

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Академия управления городской средой, градостроительства и печати»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по учебно-методической работе

О.В. Фомичёва

2022 г.



Методические рекомендации  
по выполнению практических и самостоятельных работ

по дисциплине

**«ОП.08 СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»**

для специальности

08.02.15 Информационное моделирование в строительстве

Санкт-Петербург

2023г.

**Разработчик:**

Рябова Н.П., Акулова Е. С. преподаватели СПб ГБПОУ АУГСГиП

Одобрены на заседании цикловой комиссии

Проектирования зданий

Протокол №.....

.....<sup>4</sup>  
24.11.2023

Председатель цикловой комиссии - .

 Шинкович

## Введение

При формировании у обучающихся навыков практической работы, необходимо иметь в виду две тесно связанные между собой задачи. Первая состоит в том, чтобы развивать у обучающихся самостоятельность в познавательной деятельности, т. е. научить их самостоятельно овладевать знаниями. Вторая задача заключается в том, чтобы научить обучающихся самостоятельно применять знания в учении и практической деятельности. Практической работа предполагает активные умственные действия обучающихся, связанные с поисками наиболее рациональных способов выполнения предложенных преподавателем заданий, с анализом результатов работы. Практической подготовка обучающихся предполагает следующие виды и формы работы: конспектирование лекций, самостоятельное изучение материала с помощью учебников и учебных пособий, написание и защита реферата; подготовка к сообщению или беседе на практическом занятии, исследовательская работа, подготовка презентаций, выполнение самостоятельных (индивидуальных) заданий, систематическая работа со справочными материалами, с таблицами, схемами; подготовка к контрольной работе, курсового проектирования.

По основной дидактической цели названные виды практической работы можно подразделить на три группы: работы по приобретению новых знаний, работы по формированию умений и навыков, работы по применению знаний, умений и навыков. Указанные группы работ тесно связаны между собой. Эта связь обусловлена тем, что одни и те же средства могут быть использованы для решения различных дидактических задач. Например, с помощью практических работ достигается формирование умений и навыков, приобретение некоторых новых знаний, а также применение ранее полученных знаний.

Содержание практической работы на каждом этапе должно быть посильным для обучающихся. Чтобы практической работа способствовала формированию инициативы и познавательных способностей обучающихся, нужно предлагать такие задания, выполнение которых не допускало бы действий по готовым рецептам и шаблону. Только тогда будет достигнут нужный результат.

Методические рекомендации призваны помочь обучающимся правильно организовать практическую работу и рационально использовать свое время при овладении содержанием дисциплиной «Инженерная графика», практическими умениями и навыками.

Практическая работа направлена на освоение обучающимися следующих практических умений и знаний согласно требованиям рабочей программы учебной дисциплины «строительное черчение».

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

формируемые ПК, ОК, ЛР	Умения	Знания
ОК 01 ОК 02 ОК 09 ПК 2.1- 2.4. ЛР 4-6, ЛР10-11 ЛР13-17	– выполнять графические изображения технологического оборудования технологических схем в ручной и машинной графике; – выполнять комплексные чертежи геометрических тел и проекции точек, лежащих на	– законы, методы и приемы проекционного черчения; – правила выполнения и чтения конструкторской и технологической документации; – правила оформления чертежей, геометрические построения и правила вычерчивания технических деталей;

	<p>их поверхности, в ручной машинной графике;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять чертежи технических деталей в ручной и машинной графике;</li> <li>– читать чертежи и схемы;</li> <li>– оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с технической документацией.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способы графического представления технологического оборудования и выполнения технологических схем;</li> <li>– требования стандартов Единой системы конструкторской документации (далее-ЕСКД) и Единой системы технологической документации (далее - ЕСТД) к оформлению и составлению чертежей и схем.</li> </ul>
--	---	--

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

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

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ПК 2.1 Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием технологии информационного моделирования

ПК 2.2 Проектировать строительные конструкции с использованием технологии информационного моделирования

ПК 2.3 Проектировать инженерные сети и оборудование с использованием технологии информационного моделирования

ПК 2.4 Разрабатывать несложны узлы и детали конструктивных элементов зданий с использованием технологии информационного моделирования

Методические рекомендации практической работой студентов призваны для формирования у обучающихся навыков

- ✓ Четко ставить задачу предстоящей практической работы;
- ✓ Добиваться, чтобы обучающиеся выполняли практической работу осознанно, т. е. ясно представляли теоретические основы выполняемых действий;
- ✓ Вовремя предупреждать обучающихся о типичных ошибках и возможных способах их избегания;
- ✓ Оказывать обучающимся помощь, не вмешиваясь в их работу без необходимости;
- ✓ При допущении обучающимися ошибок подводить их к осознанию и пониманию сути и причин ошибок, с тем чтобы обучающиеся самостоятельно нашли способ их предупреждения и устранения;
- ✓ Практиковать промежуточный контроль хода и результатов практической работы обучающихся;
- ✓ Рационально распределять задания практической работы по сложности с учетом индивидуальных особенностей и способностей обучающихся;
- ✓ Стимулировать и поощрять проявления творческого подхода обучающихся к выполнению заданий;
- ✓ Умело сочетать индивидуальную и коллективную работу обучающихся;

✓ При оценке хода и итогов практической обучающихся исходить из положительных моментов в их работе;

✓ Постоянно практиковать в ходе практической работы обращение обучающихся к разным источникам информации.

Методические рекомендации для обучающихся при выполнении практической работы

1. Внимательно прочитайте материал по конспекту, составленному на учебном занятии при изложении материала преподавателем.

2. Прочитайте тот же материал по учебнику, учебному пособию.

3. Постарайтесь разобраться с непонятным, в частности новыми терминами. Часто незнание терминологии мешает обучающимся воспринимать материал на теоретических и лабораторно - практических занятиях на должном уровне.

4. Составьте план прочитанного, т. е. объедините главные мысли в единое целое.

5. Ответьте на контрольные вопросы для самопроверки, имеющиеся в учебнике или предложенные преподавателем.

6. Кратко перескажите содержание изученного материала «своими словами».

7. Заучите «рабочие определения» основных понятий, законов.

8. Освоив теоретический материал, приступайте к выполнению заданий, упражнений; решению задач, расчетов самостоятельной работы; составлению графиков, таблиц.

**КАРТЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ- самостоятельные работы заключаются в завершении и оформлении практических работ, которые должны быть оформлены в соответствии с ГОСТами**

тема	вид самостоятельной работы	норма часов
Тема 1.1 Основные сведения по оформлению чертежей		0,8
Тема 1.2 Геометрические построения и правила вычерчивания контуров технических деталей		0,4
Тема 2.1 Методы проецирования. Ортогональное проецирование точки, прямой и плоскости.	- Написание чертежного шрифта по ГОСТ 2.304-81 - Вычертить в ручной графике окружность и многоугольники в косоугольных аксонометрических проекциях	0,8
Тема 2.2 Аксонометрические проекции	- Построить в ручной графике ортогональные проекции геометрических тел. - Построить в ручной графике аксонометрические проекции геометрических тел.	0,4
Тема 2.3 Геометрические тела		0,8
Тема 2.4 Пересечение поверхностей геометрических тел плоскостями	- Проставить необходимые размеры на трех проекциях. - Выполнение штриховки на разрезах, и на аксонометрической модели. Простановка необходимых размеров.	0,4
Тема 3.1 Изображения		0,8
Тема 3.2. Разрезы	- Вычерчивание графических обозначений	0,8

Тема 4.1. Изображения разъемных и неразъемных соединений. Резьба и ее изображение на чертеже.	строительных материалов; - Вычертить планы и разрезы зданий; - Вычертить план подвала; - Вычертить план чердака	0,4
Тема 5.1 Архитектурно-строительные чертежи. Чертежи планов, разрезов и фасадов зданий.		1,6
Тема 6.1 Чертежи водоснабжения и канализации здания.		1,2
Тема 6.2. Чертежи отопления здания.		0,8
Тема 6.3. Чертежи систем кондиционирования и вентиляции здания. Дифзачёт		0,8
<b>итого за семестр</b>		<b>10,0</b>

## Практическая работа № 1

**Текст задания:** По данной теме обучающимся предлагается самостоятельно выполнить задание №1 в тетради. Оформление титульного листа. ГОСТ 2.303-68 (Линии чертежа) Задание 1 «Шрифт» ГОСТ 2.304-81 Шрифт № 10.

В тетради для практических работ обучающиеся вычерчивают конструкции букв .

**Шрифты** для надписей на строительных чертежах принимают по ГОСТ 2.304–81\* .  
 Размер шрифта определяется высотой прописной буквы и цифры. При графическом оформлении работ рекомендуется использовать следующие типы шрифтов:

- Тип А с наклоном около  $75^{\circ}$  и без наклона;
- Тип Б с наклоном около  $75^{\circ}$  и без наклона.

Начертание букв русского алфавита, цифр и знаков по ГОСТ 2.304-81\* для шрифта типа Б с наклоном  $75^{\circ}$  показано на рисунке 1.16.



Рисунок 1.16

При написании чертежного шрифта следует усвоить следующие правила:

1. Все надписи на чертеже должны быть выполнены от руки.
2. Высота букв, цифр и знаков на чертежах должна быть не менее 3,5 мм.
3. Начертание букв выполняйте по частям. Движение руки при выполнении прямолинейных элементов букв осуществляется сверху вниз или слева направо, а закругленных — движением вниз и влево или вниз и вправо. Стрелка указывает направление движения рук (рис. 29).
4. Одинаковые элементы различных букв, цифр, знаков следует выполнять одним и тем же приемом, что способствует выработке автоматизма при их написании.

5. Выдерживайте заданный наклон шрифта с помощью направляющих штрихов.
6. Строго соблюдайте конструкцию каждой буквы и соотношение высоты и ширины буквы, используя таблицу 1.
7. Старайтесь выдерживать такое расстояние между буквами, чтобы зрительно оно казалось одинаковым.
8. Четкость, ясность и удобство чтения чертежа зависят от качества его выполнения и правильного выбора размеров шрифта.
9. Все надписи на чертеже должны быть аккуратными.

**Выполнение и оформление чертежей**

После решения задач в тонких линиях нужно оформить листы в виде чистового варианта. Графическое исполнение должно соответствовать правилам выполнения и оформления чертежей, содержащимся в сборниках Государственных Стандартов (ГОСТ) Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД). После грамотной компоновки изображений на формате в тонких линиях толщиной 0,15 мм, при обводке чертежа карандашом им придают необходимую толщину, соблюдая требования ГОСТ 2.303–68. Рекомендуют следующие толщины линий: линии видимого контура и линии рамки поля чертежа и 5 основной надписи – сплошная основная толстая, толщиной  $S = 0,6 \dots 0,8$  мм; линии невидимого контура – штриховая линия, линии осевые и центровые – штрихпунктирная тонкая, толщиной  $S/2 \dots S/3 = 0,2 \dots 0,3$  мм.

б)



в)



Рис. 2

Основные надписи чертежей должны строго соответствовать требованиям ГОСТ 2.104., показанных на рис. 2 выполняют: б) для технических чертежей; в) на чертежах основного комплекта строительных чертежей.

## Практическая работа № 2

*Текст задания:* «По данной теме обучающимся предлагается самостоятельно вычертить контур детали используя сопряжение» М 1:1 Ф А4.

*Вид работы:* Выполнение индивидуальных заданий.

*Цель работы:* На основании изученного ранее материала вычертить задание используя различные способы сопряжения. Научиться правильно, строить различные виды сопряжения.

*Умения и навыки, которые должны приобрести обучающиеся на занятии:* самостоятельно выполнять учебно-исследовательскую работу, осуществлять поиск информации с использованием интернета, учебной и справочной литературы.

*Ход работы:* Задание выполняется на формате А3 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Используя знания выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных навыков построения сопряжений и последовательности выполнения задания на занятиях, обучающийся выполняет чертеж контура детали по своему варианту. Согласно ГОСТ 2.307-68 ЕСКД, проставляются размеры на чертеже. После этого произвести аккуратно обводку изображения.

**Сопряжением** называют плавный переход одной линии в другую. Для того чтобы построить сопряжение, нужно найти центр сопряжения и точки сопряжений.

**Точка сопряжения** – это общая точка для сопрягаемых линий. Точку сопряжения также называют точкой перехода.

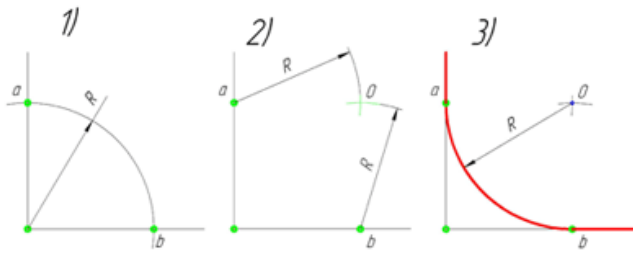
Ниже будут рассмотрены основные типы сопряжений.

