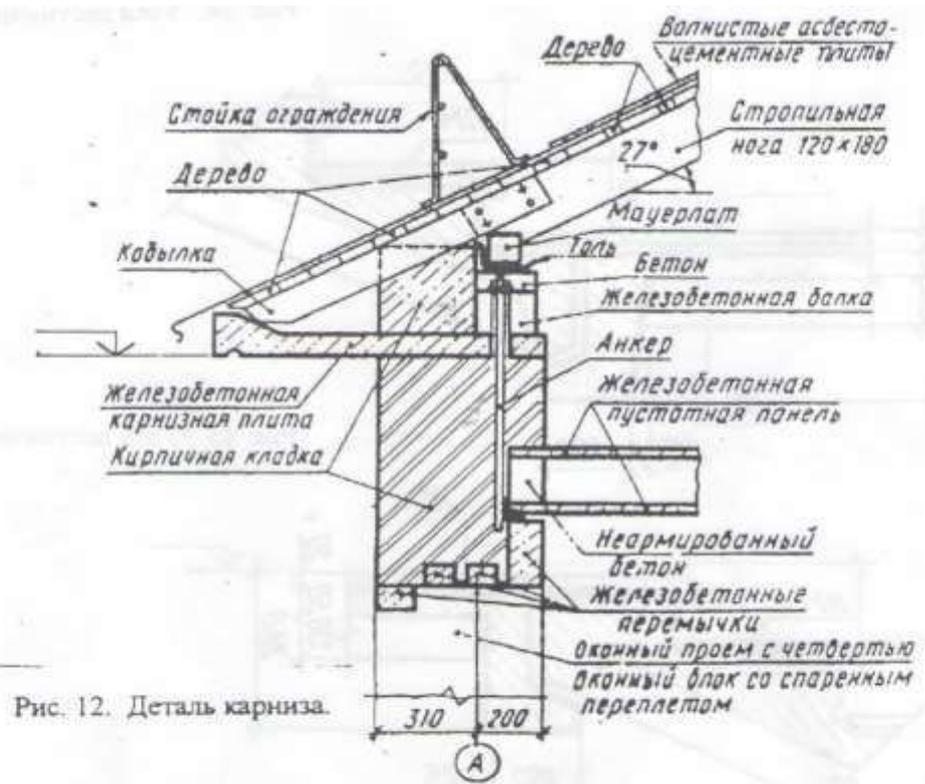


Рис. 12. Деталь карниза.



- Состав многослойной конструкции :
- Паркет по мастике 15
  - Цементная стяжка 20
  - Перегин 1 слой
  - Древесно-волокнистая плита 40
  - Ж.Б. панель 5860 × 790 × 220
  - Затирка 10

Рис. 13. Опираие междуэтажного перекрытия и козырька на стену здания.

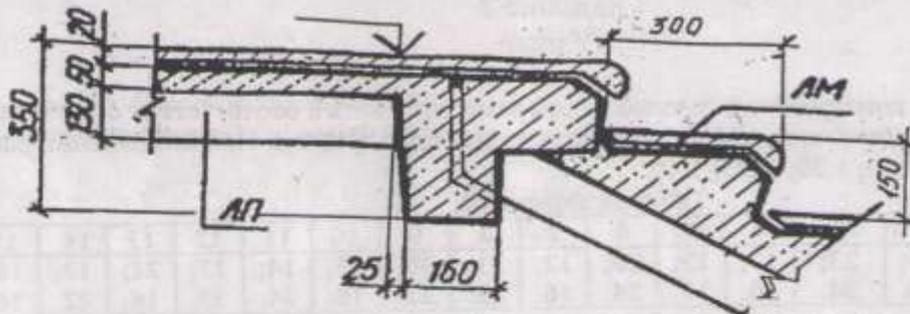


Рис. 14. Узел лестничной клетки.

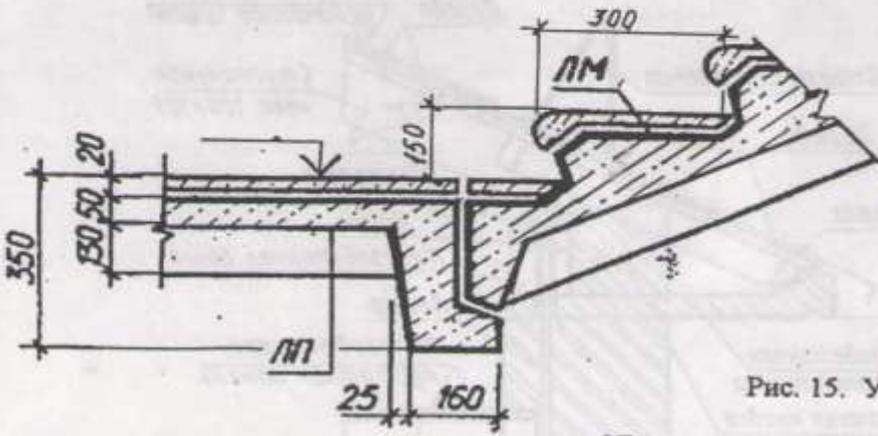


Рис. 15. Узел лестничной клетки.

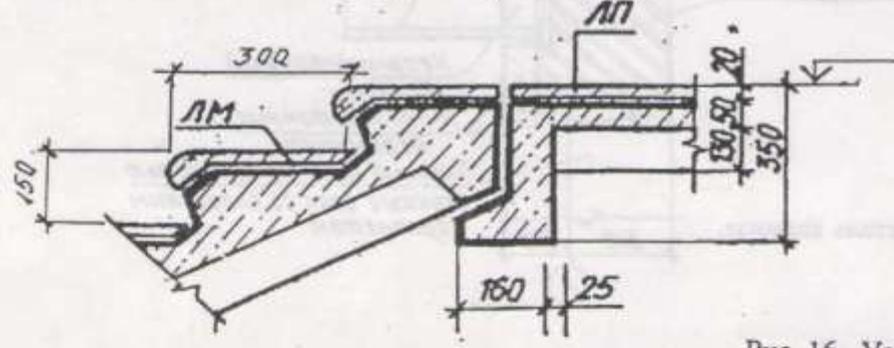
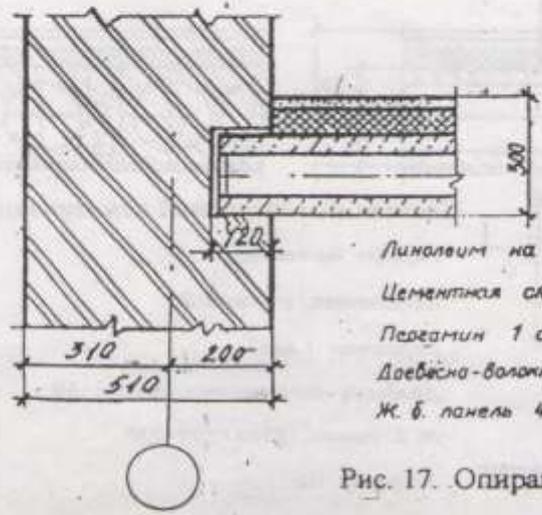


Рис. 16. Узел лестничной клетки.

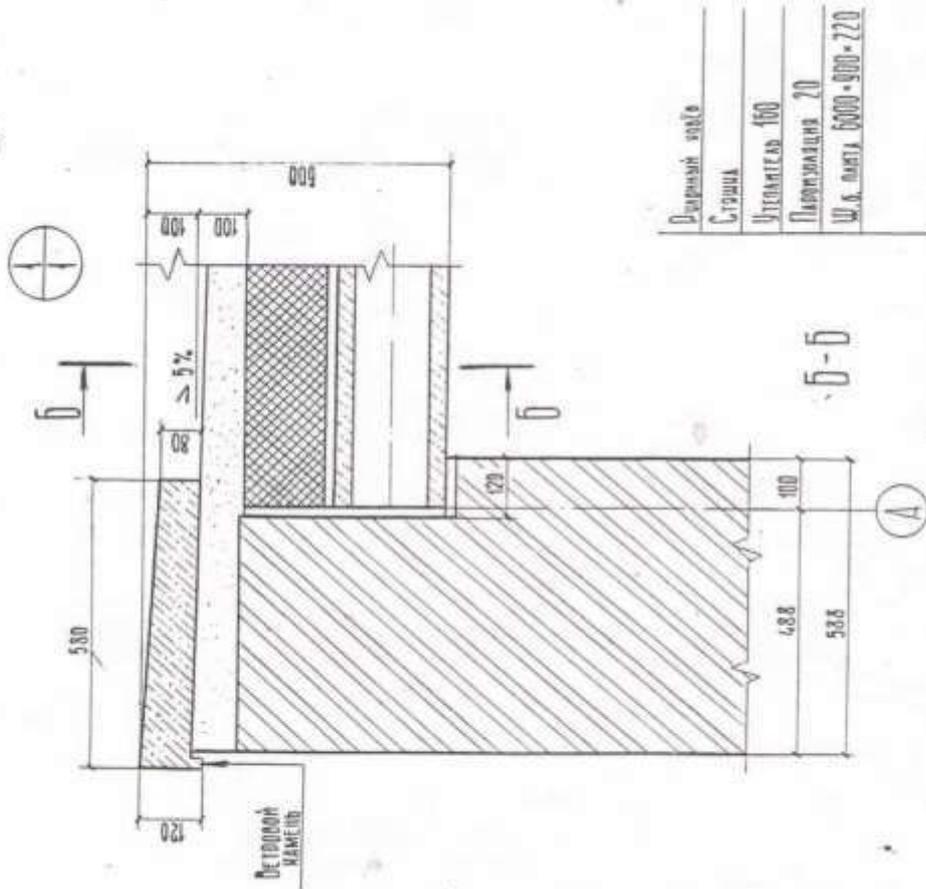
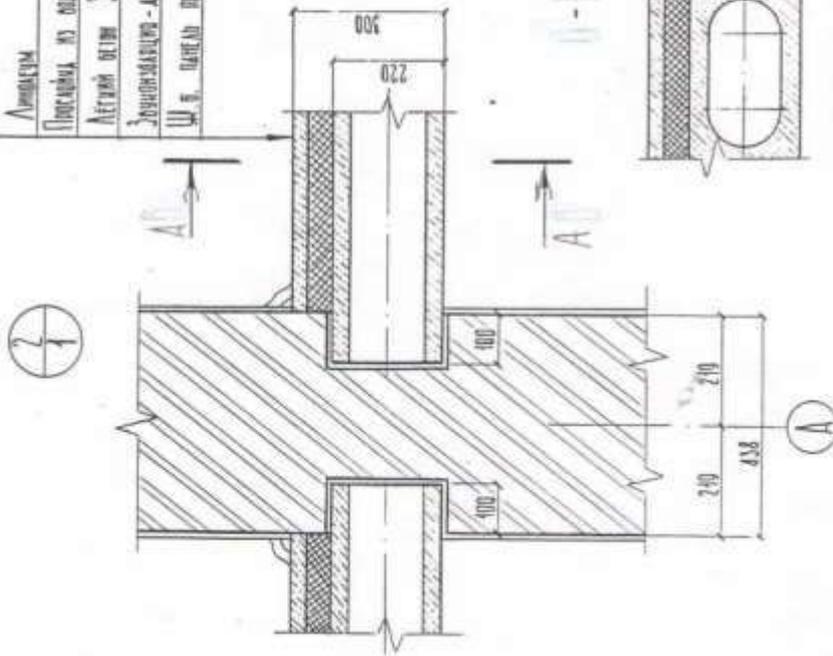


Состав многослойной конструкции:

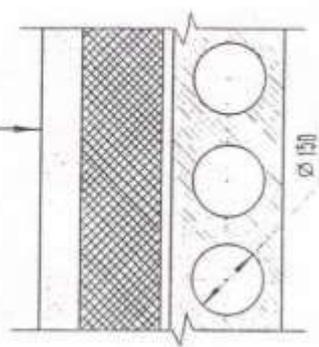
- Линолеум на мастике
- Цементная стяжка 20
- Пергамин 1 слой
- Древесно-волокнистая плита 60
- Ж. б. панель 4800 × 900 × 220

Рис. 17. Опираие междуэтажного перекрытия на стену.

Линейкам
Полоскам из мастиковой массы
Легкий бетон 30
Защитная - ас-цементная плита 50
Ш. в. плиты перегородки



Дверной блок
Страна
Утолщение 150
Пароизоляция 20
Ш. в. плиты 6000-900-720



Образец выполненного задания №

г. УФА МИНИСТЕРСТВО АЭСНОИ	
ШКОЛА	
УЧАЩИЙСЯ: СЕВЕРОВ В. В.	
Класс	
Лист	
Листов	
2	

### Задание №3

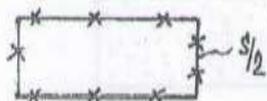
#### Чертежи генеральных планов. Условные графические обозначения элементов генерального плана»

Содержание:

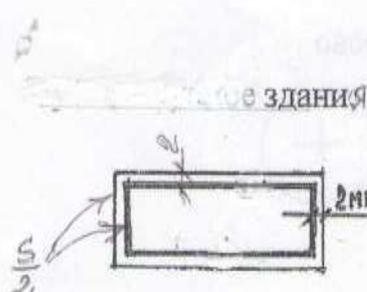
- Начертить условные графические обозначения элементов генплана.
- Формат А 3, основная надпись формы 3.

Здания и сооружения,  
подлежащие сносу

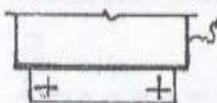
Здания, подлежащие реконструкции



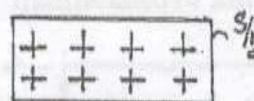
Сооружение подземное



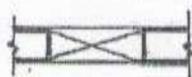
Нависящая часть здания



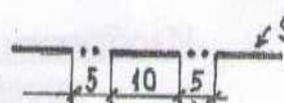
Навес



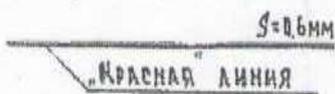
Проезд, проход на уровне  
первого этажа



Условная граница генплана



«Красная» линия

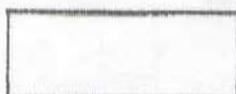


Ограждение территории

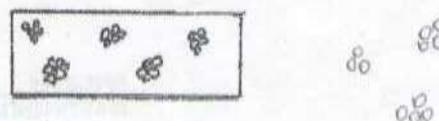


Площадки, дороги.

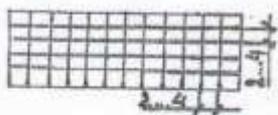
Площадка без покрытия



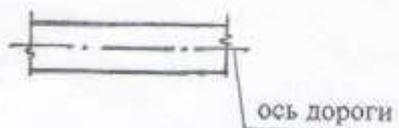
Площадка с булыжным покрытием



Площадка с плиточным покрытием



Автомобильная дорога



Зелёные насаждения

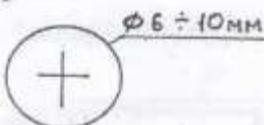
Цветник



Газон



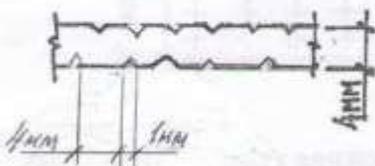
Дерево



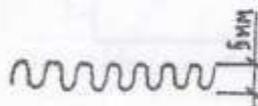
Кустарник обычный



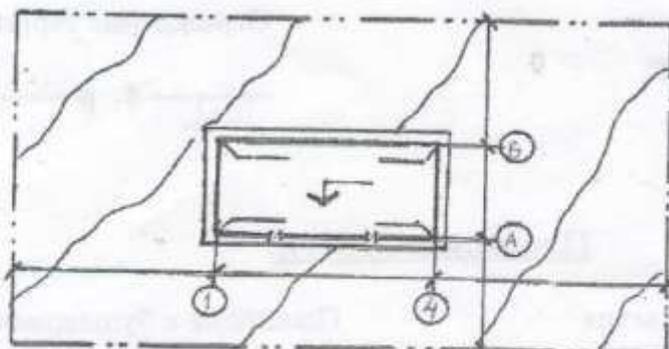
Кустарник стриженный



Кустарник вьющейся



Изображение на генеральном плане проектируемого здания



ПРОЕКТИВАЯ  
ФАКТИЧЕСКАЯ

ОТМЕТКИ:



АБСОЛЮТНАЯ ОТМ. ПОЛА 1 ЭТАЖА

Задание 4 «Схема расположения элементов ленточного фундамента»

**Содержание работы:** 1. Вычертить схему расположения элементов ленточного фундамента и оформить в соответствии с требованиями СПДС

2. Начертить сечение фундамента

Чертеж схемы фундамента и сечение выполнить на формате А 3, в масштабе 1:100 и 1:20 (сечение), используя таблицу вариантов №2

Таблица вариантов №2

Варианты	Расстояние между осями					Развертки по осям	Сечения по осям
	1-2	2-3	А-Б	Б-В	В-Г		
1	12000	6000	3000	3000	6000	А	А
2	6000	12000	3000	3000	6000	Б	Б
3	6000	12000	6000	3000	3000	Г	Г
4	12000	6000	6000	3000	3000	1	1
5	12000	6000	3000	3000	6000	1	1
6	6000	12000	3000	3000	6000	Г	Г
7	6000	12000	6000	3000	3000	Б	Б
8	12000	6000	6000	3000	3000	А	А
9	12000	6000	3000	3000	6000	Г	Г
10	6000	12000	3000	3000	6000	Б	Б
11	6000	12000	6000	3000	3000	А	А
12	12000	6000	6000	3000	3000	1	1
13	12000	6000	3000	3000	6000	Б	Б
14	6000	12000	3000	3000	6000	Г	Г
15	6000	12000	6000	3000	3000	1	1
16	12000	6000	6000	3000	3000	А	А

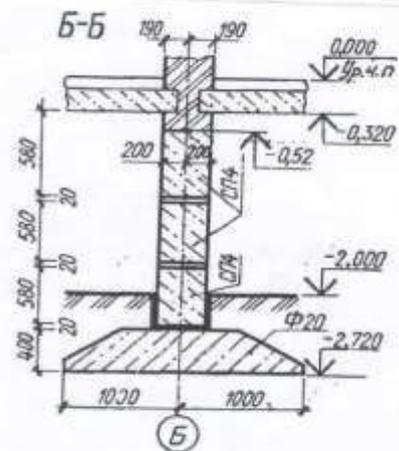
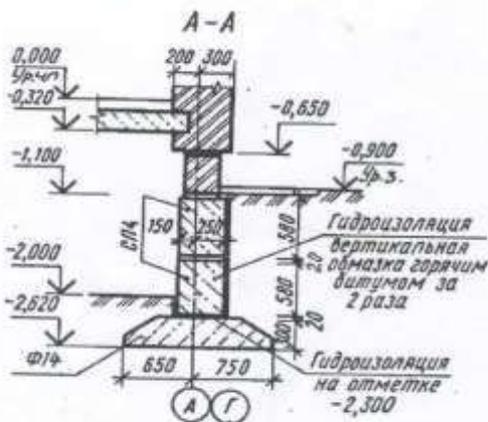
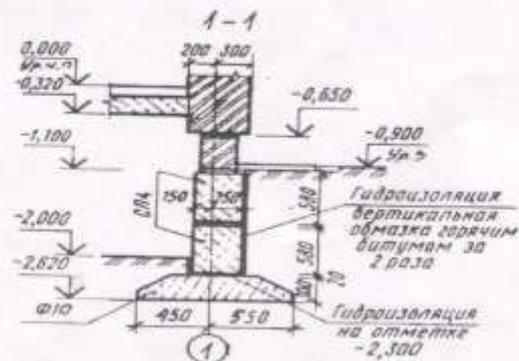


Таблица 5 - Размеры фундаментных подушек и блоков

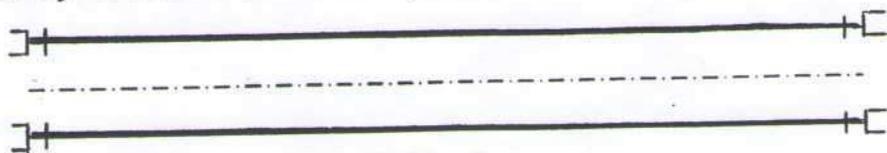
Номера позиций	Марки	Размеры в миллиметрах
1	Ф14	1400×2400
2	Ф20	2000×1200
3	Ф10	1000×2400
4	ФП8	800×1200
5	Ф10 / 2	1000×1200
6	Ф14 / 2	1400×1200
7	СП4	400×600×2400
8	СПД4	400×600×1200
9	СП5	500×600×2400
10	СПД5с	500×600×1200



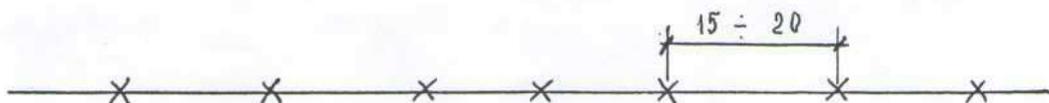


**Практическое занятие №39.**  
**Графические обозначения материалов в сечениях и правила их нанесения на**  
**чертежах**  
**УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
**НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНАХ**

Оси подкрановых путей и места установки тупика



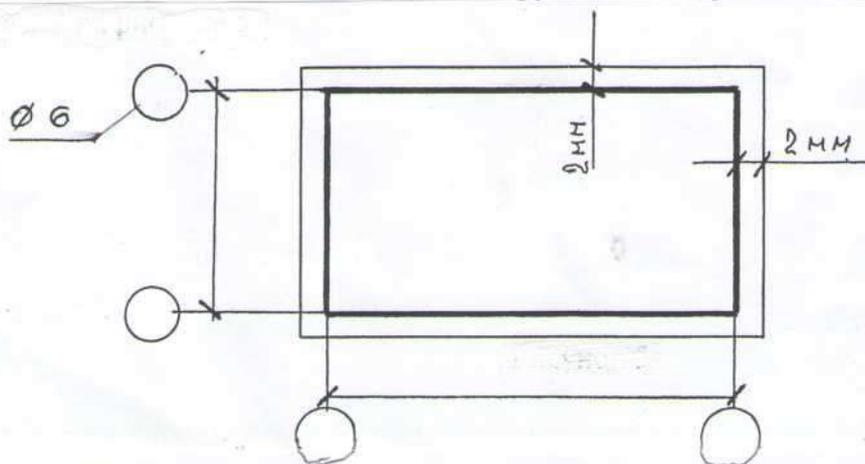
Ограждение подкрановых путей башенного крана



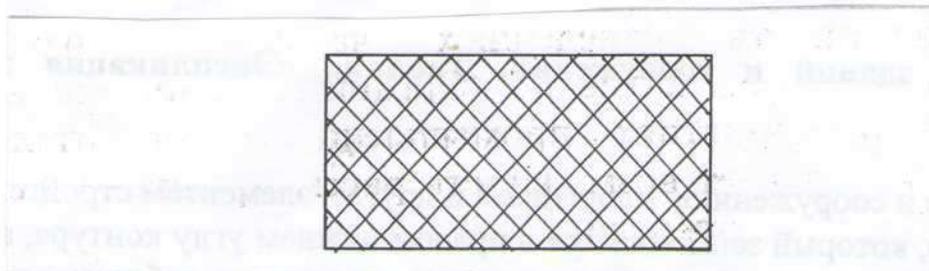
Ось движения автокрана



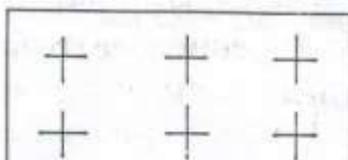
изображение строящегося здания



Приобъектные склады.



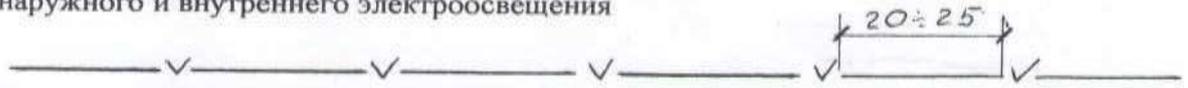
Открытые и полужакрытые навесы (линией толщиной  $S/2 = 0.5 \text{ мм}$ )  
рисунку 7



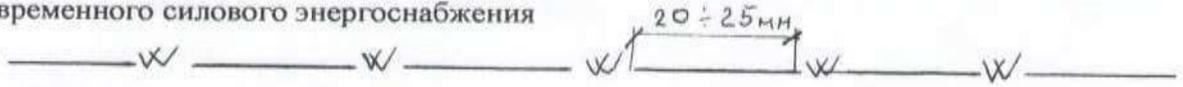
Холостой ход и направление движения транспорта, механизмов



- Сети наружного и внутреннего электроосвещения



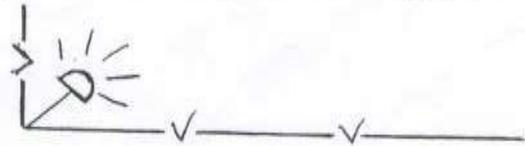
- Сети временного силового энергоснабжения



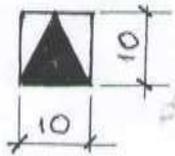
- Постоянная электросиловая линия



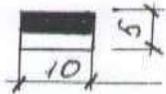
- Прожекторная мачта освещения



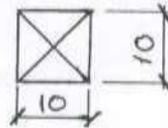
- Временная трансформаторная подстанция



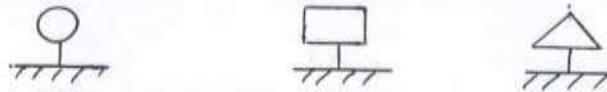
- Распределительный шкаф



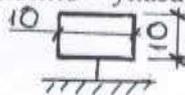
- Щиток для аварийного энергоснабжения



Запрещающие, предупреждающие знаки, знаки безопасности дорожного движения



Информационно – указательные знаки



Пожарный гидрант

ПГ



Пожарный щит



**Практическое занятие №35.**  
**Расположение основных видов на чертежах.**  
**Построение перспективного изображения здания**

Перспектива здания (сооружения) складывается из перспективы множества точек, каждая из которых строится как след луча зрения на картинной плоскости. Существует несколько способов построения перспективы, о чем было сказано выше, но для построения перспективы здания чаще используют *способ архитекторов*.

Впервые этот способ был предложен в 1693 году итальянским художником и архитектором Андреа дель Поццо. Позднее данный способ получил свое развитие и был назван по имени его основателя – «метод Андреа Поццо». В настоящее время построение перспективного изображения объектов по плану и фасаду, основанное на этом методе, называют способом архитекторов.

Построение в перспективе архитектурного объекта состоит из нескольких этапов и выполняется в определенной последовательности. Сначала вычерчивается план и фасад здания, рисунок 7. Далее на чертеже задаются элементы картины, т.е. создается аппарат перспективы. Для этого на плане определяются положение картинной плоскости, точки зрения, а на фасаде- линии горизонта.

**Картинная плоскость  $K$** , при построении перспективы способом архитекторов задается на ортогональном чертеже горизонтальным следом, рисунок 7. Картинную плоскость рекомендуется проводить через один из элементов здания (например, через угол здания). В этом случае этот элемент изображается без искажения, что облегчает построение. В приведённом примере след картинной плоскости проведён через точку **1**. Угол между картинной плоскостью и главным фасадом здания рекомендуется принимать равным  $20^{\circ}$ - $40^{\circ}$ .

**Точка зрения  $S$**  выбирается так, чтобы были видны передний и боковой фасады одновременно. Как правило, на чертеже большее пространственное развитие имеет главный фасад, поэтому точку зрения располагают ближе к этой стороне здания, то есть к главному фасаду. Главный луч зрения  **$SP$**  располагают перпендикулярно картинной плоскости. Точка  **$P_0$**  (пересечение главного луча  **$SP$**  с картинной плоскостью) должен находится в средней трети расстояния между крайними лучами зрения ( $S_9$  и  $S_{11}$ ). **Угол зрения  $\varphi$** , определяемый крайними лучами зрения, принимают равным от  $18^{\circ}$  до  $53^{\circ}$ , рисунок 3. Наилучший угол зрения должен быть примерно  $40^{\circ}$ .

Такой угол легко получить графически, если главный луч  **$SP_0$**  будет примерно в полтора раза больше диаметра основания лучевого конуса  $9 \circ S_{11}$ , рисунок 7.

По расположению **линии горизонта  $h$**  перспективные изображения могут быть: **с высоким горизонтом**, при этом высоту горизонта берут до 100 метров и выше; **при виде снизу** применяется для отдельных деталей, наблюдаемых снизу, и для зданий, стоящих на возвышении; **с нормальной высотой горизонта**, т.е. на высоте человеческого роста 1,7.....1,8м, применяется при построении перспективы на ровном месте. Чаще всего строят перспективные изображения с нормальной высотой горизонта, т.е. проводят линию горизонта  **$h$**  на уровне одной трети высоты здания или на уровне человеческого роста.

**Точки схода** для основных направлений плана найдутся, если провести прямые из точки зрения  **$S$** , параллельно сторонам здания до пересечения со следом картинной плоскости в точках  **$F_1$**  и  **$F_2$**  (линии, параллельные между собой в пространстве, имеют в перспективе общую точку схода).

Точка схода  **$F_1$**  (левая) будет являться точкой схода для всех прямых, параллельных сторонам 1-4, 2-3, 5-6, 10-11, 9-12, а точка схода  **$F_2$**  (правая) – для параллельных сторон 1-2, 3-4, 9-10, 11-12 и т.д.

Затем проводятся лучи зрения через все точки здания и на следе картинной плоскости  **$KK$**  фиксируются их точки пересечения  $9_0, 4_0, \dots, 11_0$ .

После того, как аппарат перспективы построен, рисунок 7, можно приступать к построению самой перспективы. В практике построения архитектурных перспектив, как правило, они вычерчиваются в увеличенном масштабе по сравнению с масштабом исходных ортогональных проекций. В данном примере перспектива здания построена с увеличением исходных данных в полтора раза.

На месте, отведенном для построения перспективы здания, проводится след картинной плоскости **КК**, на котором отмечается в любом месте главная точка картины **Р** и от неё в обе стороны откладываются с учетом увеличения все отмеченные на плане точки (следы лучей зрения) при помощи циркуля-измерителя, рисунок 8.

Линия горизонта **h** проводится параллельно основанию картинной плоскости **КК** на высоте, взятой с ортогонального чертежа, и на нее переносятся точки схода (**F**<sub>1</sub> и **F**<sub>2</sub>) с основания картинной плоскости **КК**.

Так как картинная плоскость проведена через ребро **1**, то оно в перспективе изображается в натуральную величину (линии, совпадающие с картинной плоскостью, сохраняют в перспективе натуральную величину). Поэтому из точки **1**<sub>0</sub> восставляется перпендикуляр к следу картинной плоскости и на нём откладывается высота ребра **1**, взятая с фронтальной проекции ортогонального чертежа, увеличенная, как и все размеры, в полтора раза. Остальные вертикальные ребра проецируются с искажением. Нижняя и верхняя точки ребра **1** соединяются с точками схода **F**<sub>1</sub> и **F**<sub>2</sub>. Таким образом, получают направление сторон здания. Восставляя перпендикуляры из точек **2**<sub>0</sub> и **4**<sub>0</sub> до пересечения с лучами, идущими в точки схода, получают перспективные размеры вертикальных ребер **2** и **4**, а также стороны здания. Таким же образом находятся все стороны и ребра здания в перспективе. Для построения перспективного изображения цоколя здания, в точках **7**<sub>0</sub> и **8**<sub>0</sub> восставляются перпендикуляры к следу картинной плоскости **КК** и на них откладывается высота цоколя здания, взятая с фронтальной проекции ортогонального чертежа.

Нижние и верхние точки перпендикуляров соединяются с точками схода **F**<sub>1</sub> и **F**<sub>2</sub>, и на пересечении этих прямых находится перспективная высота цоколя здания (точка **12**). Последующее построение ясно из чертежа. Свес крыши строится аналогично.

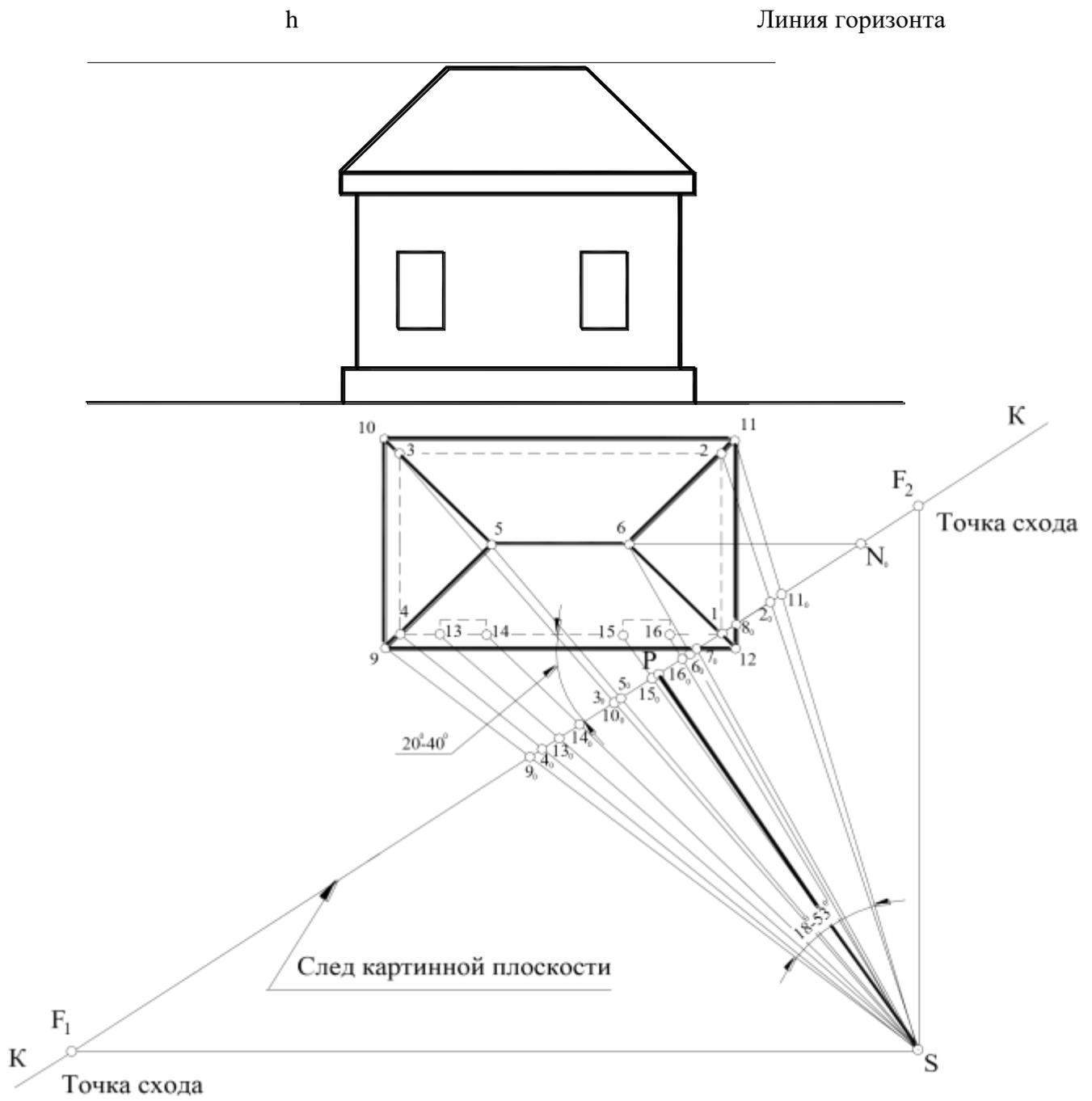


Рисунок 7

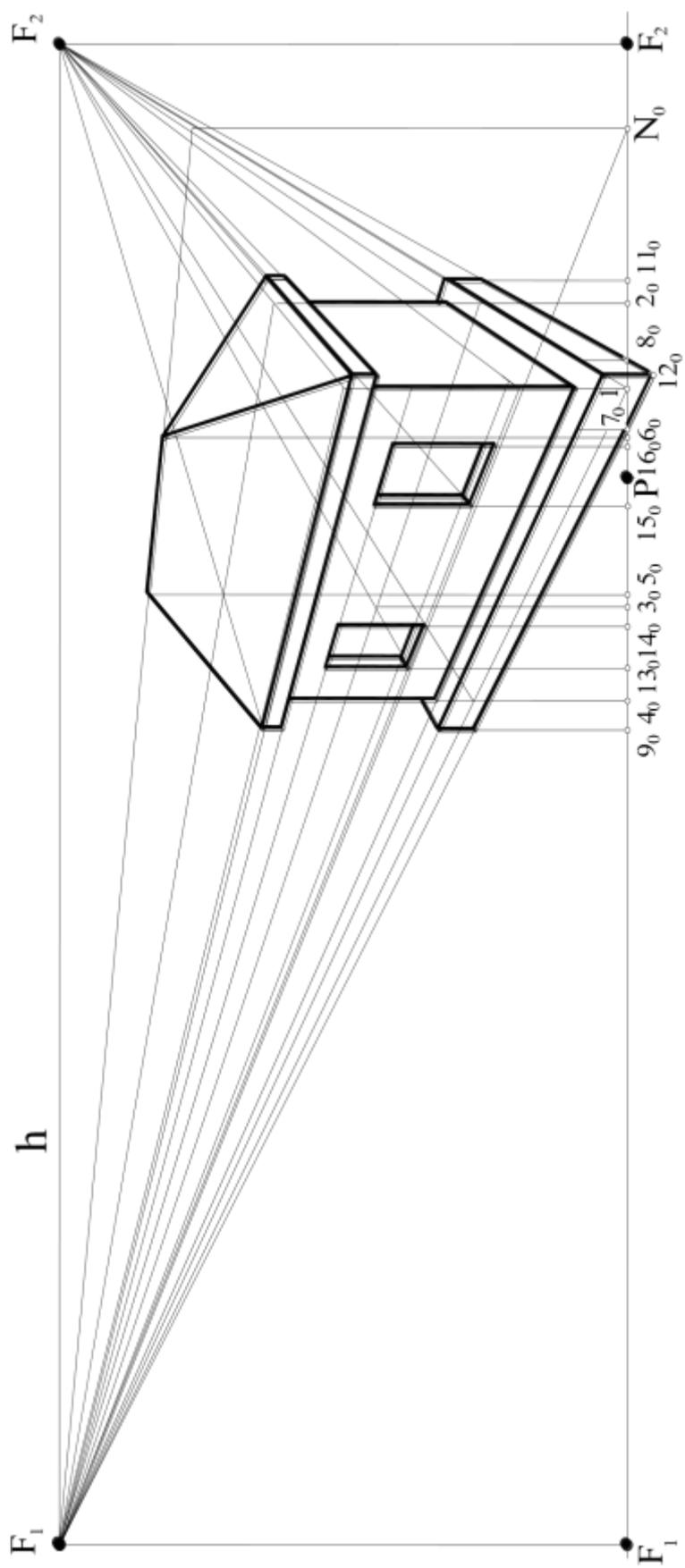


Рисунок 8

Для получения перспективного изображения точек **5** и **6**, линия конька крыши здания **5-6** продолжается до пересечения со следом картинной плоскости **КК** в точке **N<sub>0</sub>**, рисунок 3. Полученная точка **N<sub>0</sub>** переносится в перспективу на рисунок 4 и из неё восстанавливается перпендикуляр, на котором откладывается высота от земли до конька крыши, взятая с ортогональных проекций. Соединяя точку **N** с точкой схода **F<sub>1</sub>** и пересекая полученную линию перпендикулярными прямыми, проведенными из точек **5<sub>0</sub>** и **6<sub>0</sub>**, получают перспективное изображение прямой **5-6** – конька крыши.

Найденные точки соединяются согласно ортогональному чертежу с соответствующими точками (**9,10,11,12**) и получается перспективное изображение крыши.

Для построения перспективы оконных проемов на ребре **1(н.в.)** откладываются от следа картинной плоскости **КК** высоты оконных проемов. Найденные точки соединяются с точкой схода **F<sub>1</sub>**, а ширина оконных проемов определяется с помощью перпендикулярных прямых, проведенных из точек

**13<sub>0</sub>, 14<sub>0</sub>, 15<sub>0</sub>, 16<sub>0</sub>.**

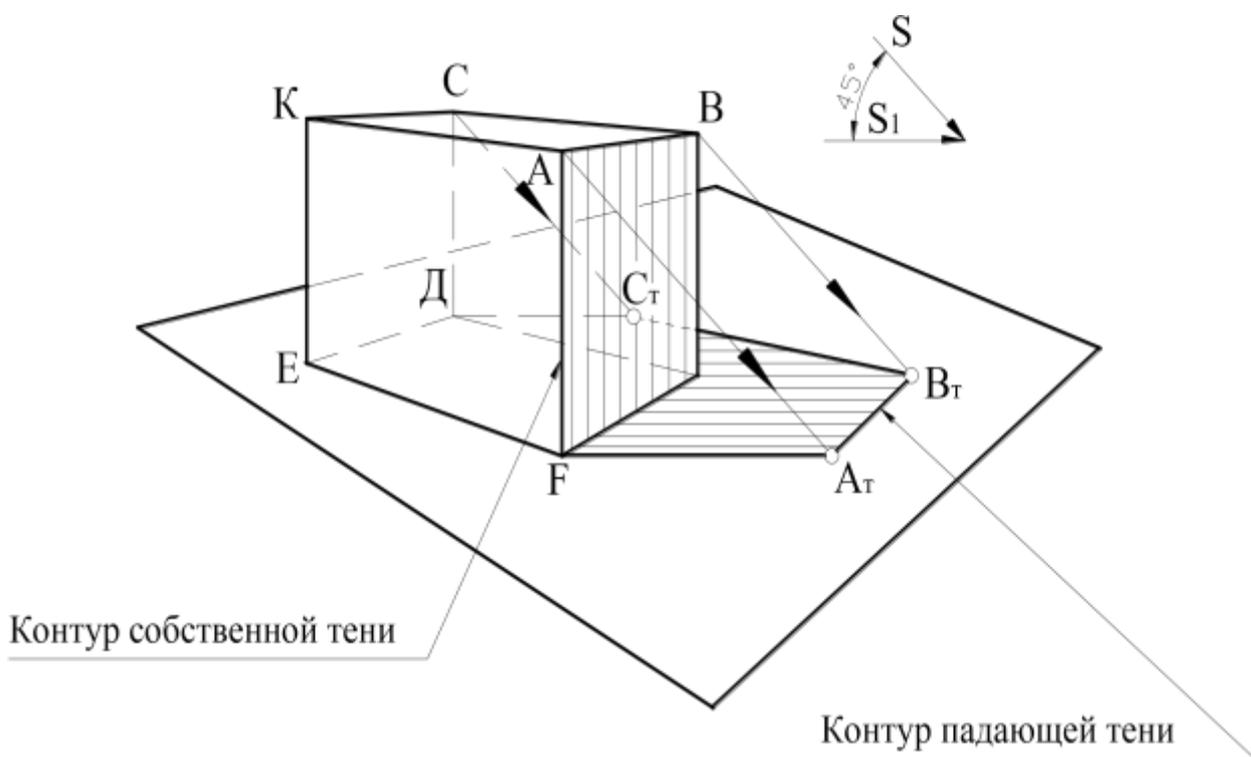


Рисунок 9

На рисунке 10 показано построение тени от карниза **АД** на плоскость стены **Р**. Тень от карниза пройдет через точку **Д<sub>т</sub>** – тень от произвольной точки **Д** на плоскости **Р** будет параллельна карнизу, так как карниз параллелен плоскости **Р**. Эту же тень можно построить способом обратного луча. С этой целью из точки **М<sub>т</sub>**, в которой пересекаются тени, падающие на землю от карниза и от угла стены, проводится луч в обратном направлении до пересечения его с линией карниза в точке **М**. Тень от карниза по стене пройдет через точку **М<sup>1</sup>**.

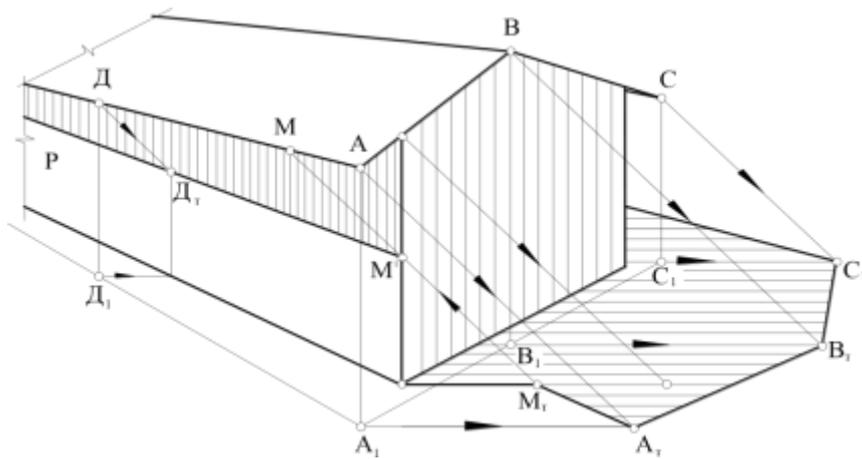


Рисунок 10

На рисунке 11 показано построение тени от цоколя и угла стены здания. Контур собственной тени цоколя проходит через точки **A**, **B** и **C**, а на стене граница собственной тени – угол стены **ДЕ** (точка **E** берётся произвольно). Тень от прямой **AB** совпадает с проекцией луча ( $BA_T$ ), тень от прямой **AC** проходит через полученные точки  $A_T$  и  $C_T$ . Тень от угла стены падает сначала на верхнюю плоскость цоколя и параллельна проекции луча, а затем в точке  $E^1$  «соскальзывает» с цоколя на землю и дальше идет через точку  $E_T$  по земле параллельно проекции луча.

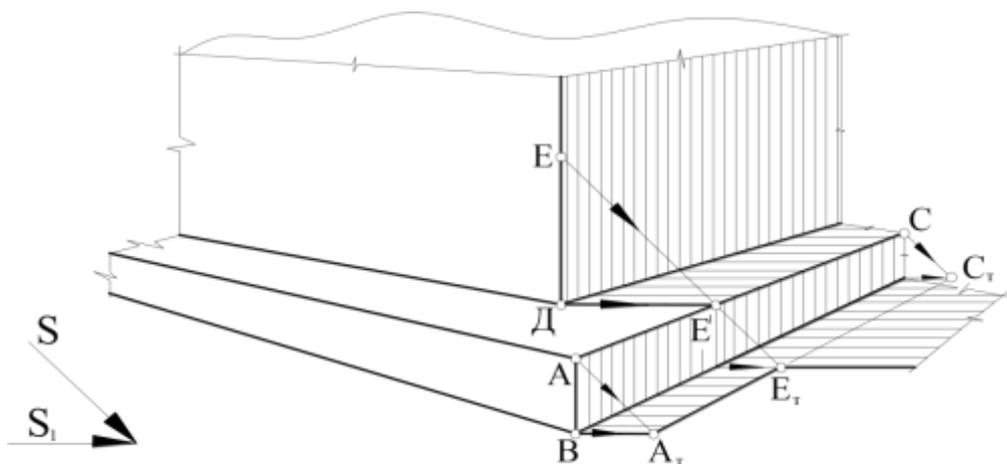


Рисунок 11

Контур собственной тени пристройки к стене, изображенной на рисунке 12, проходит через точки **A**, **B** и **C**. Тень от прямой **AC** совпадает с проекцией луча ( $CA_T$ ). Тень от прямой **AB** по горизонтальной плоскости пойдет через точку  $A_T$  и мнимую тень от точки **B** на горизонтальную плоскость ( $B_T$ ). В действительности, тень от точки **B** совпадает с самой точкой, и поэтому, дойдя до стены, тень от прямой **AB** ( $A_TB_T$ ) в точке **1** преломляется и по стене пойдет в точку **B**, в которой прямая **AB** пересекает стену.

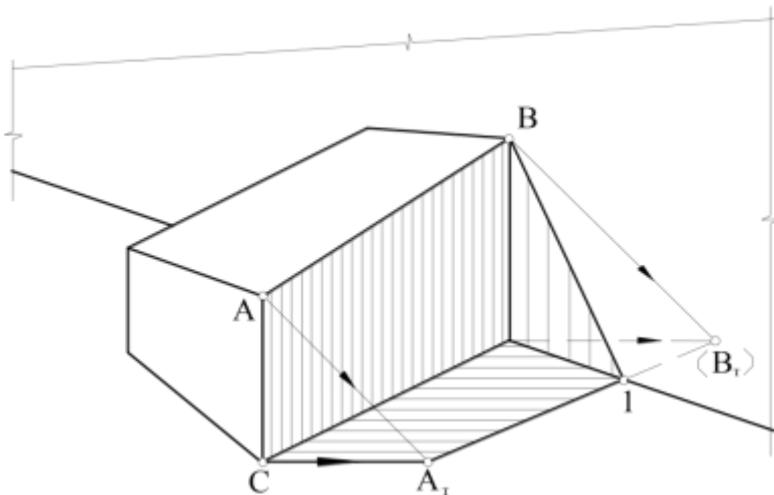


Рисунок 12

К торцевой стене здания, рисунок 13, примыкает пристройка призматической формы, контур собственной тени которой проходит через точки  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Рассмотрим построение тени пристройки, падающей на здание. Тень от прямой  $AC$  на участке  $C-1$  совпадает с проекцией луча света, на участке  $1-2$  - параллельна  $CA$ , так как указанная прямая параллельна стене. Тень от точки  $A$  падает на передний скат крыши. Эта тень  $A_t$ , расположена на прямой  $2-M$ , по которой пересекает крышу вспомогательная горизонтально проецирующая плоскость, проведенная через луч света, проходящий через точку  $A$ . Тень от прямой  $AB$  на передний скат крыши проходит через точку  $A_t$  и точку  $4$ , в которой прямая  $AB$  пересекала бы плоскость  $P$ , если ее продлить вправо и вверх. Дойдя до конька крыши, в точке  $3$  тень преломится и дальше пойдет по заднему скату крыши в точку  $6$ . Прямая  $3-6$  есть, продолжение прямой  $5-3$ . В точке  $5$  прямая  $AB$  пересекла бы задний скат крыши, если его продлить влево и вверх (тень от прямой на плоскость проходит через точку пересечения прямой с плоскостью).

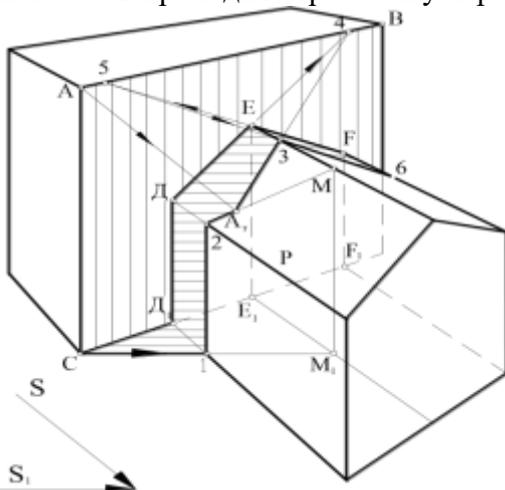


Рисунок 13

На рисунке 14 показано построение тени от фронтона на крышу. Тень  $A_t$  от точки  $A$  на плоскость  $P$  расположена на линии  $A_1M$ , по которой пересекает крышу вспомогательная горизонтально- проецирующая плоскость, проведенная через луч света. Тень от прямой  $AE$  проходит через точку  $A_t$  и точку  $E$ , в которой прямая  $AE$  пересекает плоскость  $P$ ; аналогично тень от прямой  $AN$  проходит через точку  $A_t$  и точку  $N$ . Если бы тень от точки  $A$  расположилась левее прямой  $NE$ , то скат фронтона  $AEN$  был бы освещен и тени от него на плоскость  $P$  не было бы.

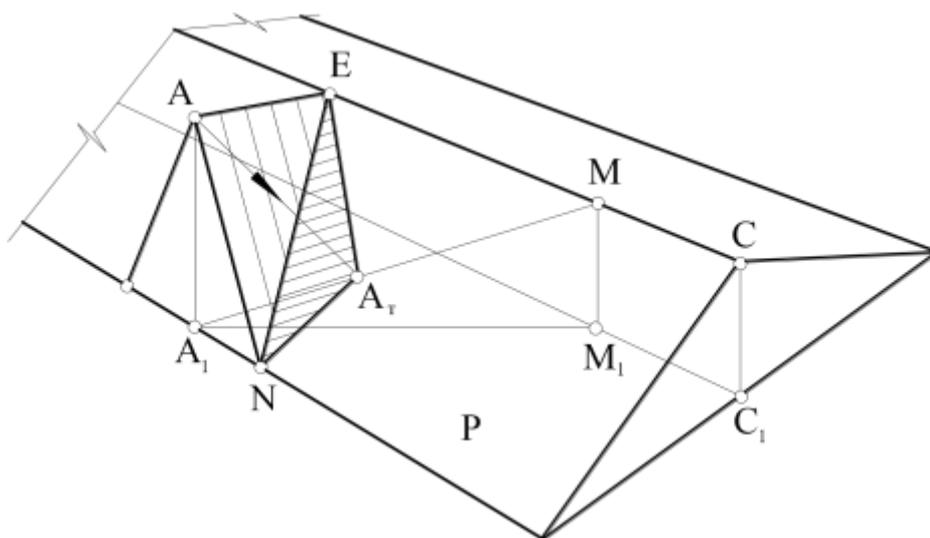


Рисунок 14

После того как построена перспектива здания и тени, необходимо на чертеже показать и окружающее пространство – **антураж**.

При оформлении работы следует иметь в виду также понятия и определения, как вид, пейзаж, ландшафт. Под **видом** понимается предельно ограниченное пространство, например детская площадка, беседка в парке и т.д.