**Сопряжения углов (Сопряжения пересекающихся прямых)**

**Сопряжения прямого угла (Сопряжения пересекающихся прямых под прямым углом)**

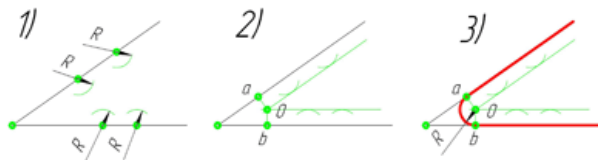
В данном примере будет рассмотрено построение сопряжения прямого угла заданным радиусом сопряжения  $R$ . Первым делом найдём точки сопряжения. Для нахождения точек сопряжения, нужно поставить циркуль в вершину прямого угла и провести дугу радиусом  $R$  до пересечения со сторонами угла. Полученные точки и будут являться точками сопряжения. Далее нужно найти центр сопряжения. Центром сопряжения будет точка равноудалённая от сторон угла. Проведём из точек  $a$  и  $b$  две дуги радиусом сопряжения  $R$  до пересечения друг с другом. Полученная на пересечении точка  $O$  и будет центром сопряжения. Теперь из центра сопряжения точки  $O$  описываем дугу радиусом сопряжения  $R$  от точки  $a$  до точки  $b$ . Сопряжение прямого угла построено.





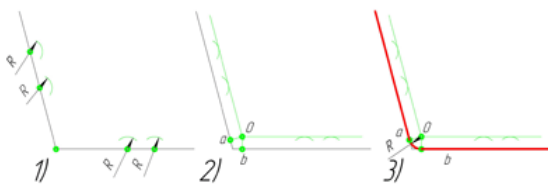
### Сопряжение острого угла (Сопряжение пересекающихся прямых под острым углом)

Ещё один пример сопряжения угла. В этом примере будет построено **сопряжение острого угла**. Для построения сопряжения острого угла раствором циркуля, равным радиусу сопряжения  $R$ , проведём из двух произвольных точек на каждой стороне угла по две дуги. Затем проведём касательные к дугам до пересечения в точке  $O$ , центре сопряжения. Из полученного центра сопряжения опустим перпендикуляр к каждой из сторон угла. Так мы получим точки сопряжения  $a$  и  $b$ . Затем проведём из центра сопряжения, точки  $O$ , дугу радиусом сопряжения  $R$ , соединив точки сопряжения  $a$  и  $b$ . Сопряжение острого угла построено.



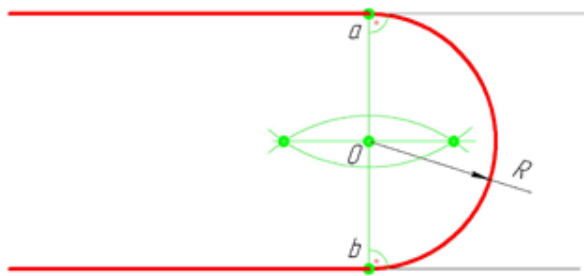
### Сопряжение тупого угла (Сопряжение пересекающихся прямых под тупым углом)

**Сопряжение тупого угла** строится по аналогии с сопряжением острого угла. Мы также, сначала радиусом сопряжения  $R$  проводим по две дуги из двух произвольно взятых точек на каждой из сторон, а затем проводим касательные к этим дугам до пересечения в точке  $O$ , центре сопряжения. Затем опускаем перпендикуляры из центра сопряжения к каждой из сторон и соединяем дугой, равной радиусу сопряжения тупого угла  $R$ , полученные точки  $a$  и  $b$ .



### Сопряжение параллельных прямых линий

Построим **сопряжение двух параллельных прямых**. Нам задана точка сопряжения  $a$ , лежащая на одной прямой. Из точки  $a$  проведём перпендикуляр до пересечения его с другой прямой в точке  $b$ . Точки  $a$  и  $b$  являются точками сопряжения прямых линий. Проведя из каждой точки дугу, радиусом больше отрезка  $ab$ , найдём центр сопряжения - точку  $O$ . Из центра сопряжения проведём дугу заданного радиуса сопряжения  $R$ .



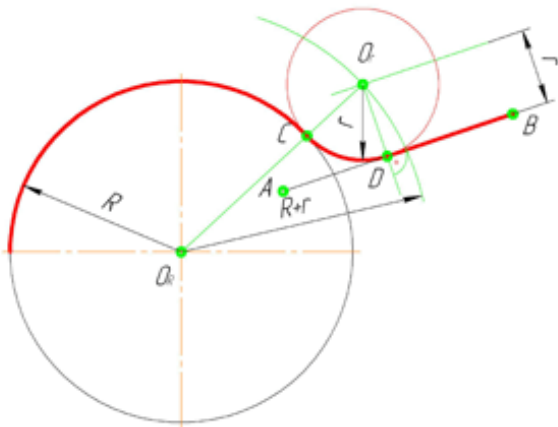
## Сопряжение окружностей (дуг) с прямой линией.

### Внешнее сопряжение дуги и прямой линии.

В этом примере будет построено сопряжение заданным радиусом  $r$  прямой линии, заданной отрезком  $AB$ , и дуги окружности радиусом  $R$ .

Сначала найдём центр сопряжения. Для этого проведём прямую, параллельную отрезку  $AB$  и отстоящую от него на расстояние радиуса сопряжения  $r$ , и дугу, из центра окружности  $OR$  радиусом  $R+r$ . Точка пересечения дуги и прямой и будет центром сопряжения – точкой  $O_r$ .

Из центра сопряжения, точки  $O_r$ , опустим перпендикуляр на прямую  $AB$ . Точка  $D$ , полученная на пересечении перпендикуляра и отрезка  $AB$ , и будет точкой сопряжения. Найдём вторую точку сопряжения на дуге окружности. Для этого соединим центр окружности  $OR$  и центр сопряжения  $O_r$  линией. Получим вторую точку сопряжения – точку  $C$ . Из центра сопряжения проведём дугу сопряжения радиусом  $r$ , соединив точки сопряжения.

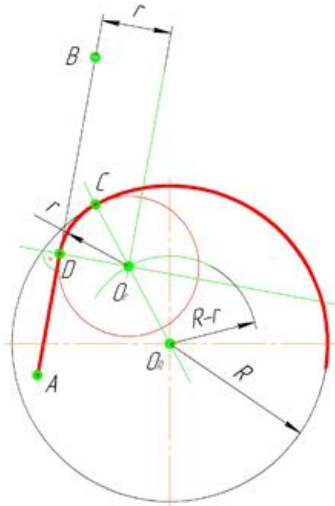


### Внутреннее сопряжение прямой линии с дугой

По аналогии строится внутреннее сопряжение прямой линии с дугой. Рассмотрим пример построения сопряжения радиусом  $r$  прямой линии, заданной отрезком  $AB$ , и дуги окружности радиуса  $R$ . Найдём центр сопряжения. Для этого построим прямую, параллельную отрезку  $AB$  и отстоящую от него на расстояние радиуса  $r$ , и дугу, из центра окружности  $OR$  радиусом  $R-r$ . Точка  $O_r$ , полученная на пересечении прямой и дуги, и будет центром сопряжения.

Из центра сопряжения (точка  $O_r$ ) опустим перпендикуляр на прямую  $AB$ . Точка  $D$ , полученная на основании перпендикуляра, и будет точкой сопряжения.

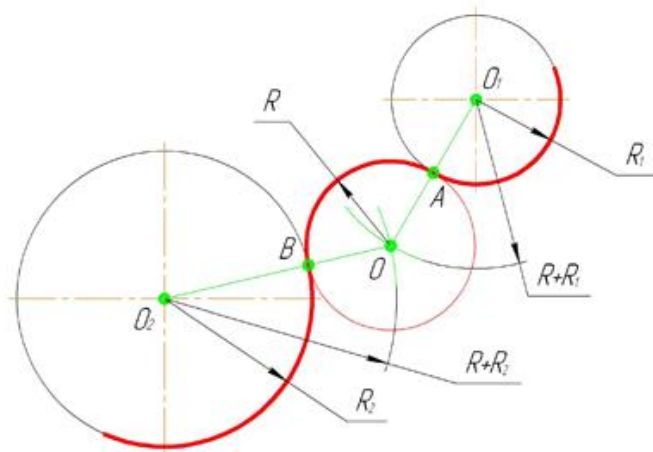
Для нахождения второй точки сопряжения на дуге окружности, соединим центр сопряжения  $O_r$  и центр окружности  $O_R$  прямой линией. На пересечении линии с дугой окружности получим вторую точку сопряжения – точку  $C$ . Из точки  $O_r$ , центра сопряжения, проведём дугу радиусом  $r$ , соединив точки сопряжения.



## Сопряжение окружностей (дуг)

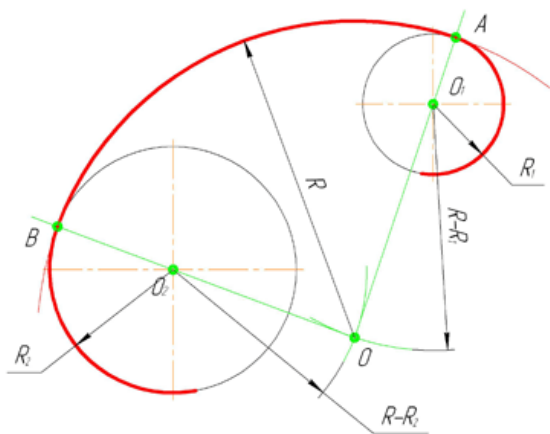
### Внешнее сопряжение дуг окружностей

**Внешним сопряжением** считается сопряжение, при котором центры сопрягаемых окружностей(дуг)  $O_1$  (радиус  $R_1$ ) и  $O_2$  (радиус  $R_2$ ) располагаются за сопрягающей дугой радиуса  $R$ . На примере рассмотрено внешнее сопряжение дуг. Сначала находим центр сопряжения. Центром сопряжения является точка пересечения дуг окружностей с радиусами  $R+R_1$  и  $R+R_2$ , построенных из центров окружностей  $O_1(R_1)$  и  $O_2(R_2)$  соответственно. Затем центры окружностей  $O_1$  и  $O_2$  соединяем прямыми с центром сопряжения, точкой  $O$ , и на пересечении линий с окружностями  $O_1$  и  $O_2$  получаем точки сопряжения  $A$  и  $B$ . После этого, из центра сопряжения строим дугу заданного радиуса сопряжения  $R$  и соединяем ей точки  $A$  и  $B$ .



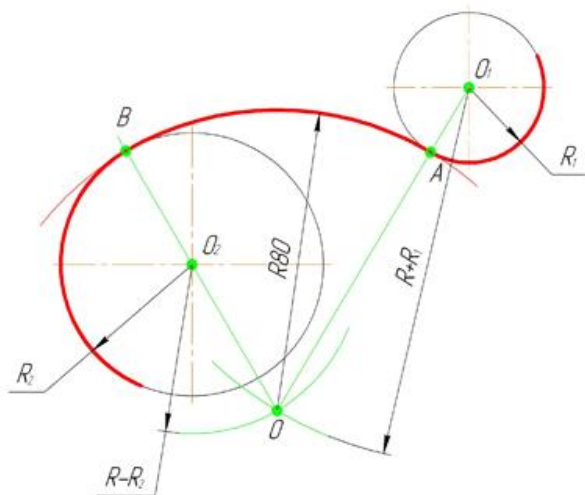
### Внутреннее сопряжение дуг окружностей

**Внутренним сопряжением** называется сопряжение, при котором центры сопрягаемых дуг  $O_1$ , радиуса  $R_1$ , и  $O_2$ , радиус  $R_2$ , располагаются внутри сопрягающей их дуги заданного радиуса  $R$ . На картинке ниже приведён пример построения внутреннего сопряжения окружностей(дуг). Вначале мы находим центр сопряжения, которым является точка  $O$ , точка пересечения дуг окружностей с радиусами  $R-R_1$  и  $R-R_2$  проведённых из центров окружностей  $O_1$  и  $O_2$  соответственно. После чего соединяем центры окружностей  $O_1$  и  $O_2$  прямыми линиями с центром сопряжения и на пересечении линий с окружностями  $O_1$  и  $O_2$  получаем точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Затем из центра сопряжения строим дугу сопряжения радиуса  $R$  и строим сопряжение.