## Практическое занятие №40.

### Расположение основных видов на чертеже.

**Цель:** получение навыков вычерчивания и оформления чертежей планов в ПП AutoCAD.

### Методический материал

#### Краткие сведения об основных конструктивных и архитектурных элементах здания.

**Конструктивным элементом** называется отдельная, самостоятельная часть здания или сооружения: фундамент, стена, цоколь, перегородка, отмостка, перекрытие, кровля, стропила, лестничный марш, оконный или дверной блок и т.д.

На рисунке 1 показано наглядное изображение здания и его основные конструктивные элементы.

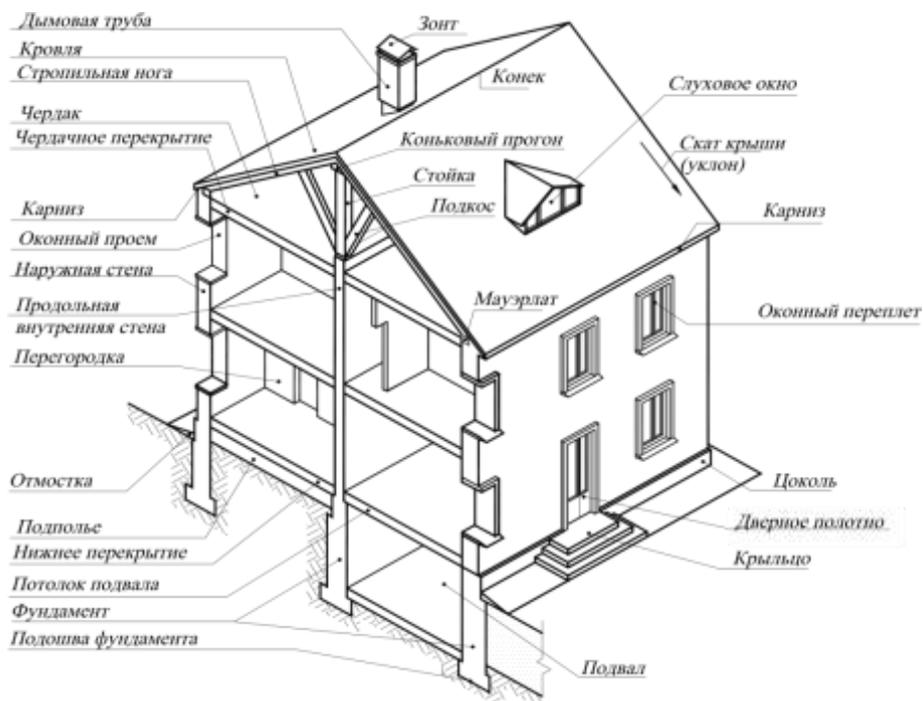


Рисунок 1

**Основание** – слой грунта, на который опирается фундамент и который воспринимает вес здания. Основания бывают естественные (грунт) и искусственные (сваи и т.д.).

**Фундамент** – подземная часть здания, на которую опираются стены и колонны. Служат фундаментами для передачи и распределения нагрузки от здания на грунт. Основными материалами для устройства фундаментов являются бетон и железобетон.

Верхняя часть фундамента называется **поверхностью**, а нижняя – **подошвой** фундамента. Расстояние от нижнего уровня поверхности земли до подошвы фундамента называется **глубиной заложения**.

Фундаменты подразделяют на **ленточные**, которые закладывают сплошными по всему периметру стены, **столбчатые** – в виде отдельных столбов, перекрывааемых железобетонной балкой, на которую и кладут стены и **свайные**. Наиболее распространенным видом фундамента является **сборный**, состоящий из железобетонных плит (блок – подушек) и из бетонных блоков (стеновых), укладываемых на блок-подушки.

Эти элементы сборных ленточных фундаментов изготавливают на заводах ЖБИ (железобетонных изделий) в соответствии с государственными стандартами.

**Отмостка** служит для отвода атмосферных вод от стен здания. Отмостку устраивают при отсутствии у стен тротуаров в виде бетонной подготовки с асфальтовым покрытием, но могут применяться и другие конструкции и материалы. Отмостка должна иметь уклон 1-3 %. Ширину отмостки обычно делают 700-1000 мм.

**Цоколь** – нижняя часть наружной стены над фундаментом до уровня пола первого этажа. Цоколь предохраняет эту часть стены от атмосферных влияний и механических повреждений. Цоколь выполняют из материалов повышенной прочности, влагостойкости и морозостойкости или облицовывают таким материалом. Кроме того, цоколь зрительно придает зданию более устойчивый вид.

**Стены** по назначению и расположению в здании разделяют на **наружные**, которые ограждают помещения от внешней среды и защищают их от атмосферных воздействий, и **внутренние**, которые отделяют одни помещения от других. Стены бывают несущие, самонесущие и навесные. **Несущие**(капитальные) стены передают на фундамент нагрузку от собственного веса и от веса перекрытий и крыши, **самонесущие** – только от собственного веса и ветровую нагрузку. **Навесные** стены, состоящие из отдельных плит или панелей, крепятся к колоннам (как бы навешиваются на них) и нагрузку от собственного веса передают на колонны.

Материалом стен могут служить кирпич, бетон, дерево, пластмасса и т.д. Если здание выполнено из стандартного керамического, одинарного кирпича, изготавливаемого по ГОСТ 530-95 с размерами (длина × ширина × толщина): 250×120×65 мм, то толщина кирпичных стен должна быть кратна половине кирпича. Толщина наружных стен зависит от климатических условий и может быть равна 510 мм (2 кирпича), 640 мм (2,5 кирпича), 770 мм (3 кирпича). Внутренние капитальные стены чаще всего делают толщиной в 1,5 кирпича, т.е. 380 мм = 250+120+10(шов), перегородки толщиной 0,5 кирпича, т.е. 120 мм. **Перегородки** разделяют внутреннее пространство здания в пределах этажа на отдельные помещения. Перегородки могут быть выполнены из дерева, кирпича, гипсовых плит, шлакобетона и т.д. Толщина межкомнатных перегородок 50-180мм.

**Пилястры** – узкие вертикальные утолщения в стенах, служащие для увеличения их устойчивости. Устраивают их в местах опирания на стены элементов перекрытия или покрытия.

**Перекрытия**- внутренние горизонтальные ограждающие конструкции, разделяющие здание по высоте на этажи. Перекрытия бывают междуэтажные, чердачные, цокольные. Конструкция перекрытий включает обычно несущие элементы, изолирующие пол и потолок. В настоящее время для устройства перекрытий чаще всего применяются сборные железобетонные плиты перекрытий с круглыми пустотами, изготавливаемые в соответствии с государственными стандартами.

**Полы** в зависимости от назначения помещения могут иметь различную конструкцию (полы по лагам, по бетонному основанию). Верхний слой пола называют чистым полом. В конструкции пола различают прослойку, подстилающий слой и основание под полы. Материалом для устройства полов служит цемент, керамические плитки, доски, паркет, линолеум, бетон, мрамор и т.п.

**Покрытие** - верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая их от атмосферных осадков. Эта конструкция совмещает функции потолка и крыши.

**Кровля**– верхний водоизолирующий слой покрытия или крыши здания.

**Стропила**– несущие конструкции кровельного покрытия, которые представляют собой балки, опирающиеся на подстропильные брусья мауэрлаты, уложенные по верхнему обрезу стен, и внутренние опоры.

**Мауэрлат**– деревянные брусья, уложенные на наружные стены здания; на брусья опираются стропильные ноги.

**Кобылка** – короткая доска толщиной 40мм, которую прибивают к стропильной ноге для крепления обрешетки в карнизной части крыши.

**Обрешетка** – брусья 50х50мм или доски, к которым крепят элементы кровли.

**Карниз** – горизонтальный профилированный выступ стены, служащий для отвода от поверхностей стен атмосферных осадков. Величина, на которую карниз выступает за поверхность стены, называется *выносным карнизом*. Карнизы выполняют из материала стен или из сборных блоков заводского изготовления.

**Парапет** – часть стены, расположенная выше карниза и заменяющая ограждение. Парапет улучшает архитектурное решение здания. Чаще всего его делают при внутреннем водоотводе.

**Проем**– сквозное отверстие в стене, предназначенное для установки окон, дверей, ворот и для других целей.

**Окна**служат для освещения и проветривания помещения. В настоящее время в строительной практике довольно часто используют оконные блоки. Оконный блок состоит из оконной коробки, остекленных переплетов и подоконной доски. Оконная коробка представляет собой раму и является неподвижной частью оконного блока. Оконная коробка устанавливается в оконном проеме.

Окна могут быть с одинарным, двойным, а иногда с тройным остеклением. Оконные переплеты изготавливают из дерева, металла или пластмассы.

Типы и размеры окон принимают согласно ГОСТ 11214–86 «Окна и балконные двери деревянные с двойным остеклением для жилых и общественных зданий».

Для каждого типа проема предназначен свой тип оконного блока. Например, в обозначении окна ОР 15-9 число 15 – координационная высота проема в модулях, т.е. 1500 мм; число 9 – ширина проема, т.е. 900 мм. Однако, конструктивный размер проема по высоте и ширине на 10мм больше, т. е. 1510х910 мм. Соответственно конструктивный размер оконного блока меньше координационного на величину 30-40 мм.

Минимальная ширина одностворчатого окна 600мм. Двухстворчатые окна имеют ширину 900 мм, 1100 мм, 1300 мм.

При использовании спаренных проемов для устройства окна и балконной двери размер ширины общего проема должен быть равен сумме размеров проемов за вычетом 10 мм.

Одинаковым по форме и размерам проемам присваивают одинаковые марки (ОК – 1, ОК – 2 и т.д.)

**Двери** служат для сообщения между помещениями. На дверные коробки, укрепленные в проемах стен, навешивают дверные полотна. По числу дверных полотен различают двери одно – и двупольные. Дверные полотна могут быть глухими (марки ДГ), остекленными (марки ДО) и полностью из стекла. Различают также двери правые (при открывании на себя правой рукой дверь открывается вправо) и левые (открываются левой рукой влево). По расположению в здании двери разделяют на наружные и внутренние.

**Двери внутренние** устраивают во внутренних стенах и перегородках, в которых предусматривают соответствующие проемы. Типы и габаритные размеры внутренних дверей должны соответствовать ГОСТ 6629–88\* «Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий».

**Двери наружные** изготавливают по ГОСТ 24698 – 81 «Двери деревянные наружные для жилых и общественных зданий».

Материалом для дверных полотен чаще всего служит дерево, однако в последнее время довольно часто применяют стекло, пластмассу и другие материалы.

В оконных и наружных дверных проемах делают «четверти», т.е. крайний кирпич (со стороны улицы) при кладке простенка выдвигается на 65мм своей длины. Устройством четверти достигается две цели: утепление проема и удобство установки оконных и дверных блоков.

**Лестничная клетка**– огражденное капитальными стенами помещение, в котором размещают лестницу.

**Лестница** представляет собой несущие конструкции, состоящие из чередующихся наклонных ступенчатых элементов – *маршей*, которые опираются на горизонтальные плоскостные элементы– **лестничные площадки**. Для безопасности движения, лестницы оборудуются вертикальными ограждениями.

**Лестничная площадка**– горизонтальный элемент лестницы между маршами. Различают **основные** лестничные площадки на уровнях этажей и **промежуточные** – для перехода с одного марша на другой.

**Лестничный марш**– наклонный элемент лестницы со ступенями (в одном марше должно быть не более 18 ступеней). Вертикальная грань ступени называется **подступенком**, горизонтальная – **проступью**.

**Косоуры**– наклонные стальные или железобетонные балки, опирающиеся на площадки; на эти балки укладывают ступени лестницы.

### **Элементы конструкций (изделия) и их маркировка**

В настоящее время прогрессивный метод строительства – монтаж (сборка) здания или сооружения из элементов и деталей заводского изготовления. Элементы конструкций, которые поставляют на строительную площадку в готовом виде для монтажа здания, называют строительными изделиями.

Конструктивным элементам (изделиям) присвоены буквенные обозначения – марки, которые проставляют на рабочих чертежах и схемах расположения элементов сборных конструкций. Марки состоят из начальных букв названий соответствующих элементов. Каждый конструктивный элемент имеет свою нумерацию в проекте, например, колонна К1, фундаментные балки

БФ2 и т.д. Марки наносят на полках линий – выносок, как показано на рисунке 2. Если несколько конструктивных элементов однотипные, то им присваивается один и тот же порядковый номер. В этом случае допускается марку наносить на общей полке линии – выноски рядом с изображением элемента.

Размер шрифта марок (позиций) элементов должен быть, как правило, на один – два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

На рисунке 3 показаны основные конструктивные элементы зданий: типовые строительные изделия (*a* - фундаментный блок; *б, в* - стеновые блоки подвала; *г* – настил

перекрытия;  $d$  – плита перекрытия с круглыми отверстиями;  $e$  – ригель или прогон;  $ж$  – колонна;  $з$  – лестничный марш;  $и$  – балконная плита).

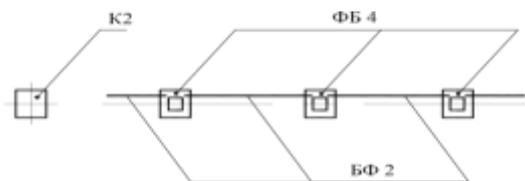


Рисунок 2

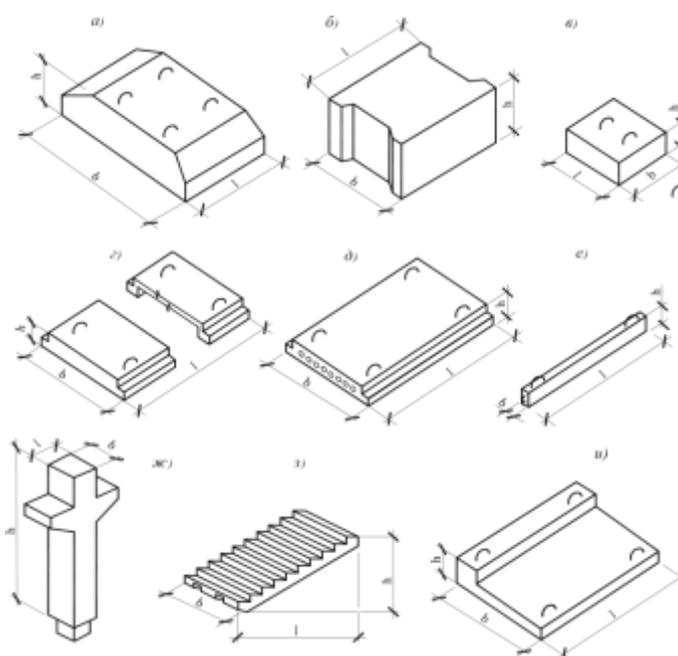


Рисунок 3

**Буквенные обозначения элементов конструкций и изделий**

(выборка из ГОСТ 23009 – 78)

Балки	<b>Б</b>
Панели стеновые	<b>ПС</b>
Балки подкрановые	<b>БП</b>
Перемычки	<b>ПР</b>
Балки стропильные	<b>БС</b>
Плиты перекрытий, покрытий	<b>П</b>
Балки фундаментные	<b>БФ</b>
Площадки лестничные	<b>ЛП</b>
Блоки стеновые	<b>СБ</b>
Связи вертикальные	<b>ВС</b>
Двери	<b>Д</b>
Связи горизонтальные	<b>ГС</b>
Колонны	<b>К</b>
Сетки арматурные	<b>С</b>
Окна	<b>ОК</b>
Стойки	<b>СК</b>

Марш лестничный	ЛМ
Фермы стропильные	ФС
Панели перегородок	ПГ
Фундаменты	Ф
Фундаментные блоки	ФБ
Фундаменты под оборудование	ФО

### Состав рабочих чертежей, условные изображения элементов зданий и некоторых санитарно-технических устройств

В состав комплекта рабочих чертежей марки АС - «Архитектурно – строительные решения» или комплекта чертежей марки АР – «Архитектурные решения» (согласно ГОСТ 21.501–93) входят:

- общие данные по рабочим чертежам;
- планы, разрезы и фасады здания, их фрагменты и узлы, на которых показывают объемно – планировочное и общее конструктивное решения;
- план полов;
- план кровли (крыши);
- схемы заполнения оконных проемов (кроме металлических окон, схемы расположения которых входят в комплект чертежей марки КМ), а также схемы расположения перегородок (кроме железобетонных, которые входят в комплект чертежей марки КЖ);
- чертежи подземных конструкций здания (каналов, тоннелей, прямков для прокладки трубопроводов, электрических сетей и размещения технологического оборудования);
- спецификации к схемам расположения.

На первых листах каждого основного комплекта рабочих чертежей приводят общие данные по рабочим чертежам, куда входят:

- ведомость рабочих чертежей основного проекта;
- ведомость спецификаций;
- ведомость ссылочных и прилагаемых документов;
- условные обозначения, не установленные стандартами.

Формы перечисленных ведомостей указаны в ГОСТ 21.101–97.

Комплект чертежей марки АС дает полное представление о здании: его архитектуре, планировке, и размерах помещений, количестве этажей, конструкциях и материалах основных его элементов. На их основе составляют чертежи на производство специальных строительных работ по водоснабжению и канализации, отоплению и вентиляции, газоснабжению, электроснабжению и т.д. На планах и разрезах жилых зданий кроме оконных и дверных проемов показывают санитарно–техническое оборудование – унитазы, ванны, умывальники, душевые кабины, вентиляционные и дымовые каналы и т. п. На планах и разрезах производственных зданий наносят подъемно – транспортное оборудование – мостовые краны, подкрановые пути, подпольные каналы для коммуникаций и т.п. Эти конструктивные элементы и оборудование выполняют на планах

в виде условных графических изображений, наносимых в масштабе чертежа. Условные графические изображения санитарно–технического оборудования определяются ГОСТ 2.786–70\*, ГОСТ 21.205- 93. На чертежах условные изображения санитарно–технических устройств должны соответствовать их действительным размерам с учетом масштаба чертежа. В схемах и чертежах санитарно–технических устройств изображения выполняют без масштаба. Размеры наиболее часто встречающегося санитарно–технического оборудования даны на рисунке 4.

Условные изображения элементов зданий приведены в ГОСТ 21.501–93. В таблице 1 даны условные изображения проемов. На чертежах, выполняемых в масштабе 1:200 и мельче, четверти в оконных проемах не показывают (четвертью называется выступ в проеме, равный одной четвертой части кирпича). В таблице 2 приведены условные изображения направления открывания окон на фасаде. Открывающиеся оконные переплеты на фасаде обозначают треугольником Δ. Основание треугольника определяет место, где навешивается переплет. Если треугольник обведен тонкой сплошной линией, то он открывается наружу, а если тонкой штриховой – то внутрь. Обозначение открывания оконных переплетов показывают на каждом переплете, входящем в состав заполнения проема. В таблице 3 даются условные изображения направления открывания дверей и ворот на плане. При изображении дверей (ворот) в плане угол наклона дверного полотна к плоскости стены принимается равным 30°. На чертежах, выполняемых в масштабе 1:400 и мельче, не показывают дверные полотна и их открывание. В таблице 4 приводятся условные изображения лестниц, пандусов и отмосток. В условных изображениях лестниц, стрелкой показывают направление подъема марша. Кружки у начала стрелок и концы стрелок ставят у края площадки этажа, к которому относится план. В условных изображениях пандусов (наклонных спусков) стрелкой показывают направление спуска. На чертежах в некоторых случаях около стрелки, показывающей уклон пандуса, указывают величину уклона. Условные изображения отверстий и каналов в стенах, приведенные в таблице 5, используют на чертежах, выполненных в масштабе 1:200 и крупнее. Контуры каналов и присоединений к ним вычерчивают тонкими линиями. Размеры сечений каналов указывают в том случае, когда они не приведены на других чертежах.

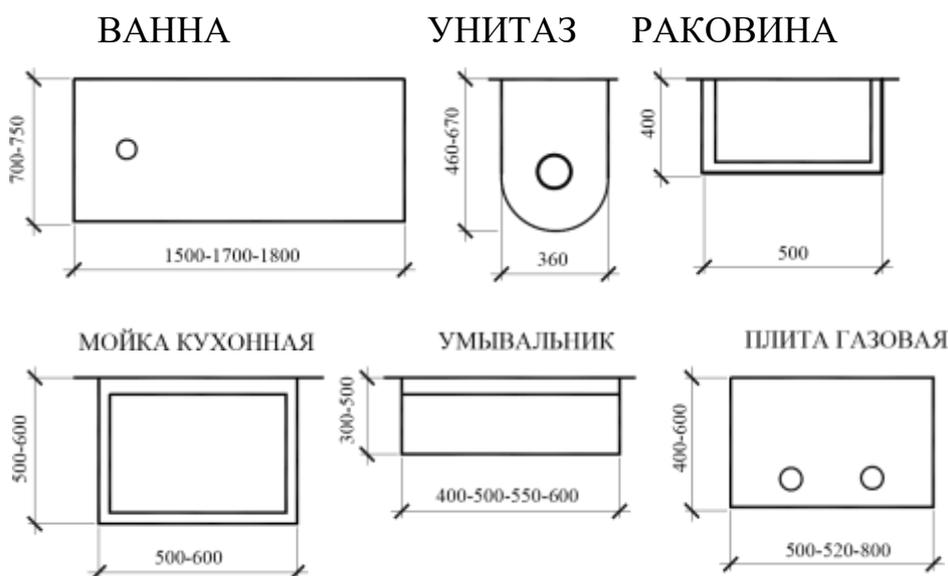


Рисунок 4

Таблица 1 - Условные изображения проемов

Наименование	Изображение
--------------	-------------

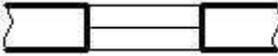
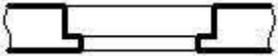
	для планов	для разрезов
Проем без четвертей в стене или перегородке:		
не доходящий до пола		
доходящий до пола		
Проем оконный без четвертей		
Проем оконный с четвертями		

Таблица 2 Условные изображения открывания окон на фасаде

Наименование	Изображение
--------------	-------------

Переплёт одинарный и спаренный  
сбоковым подвесом:

открывающийся наружу

открывающийся внутрь помещения

Переплёт одинарный и спаренный  
сверхним подвесом:

открывающийся наружу

открывающийся внутрь помещения

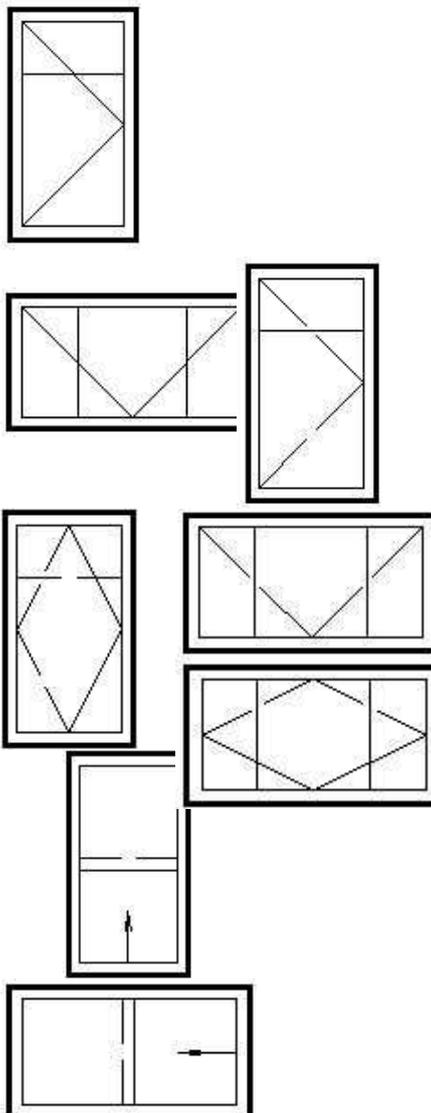
Переплёт одинарный и спаренный  
сосредним подвесом:

горизонтальным

вертикальным

Переплёт одинарный и спаренный:  
с подъёмом

раздвижной



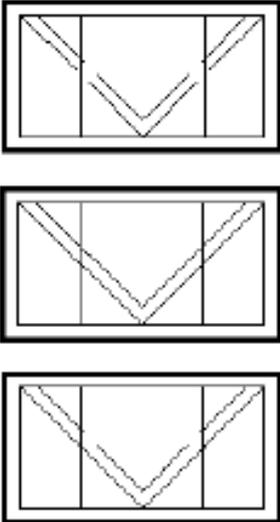
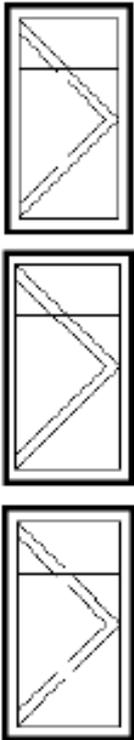
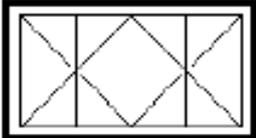
1	2
<p><u>Переплет глухой или без обозначения открытия</u></p>	
<p><u>Переплет двойной с верхним подвесом, открывающийся:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в разные стороны</li> <li>• наружу</li> <li>• внутрь помещения</li> </ul>	
<p><u>Переплет двойной с боковым подвесом, открывающийся:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в разные стороны</li> <li>• наружу</li> <li>• внутрь помещения</li> </ul>	
<p><u>Переплет двойной с верхним и нижним подвесом элементов, открывающихся в разные стороны</u></p>	

Таблица 3 Условное обозначение открывание ворот и дверей на плане

Наименование	Изображение
<p>Дверь (ворота) однопольная в проеме без четвертей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• левая</li> <li>• правая</li> </ul>	
<p>Дверь (ворота) двупольная в проеме без четвертей</p>	
<p>Дверь (ворота распашные) складчатая в проеме без четвертей</p>	
<p>Дверь (ворота) однопольная в проеме с четвертями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• левая</li> <li>• правая</li> </ul>	
<p>Дверь (ворота) двупольная в проеме с четвертями</p>	
<p>Дверь однопольная с качающимся полотном</p>	
<p>Дверь (ворота) откатная однопольная</p>	
<p>Дверь (ворота) раздвижная двупольная</p>	
<p>Дверь (ворота) подъемная</p>	
<p>Дверь вращающаяся</p>	

Таблица 4 Условное обозначение лестниц и пандусов

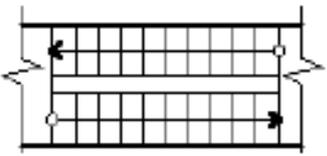
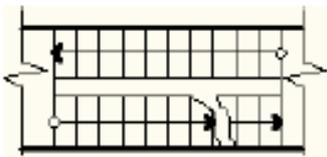
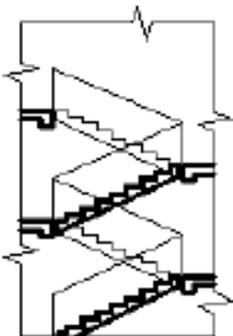
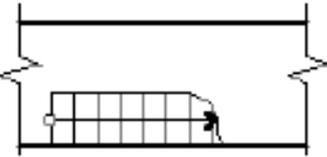
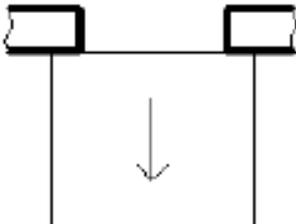
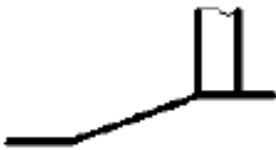
Наименование	Изображение		
	для планов	для разрезов	
<p><u>Лестница:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• верхний марш</li> </ul>		<p>Для архитектурно-строительных чертежей в масштабе М1:100 и мельче</p> <p>Для схем расположения элементов сборных конструкций</p>	
			
			
<u>Пандус</u>			

Таблица 5 Условное изображение различных каналов в стенах

Наименование	Изображение	
	для планов	для разрезов
1	2	3
Трубы (кроме заводских и котельных), шахты и каналы при изображении в М1:200 независимо от функционального назначения		—
Трубы (кроме заводских и котельных), шахты и каналы при изображении в М1:50 и М1:100		—
• Дымоход (твердое топливо)		—
• Дымоход (жидкое топливо)		—
• Канал для вытяжки отходящих газов от газовых приборов		—
• Вентиляционные шахты и каналы		—

Наименование	Изображение	
	для планов	для разрезов
1	2	3
<p>Дымоходы, вентиляционные шахты и каналы, изогнутые и с переменным сечением:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дымоходы изогнутые (в стене)</li> <li>• дымоходы, каналы с ответвлением</li> <li>• сборная часть вентиляционной шахты с переменным сечением</li> </ul>		

## Чертежи планов зданий

Строительные чертежи зданий и инженерных сооружений составляют по общим правилам прямоугольного (ортогонального) проецирования на основные плоскости проекций. План должен располагаться на листе так же, как на генеральном плане.

**План** – это изображение разреза здания, рассеченного мнимой горизонтальной плоскостью, проходящей на определенном уровне, как показано на рисунке 5. Согласно ГОСТ 21.501–93 эту плоскость следует располагать на  $1/3$  высоты изображаемого этажа. Для жилых и общественных зданий мнимую секущую плоскость располагают в пределах дверных и оконных проемов этажа.

На чертеже плана здания показывается то, что попадает в секущую плоскость и что расположено под нею. Таким образом, план здания является его горизонтальным разрезом.

План здания дает представление о форме здания в плане и взаимном расположении отдельных помещений. На плане здания показывают оконные и дверные проемы, расположение перегородок и капитальных стен, встроенных шкафов, санитарно – техническое оборудование и т.п. Санитарно-техническое оборудование вычерчивают на плане здания в том же масштабе, что и план здания.

Если план, фасад и разрез здания размещены на одном листе, то план располагают под фасадом в проекционной связи с ним. Однако из-за больших размеров изображений, планы обычно помещают на отдельных листах, при этом длинная сторона их располагается вдоль листа.

Приступая к вычерчиванию плана, следует помнить, что сторону плана, соответствующую главному фасаду здания, рекомендуется обращать к нижнему краю листа. Определяя на листе место для чертежа плана здания, следует учитывать наносимые размеры и маркировку координационных осей. Поэтому чертеж плана должен располагаться примерно на расстоянии 75 - 80 мм от рамки листа. В конкретных случаях эти размеры могут меняться. После определения местоположения плана на листе и его масштаба приступают к вычерчиванию.

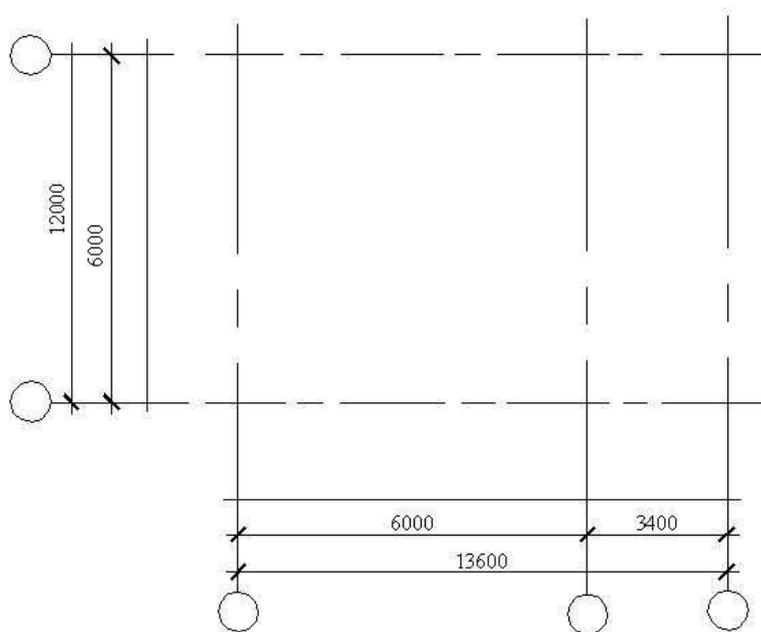
План здания рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Прочертить штрихпунктирной линией толщиной 0,3...0,4мм координационные оси плана, продольные и поперечные, как показано на рисунке 6. Эти оси служат для привязки здания к строительной координатной сетке, а также для определения положения несущих конструкций, так как эти оси проводят только по капитальным стенам и колоннам.

Для маркировки осей на стороне здания с большим их числом используют арабские цифры 1, 2, 3, и т.д. Чаще всего большее число осей проходит поперек здания. Для маркировки осей на стороне здания с меньшим их числом пользуются буквами русского алфавита А, Б, В и т.д. Буквами маркируют, как правило, оси, идущие вдоль здания. При маркировке осей не рекомендуется употреблять буквы: З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ы, Ь, Ъ. Маркировку осей ведут слева направо и снизу вверх. Пропуски в порядковой нумерации и алфавите при обозначении координационных осей не допускаются. Обычно маркировочные кружки (диаметр их 6...12 мм) располагают с левой и нижней стороны здания.

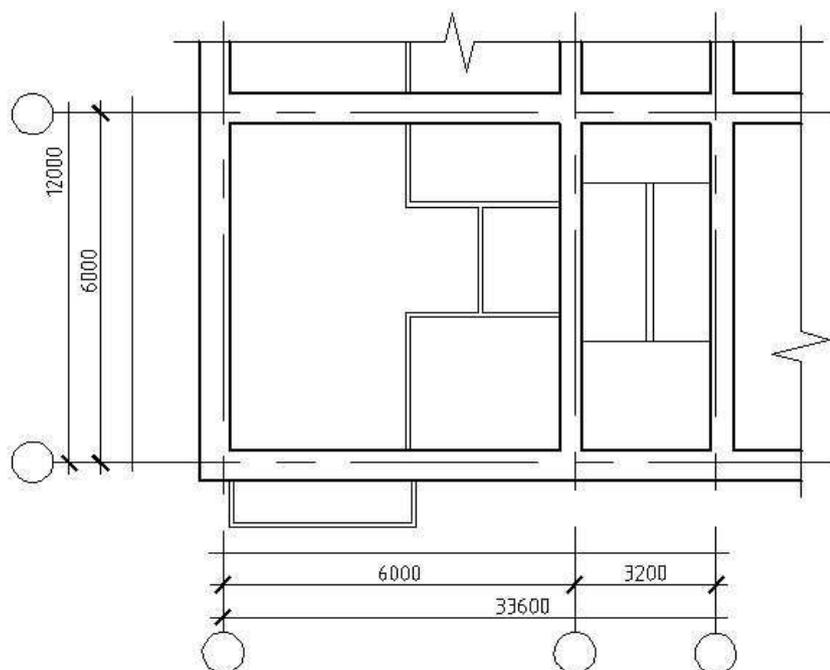


**Рисунок 5**



**Рисунок 6**

2. С учетом привязки осей по МКРС (модульная координация размеров в строительстве) и толщины стен, прорчерчивают тонкими линиями контуры продольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен, рисунок 7.



**Рисунок 7**

Капитальные стены привязывают к координационным осям, т.е. определяют расстояния от внутренней и наружной плоскости стены до координационной оси здания, причем ось можно не проводить на всем протяжении стены, а провести лишь на величину, необходимую для простановки размеров привязки. Координационные оси не всегда должны совпадать с геометрическими осями стен. Их положение следует задавать с учетом координационных размеров, используемых стандартных пролетных конструкций балок, ферм или плит перекрытия. В зданиях с несущими продольными и поперечными стенами привязку выполняют в соответствии со следующими указаниями.

В наружных несущих стенах координационная ось проходит от внутренней плоскости стен на расстоянии, равном половине номинальной толщины внутренней несущей стены, кратном модулю или его половине. В кирпичных стенах это расстояние чаще всего принимают равным 200 мм, или равным модулю, т.е. 100 мм, рисунок 8а. В наружных самонесущих стенах, если панели перекрытий не заходят в нее, для удобства расчета количества стандартных элементов перекрытия координационную ось совмещают с внутренней гранью стены, что получило наименование *нулевой привязки*, рисунок 8б. Если элементы перекрытия опираются на наружную стену по всей ее толщине, координационная ось совмещается с наружной гранью стены, рисунок 2.8в. Во внутренних стенах геометрическая ось симметрии совмещается с координационной осью, рисунок 8г. Отступление от этого правила допускается для стен лестничных клеток и стен с вентиляционными каналами.

3. Вычерчивают контуры перегородок двумя тонкими линиями, рисунок 9. Необходимо обратить внимание на различие в присоединении наружных и внутренних капитальных стен и капитальных стен и перегородок.

Кроме стен и перегородок на этой стадии изображают лестничные марши. Зазор между маршами 100–200 мм. Ширина проступей – 300 мм.



Рисунок 8

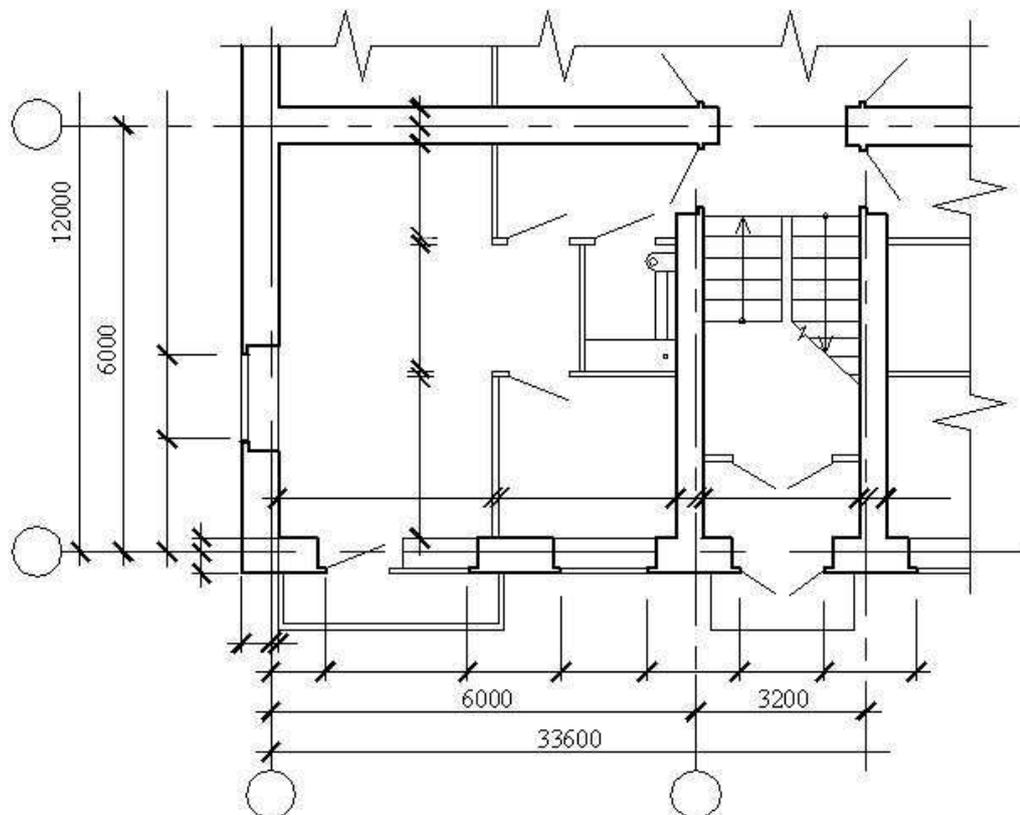


Рисунок 9

4. Выполняют разбивку оконных и дверных проемов.

Условное обозначение оконных и дверных проемов с заполнением и без него изображают согласно ГОСТ 21.501–93. При вычерчивании плана в масштабе 1:50 или 1:100 при наличии в проемах четвертей их условное изображение дают на чертеже. Следует иметь в виду, что размеры проемов указаны в ГОСТе без учета четвертей, поэтому на чертежах размеры проставляют за вычетом четвертей, т.е. из размера проема вычитают 130мм. **Четверть**– это выступ в верхних и боковых частях проемов кирпичных стен, уменьшающий продуваемость и облегчающий крепление коробок, рисунок 10.

Ширина дверей выбирается из ряда: 700 мм для ванной и туалета; 800 мм или 900 мм для комнат и кухни; 900 мм или 1000 мм – входные двери в квартиру; 1200 мм или 1500 мм (двупольные) – входные двери в подъезд. При размещении дверного проема в стене для внутриквартирных дверей нужно исходить из удобства эксплуатации

помещений, предполагаемой расстановки мебели и т.д., что следует учесть при определении направления открывания дверей.

Некоторые рекомендации по размещению дверей: двери в жилые комнаты и кухню должны открываться внутрь помещения; двери, ведущие в ванную и туалет, открываются наружу; двери должны как можно меньше загромождать помещение.

На планах дверные полотна изображают сплошной тонкой линией и открытыми примерно на угол  $30^\circ$  (величину угла на чертеже не указывают). Входные двери в здание открываются только наружу.

5. После изображения окон и дверей показывают расположение сантехнического оборудования: в кухне – мойку и плиту, в туалете – унитаза, в ванной комнате – ванну и умывальник. Условные графические изображения сантехнического оборудования выполняют в соответствии с ГОСТ 2.786-70\* и ГОСТ 21.205-93, размеры наиболее часто встречающегося сантехнического оборудования даны на рисунке 4.

6. Обводят контуры перегородок и капитальных стен линиями соответствующей толщины, проставляют размеры, и площади помещений, как показано на рисунке 11. При выборе толщины линий обводки следует учесть, что не несущие конструкции, в частности контуры перегородок, обводят линиями меньшей толщины, чем несущие капитальные стены.

Размеры, проставляемые снаружи плана здания.

Первая размерная линия (цепочка) с чередующимися размерами простенков и проемов проводится на расстоянии 15...20 мм от внешнего контура плана.

На второй размерной цепочке указывают расстояния между соседними координационными осями.

На третьей размерной цепочке указывают расстояние между крайними координационными осями.

Расстояние между параллельными размерными линиями (цепочками) должно быть не менее 7 мм, а от размерной линии до маркировочного кружка координационной оси – 4 мм. Кружки для обозначения координационных осей принимают диаметром 6...12 мм.

Размеры привязки наружных стен к координационным осям проставляют перед первой размерной цепочкой.

На планах наносят также горизонтальные следы мнимых секущих плоскостей разреза, по которым затем строят изображения разрезов здания. Эти следы представляют собой толстые разомкнутые штрихи толщиной 1 мм со стрелками как показано на рисунке 11. В случае необходимости мнимую плоскость разреза можно изобразить утолщенной штрихпунктирной линией. Направление стрелок, т.е. направление взгляда, рекомендуется принимать снизу-вверх или справа налево. Однако при необходимости можно выбрать и другое направление. В зависимости от положения размерных цепочек и загруженности чертежа их можно располагать у контура плана или за крайней размерной цепочкой как показано на рисунке 11. Секущие плоскости разрезов обозначают буквами русского алфавита или цифрами.

Размеры, проставляемые внутри плана здания.

Внутренние размеры помещений (комнат), толщины перегородок, внутренних стен, размеры дверных проемов проставляют на внутренних размерных линиях (цепочках). Внутренние размерные линии проводят на расстоянии не менее 8...10 мм от стены или перегородки.

Указывают ширину и длину лестничной клетки, координационные размеры ширины площадок, длину горизонтальной проекции маршей.

Цифру размера площади с точностью до  $0,01\text{м}^2$  проставляют на плане на свободном месте, ближе к правому нижнему углу каждого помещения, подчеркивая ее сплошной основной линией.

Проставляют высоту этажной и междуэтажной площадок, а для первого этажа – входной площадки, в прямоугольнике с точностью до третьей значащей цифры после запятой с указанием знака «+» или «-».

Над чертежом плана делают надпись. Для промышленных зданий это будет указание об уровне пола производственного помещения или площадки по типу «План на отм. +2,500». Слово «отметка» пишут сокращенно. Для гражданских зданий в надписи можно писать наименование этажа по типу «План 1-го этажа». Надписи не подчеркивают.

На плане указывают наименование помещений. Если размер изображения не позволяет делать надпись на чертеже, то помещения нумеруют, их наименование приводят в экспликации. Маркировочные цифры помещают в кружках диаметром 6 – 8 мм.

Чертежи планов этажей сопровождают экспликацией помещений; ведомостями отделки помещений и т.д. Формы и размеры экспликаций и ведомостей приведены на рисунке 12.

Рекомендуется следующая толщина обводки плана:

- контуры несущих стен, попавших в сечение 0,6 – 0,7мм;
- контуры перегородок 0,3 – 0,4мм;
- контуры элементов, не попавших в разрез, изображение лестниц, сантехнического оборудования 0,3мм;
- толщина выносных, размерных, осевых линий, маркировочных кружков и других вспомогательных линий 0,2мм.

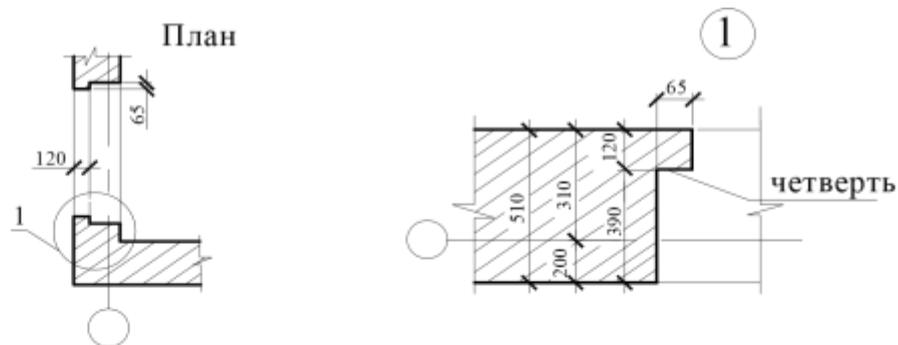


Рисунок 2.10

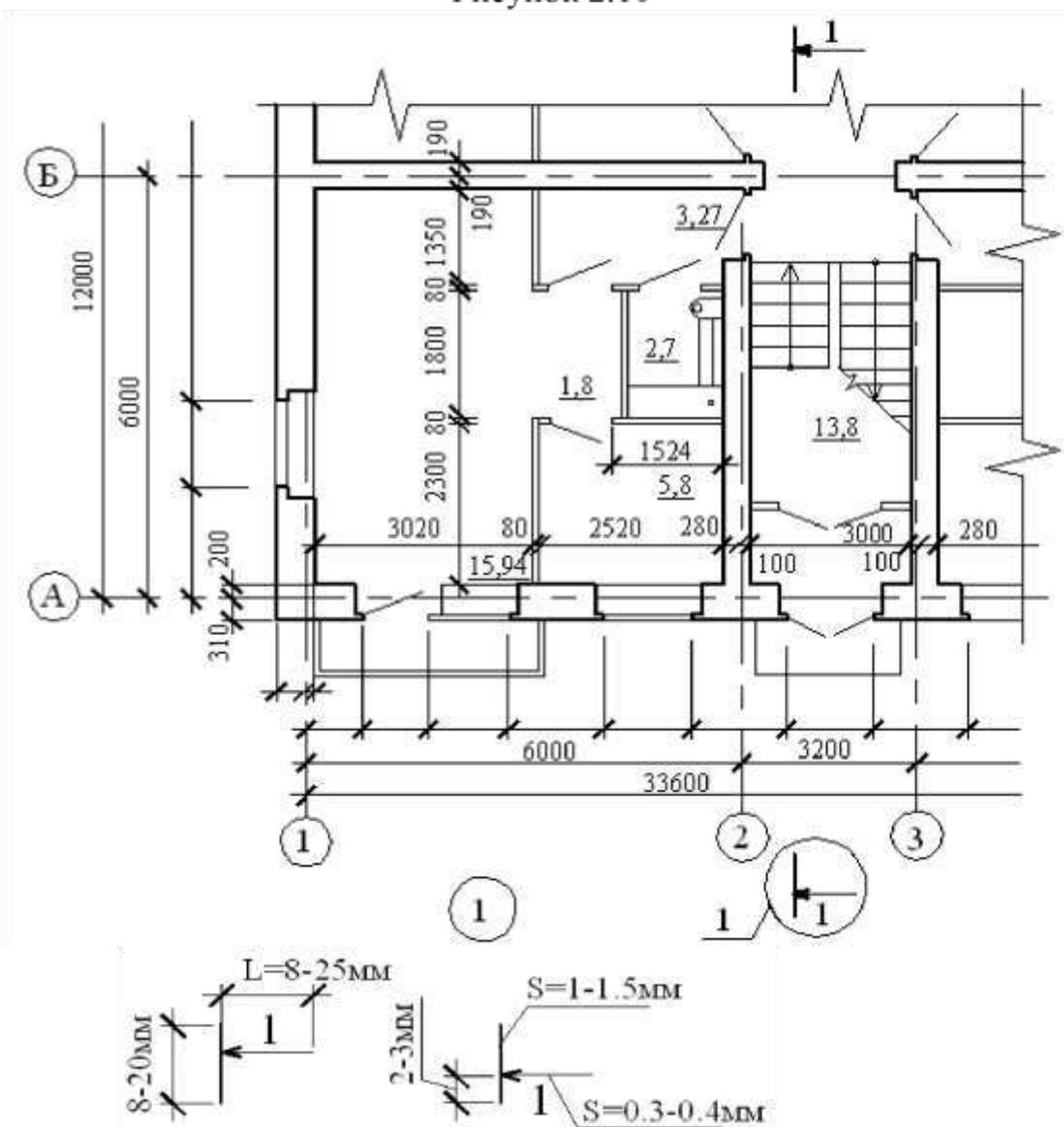


Рисунок 11

### Экспликация помещений

Номер по плану	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения

20  
 8min  
 15      80      20      10  
 125

\* Категория по взрывопожарной и пожарной безопасности.

### Ведомость проемов ворот и дверей

Марка , поз .	Размер проема в кладке	15

min  
 8  
 20      70      90

Рисунок 12

### План крыши

В зданиях с наружным водостоком план крыши дается при сложной конфигурации здания в плане, а также в том случае, когда на крыше имеются надстройка, вентиляционные устройства и т.д.

Крыши могут быть плоские и скатные. **Плоские** крыши имеют уклон до 2,5%. **Скатные** крыши представляют собой несколько пересекающихся наклонных плоскостей – скатов. Скаты крыш, пересекаясь, образуют двугранные углы. Линия пересечения скатов крыши называется **ребром**. Верхнее горизонтальное ребро носит название **конька**. Пересечение скатов крыши, представляющих собой двугранный угол, обращенный книзу, образует разжелобок или **ендову**, как показано на рисунке 2.13. В одном здании все скаты крыши имеют, как правило, одинаковый уклон. Уклон зависит от материала кровли и климатических условий.

При построении геометрического чертежа плана кровли пользуются следующими правилами. При линии слива (часть крыши над карнизом), лежащей в одной горизонтальной плоскости, и одинаковых углах наклона скатов крыши соблюдают следующие правила:

- если имеются два ската крыши с пересекающимися линиями слива, то проекция линии пересечения делит угол, образованный линиями сливов, пополам, как показано на рисунке 14а;
- если имеются два ската крыши с параллельными линиями сливов, то проекция линии пересечения параллельна линиям слива и расположена на равных от них расстояниях - «конек», как показано на рисунке 14б;

- если в какой-нибудь точке сходятся две линии пересечения, то из нее, как правило, идет третья, как показано на рисунке 14а.

Для построения плана кровли план здания делят на ряд прямоугольников. Прямоугольники должны перекрывать друг друга, а каждая их сторона полностью или частично выходить за наружный контур плана. Затем исходя из ранее приведенных положений строят изображения кровли над каждым прямоугольником, начиная с наиболее широкого, как показано на рисунке 14в. На плане кровли оставляют видимые контуры линий пересечения скатов.

Для построения вида спереди или других видов необходимо знать уклон скатов.