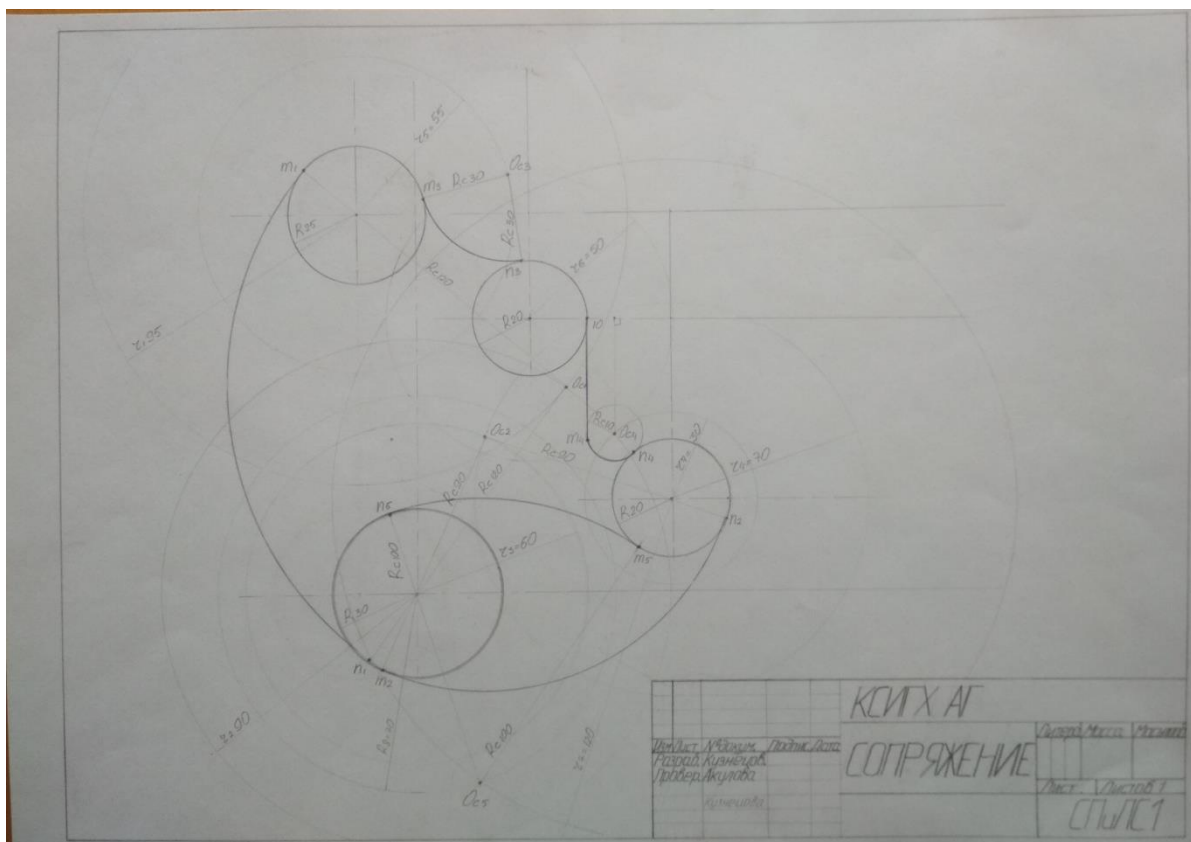


### Смешанное сопряжение дуг окружностей

**Смешанным сопряжением дуг** является сопряжение, при котором центр одной из сопрягаемых дуг ( $O_1$ ) лежит за пределами сопрягающей их дуги радиуса  $R$ , а центр другой окружности( $O_2$ ) – внутри её. На иллюстрации ниже приведён пример смешанного сопряжения окружностей. Сначала находим центр сопряжения, точку  $O$ . Для нахождения центра сопряжения строим дуги окружностей с радиусами  $R+R_1$ , из центра окружности радиуса  $R_1$  точки  $O_1$ , и  $R-R_2$ , из центра окружности радиуса  $R_2$  точки  $O_2$ . После чего соединяем центр сопряжения точку  $O$  с центрами окружностей  $O_1$  и  $O_2$  прямыми и на пересечении с линиями соответствующих окружностей получаем точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Затем строим сопряжение.



Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. прилож. 1

## Практическая работа № 3

### Тема 2.1 Методы проецирования. Ортогональное проецирование точки, прямой и плоскости.

*Текст задания:* Задания выполняются в тетради для самостоятельных работ. Построение по заданным координатам комплексного чертежа и наглядного изображения отрезка АВ. Задание выполняется согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом.

*Вид самостоятельной работы:* выполнение индивидуальных заданий.

*Ход работы:* пользуясь полученными на уроке знаниями, студент строит по заданным координатам проекции заданных точек отрезка АВ и его наглядное изображение. После этого определяет положения отрезка.

Начертательная геометрия – наука о методах построения изображений пространственных форм на плоскости, излагает способы графического решения задач, связанных с телами, имеющими три измерения на плоском чертеже.

Предметом изучения начертательной геометрии является:

1. изложение и обоснование способов изображения пространственных форм на плоскости;
2. решение пространственных задач на плоскости во всем многообразии.

Изображения, построенные по законам, изучаемым в начертательной геометрии, дают информацию о форме изображенных предметов и их взаимном расположении в пространстве, позволяют определить их размеры, исследовать геометрические свойства.

Начертательная геометрия излагает методы точного изображения пространственных предметов на плоскости и основана на методе проекций.

Слово «проекция» произошло от латинского слова «projicere» - бросать тень, след. Таким образом, под проекцией предмета на плоскость подразумевается его изображение «отброшенное» на эту плоскость с помощью проецирующих лучей.

Проекцией точки В на плоскость П является точка пересечения проецирующего луча, проведенного через точку В, с плоскостью проекций П (рис. 1).

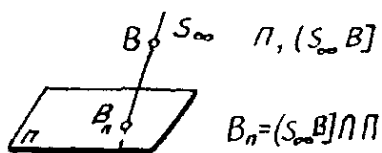


Рис.1

В зависимости от способа проведения проецирующих лучей проекции делятся на: центральные (рисунок 2а) и параллельные (рисунок 2б).

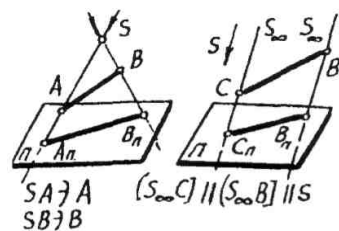


Рисунок 2(а,б)

Параллельные проекции могут быть косоугольными (рисунок 3б) и прямоугольными (ортогональными) (рисунок 3а).

Если направление проецирования составляет с плоскостью проекций острый угол, то такая проекция называется косоугольной, если же направление проецирования составляет с плоскостью проекций прямой угол, то такая проекция называется прямоугольной (ортогональной). Для построения машиностроительных чертежей применяется ортогональное проецирование.

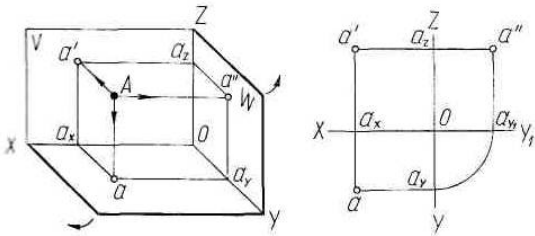
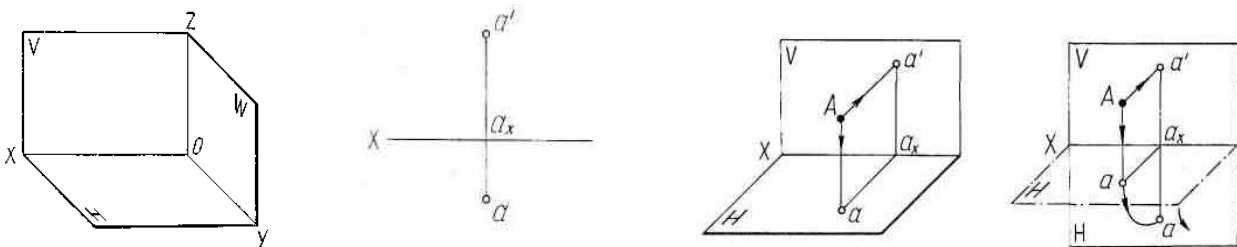


Рис.3

Свойства проецирования представлены на рисунке 4.

1. Проекцией точки  $A$  является  $Aп$  (рисунок 4а).
2. Проекцией прямой  $AB$  является прямая  $AпВп$  (рисунок 4б).
3. Если точка  $C$  принадлежит прямой  $AB$ , то проекция  $Cп$  принадлежит  $AпВп$  (рисунок 4в), кроме того отношение отрезков прямой линии равно отношению их проекций.
4. Проекции двух параллельных прямых параллельны ( $AB \parallel CD$  и  $AпВп \parallel CпDп$ ) (рисунок 4г).
5. Проекцией плоской фигуры является плоская фигура (рисунок 4д).
6. Проекции параллельных прямых параллельны между собой (рисунок 4е), но обратное справедливо не всегда.



Рисун  
ок 4

П  
роекц  
ия  
на

точки, линии или фигуры одну плоскость проекций не определяет ее положения в пространстве. Положение в пространстве любого геометрического элемента или фигуры будет полностью определено проекциями его на две взаимно перпендикулярные плоскости проекций.

Рис.5.

Параллельные прямоугольные проекции на две взаимно перпендикулярные неподвижные плоскости проекций — основной метод составления технических чертежей. Этот метод впервые был описан Гаспаром Монжем в 1798 г. и называется методом Монжа (рисунок 5а).

Изображение, полученное в результате поворота плоскости проекций Н на угол 90 градусов до совмещения с плоскостью проекций V, называется эпюром (в переводе с французского – «чертеж») (рисунок 5б). На рисунке 5в представлен метод Монжа на примере построения эпюра точки А на две взаимно перпендикулярные неподвижные плоскости проекций V и Н.

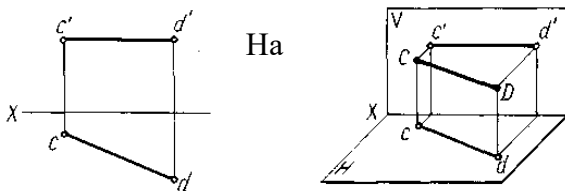


Рис.6  
на рисунке 6а система V/Н дополнена третьей плоскостью проекций W, перпендикулярной к плоскости проекций V, так и к плоскости проекций Н. W — профильная плоскость проекций. Это система V, Н, W. Здесь X, Y, Z — оси проекций; O — точка пересечения осей проекций.

На рисунке 6б показано построение проекций точки А в системе V, Н, W, т. е. на три плоскости проекций; а'' — профильная проекция точки А.

Совместив плоскости проекций Н и W с плоскостью проекций V поворотом каждой из них на 90° в направлении, указанном стрелками, получим эпюр точки А в системе V,Н, W (рис.6в).

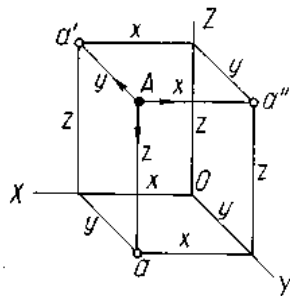
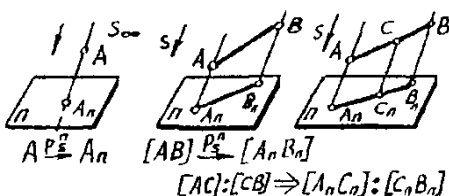


Рисунок 6



Появление на эпюре оси У1 объясняется тем, что ось У при совмещении плоскостей проекций Н и W с плоскостью V как бы раздвоилась — одна ее часть ушла вниз с плоскостью Н



(на эюре она обозначена буквой  $Y$ ), а вторая — вправо с плоскостью  $W$  (на эюре она обозначена буквой  $Y_1$ ).

На эюре фронтальная и профильная проекции точки лежат на одной линии связи, которая перпендикулярна к оси проекций  $Z$ , причем профильная проекция точки находится на таком же расстоянии от оси  $Z$ , как и горизонтальная от оси  $X$ .

Точка в пространстве может быть определена не только ее проекциями, но и прямоугольными (декартовыми) координатами.

Известно, что координаты какой-либо точки — это числа, выражающие ее расстояния от трех взаимно перпендикулярных плоскостей, называемых плоскостями координат.

На рис. 7 построена в проекциях точка  $A$  по ее координатам  $x, y, z$ , где  $x$  — абсцисса;  $y$  — ордината;  $z$  — аппликата.

Приняв оси и плоскости координат за оси и плоскости проекций, легко заметить, что абсцисса точки ( $x$ ) — это расстояние ее от плоскости проекций  $W$ , координата ( $y$ ) — расстояние от плоскости проекций  $V$  и аппликата ( $z$ ) — расстояние от плоскости проекций  $H$ .

Как видно из приведенного изображения, каждая проекция точки определяется двумя координатами: фронтальная — абсциссой  $x$  и аппlikатой  $z$ , горизонтальная — абсциссой  $x$  и ординатой  $y$ , профильная — ординатой  $y$  и аппlikатой  $z$ . Следовательно, по координатам точки может быть построен и ее эюр.

Проекции прямой линии определяются проекциями двух точек, принадлежащих этой линии (рис. 8).

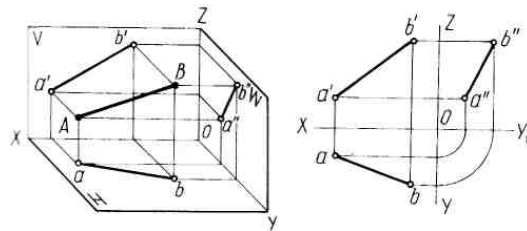


Рис. 8

На рисунке 8 приведен эюр отрезка  $AB$  в системе  $V, H, W$ . Отрезок  $AB$  не параллелен ни одной из плоскостей проекций. Это — отрезок **прямой общего положения**. У отрезка прямой общего положения:

$a'b' < AB$ ;  $ab < AB$ ;  $a''b'' < AB$ , т.е. каждая его проекция меньше истинной величины самого отрезка.