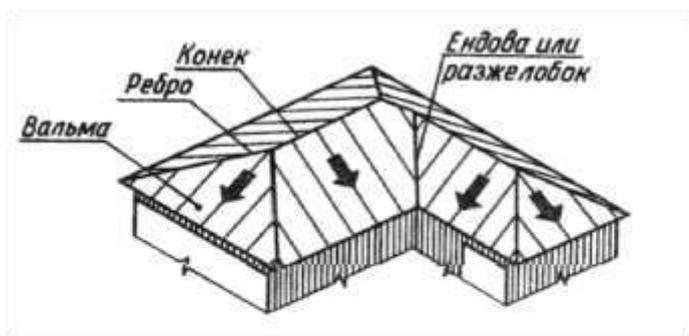


Рисунок 2.13

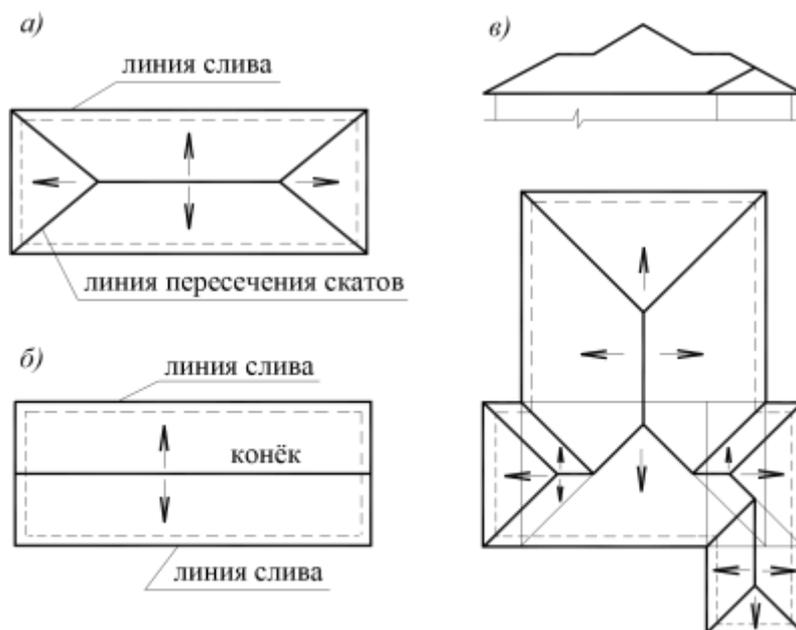
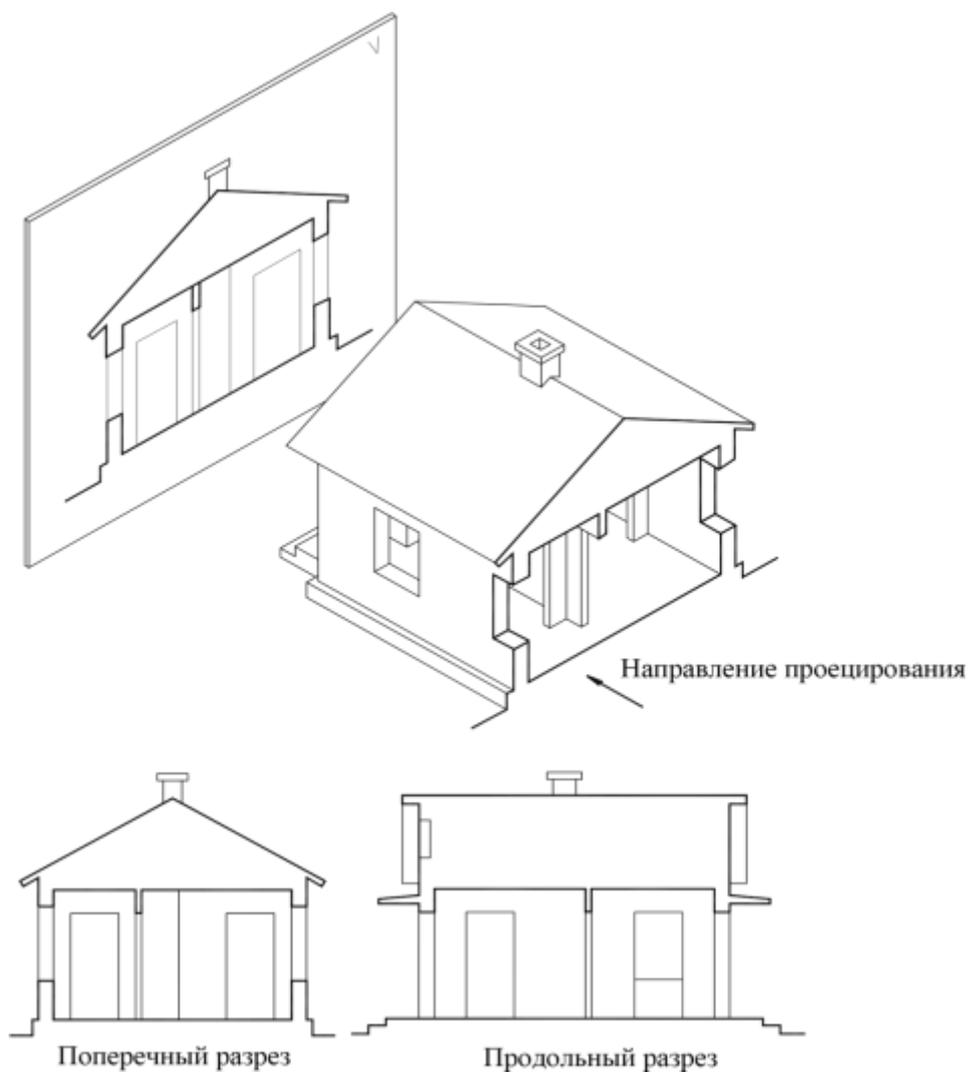


Рисунок 14

### Задание

1. Вычертить и оформить чертеж плана 1 этажа.



## Вычерчивание и оформление чертежа разреза здания.

**Цель:** получение навыков вычерчивания и оформления разрезов в ПП AutoCAD.

### Методический материал

#### Чертежи разрезов зданий

**Разрезом** называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью, рисунок 1. Если плоскость перпендикулярна продольным осям, то разрез называется **поперечным**, а параллельна им – **продольным**. Разрезы на строительных чертежах служат для выявления объемного и конструктивного решения здания, взаимного расположения отдельных конструкций, помещений и т.п.

Разрезы бывают архитектурные и конструктивные.

**Архитектурные разрезы** служат для выявления внутреннего вида помещений и расположения архитектурных элементов интерьера, на которых не показывают конструкции перекрытий, стропил, фундаментов и других элементов, но проставляют высоту помещений, оконных и дверных проемов, цоколя и т.п. Высоты этих элементов чаще всего определяются высотными отметками. Архитектурные разрезы составляют в начальной стадии проектирования для проработки фасада здания. Для строительства здания архитектурный разрез не используется, так как на нем не показаны конструктивные элементы здания, рисунок 2.

**Конструктивные разрезы** выполняют на стадии разработки рабочих чертежей здания, на которых показывают конструктивные элементы здания (фундаменты, стропила, перекрытия), а также наносят необходимые размеры и отметки, рисунок 3.

На рабочих чертежах направление взгляда для разрезов принимают, как правило, по плану – снизу-вверх и справа налево. Иногда при необходимости или в учебных целях направление взгляда принимают слева направо.

Положение секущей плоскости выбирают таким, чтобы она проходила по наиболее важным в конструктивном или архитектурном отношении частям здания: оконным и дверным проемам, лестничным клеткам, балконам и т.д. Следует иметь в виду, что плоскость разреза по лестнице всегда проводят по ближайшим к наблюдателю маршам. При этом марш лестницы, попавшей в разрез, обводят линией большей толщины (сплошная основная), чем контур марша, по которому секущая плоскость не проходит. Контур этого марша обводят сплошной тонкой линией.

На разрезах рекомендуется изображать не все элементы, расположенные за секущей плоскостью, а только те, которые находятся в непосредственной близости от нее.

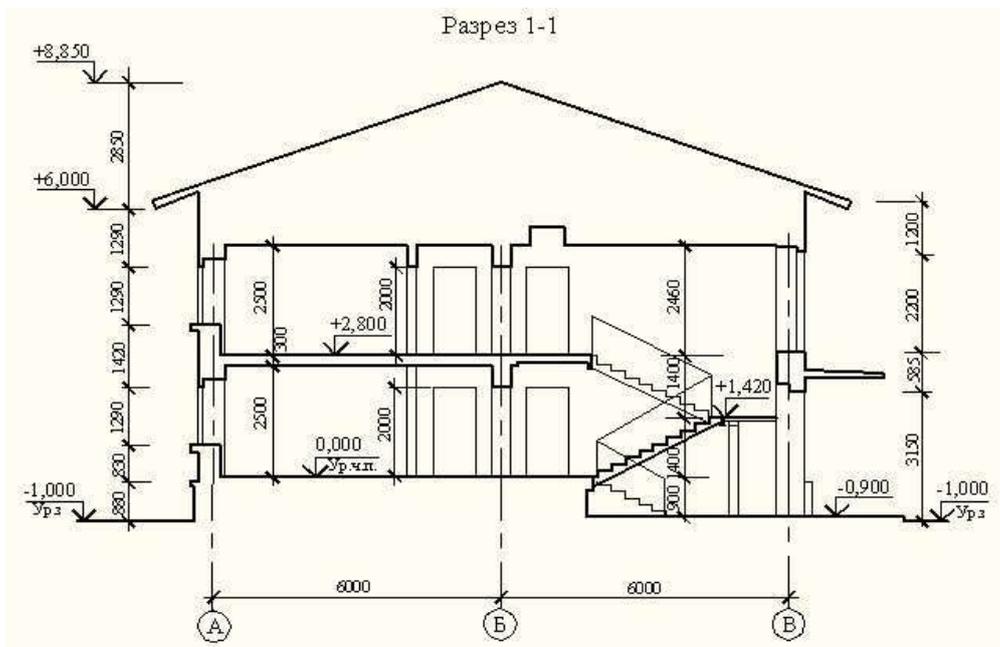


Рисунок 2

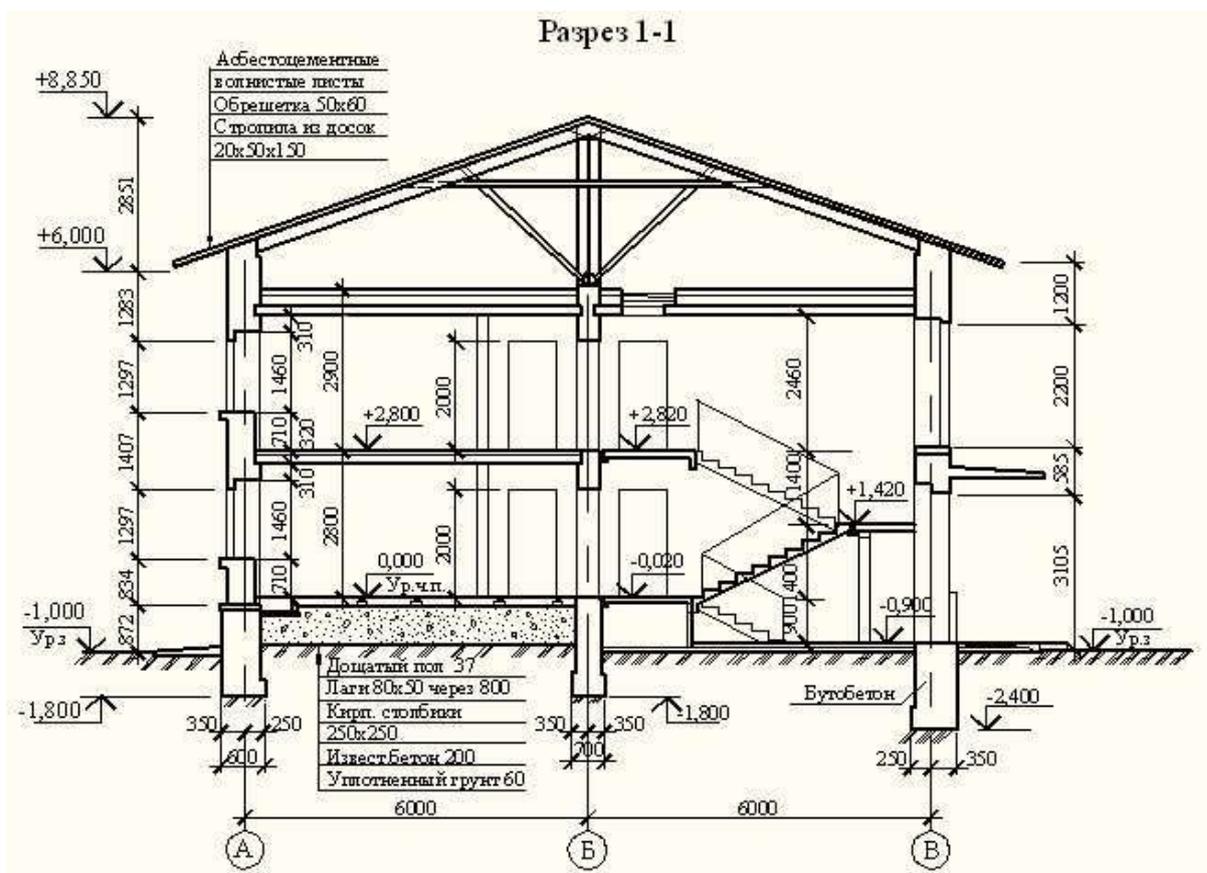


Рисунок 3

При вычерчивании разреза все построения выполняют тонкими линиями в следующем порядке:

- проводят вертикальные координационные оси основных несущих конструкций стен и колонн, перпендикулярно которым чертят горизонтальные линии основных уровней (поверхности земли, пола всех этажей и условно верха чердачного

перекрытия и карниза), рисунок 4. Уровень чистого пола первого этажа принимается за нулевой (0,000) и на чертежах обозначается сокращенно «Ур. ч.п.». Отметка уровня земли на чертежах обозначается – Ур.з. За высоту этажа принято считать расстояние от пола одного этажа до пола другого этажа. Для построения разреза используют размеры, имеющиеся на плане, например, расстояния между координационными осями, толщину стен и перегородок и т.п.;

- наносят тонкими линиями контуры наружных и внутренних стен, перегородок, которые входят в разрез, определяют ширину лестничных площадок, вычерчивают контуры карниза, цоколя и крыши, рисунок 5;

- намечают в наружных и внутренних стенах и перегородках оконные и дверные проемы, а также видимые дверные проемы и другие элементы, расположенные за секущей плоскостью, рисунок 6. Проводят выносные и размерные линии, кружки для маркировки координационных осей и знаки для простановки высотных отметок. Выполняют разбивку лестничных маршей;

- обводят контуры разреза линиями соответствующей толщины, проставляют необходимые размеры, высотные отметки, марки осей, делают поясняющие надписи, указывают наименование разреза, удаляют ненужные линии построения. Все отметки выше нулевой должны быть указаны на чертеже со знаком «+», а ниже – со знаком «-». При изображении на разрезе проемов с четвертями их размеры указывают по наименьшей величине проема. На разрезе должны быть нанесены все необходимые размеры для определения расположения отдельных элементов здания, но не рекомендуется дублировать размеры, имеющиеся на плане. Исключение составляют только размеры между координационными осями.

При обводке разреза рекомендуется применять следующие толщины линий: для контуров сечений – 0,6...0,7 мм; для элементов за секущей плоскостью – 0,3...0,4 мм; для земли – 0,7...0,8 мм; для оборудования – 0,2...0,3 мм.

Пример архитектурного разреза здания приведен на рисунке 7.

Конструктивные разрезы вычерчивают в той же последовательности. Однако более детально вычерчивают конструктивные элементы, для многослойных конструкций даются этажерки, участки сечений заполняются изображением элементов конструкций и графическим обозначением материала, согласно ГОСТ 2.306-68\*.

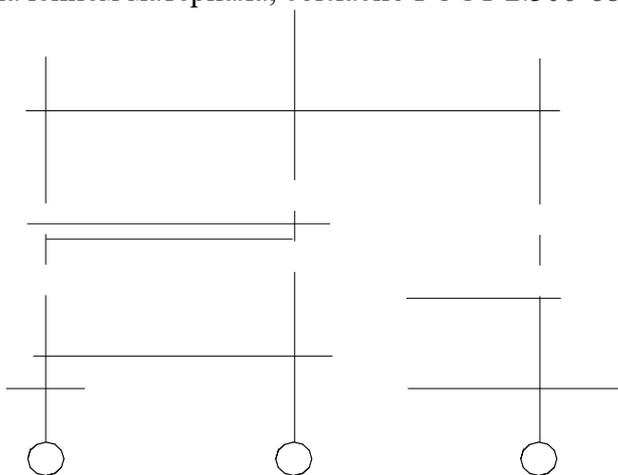


Рисунок 2.18

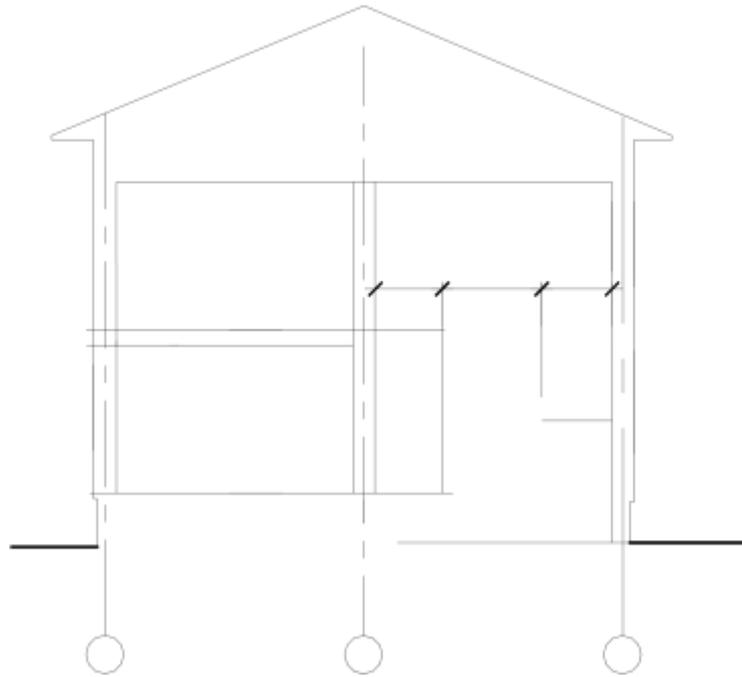


Рисунок 5

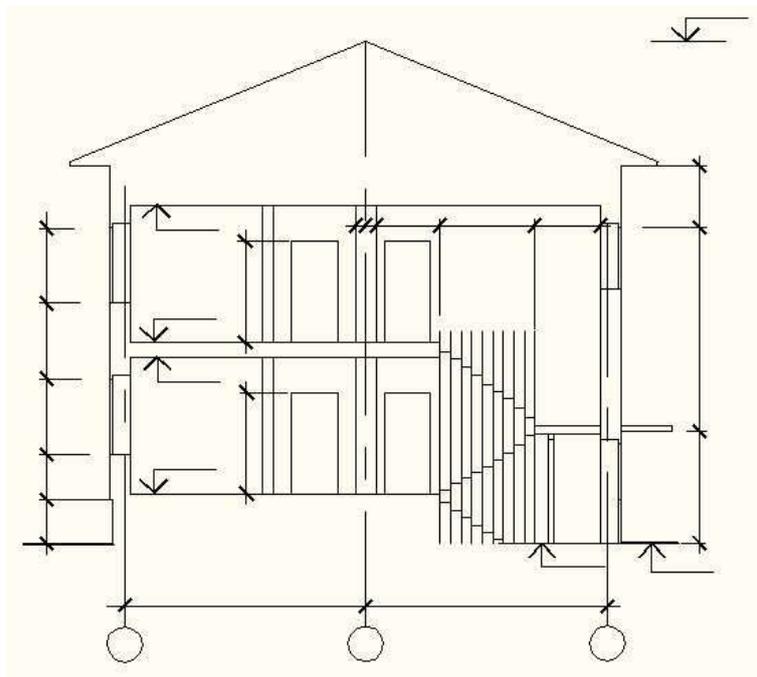


Рисунок 6

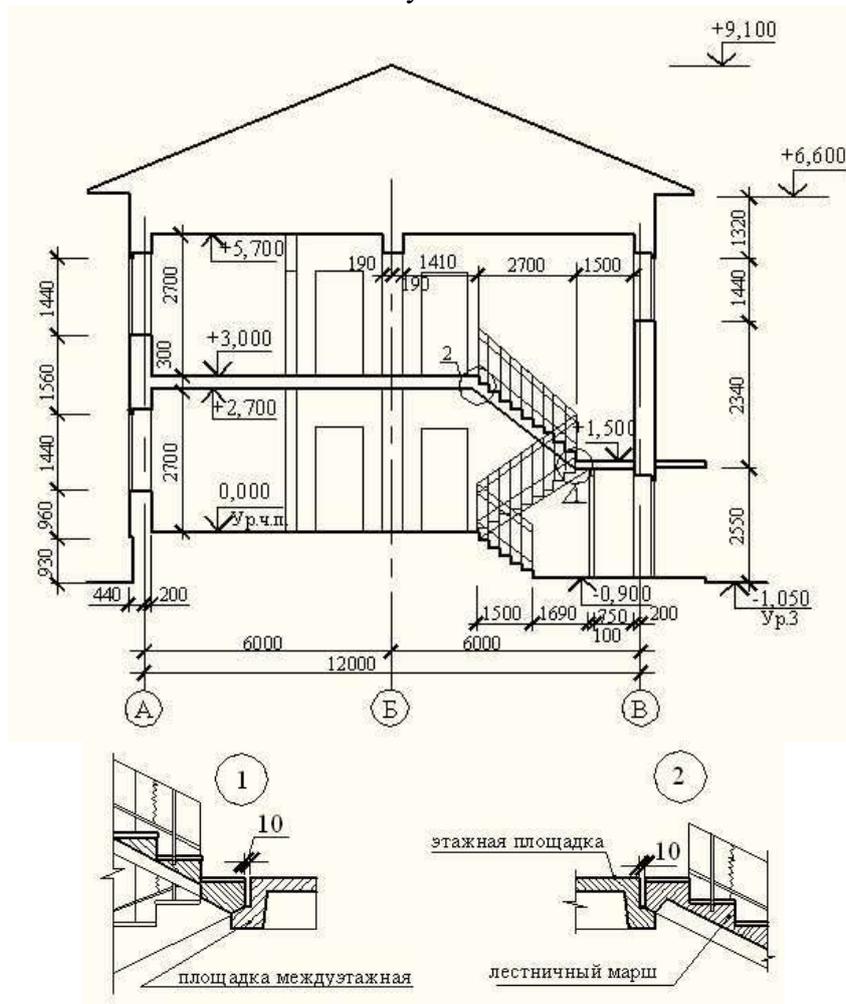


Рисунок 7

**Цель:** получение навыков вычерчивания и оформления фасадов здания в ПП AutoCAD.

### Методический материал

#### Чертежи фасадов зданий

Чертеж фасада дает представление о внешнем виде здания, его архитектуре и о соотношении его отдельных элементов. Различают главный фасад, дворовый и боковые или торцовые фасады. На рабочих чертежах фасадов зданий, как правило, показывают только крайние координационные оси и размер между ними не проставляют. Название фасаду дают по обозначению крайних координационных осей на плане. Например, если на чертеже главного фасада стоит надпись «Фасад 1-5», то на чертеже дворового фасада пишут «Фасад 5-1».

Чертеж фасада, являющийся одной из проекций здания, вычерчивается на основании чертежей плана и разреза, т.е. все горизонтальные линии и места их проведения берут с разреза (уровень земли, отмостка, цоколь, верх и низ проемов, карниз и т. д.), а вертикальные - с плана. Масштаб фасада должен быть минимальным, но достаточным для показа проемов, отверстий в стенах и т.п. На чертежах фасадов желательно указывать трубы наружного водостока, пандусы у ворот, пожарные лестницы, деформационные швы и т.п. Участки стен, выполненные из материала, отличающегося от

материала всего здания, на фасаде выделяют штриховкой. Рисунок оконных переплетов, тип дверей и ворот показывают только на фасадах, выполненных в масштабе 1:100 и крупнее.

Все построения, связанные с вычерчиванием фасада, производят в следующей последовательности:

- проводят горизонтальную линию толщиной, принятой для обводки фасада. Эта линия служит основанием, на котором строят фасад здания;
- проводят тонкими линиями горизонтальные контуры цоколя, низа и верха проемов (оконных и дверных), карниза, конька и других элементов здания;
- вычерчивают вертикальные линии координационных осей, стен, оконных и дверных проемов и т.п.;
- вычерчивают тонкими линиями крыши, если необходимо, то дымовые и вентиляционные трубы, ограждения балконов и другие архитектурные элементы фасада, рисунок 1;
- наносят маркировочные кружки координационных осей, выносные линии и знаки высотных отметок, а при необходимости и размерные линии. На чертежах фасадов зданий справа и слева проставляют высотные отметки уровня земли, цоколя, низа и верха проемов, карниза и верха кровли. Высотные отметки выше нулевой указать со знаком «+», ниже нулевой – со знаком «-». Палочку отметки желательно развернуть в сторону от изображения;
- после проверки соответствия фасада с планом и разрезом проводят окончательную обводку фасада, рисунок 2. Видимые контуры на чертежах фасадов выполняют сплошной основной линией, а линию контура земли проводят утолщенной линией, выходящей за контур фасада примерно на 30 – 40мм.

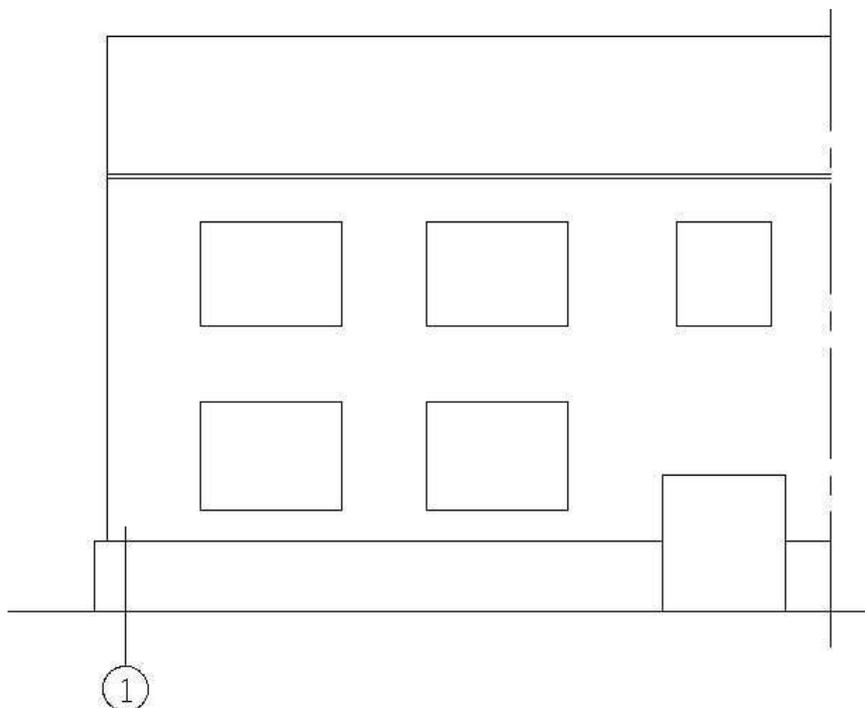


Рисунок 1

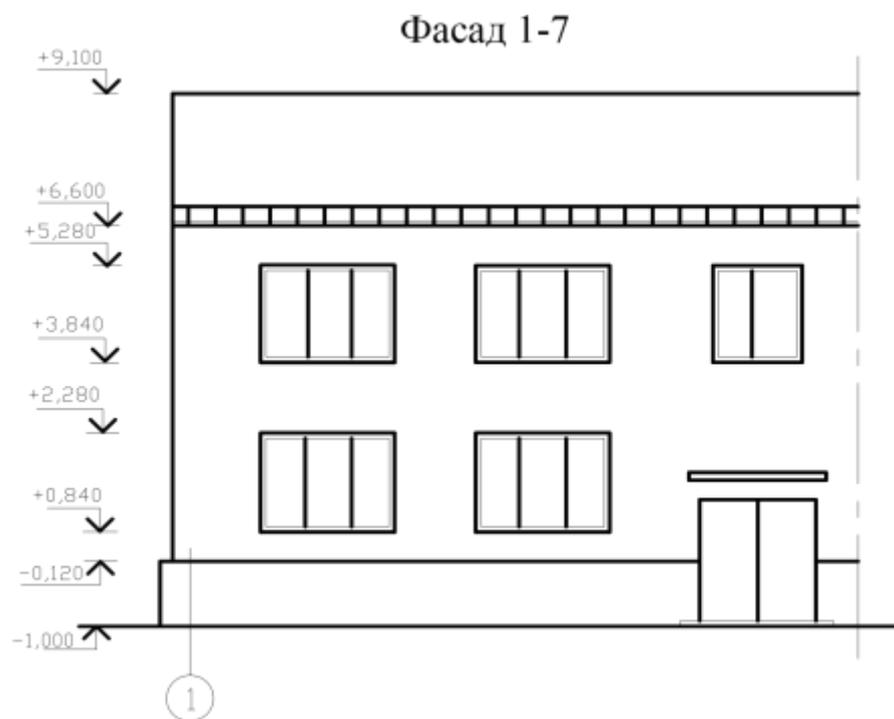


Рисунок 2

**Тема 3.2. Построение сечений и разрезов на чертежах**

## Практическое занятие №42.

### Сечения и разрезы: Построение сечений. Построение разрезов.

#### Графическая работа №11 Построение сечений и разрезов на чертежах

**Цель:** развитие пространственного воображения и приобретение навыков в решении технических задач. Приобретение навыков построения аксонометрических проекций, сечений и разрезов.

#### Методический материал

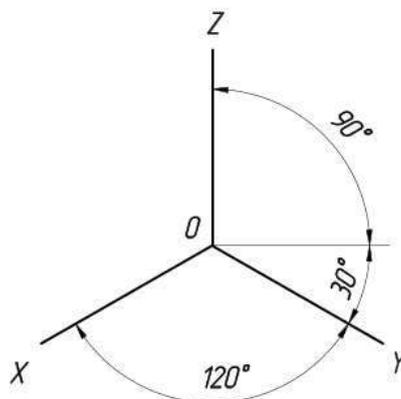
Для того чтобы наиболее наглядно передать форму изделий и предметов, ясно и понятно представить схемы взаимодействия различных деталей, по мере надобности применяются аксонометрические проекции.

#### Перечень основных видов аксонометрических проекций:

##### Прямоугольная изометрическая проекция

Проекция этого вида отличается тем, что в ней оси аксонометрии располагаются друг по отношению к другу под углом  $120^\circ$ . При этом искажения изображения по всем аксонометрическим осям имеют один и тот же коэффициент, равный  $0,82$ .

Чтобы упростить изометрическую проекцию, по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$ , как правило, выполняют без искажений, то есть его коэффициент выбирают равным единице.

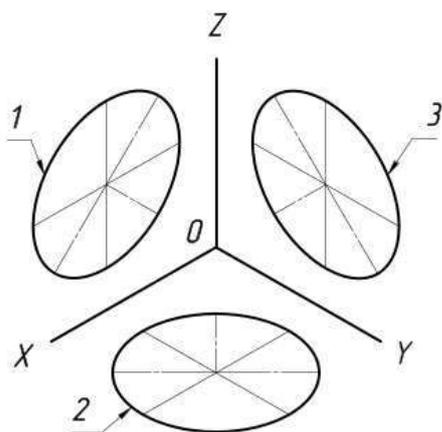


##### Изображение окружностей в прямоугольной изометрии

Если окружности располагаются в тех плоскостях, которые параллельны плоскостям проекций, то в аксонометрической плоскости они изображаются в виде эллипсов.

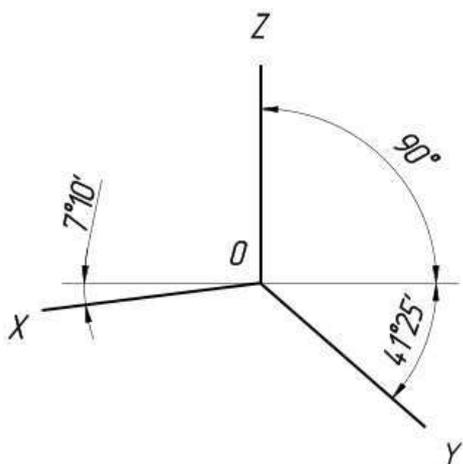
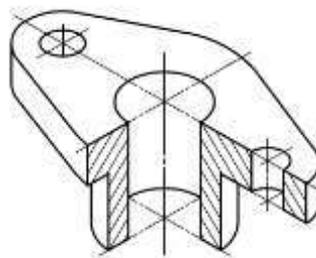
В тех случаях, когда по осям  $x$ ,  $y$ , и  $z$  изометрическая проекция выполняется без искажений, длина большой и малой осей эллипсов составляет, соответственно,  $1,22$  и  $0,71$  от диаметра отображаемой окружности.

В тех случаях, когда по осям  $x$ ,  $y$  и  $z$  изометрическая проекция выполняется с искажениями, длина большой оси эллипсов равняется диаметру отображаемой окружности, а длина малой оси –  $0,58$  от нее.



### Изображение детали в прямоугольной изометрии

Чтобы наиболее наглядно передать особенности формы различных изделий и предметов, их изображают в прямоугольной изометрической проекции.



### Прямоугольная диметрическая проекция

Отличительной особенностью прямоугольной диметрической проекции является то, что она имеет различные коэффициенты искажения по разным аксонометрическим осям: для  $x$  и  $z$  он имеет значение  $0,94$ , а по  $y$ , равна значению  $0,47$ .

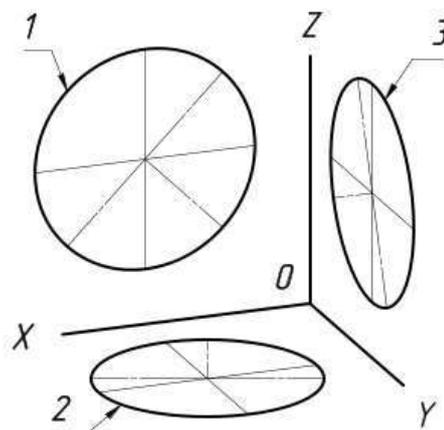
В большинстве случаев диметрическая проекция выполняется с коэффициентом искажения по оси аксонометрии  $y$ , равным  $0,5$ , и по осям аксонометрии  $z$  и  $x$ , равным единице.

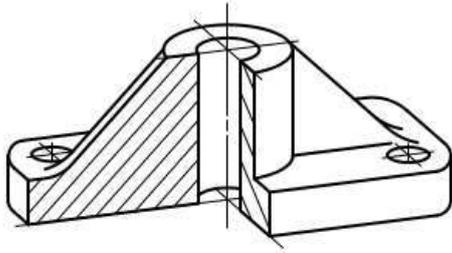
### Изображение окружностей в прямоугольной диметрии

Те окружности, которые располагаются в плоскостях, являющихся параллельными по отношению к плоскости проекции, при проецировании на аксонометрическую плоскость изображаются в виде эллипсов.

В тех случаях, когда диметрическая проекция окружности выполняется в неискаженном виде по осям  $z$  и  $x$ , длина большой оси эллипсов составляет  $1,06$  от диаметра изображаемой окружности, при этом малая ось эллипса под номером  $1$  равна  $0,95$ , а эллипсов под номерами  $2$  и  $3$  равна  $0,35$  диаметра окружности.

В тех случаях, когда диметрическая проекция окружности выполняется в искаженном виде по осям  $x$  и  $z$ , длина больших осей всех эллипсов соответствует диаметру окружности, малой оси эллипса под номером  $1$  равна  $0,9$ , а эллипсов с номерами  $2$  и  $3$  равна  $0,33$  длины диаметров окружности.



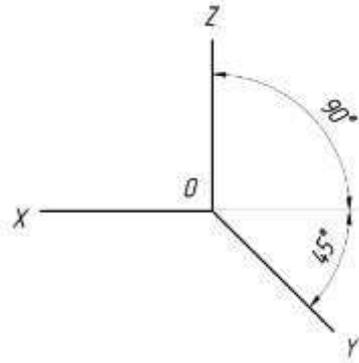


### *Изображение детали в прямоугольной диметрии*

Для того чтобы в печатных изданиях и на некоторых других видах носителей информации представить деталь или изделие наиболее наглядно, ее изображают в прямоугольной диметрии.

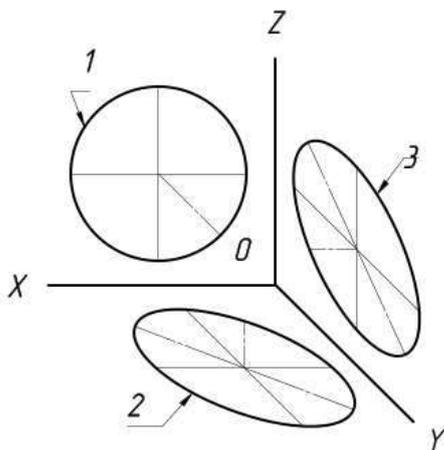
### **Косоугольная фронтальная изометрическая проекция**

Для этой проекции характерно то, что проекции с углом наклона оси  $у$  допускаются располагать с углом наклона от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ . Фронтальная изометрическая проекция по осям  $x$ ,  $у$  и  $z$  искажений не имеет.



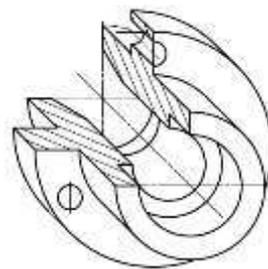
### *Изображения окружности в косоугольной фронтальной изометрии*

Те окружности, которые располагаются в плоскостях, лежащих параллельно фронтальной плоскости проекций, на аксонометрическую плоскость проецируются в виде окружностей. Те окружности, которые располагаются в плоскостях, находящихся параллельно профильной и горизонтальной плоскостям проекций, проецируются в эллипсы. При этом длина их больших осей составляет  $1,3$  диаметра окружности, а малой оси –  $0,54$  диаметра окружности.



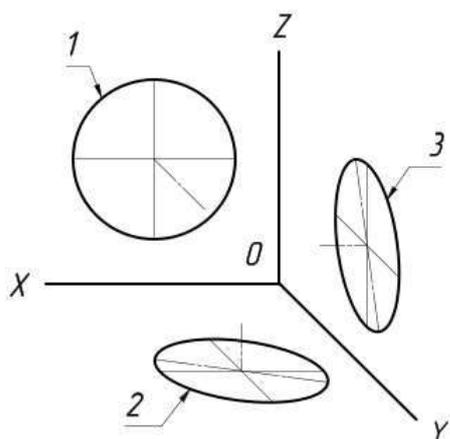
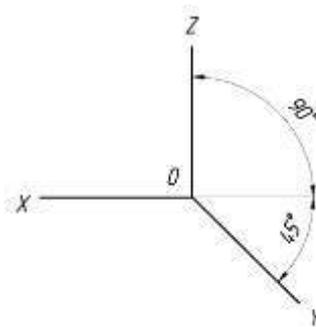
### *Изображение детали в косоугольной фронтальной изометрии*

Изображение деталей в косоугольной фронтальной изометрии, используется для того, чтобы наиболее наглядно передать форму изделий и предметов.



### **Косоугольная фронтальная димерическая проекция**

Отличительной чертой этой проекции является то, что аксонометрическая ось  $y$  может иметь угол наклона от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ . При этом коэффициент искажения по осям  $x$  и  $z$  равняется единице, а по оси  $y$  –  $0,5$ .

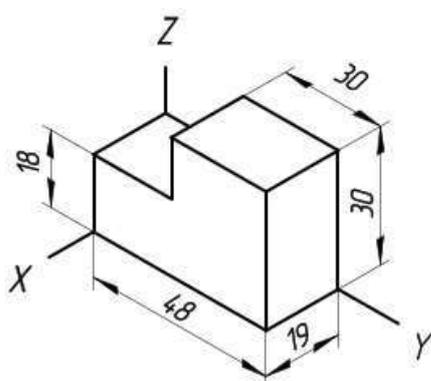
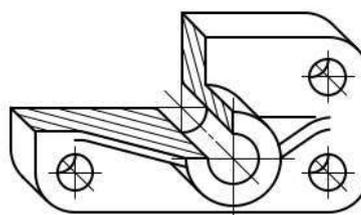


### **Изображения окружности в косоугольной фронтальной диметрии**

Те окружности, которые располагаются в плоскостях, находящихся параллельно фронтальной плоскости проекций, на аксонометрическую плоскость проецируются в окружности. Те окружности, которые располагаются в плоскостях, находящихся параллельно профильной и горизонтальной плоскостям проекций, проецируются в эллипсы. При этом длина их больших осей составляет  $1,07$  диаметра окружности, а малой оси –  $0,33$  диаметра окружности.

### **Изображение детали в косоугольной фронтальной диметрии**

Эта проекция используется для того, чтобы наиболее наглядно передать форму изделий и предметов.

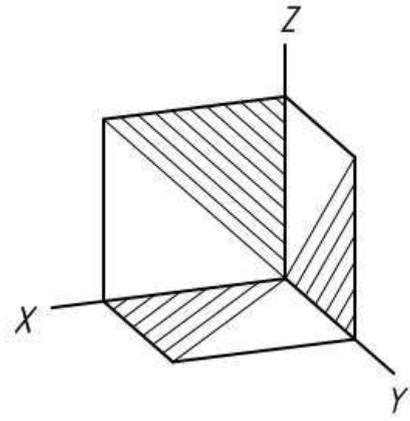
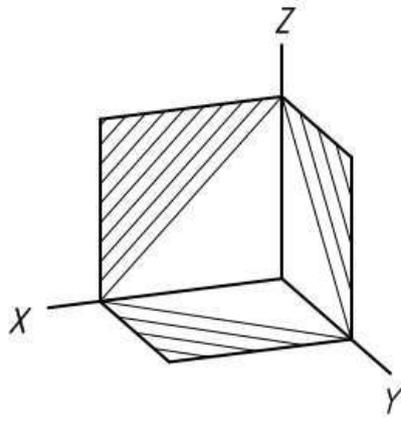


### **Нанесение размеров**

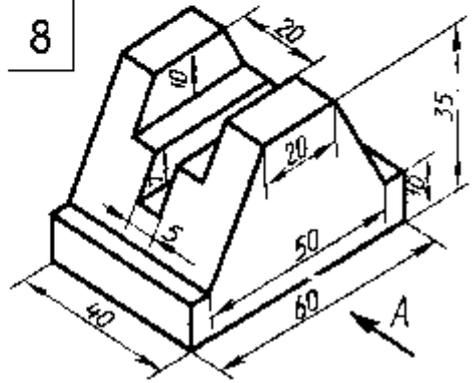
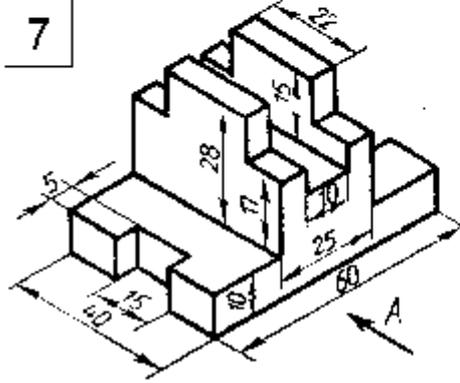
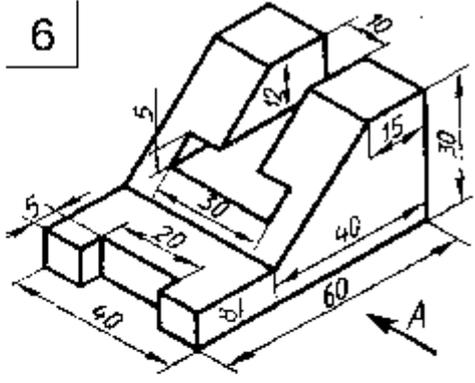
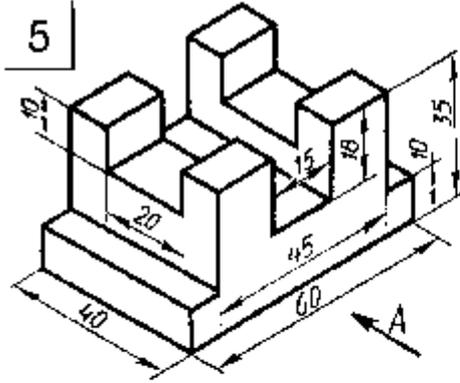
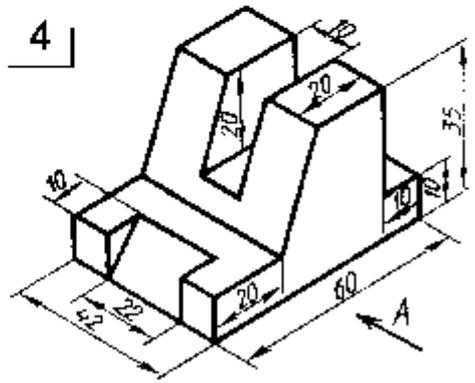
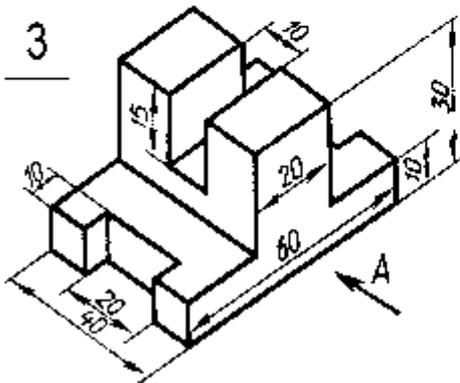
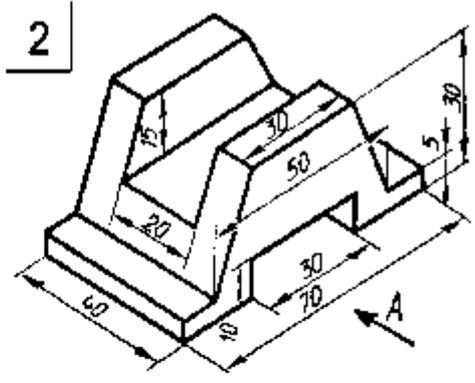
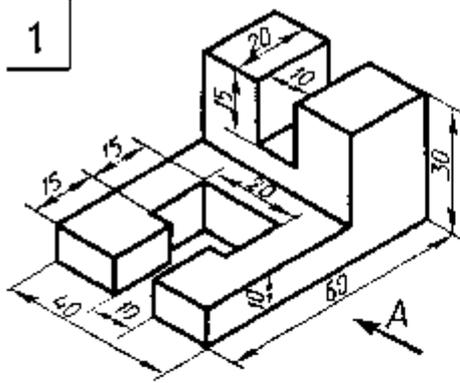
Размерные линии при изображении аксонометрических проекций должны наноситься параллельно измеряемым отрезкам, а выносные – параллельно аксонометрическим осям.

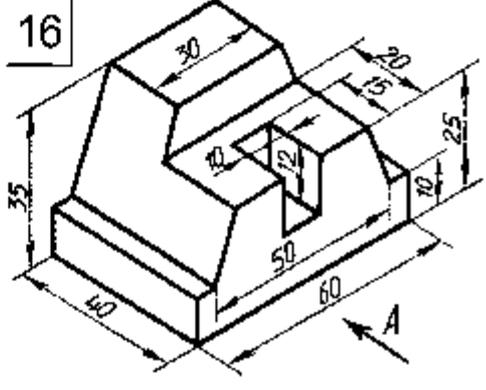
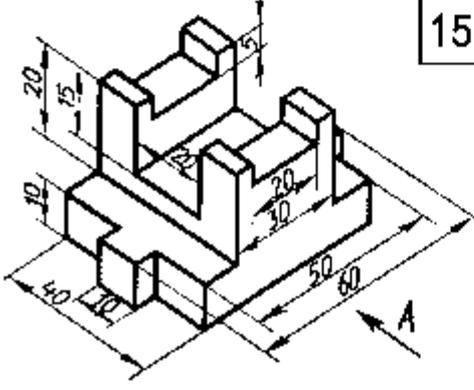
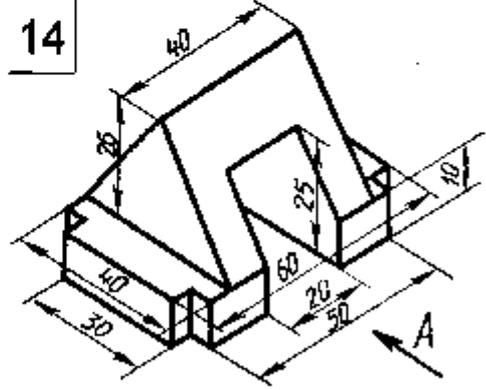
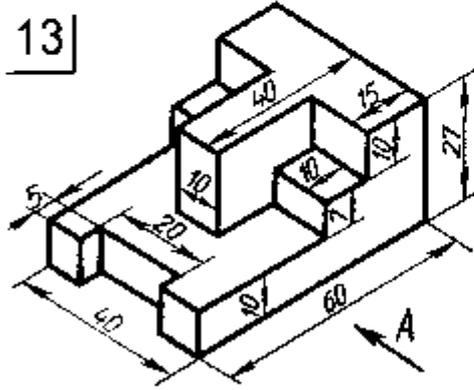
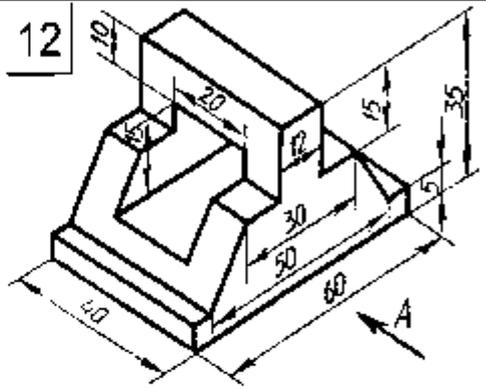
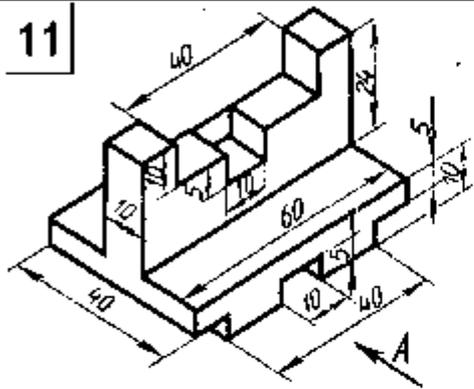
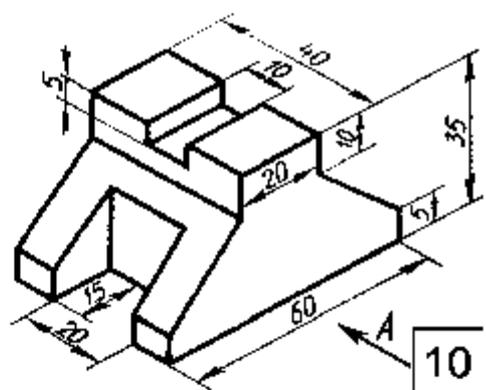
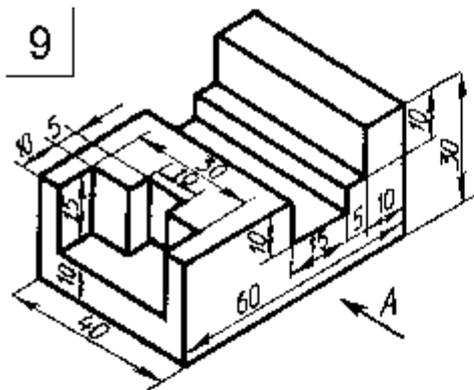
### **Штриховка**

Сечения во всех аксонометрических проекциях наносятся штриховкой. При этом ее линии должны быть параллельны лежащим в соответствующих координатных плоскостях диагоналям проекций квадратов.



**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**





**Практическое занятие №45.**  
**Особые случаи разрезов. Сложные разрезы.**  
**Графическая работа №11.**  
**Построение сечений и разрезов на чертежах.**

**Цель:** закрепление навыков проецирования. Приобретения навыков выполнения разрезов.

**Задание**

По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней части.