Прямая, параллельная одной из плоскостей проекций, называется **прямой частного положения**.

Отрезок прямой  $CD$  (рисунок 9) параллелен плоскости проекций  $H$ . Это горизонтальная прямая. У отрезка горизонтальной прямой  $cd = CD$ .

Отрезок прямой  $KL$  (рисунок 11) параллелен плоскости проекций  $W$ . Это профильная прямая. У отрезка профильной прямой  $k''l'' = KL$ .

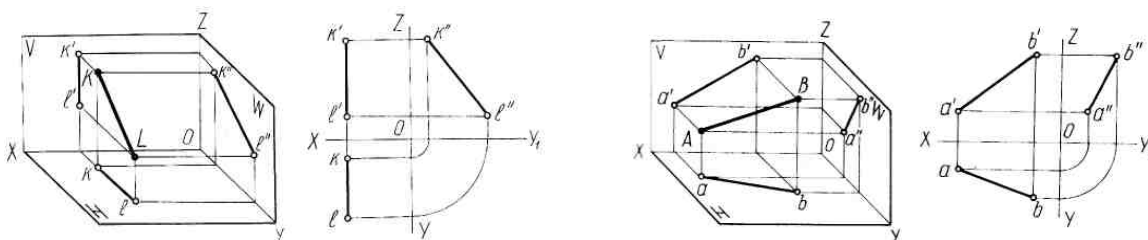


Рисунок 11

На рисунках 12-14 приведены пространственные изображения и эюры прямых, перпендикулярных к плоскостям проекций:  $AB \perp H$ ,  $CD \perp V$ ,  $EF \perp W$ . Такие прямые называют проецирующими:  $AB$  — горизонтально- проецирующая(рис.12),  $CD$  — фронтально- проецирующая (рис.13),  $EF$  — профильно- проецирующая прямая (рис.14).

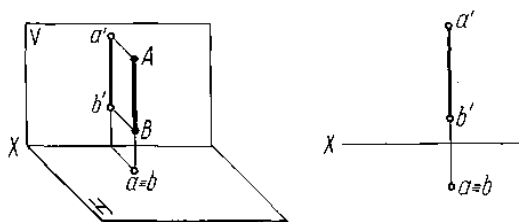


Рисунок 12

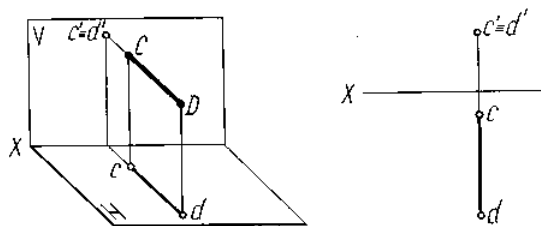


Рисунок 13

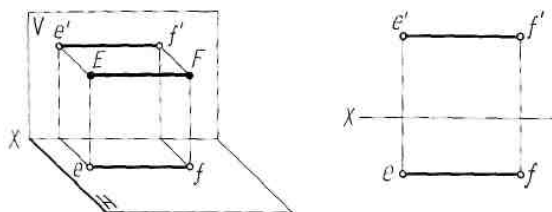
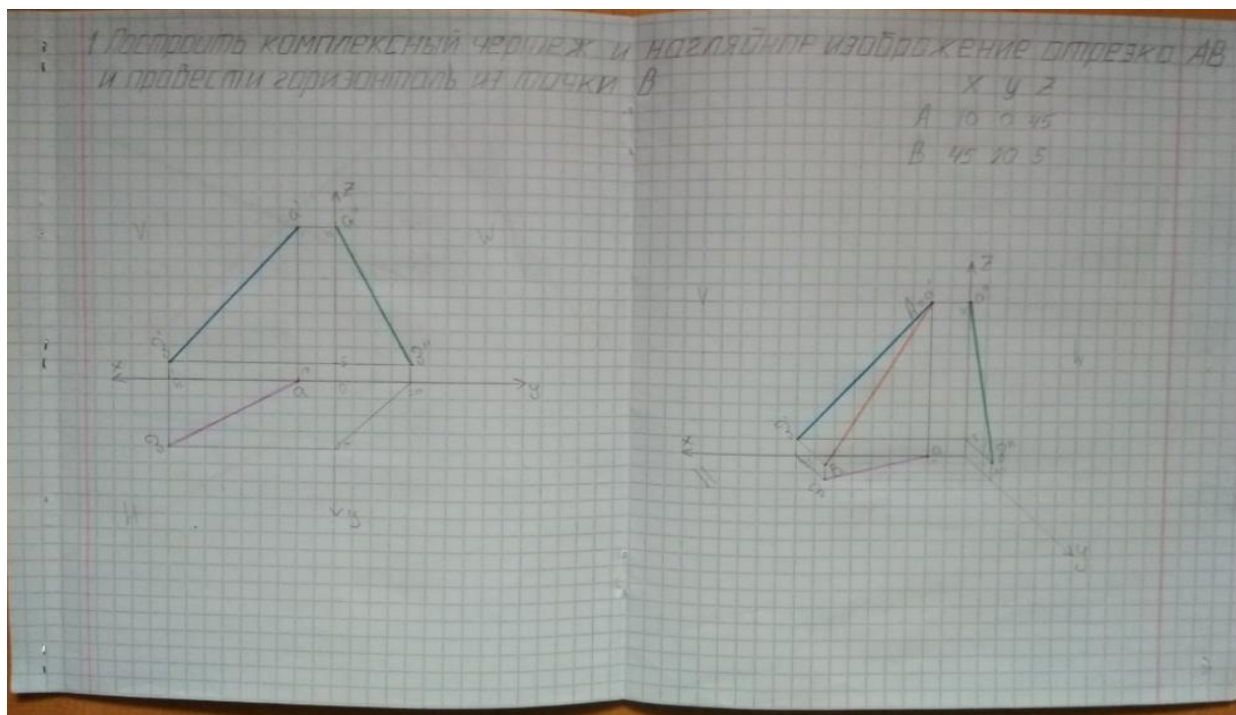


Рисунок 14

*Образец выполнения работы*



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа № 4

### Тема 2.1 Взаимное расположение прямых. Параллельные прямые.

*Текст задания:* Построение проекции параллельных прямых.

*Вид самостоятельной работы* – выполнение индивидуальных заданий.

*Ход работы:* Задание выполняется согласно варианту в тетради для самостоятельных работ. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом.

Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданных отрезка АВ и СД. Также необходимо написать буквенный эквивалент задания.

Две прямые в пространстве могут быть параллельны, пересекаться или скрещиваться.

У параллельных прямых одноименные проекции на все три плоскости проекций попарно параллельны (это вытекает из свойств параллельных проекций). Справедливо и обратное, т. е. если одноименные проекции двух прямых на три плоскости проекций попарно параллельны, то эти прямые параллельны между собой.

На эпюре (рисунок 15а)  $ab \parallel cd$ ,  $a'b' \parallel c'd'$ ,  $a''b'' \parallel c''d''$  — значит, прямые АВ и СД параллельны между собой.

Для того чтобы сделать вывод о взаимной параллельности двух прямых общего положения, достаточно параллельности их одноименных проекции в системе —  $V/H$ , т.е. на две плоскости проекций.

У изображенных на эпюре (рисунке 15б) прямых общего положения АВ и СД горизонтальные и фронтальные проекции попарно параллельны — эти прямые параллельны между собой. Но для профильных прямых этого условия недостаточно. О взаимной параллельности двух профильных прямых можно судить, лишь построив их профильные проекции.

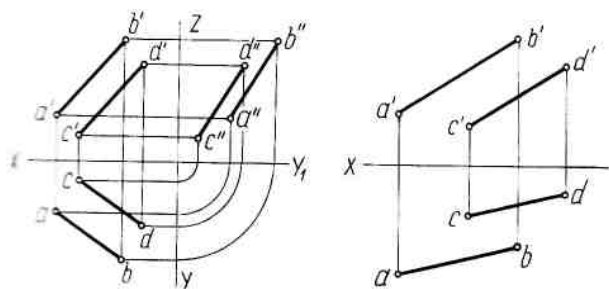
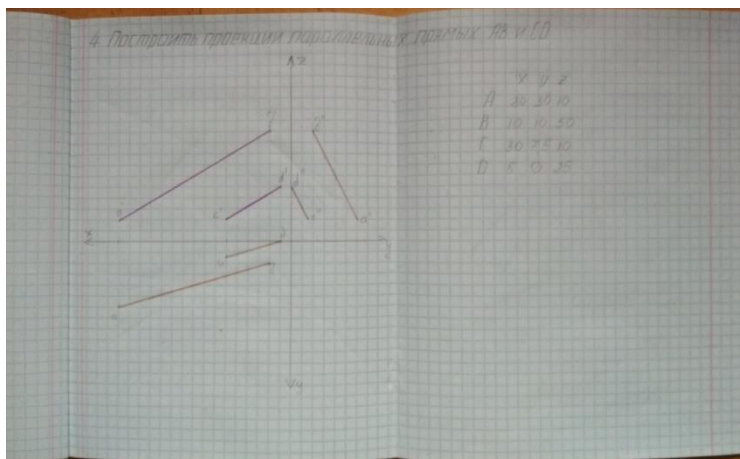


Рисунок 15 (а,б)

Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа № 5

### Тема 2.1 Взаимное расположение прямых. Пересекающиеся прямые.

*Текст задания:* Построение проекции пересекающихся прямых.

*Вид самостоятельной работы:* выполнение индивидуальных заданий.

*Ход работы:* Задания выполняются в тетради для самостоятельных работ. Задание выполняется согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом. Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданных отрезка АВ и СД. Также необходимо написать буквенный эквивалент задания.

Горизонтальные и фронтальные проекции профильных прямых EF и GK попарно параллельны (рисунок 16, а), но эти прямые не параллельны, что следует из взаимного положения их профильных проекций ( $e''f'' \parallel g''k''$ ).

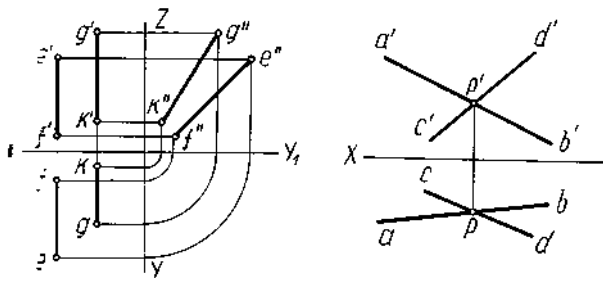
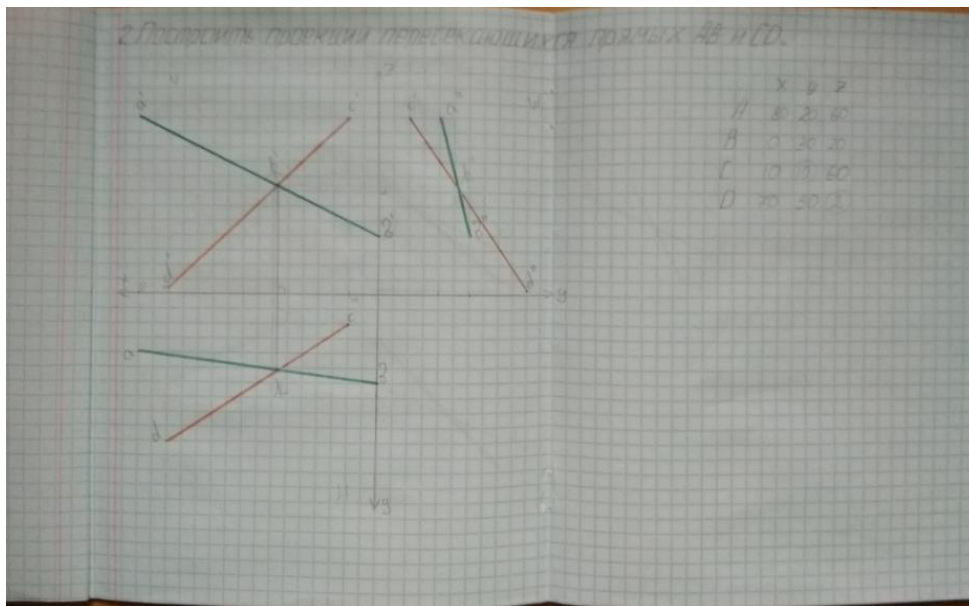


Рисунок 16(а,б)

Прямые АВ и CD (рисунок 16б) пересекаются, т. е. имеют одну общую точку — точку Р.

У пересекающихся прямых проекции их общей точки (точки пересечения Р) всегда находятся на одной линии связи (РР/) (рисунок 16б).

*Пример выполнения задания*



*Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам. Приложение 1*

## Практическая работа №6

**Тема 2.1 Взаимное расположение прямых. Скрещивающиеся прямые.**

*Текст задания:* Построение проекции скрещивающихся прямых и определение их видимости.

*Вид работы:* выполнение индивидуальных заданий.

*Ход работы:* Задания выполняются в тетради для самостоятельных работ. Задание выполняется согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом. Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданных отрезка АВ и СД. Также необходимо написать буквенный эквивалент задания.

Далее необходимо определить видимость прямых на чертеже и обосновать.

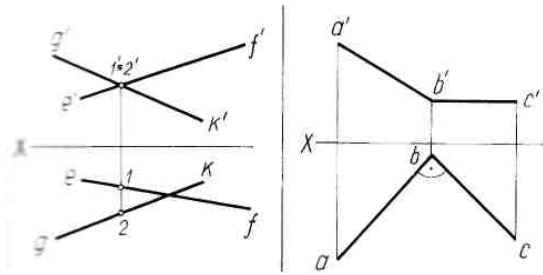
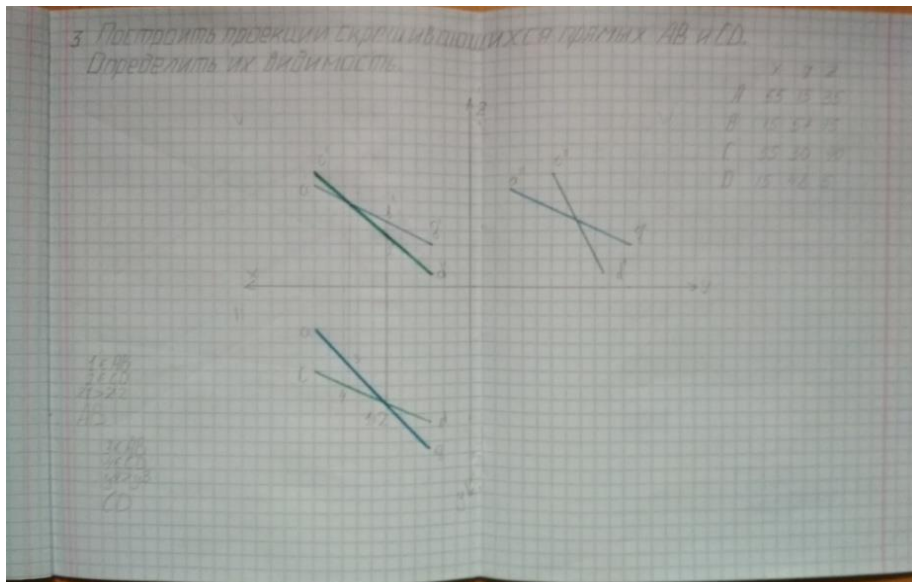


Рисунок 1

Прямые EF и GK — скрещиваются, т. е. не имеют ни одной общей точки (рисунок 1а).

У скрещивающихся прямых точки пересечения их одноименных проекций не лежат на одной линии связи (рисунок 1а).

*Пример выполнения задания*



*Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1*

## Практическая работа №7

### Тема 2.1 . Следы прямой.

*Текст задания:* Построение следов прямой (комплексный чертеж и наглядное изображение).

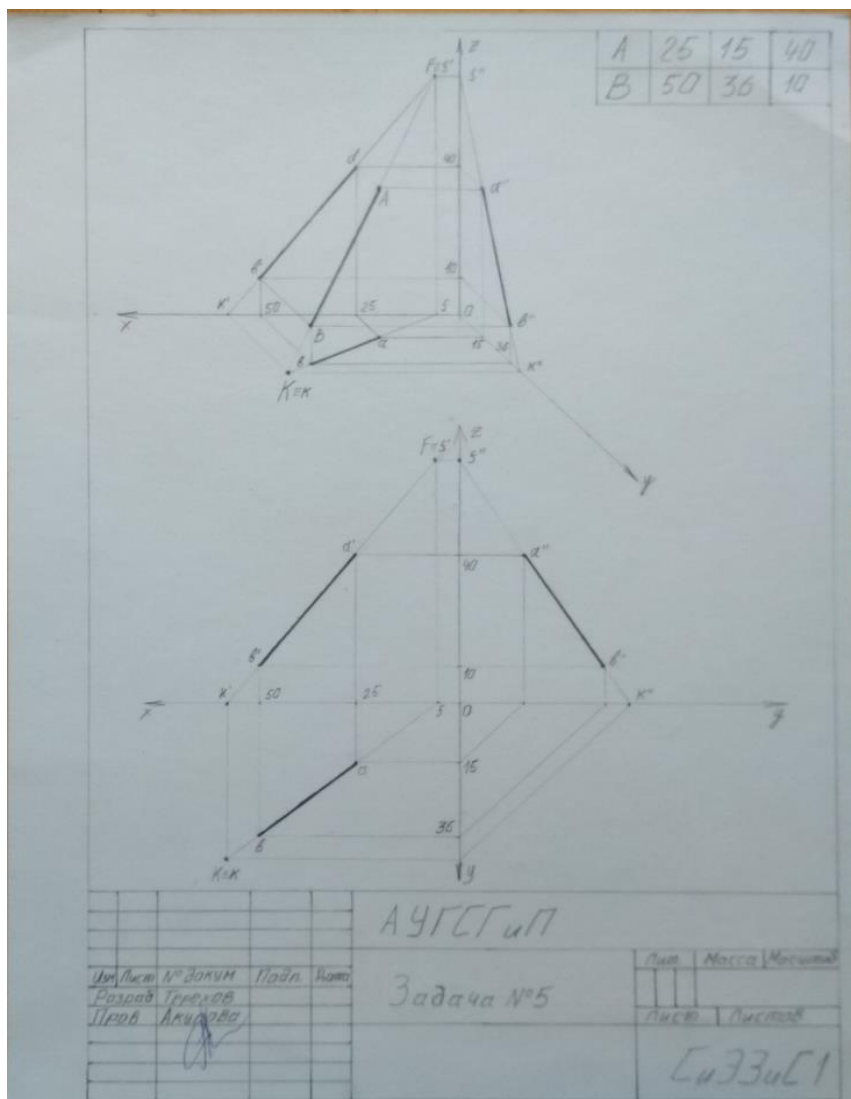
*Вид работы:* выполнение индивидуальных заданий.

*Ход работы:* Задание выполняется на формате А4, согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом.

Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданного отрезка АВ. Затем определяется по построению горизонтальный и

фронтальный следы отрезка. Далее необходимо построить и наглядное изображение этого чертежа.

Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа №8

**Текст задания:** Построение натуральной величины отрезка прямой АВ методом вращения.

**Ход работы:** Задания выполняются в тетради для самостоятельных работ. Задание выполняется согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом. Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданного отрезка АВ. Далее необходимо определить натуральную величину отрезка используя метод вращения.

Способ вращения заключается в том, что оригинал вращается вокруг оси, перпендикулярной к одной из плоскостей проекций. При этом все точки оригинала вращаются в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения (рис- сунок 35а).

Если ось вращения перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций, то траектория движения точки на горизонтальной плоскости проекций проецируется в окружность (рисунок 35б). На фронтальной плоскости - эта траектория отобразится прямой, перпендикулярной к оси вращения и наоборот.

При вращении отрезка прямой линии или плоской фигуры вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций, проекция на эту плоскость не из- меняется ни по виду, ни по величине. Меняется лишь положение этой про- екции относительно оси проекций. Все точки прямой линии или плоской фигуры на другой плоскости проекций будут перемещаться по прямым перпендикулярным к оси вращения (рисунок 36).

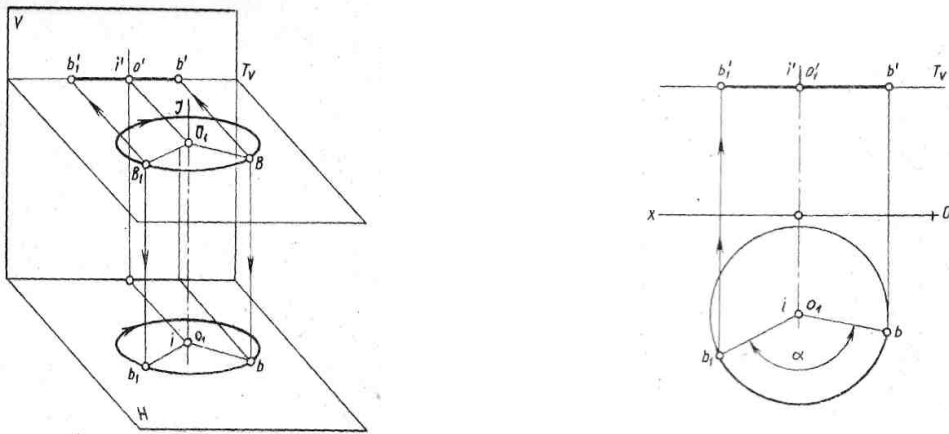


Рисунок 35

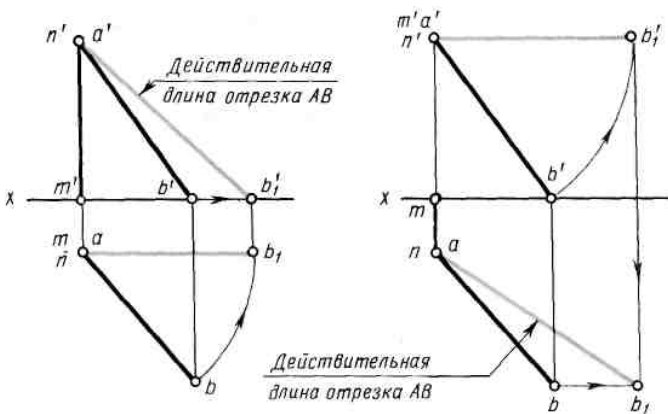


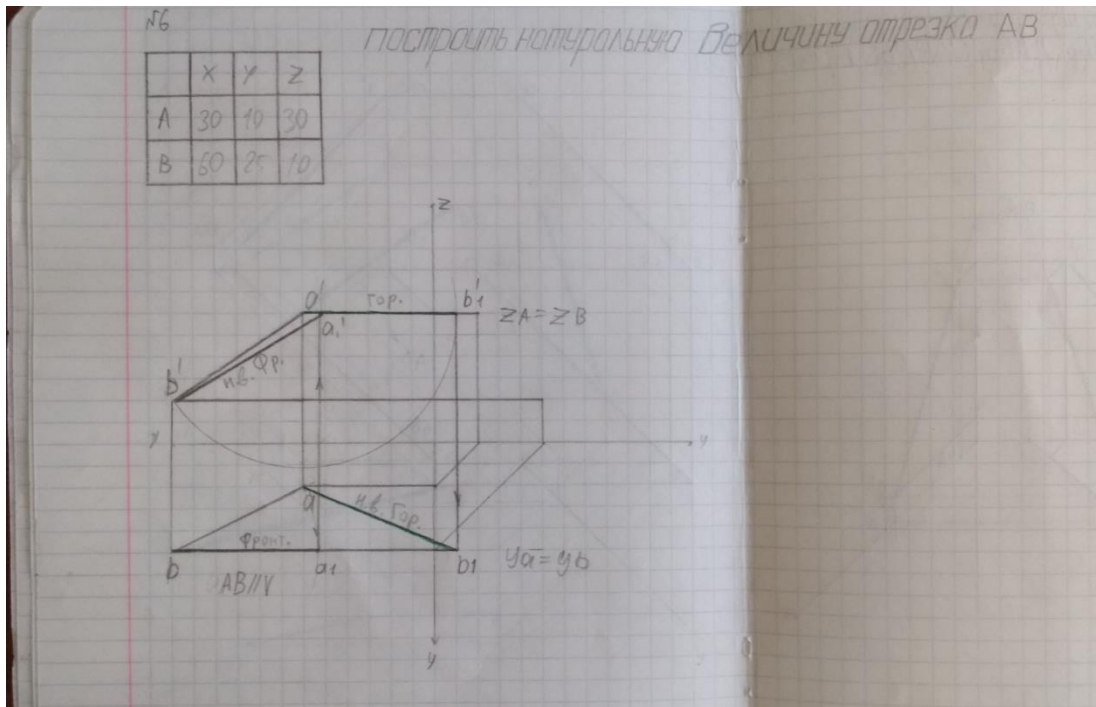
Рисунок 36

Совмещение — частный случай вращения вокруг горизонтали или фронтали, когда осью вращения является горизонтальный или фронтальный след плоскости. При вращении плоскости вокруг ее горизонтального или фронтального следа до совмещения с соответствующей плоскостью проекций лежащая в этой плоскости фигура спроецируется на плоскость проекций в натуральную величину.

Чтобы найти истинную величину плоской фигуры способом совмещения, надо совместить с одной из плоскостей проекций ряд характерных точек ее периметра.



Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа №9

**Текст задания:** Построение натуральной величины отрезка АВ методом замены плоскостей проекций.

*Ход работы:* Задания выполняются в тетради для самостоятельных работ. Задание выполняется согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом. Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданного отрезка АВ. Далее необходимо определить натуральную величину отрезка используя метод замены плоскостей проекций.