Рекомендации по выполнению задания:

1. Пример выполненного задания дан на рис.1;
2. Для выполнения в аксонометрической проекции внутренней формы предмета применяют вырез одной четверти детали;
3. Разрезы в аксонометрических проекциях можно строить двумя способами:

Первый способ. Сначала строят в тонких линиях аксонометрическую проекцию. Затем выполняют вырез, направляя две секущие плоскости по осям  $x$  и  $y$  (рис.2). Удаляют часть изображаемого предмета, после чего штрихуют сечения и обводят изображение сплошными толстыми линиями;

Второй способ. Сначала строят аксонометрические проекции фигур сечения (рис.3а), а затем дочерчивают части изображения предмета, расположенные за секущими плоскостями (рис.3б). Этот способ упрощает построение, освобождает чертеж от лишних линий;

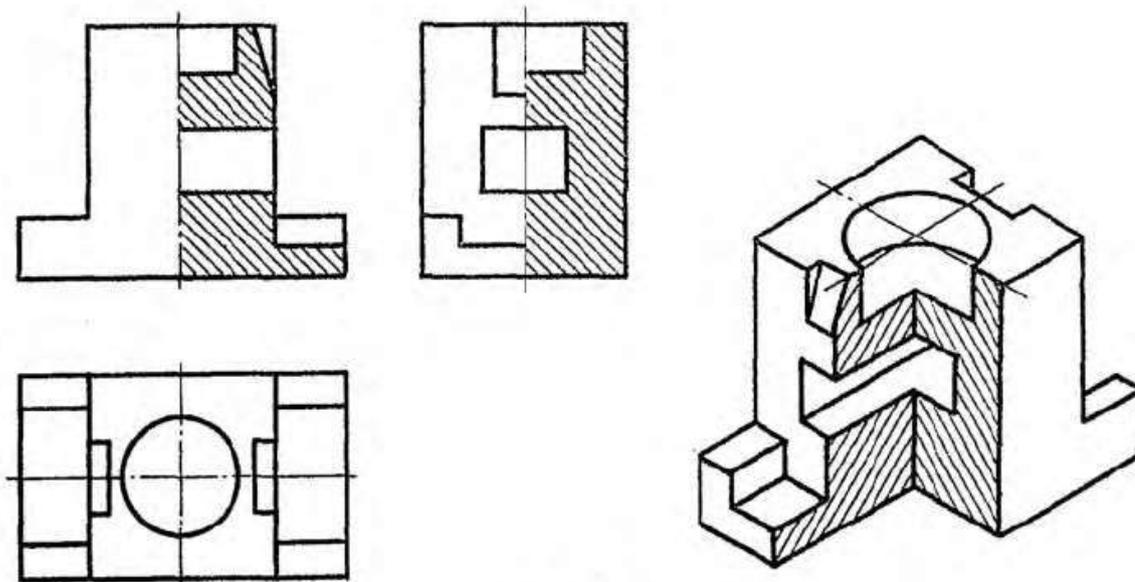


Рис.1

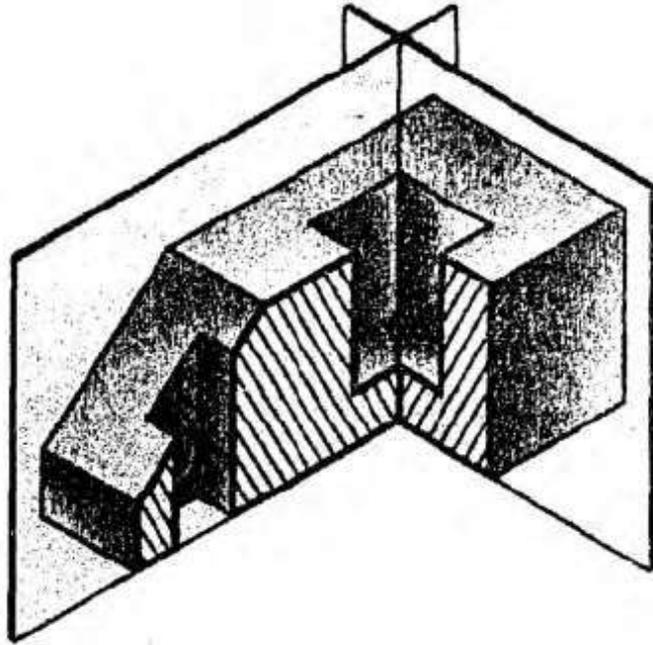


Рис.2

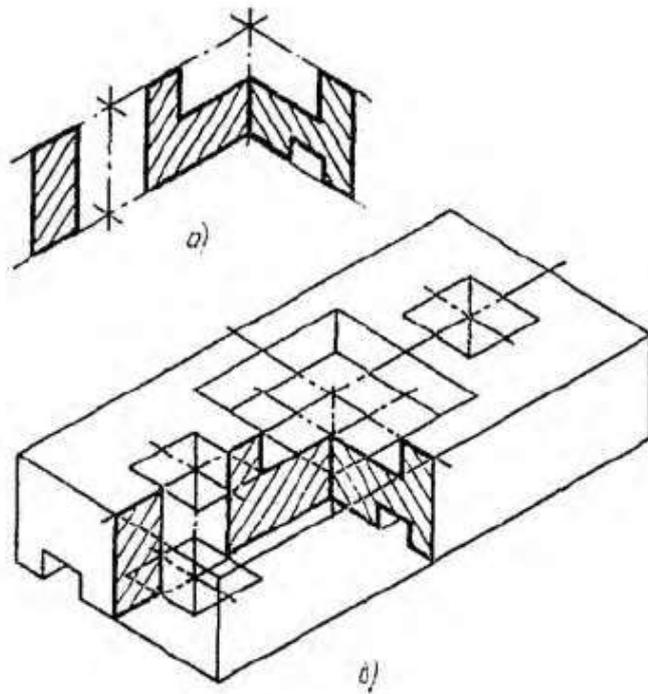
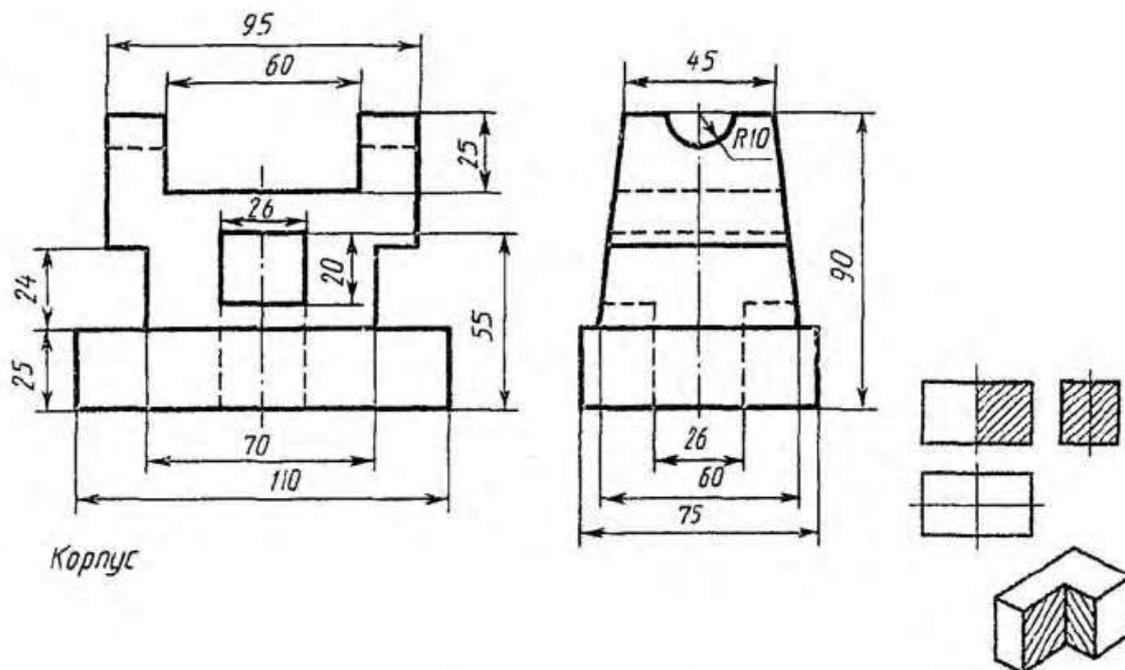


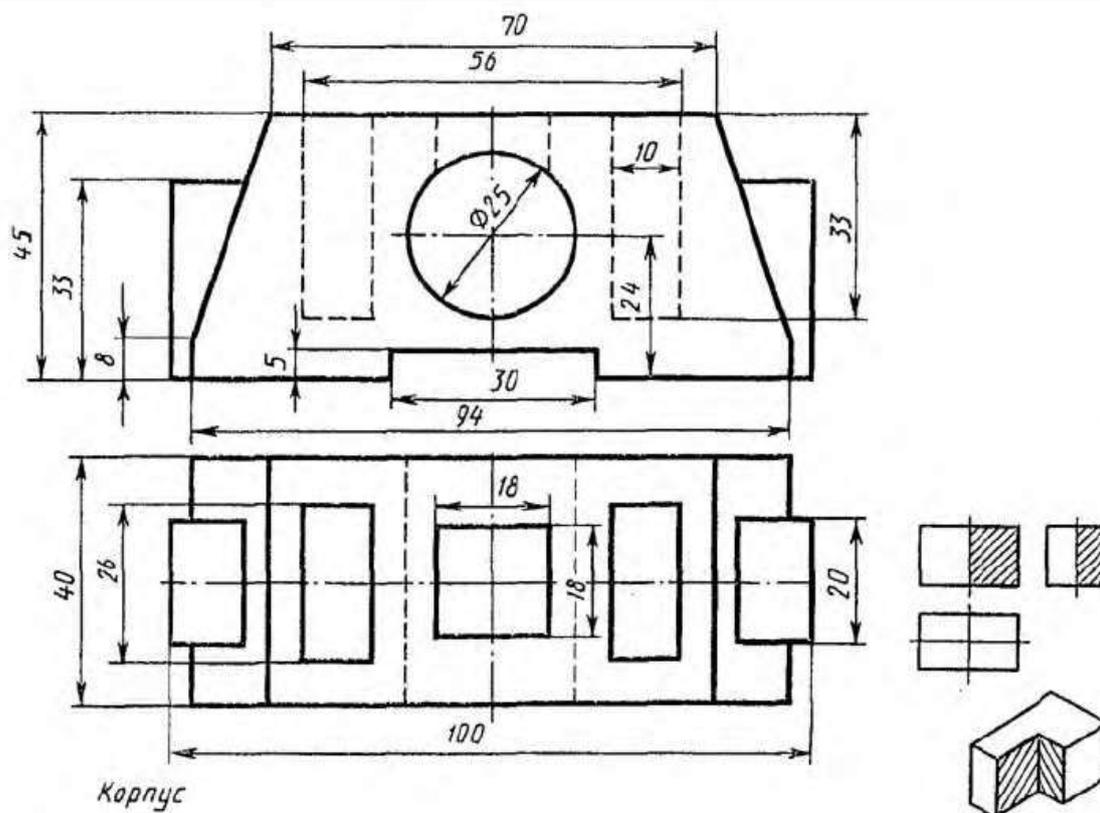
Рис.3

# Варианты задания

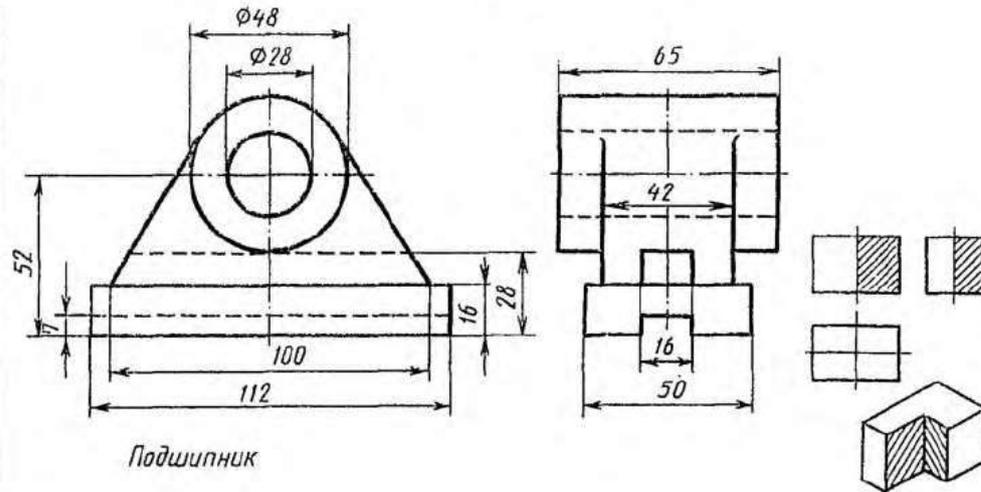
## Вариант 1



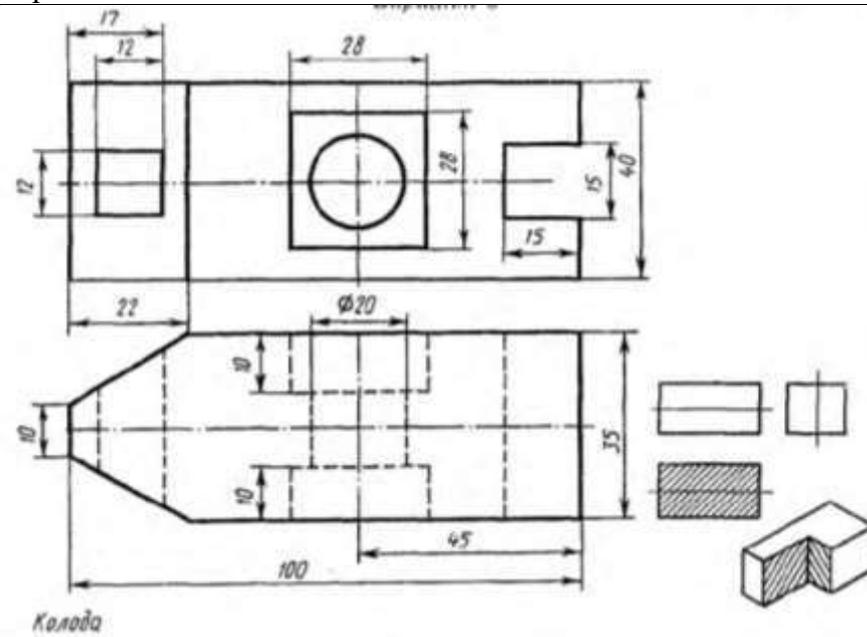
## Вариант 2



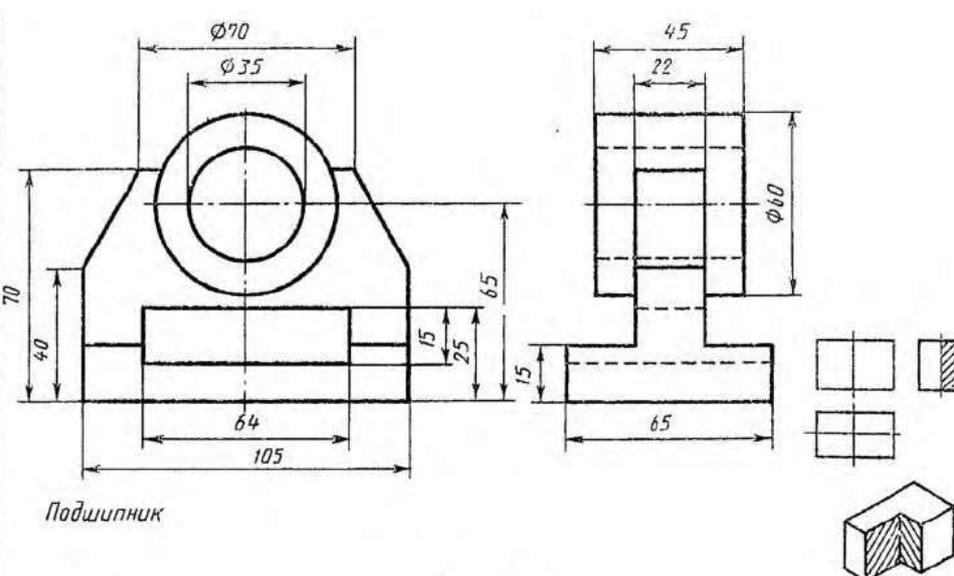
Вариант 3



Вариант 4

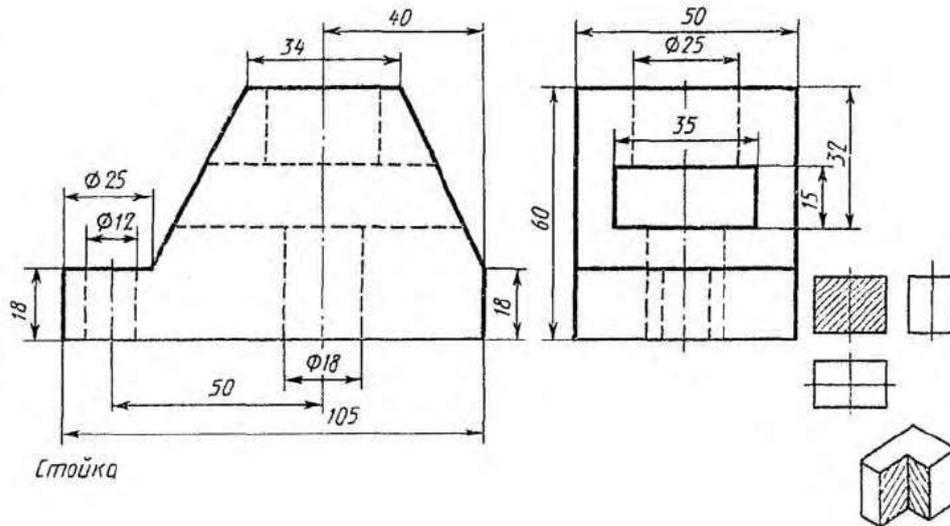


Вариант 5

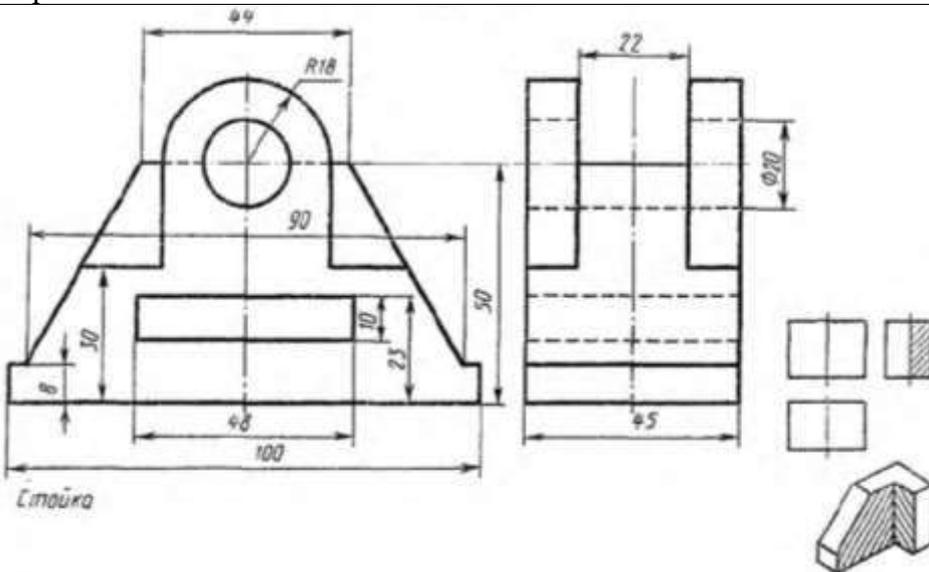




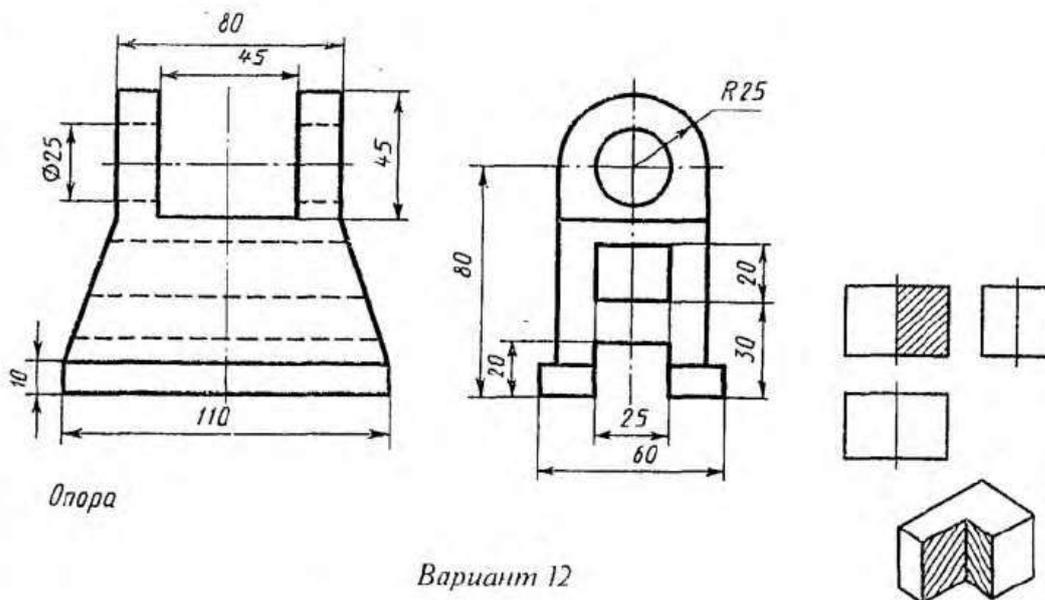
Вариант 6



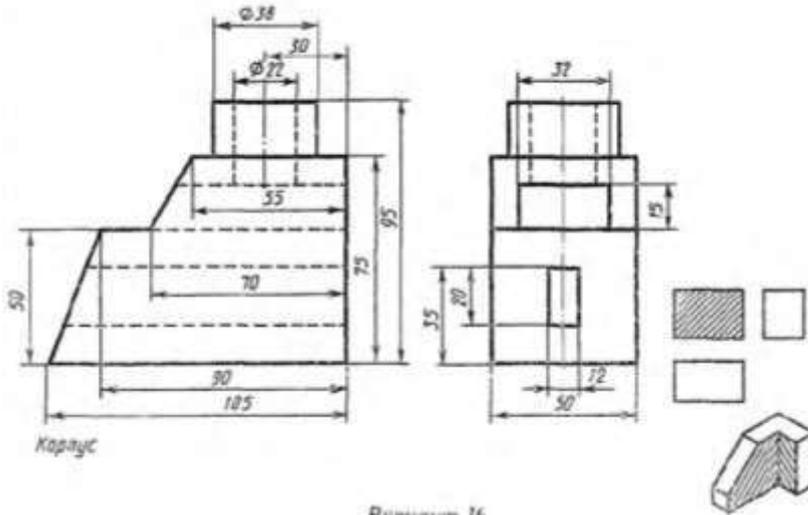
Вариант 7



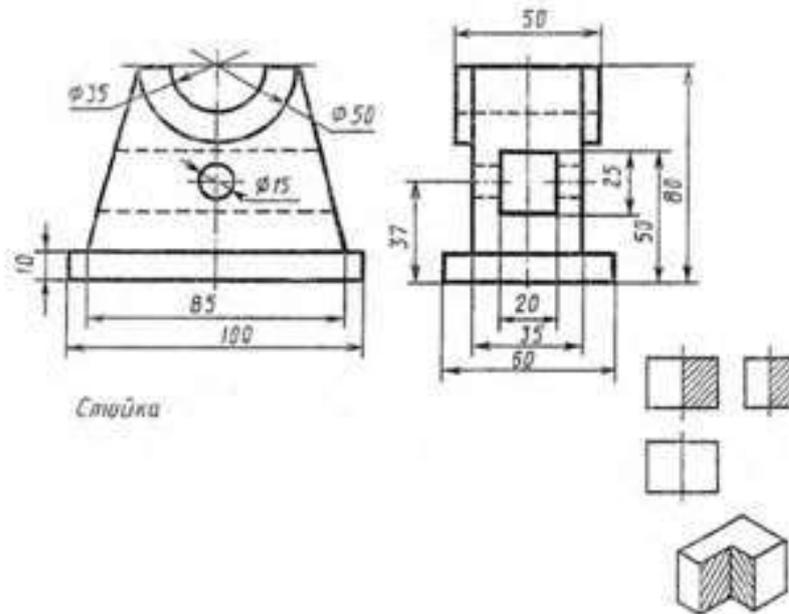
Вариант 8



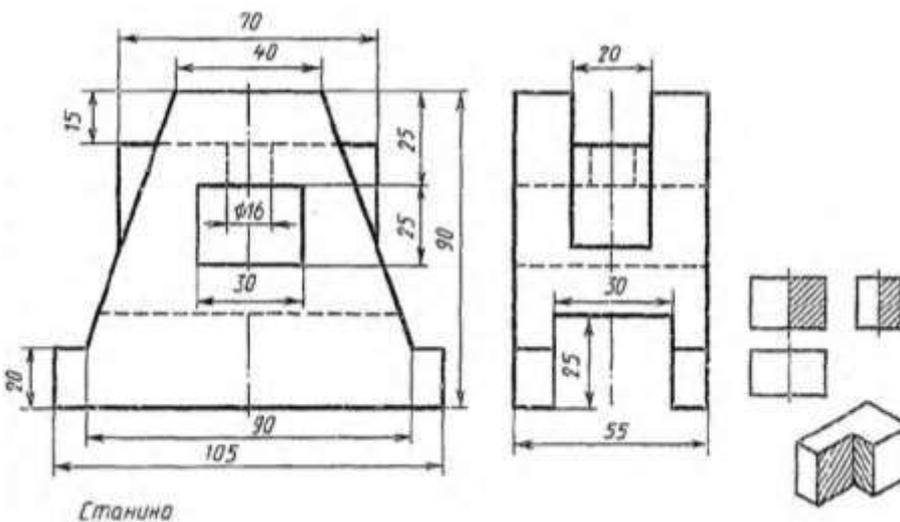
Вариант 9



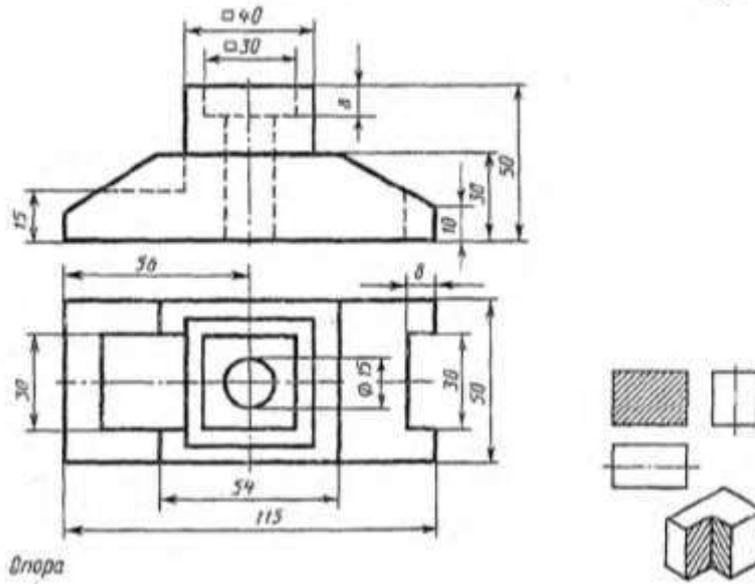
Вариант 10



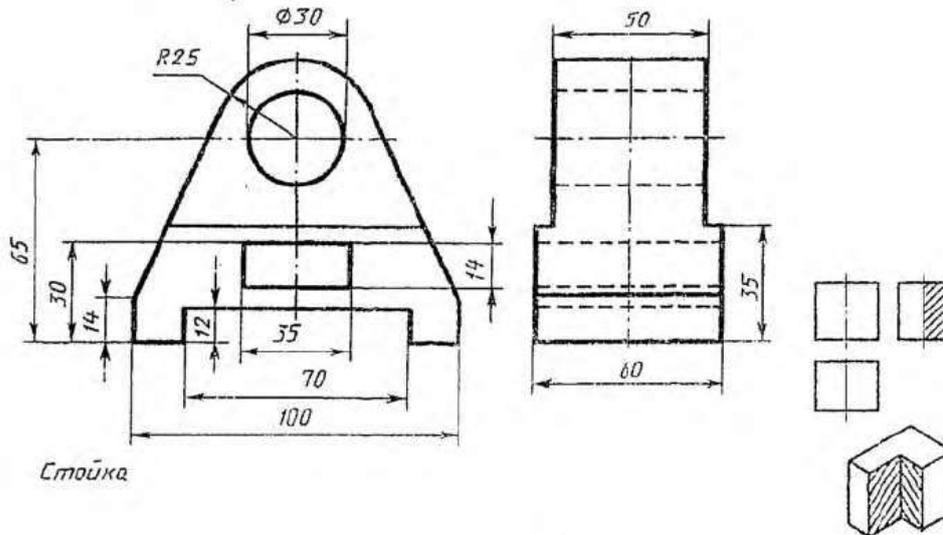
Вариант 11



Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



**Литература:**

1. Куликов В.П., Кузьмин А.В. Инженерная графика: учебник 3-е изд., испр. – Форум, 2011г.
2. Миронов Б.Г., Миронова Р.С. Инженерная графика: Учебник – 6е изд. – М.: Высш.шк. – 2011г.
3. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по черчению. – Academia - 2009г.