Способ замены плоскостей проекций состоит в том, что одна из плоскостей проекций заменяется на новую плоскость, причем новая плоскость (заменяющая) остается в положении, перпендикулярном к незаменяемой плоскости проекций.

При замене фронтальной плоскости проекций координаты Z остаются неизменными (рисунок 31а). При замене горизонтальной плоскости проекций координаты Y не изменяются (рисунок 31б).

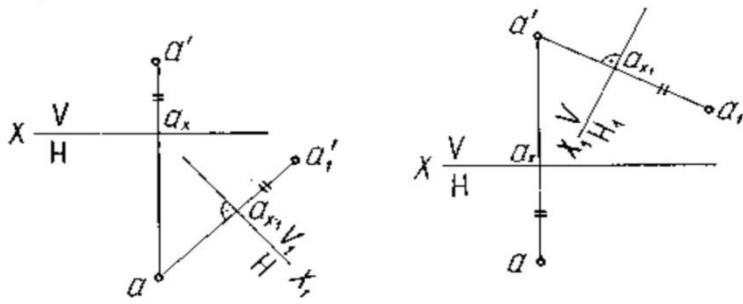


Рисунок 31

Для преобразования прямой общего положения в горизонталь необходимо заменить плоскость Н на Н1 (рисунок 32б), а во фронталь – V на V1 (рисунок 32а).

Для преобразования заданной плоскости общего положения в проецирующую необходимо новую плоскость проекций провести перпендикулярно заданной плоскости, т.е. перпендикулярно одной из главных линий заданной плоскости (горизонтали или фронтали) (рисунок 33).

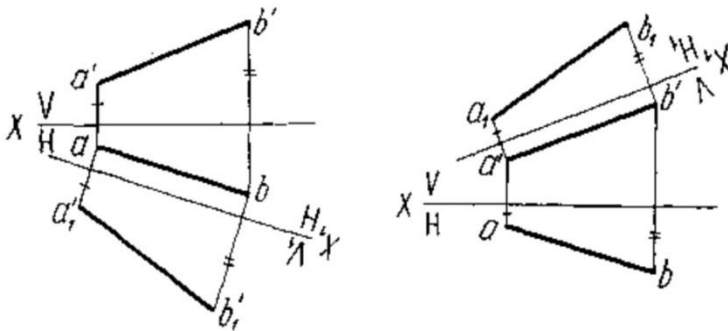
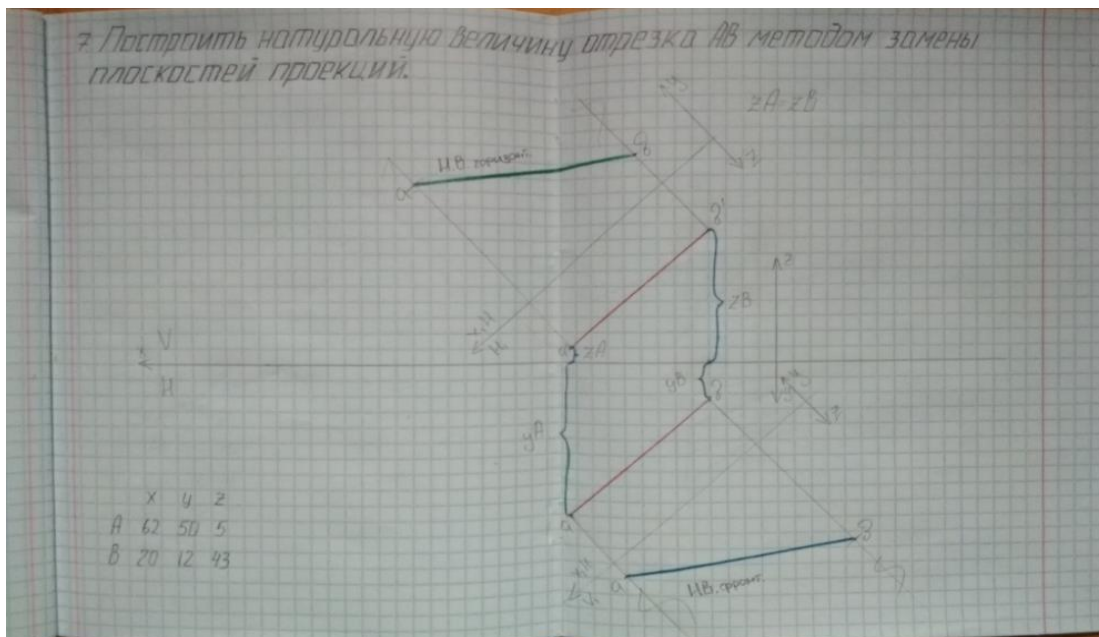


Рисунок 32

*Пример выполнения задания*



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа №10

**Текст задания:** Построение линий уровня в заданной плоскости.

Задания выполняются в тетради для самостоятельных работ. Задание выполняется согласно варианту. Надписи выполняются чертежным шрифтом №7, карандашом.

Пользуясь полученными на уроке знаниями, обучающийся строит по заданным координатам проекции заданных точек А, В и С, являющихся вершинами треугольника.

Далее необходимо построить горизонталь и фронталь в плоскости этого треугольника.

Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа №11

### Тема 2.3. Пересечение прямой с плоскостью

**Текст задания:** Построение точки пересечения прямой EF с плоскостью треугольника ABC.

**Вид работы:** выполнение индивидуальных заданий.

**Ход работы:** По варианту задачи выполняется проекции плоскости треугольника и отрезка прямой. Используя полученные знания и умения, определяется точка пересечения этой прямой с плоскостью треугольника.

Далее необходимо определить видимость на чертеже, используя положения конкурирующих точек.

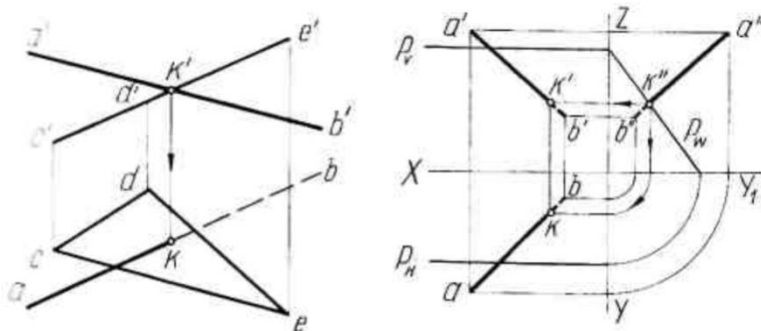
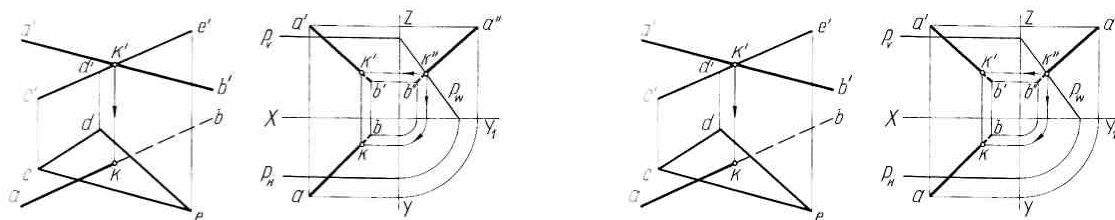


Рисунок 27

Если прямая линия пересекается с плоскостью частного положения, то для определения точки ее пересечения (точки встречи) никаких дополнительных построений не требуется. На рисунке 27 показаны точки пересечения (точки К) прямой АВ с фронтально-проецирующей и профильно-проецирующей плоскостями. Искомые точки (точки К), отмечены из следующих соображений. Точка пересечения прямой с плоскостью есть точка, принадлежащая как прямой, так и плоскости (общая точка). Следовательно, проекции ее, исходя из принадлежности ее прямой, должны лежать на одноименных проекциях прямой, а исходя из принадлежности ее плоскости — на соответствующем следе плоскости. Точка, удовлетворяющая этим требованиям — единственная - это точка К.



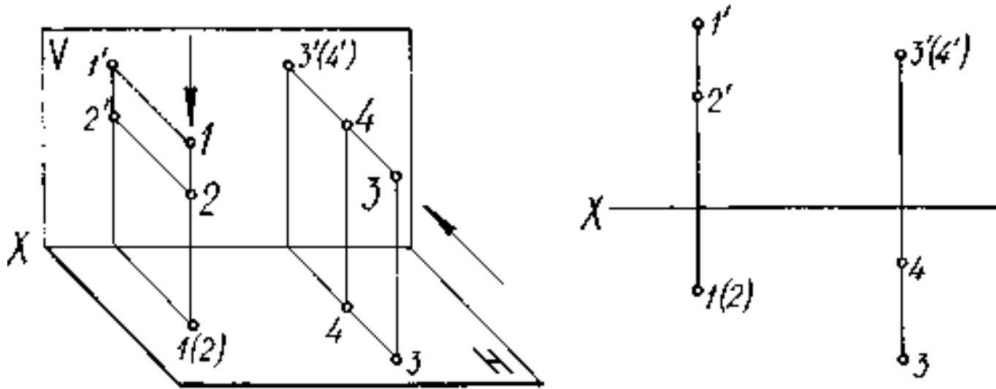
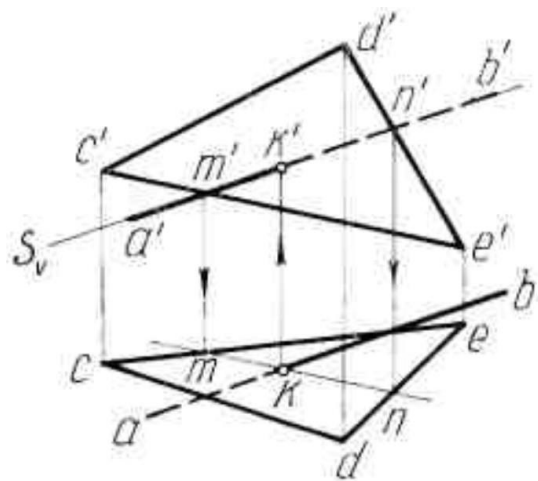


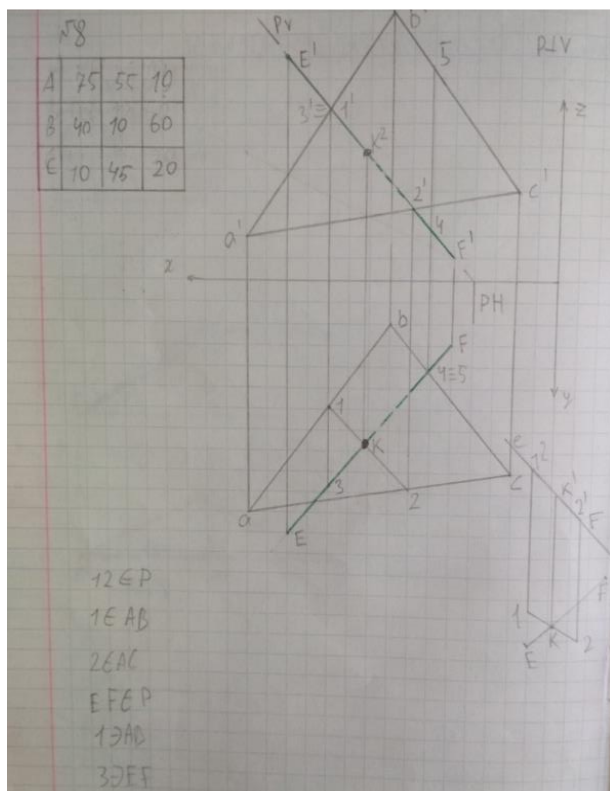
Рисунок 28

Плоскости (в том числе и плоскости проекций) обычно считаются непрозрачными. Поэтому та часть прямой линии, которая находится за плоскостью, невидима. На рисунке 27, например, невидимая часть изображена штриховой линией. Видимость прямой относительно плоскости может быть очевидна. Однако так бывает далеко не всегда. В общих случаях видимость определяется конкурирующими точками — точками, лежащими на одном перпендикуляре к плоскости проекций (рисунок 28). Относительно плоскости проекций  $V$  видимой будет точка 2, относительно плоскости проекций  $H$  — точка 3, т. е. относительно какой-либо плоскости проекций видимой будет точка, находящаяся на большем удалении от нее.

Для определения точки встречи прямой с плоскостью общего положения применяется следующий прием. Через прямую проводится вспомогательная плоскость (обычно плоскость частного положения), строится линия пересечения заданной плоскости и проведенной, и точка пересечения прямой с линией пересечения плоскостей есть искомая точка, т. е. точка встречи прямой с плоскостью (точка  $K'$  на рисунке 29).



Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа № 12

### Тема 2.5. Аксонометрические проекции.

*Текст задания:* Построение аксонометрических проекций плоских фигур.

*Вид работы:* выполнение индивидуальных заданий. Выполнение индивидуальных заданий.

Построение плоских фигур в аксонометрических проекциях. Построение овала.

*Ход работы:* Задание выполняется на формате А3 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Используя знания выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных навыков построения правильных многоугольников, деление окружности на равные части, указаний ГОСТ 2.317-69 ЕСКД и последовательности выполнения задания на занятиях, обучающийся выполняет чертеж по своему варианту. Сначала вычерчиваются плоские фигура, а затем вычерчиваются их диметрические и изометрические проекции. Затем вычерчивается окружность в изометрических проекциях. После этого чертеж аккуратно обводится.

В конструкторской документации применяют стандартные аксонометрические проекции согласно ГОСТ 2.317-69.

Изометрические проекции

Положение аксонометрических осей приведено на рис.1.

Коэффициент искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  равен 0.82.

Изометрическую проекцию для упрощения, как правило выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , т.е. приняв коэффициент искажения равным 1.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы (рис.4.2).

Если аксонометрическую проекцию выполняют без искажения по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , то большая ось эллипсов 1,2, 3 равна 1,22, а малая ось - 0,71 диаметра окружности.

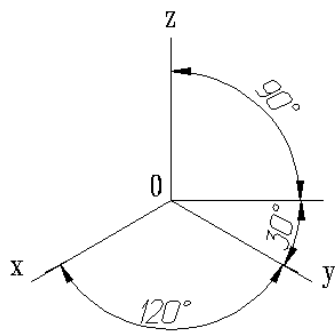


Рисунок 1. Расположение аксонометрических осей прямоугольной изометрической проекции.

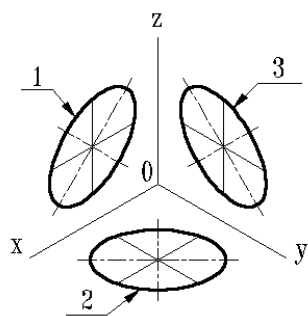


Рисунок 2. Окружность в изометрических проекциях.

Фронтальная диметрическая проекция.

Положение аксонометрических осей приведено на рис. 3.

Допускается применять фронтальные диметрические проекции с углом наклона оси  $y$  30 и 60°.

Коэффициент искажения по оси  $y$  равен 0,5, а по осям  $x$  и  $z$  - 1.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, - в эллипсы. Большая ось эллипсов 2 и 3 равна 1,07, а малая ось - 0,33 диаметра окружности.

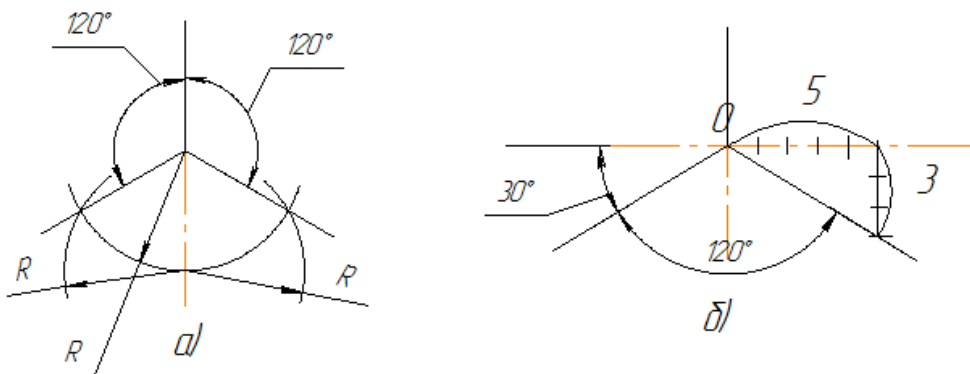


Рисунок 3. Расположение аксонометрических осей фронтальной диметрической проекции

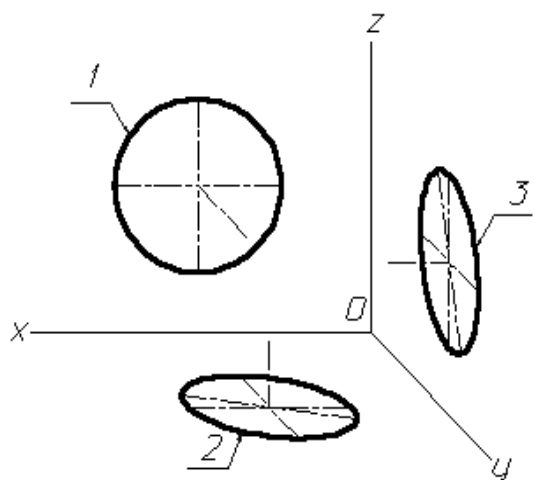
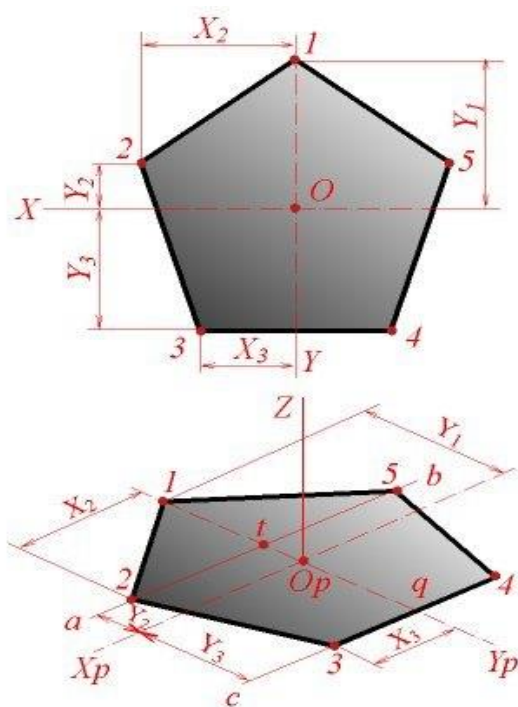
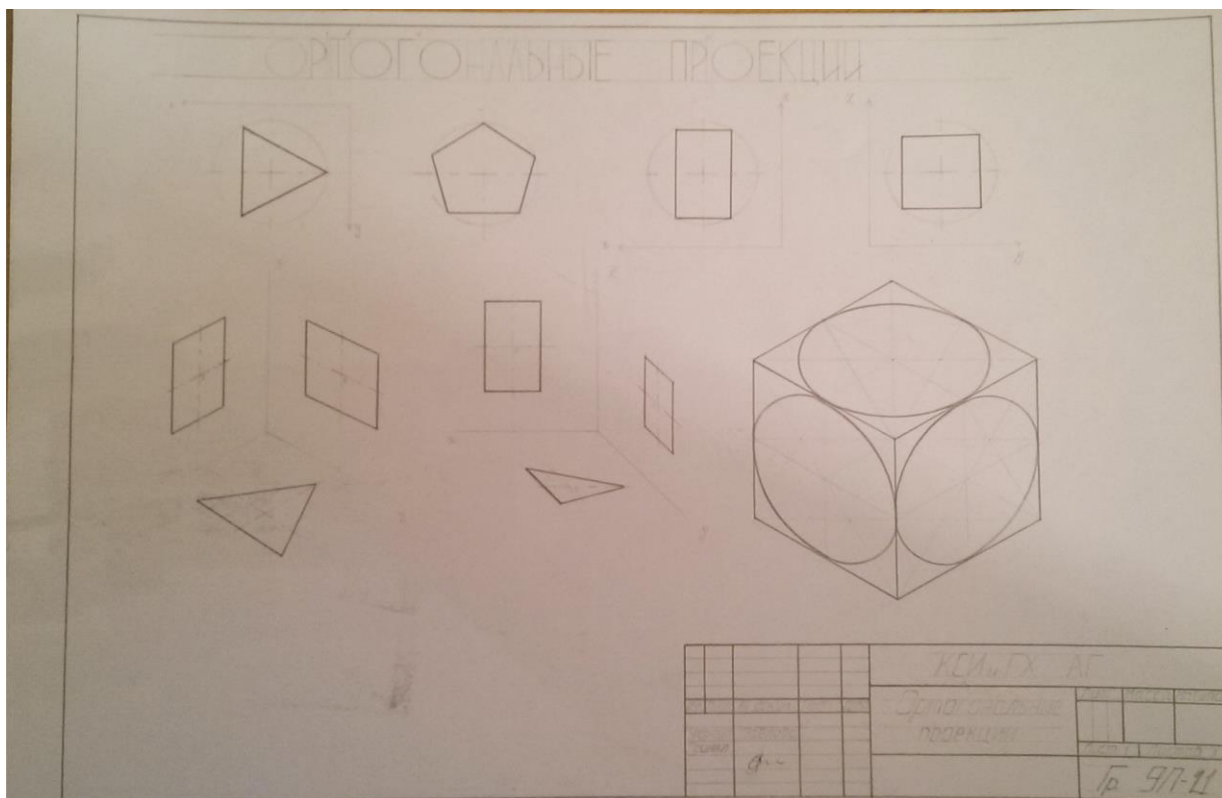


Рисунок 4. Изображение окружности на фронтальной диметрической проекции.



Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа № 13

### Тема 2.6. Поверхности и тела.

*Текст задания:* Задание выполняется на формате А3. Обучающийся выполняет чертеж по своему варианту. Задание выполняется на формате. После того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, вычерчиваются две данные проекции, и по этим двум проекциям вычерчивается третья (профильная проекция). По ГОСТ 2.317-69 ЕСКД выполняется аксонометрическая проекция каждого тела. После этого чертеж аккуратно обводится, и выполняется отмывка.

*Текст задания:* Построение трех проекций группы геометрических тел. Построение аксонометрических проекций группы геометрических тел.

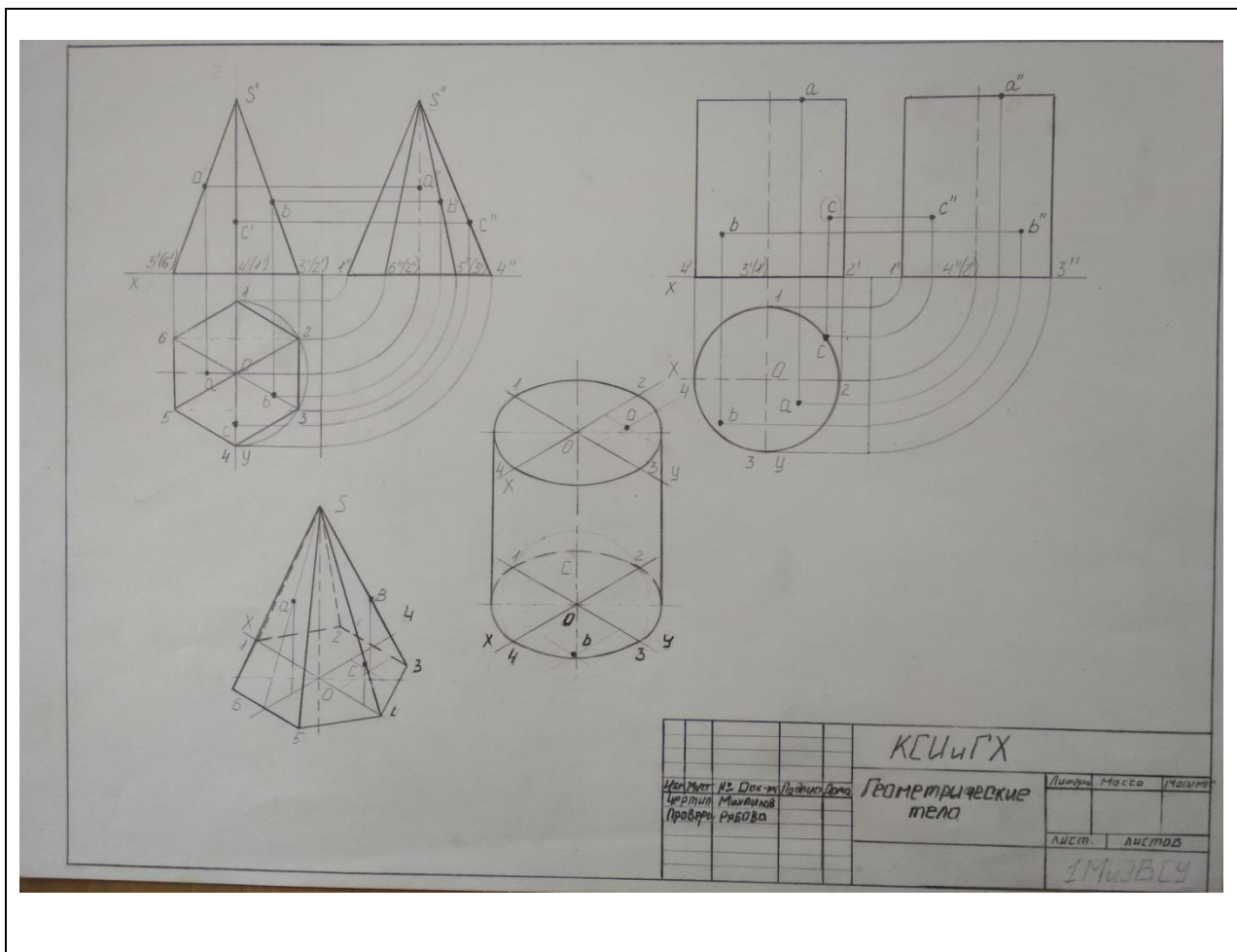
*Вид работы:*

*Цель работы:*

- Изучить виды геометрических тел.
- Изучение правил построения проекций геометрических тел.
- Систематизировать правила построения чертежей основных геометрических тел.
- Развитие интеллектуальных данных в процессе изучения темы и освоения приемов вычерчивания геометрических тел в изометрии



Пример выполнения задания



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. прилож. 1

## Самостоятельное выполнение практического задания №14

### Тема 2.7. Пересечение многогранника проецирующей плоскостью.

**Текст задания:** Построение ортогональных проекций усеченной призмы. Построение н. в. фигуры сечения. Построение изометрии и развертки поверхности усеченной призмы.