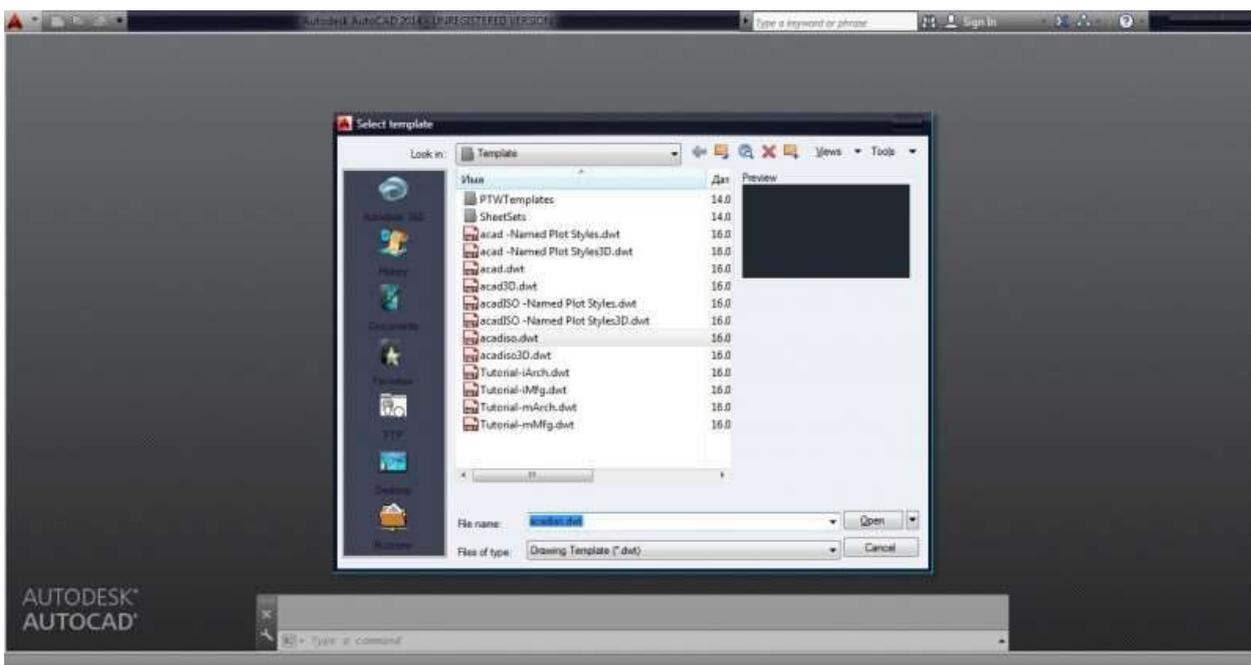
### Тема 3.3. Система автоматизированного проектирования (САПР) Практическое занятие №51.

**Цели создания и задачи САПР: Основная цель создания САПР. 3  
задачи САПР на стадиях проектирования и подготовки производства.  
Настройка интерфейса программы AutoCAD**

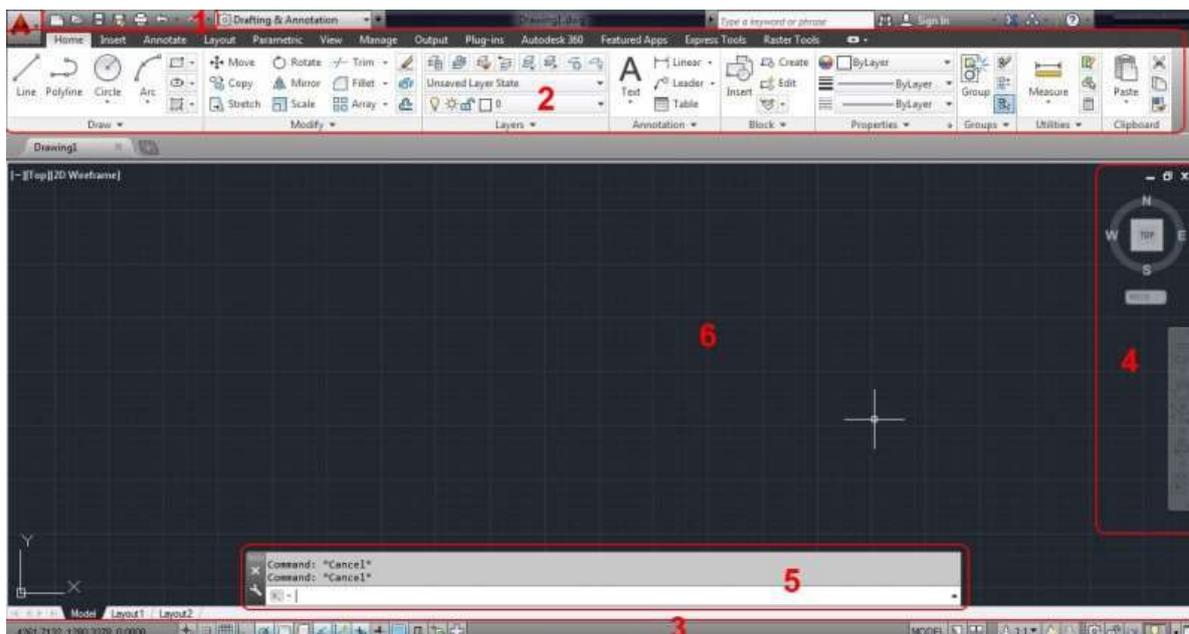
**Цель:** знакомство с интерфейсом ПП AutoCAD.

#### Методический материал

AutoCAD – система автоматизированного проектирования, разработанная компанией Autodesk, является системой CAD и включает в себя инструменты 2D 3D моделинга.



При создании нового рабочего документа, программа выдаст запрос на выбор шаблона оформления интерфейса. При этом стоит учесть, что AutoCad в одном рабочем файле способен содержать как плоские фигуры, так и объемные, а также целые группы отдельных друг от друга 3D элементов, что дает ему некое преимущество по отношению с другими программами 2D и 3D моделинга. В данном уроке мы остановимся на оформлении, которое в AutoCAD стоит по умолчанию – acadiso. Интерфейс программы состоит из:



1. [Панель быстрого доступа](#)
2. [Лента](#)
3. [Строка состояния](#)
4. [Видовая панель](#)
5. [Командная строка](#)
6. Рабочее поле

### *1. Панель быстрого доступа*

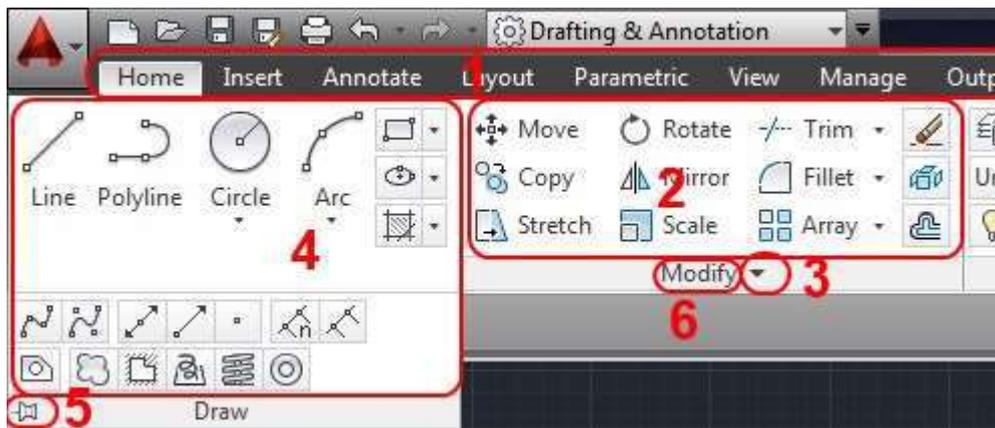


По умолчанию включает в себя стандартный набор наиболее часто используемых команд: «Создать», «Открыть», «Сохранить», «Печать», «Отменить» и «Повторить». Программа предоставляет возможность самостоятельно задать команды и инструменты выводимые на панель быстрого доступа?

### *2. Лента*

Структура ленты состоит из вкладок, содержащих несколько панелей каждая, которые в свою очередь включают в себя инструменты и элементы управления. По умолчанию лента расположена в верхней части окна. AutoCAD предоставляет возможность пользователю самостоятельно редактировать внешний вид ленты, а также делать панели плавающими, открепляя их от ленты.

### *Основные элементы Ленты*



1. Вкладка – включает в себя сгруппированные панели. очередность расположения вкладок на ленте можно изменять.
2. Панель – Содержит набор инструментов.
3. Кнопка развертывания – Развертывает панель для отображения дополнительных инструментов.
4. Развернутая панель.
5. Булавка – по умолчанию отключена, в таком режиме развернутая панель автоматически сворачивается при отводе от нее курсора. При включенной булавке, развернутая панель не сворачивается.
6. Название панели.

### 3. Строка состояния



Строка состояния включает в себя значки для быстрого доступа и управления чертежными средствами. При помощи контекстного меню, открываемого щелчком ПКМ по полю строки, можно переключать вид отображения строки – знаки или текстовые метки.

	Модель – отображение на экране чертежа пространства модели.
	Быстрый просмотр листов – просмотр листов и переключение между ними в чертеже.
	Быстрый просмотр чертежей – просмотр и переключение между открытыми чертежами и листами.
	Масштаб аннотаций – текущий масштаб отображаемых аннотаций. Масштаб видового экрана привязан к масштабу аннотаций.
	Видимость аннотаций – режим отображения аннотативных объектов.
	Автомасштабирование – обновление отображения аннотативного объекта при изменении масштаба.
	Рабочие пространства – переключение рабочих пространств и адаптирование их параметров.
	Блокировка отображения – блокировка текущего положения панелей инструментов и окна.
	Навигационное колесо – перемещение и вращение вида в пространстве. Включает в себя курсорное меню.



Ладонь – при зажатой ЛКМ дает возможность мышкой перемещать видовой экран в плоскости.

Зум–приближение и отдаление вида, включает в себя несколько видов зумирования, выбираемых в подменю.

Орбита – вращение видового экрана вокруг оси, включает в себя несколько видов вращения, выбираемых в подменю.

Запуск анимации

#### Ниже приведено описание основных инструментов строки состояния

В левой части строки находятся значки управления и доступа чертежными средствами: «Привязка», «Сетка», «Вес линий», «Динамический ввод».



#### 4. Видовая панель



Видовая панель является модулем управления видового окна и включает в себя:

- Гизмо бокс – предназначен для перемещения и вращения вида в пространстве. Включает в себя возможность выбора стандартных проекционных видов.
- Меню выбора системы координат.
- Меню видовых инструментов:

#### 5. Командная строка



Командная строка в текстовом режиме отображает все производимые операции пользователя. А так же дает возможность текстового ввода команд и использования подменю команд в текстовом режиме. На этом знакомство со стандартным интерфейсом AutoCAD закончено, в следующем уроке мы подробнее рассмотрим работу с со стандартной системой координат, создание пользовательской системы координат, а так же систему динамического ввода. На этом знакомство со стандартным интерфейсом AutoCAD закончено, в следующем уроке мы подробнее рассмотрим работу со [стандартной системой координат, а так же методы ввода команд.](#)

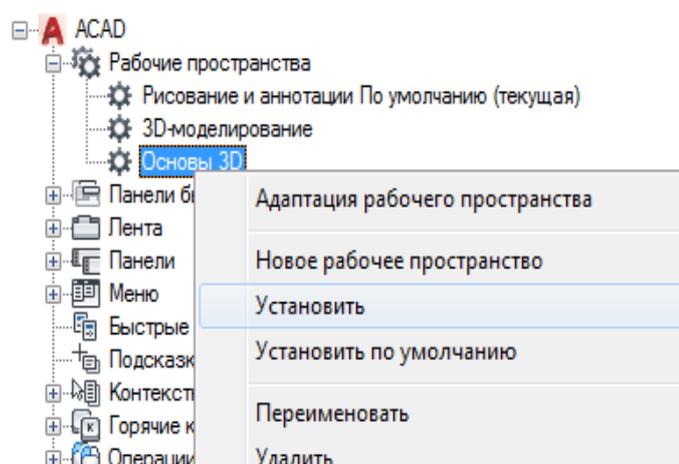
#### Задание

1. Создать собственное рабочее пространство.

## Задание рабочего пространства текущим

Выполните одно из следующих действий:

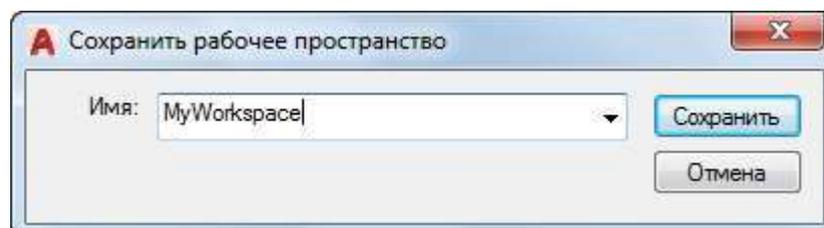
- В строке состояния нажмите кнопку "Переключение рабочего пространства" и выберите рабочее пространство, которое требуется использовать. (найти)  
Можно задать рабочее пространство в качестве текущего с помощью редактора адаптации пользовательского интерфейса (АПИ).
- Выберите вкладку "Управление" > панель "Адаптация" > "Пользовательский интерфейс".
- На вкладке "Адаптация" разверните на панели "Адаптации <имя файла>" узел "Рабочие пространства", щелкнув на знаке "плюс" (+) рядом с этим узлом.
- Нажатием правой кнопки мыши выберите рабочее пространство, которое необходимо установить как текущее. Выберите "Установить".



- Нажмите кнопку "Применить".

## Сохранение изменений рабочего пространства с помощью окна приложения

1. В строке состояния нажмите кнопку "Переключение рабочего пространства" и выберите "Сохранить текущее как".
2. В поле "Имя" диалогового окна "Сохранение рабочего пространства" введите имя для создания нового рабочего пространства или выберите имеющееся рабочее пространство в раскрывающемся списке для его замены.

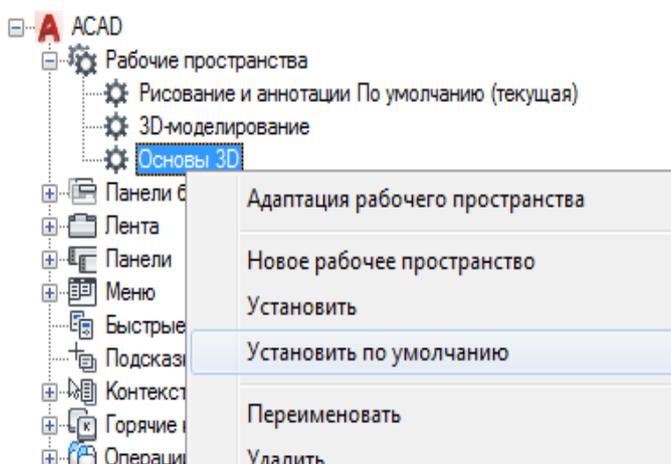


3. Нажмите кнопку "Сохранить" для создания или изменения рабочего пространства.

## Установка рабочего пространства по умолчанию

Рабочие пространства в файле CUIx могут быть помечены как используемые по умолчанию. Рабочее пространство, заданное как текущее, восстанавливается при первой загрузке файла CUIx в программу или при загрузке файла CUIx с помощью команды НПИЗАГР.

1. Выберите вкладку "Управление" ➤ панель "Адаптация" ➤ "Пользовательский интерфейс".
3. На вкладке "Адаптация" разверните на панели "Адаптации <имя файла>" узел "Рабочие пространства", щелкнув на знаке "плюс" (+) рядом с этим узлом.
4. Нажатием правой кнопки мыши выберите рабочее пространство, которое необходимо установить по умолчанию. Нажмите кнопку "Установить по умолчанию".

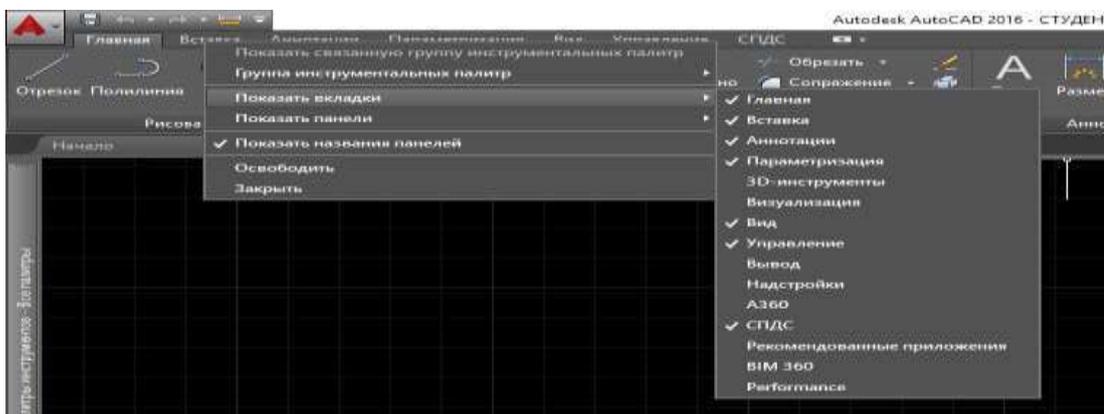


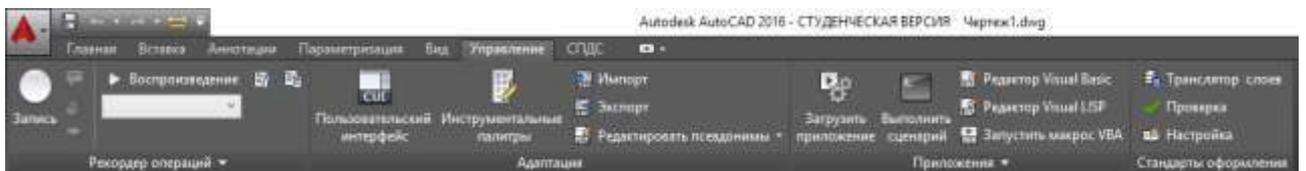
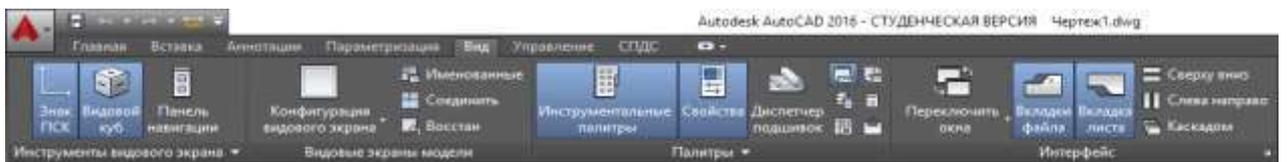
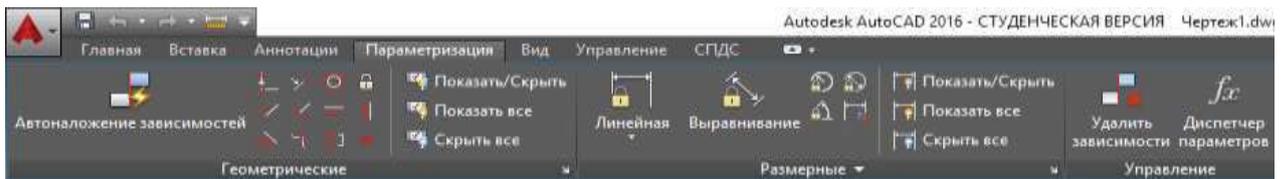
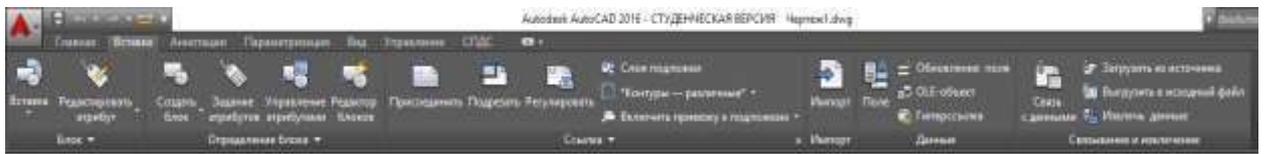
5. Нажмите кнопку "Применить".

Прим.: Основной и корпоративный файлы адаптации CUIx можно задать в мастере сетевого развертывания (только в AutoCAD). Если для основного файла CUIx задано рабочее пространство по умолчанию, при первой загрузке этого файла рабочее пространство по умолчанию задается в качестве текущего рабочего пространства.

## 2. Настройка ленты

Для добавления и удаления вкладок ленты достаточно нажать правой кнопкой мыши по вкладке и отметить галочками те вкладки и панели. Которые следует оставить.





### 3. Отображение палитр

1. Включаем палитру свойств и инструментальную палитру на вкладке «Вид»
2. Правой кнопкой жмем по краю палитры (как на рис. ниже) и выбираем "закрепить слева"
3. Наводим на нее мышью и в верхней части жмем "Автоматически убирать с экрана"

### 4. Настройка строки состояния

*Образец*



### 5. Настройка панели быстрого доступа



## 6. Создание нового проекта

Сохраните файл под своим именем.

### Настройка привязок

**Цель:** приобретение навыков настройки режимов проектирования в AutoCAD.

### Методический материал

AutoCAD предоставляет несколько функций для обеспечения необходимой точности моделей.

К этим функциям относятся следующие:

1. *Полярное отслеживание.* Привязка к ближайшему предустановленному углу и указание расстояния вдоль этого угла.
2. *Фиксация углов.* Фиксирование одного заданного угла и указание расстояния вдоль этого угла.
3. *Объектные привязки.* Привязка к местоположениям на существующих объектах, таких как конечная точка полилинии, средняя точка линии или центральная точка круга.
4. *Шаговые привязки.* Привязка к приращениям в прямоугольной сетке.
5. *Ввод координат.* Указание местоположения по прямоугольным и полярным координатам, как абсолютным, так и относительным.

### Полярное отслеживание

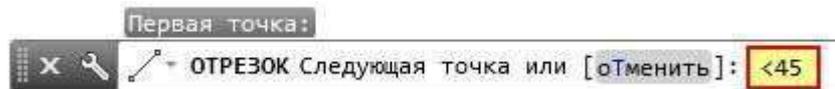
Если необходимо указать точку, например, при создании линии, для перемещения курсора в определенных направлениях можно использовать полярное отслеживание.

Например, после задания первой точки линии ниже, переместите курсор вправо, а затем введите расстояние в командной строке, чтобы указать точную горизонтальную длину отрезка.



По умолчанию полярное отслеживание активируется и направляет курсор по вертикальной или горизонтальной оси (от 0 до 90 градусов). **Фиксирование углов**

Если необходимо построить линию под указанным углом, можно зафиксировать угол для следующей точки. Например, если нужно создать вторую точку линии под углом 45 градусов и длиной 8 единиц, в командной строке следует ввести <45, как показано на рисунке.



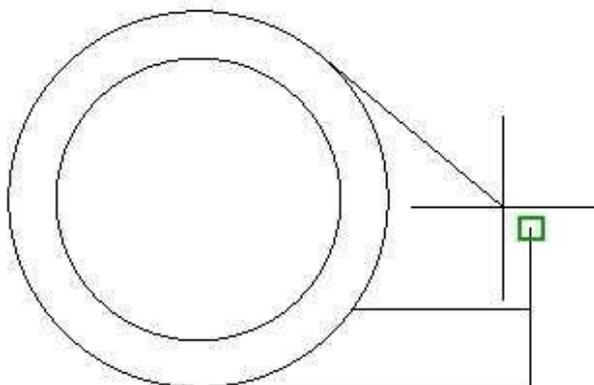
После перемещения курсора в нужном направлении вдоль 45-градусного угла можно задать длину линии.

### Объектные привязки

Несомненно, наиболее подходящим способом указания точных местоположений на объектах является использование объектных привязок. На следующей иллюстрации несколько различных типов объектной привязки представлены в виде маркеров.

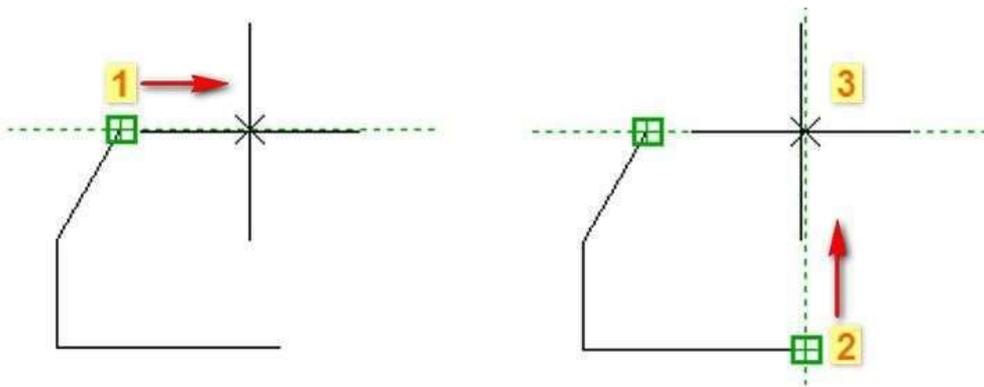


Объектные привязки становятся доступными во время выполнения команды при запросе AutoCAD на указание точки. Например, если начать новую линию и переместить курсор к конечной точке существующей линии, курсор автоматически выполнит привязку к ней.



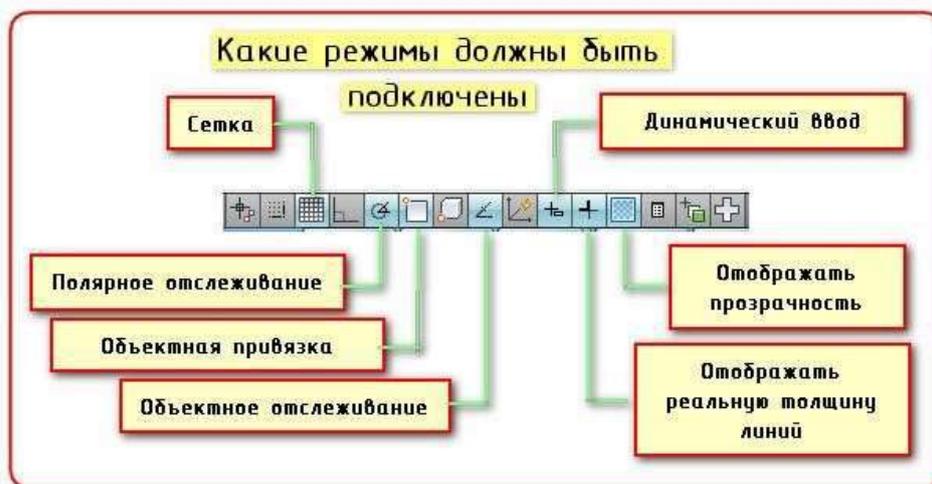
### Объектное отслеживание

Во время выполнения команды можно выровнять точки по горизонтали и по вертикали из местоположений привязки объектов. На следующей иллюстрации курсор сначала наводится на конечную точку 1, а затем на конечную точку 2. При перемещении к позиции 3 курсор фиксируется в положение по горизонтали и по вертикали, как показано на рисунке.



Теперь можно завершить создание линии, окружности или другого объекта, который был создан из указанного местоположения.

Подключить режимы, которые способны существенно автоматизировать процесс создания чертежей можно в строке состояния.



Режим «*Отображение сетки*» подключает вспомогательную сетку, которая представляет собой подобие миллиметровой бумаги, отражающей лишь узлы пересечения линий сетки, установленной как подложка, на которой можно выполнять построения.

*Динамический ввод* представляет собой командный интерфейс возле курсора в области рисования. Динамические подсказки обеспечивают альтернативный способ ввода команд. Если динамический ввод включен, то в подсказке возле курсора отображается динамически обновляемая информация. Если выполняется команда, в текстовом поле подсказки можно ввести параметры и значения.