**Цель работы:** На основании ранее изученного материала построить натуральную величину фигуры сечения. Вычертить модель в аксонометрической проекции. Научиться чертить развертку модели.

**Вид работы:** Выполнение индивидуальных заданий. Вычерчивание трех проекций усеченной призмы. Нахождение натуральной величины фигуры сечения способами преобразования чертежей. Вычерчивание аксонометрической проекции призмы усеченной. Вычерчивание развертки усеченной призмы. Выполнение отмывки.

*Ход работы:* Задание выполняется на формате А3 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, используя навыки выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных навыков построения различных многогранников. Используя умения определения натуральной величины различными способами, вычерчивается Н.В. фигуры сечения. По ГОСТ 2.317-69 ЕСКД выполняется аксонометрическая проекция усеченного многогранника. На этом же формате выполняется чертеж полной развертки усеченного тела. После этого чертеж аккуратно обводится и подписывается. Выполняется отмывка.

### **Тема. Пересечение поверхности проецирующей плоскостью. Призма усеченная.**

Призмой называется многогранник, у которого 2 грани (основания) - равные многоугольники соответственно параллельными сторонами, а боковые грани – прямоугольники (у прямой призмы) или параллелограммы (у наклонной). Мы рассмотрим прямую призму. Элементы призмы: вершины, ребра (боковые и основания), грани (2 основания и боковые). Рассмотрим 3 проекции 6-угольной призмы. На главном виде – это прямоугольники, боковые ребра – это горизонтально проецирующие прямые, 6-угольник на виде сверху представляет собой проекцию обоих оснований.

Сечение призмы выполнено фронтально-проецирующей плоскостью.

Сечение поверхности геометрических тел плоскостью называется плоская фигура, точки которой принадлежат и поверхности тела, и секущей плоскости. Сечение широко применяется в техническом черчении для выявления формы и внутреннего устройства предметов. В сечении многогранника плоскостью образуется многоугольник. Вершины многоугольника – это точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью, стороны – это линии пересечения секущей плоскости с гранями многогранника.

Задача на построение комплексного чертежа усеченного многогранника состоит из решения следующих вопросов:

1. Построение проекций фигуры сечения.
2. Определение натуральной величины сечения.
3. Построение развертки отсеченной части.
4. Построение аксонометрического изображения отсеченной части.

### **Преобразование чертежа для определения действительных величин.**

Построение натуральной величины отрезка прямой АВ методом вращения.

Способ вращения заключается в том, что оригинал вращается вокруг оси, перпендикулярной к одной из плоскостей проекций. При этом все точки оригинала вращаются в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения (рис- сунок 35а).

Если ось вращения перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций, то траектория движения точки на горизонтальной плоскости проекций проецируется в окружность (рисунок 35б). На фронтальной плоскости - эта траектория отобразится прямой, перпендикулярной к оси вращения и наоборот.

При вращении отрезка прямой линии или плоской фигуры вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций, проекция на эту плоскость не изменяется ни по виду, ни по величине. Меняется лишь положение этой проекции относительно оси проекций. Все точки прямой линии или плоской фигуры на другой плоскости проекций будут перемещаться по прямым перпендикулярным к оси вращения (рисунок 3б).

Задание выполняется на формате А3 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, используя навыки выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных навыков построения различных многогранников. Используя умения

определения натуральной величины различными способами, вычерчивается н.в. фигуры сечения. По ГОСТ 2.317-69 ЕСКД выполняется аксонометрическая проекция усеченного многогранника. На этом же формате выполняется чертеж полной развертки усеченного тела. После этого чертеж аккуратно обводится и подписывается.

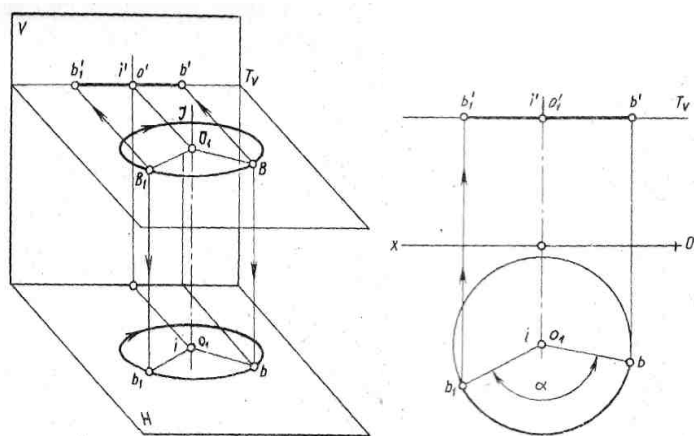


Рисунок 35

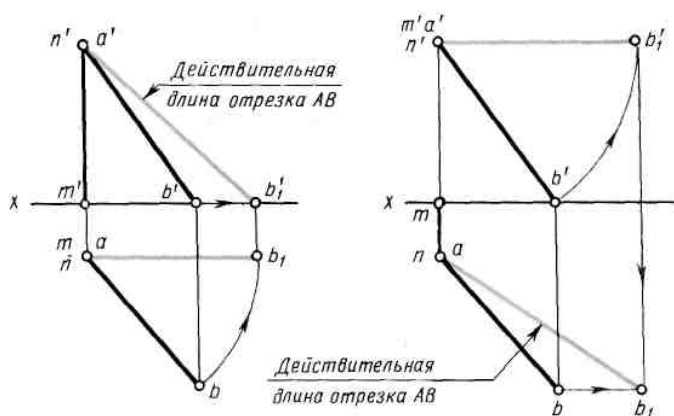


Рисунок 36

Совмещение — частный случай вращения вокруг горизонтали или фронтали, когда осью вращения является горизонтальный или фронтальный след плоскости. При вращении плоскости вокруг ее горизонтального или фронтального следа до совмещения с соответствующей плоскостью проекций лежащая в этой плоскости фигура спроецируется на плоскость проекций в натуральную величину.

Чтобы найти истинную величину плоской фигуры способом совмещения, надо совместить с одной из плоскостей проекций ряд характерных точек ее периметра.

### Преобразование чертежа для определения действительных величин.

Построение натуральной величины отрезка АВ методом замены плоскостей проекций.

Способ замены плоскостей проекций состоит в том, что одна из плоскостей проекций заменяется на новую плоскость, причем новая плоскость (заменяющая) остается в положении, перпендикулярном к незаменяемой плоскости проекций.

При замене фронтальной плоскости проекций координаты Z остаются неизменными (рисунок 31а). При замене горизонтальной плоскости проекций координаты Y не изменяются (рисунок 31б).

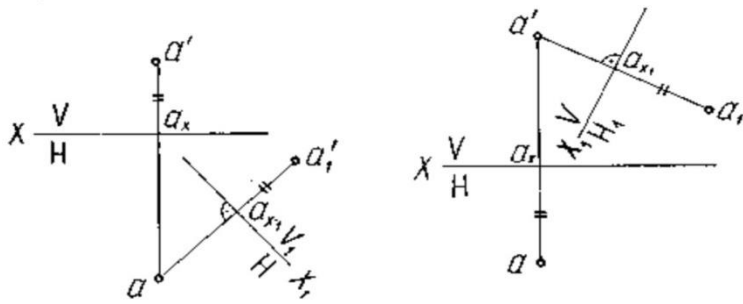


Рисунок 31

Для преобразования прямой общего положения в горизонталь необходимо заменить плоскость H на H1 (рис.32б), а во фронталь – V на V1 (рис.32а).

Для преобразования заданной плоскости общего положения в проецирующую необходимо новую плоскость проекций провести перпендикулярно заданной плоскости, т.е. перпендикулярно одной из главных линий заданной плоскости (горизонтали или фронтали) (рис.33).

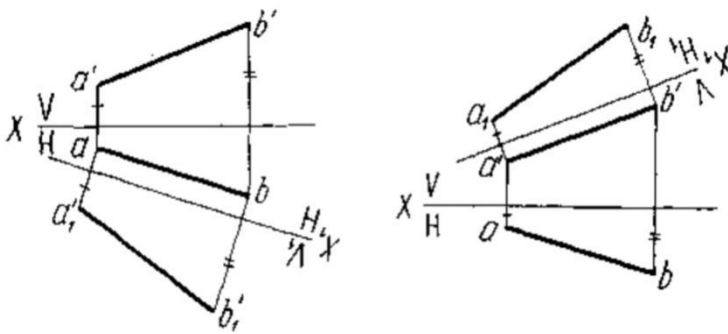
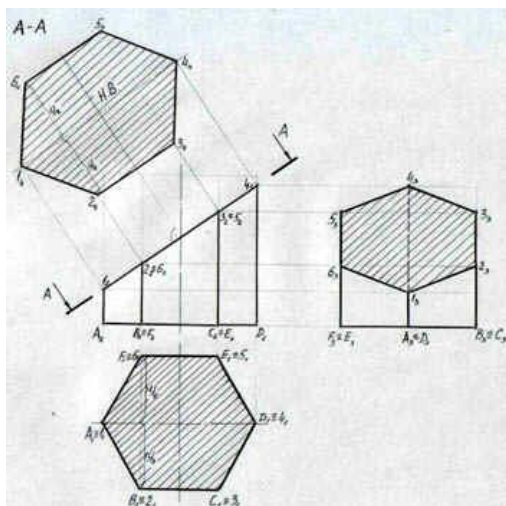


Рисунок 32

Рассмотрим все поставленные задачи.

Задача 1. (см. Рис. 1).



Для построения трех проекций усеченной призмы выполняем следующие операции:

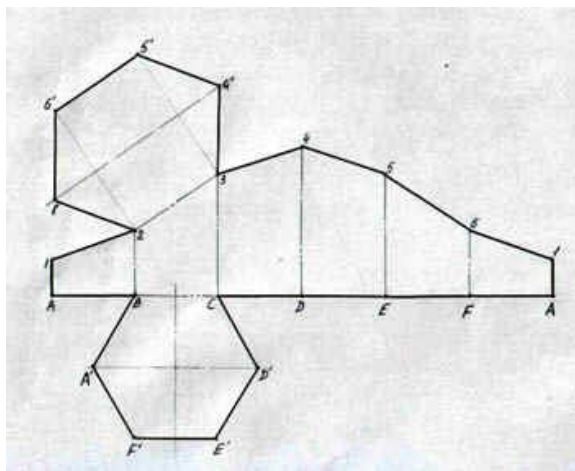
1. Строим 3 проекции правильной 6-угольной призмы, сторона основания  $a = 30$ , высота - произвольная.
2. Проводим фронтально-проецирующую секущую плоскость А-А.
3. На горизонтальной проекции плоскость сечения совпадает с проекцией основания ABCDEF, на профильной проекции сечение строится путем определения профильных проекций точек 1,2,3,4,5,6 и их последовательного соединения.

Задача 2. (см. Рис. 1).

Решение задачи 2 проводится с использованием чертежа, полученного при решении задачи 1. Для определения натуральной величины сечения используем метод вспомогательных секущих плоскостей. Для решения задачи выполняем следующие операции:

1. На произвольном расстоянии и параллельно секущей плоскости А-А проводим прямую. От фронтальных проекций точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 проводим прямые, которые будут перпендикулярны плоскости сечения. Прямые проводим до пересечения с новой плоскостью проекций.
2. Новые проекции точек 1, 2, 3, 4, 5, 6 получаем перенося горизонтальные проекции данных точек в новую систему координат.
3. Полученный 6-и угольник в новой системе плоскостей проекций и будет являться натуральной величиной сечения 6-угольной призмы.

Задача 3. (см. Рис. 2).



Разверткой поверхности геометрического тела называется плоская фигура, полученная путем совмещения всех граней или поверхностей, ограничивающих тело, с одной плоскостью. Построение разверток выполняется обычно графическими приемами, с применением способов, предлагаемых начертательной геометрией. Построение развертки поверхности многогранника сводится к определению истинной величины каждой его грани по чертежу многогранника (см. Рис. 1). После этого грани многогранника стыкуются (соединяются) по ребрам и вершинам.

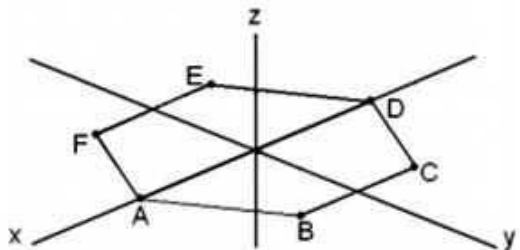
Для решения задачи 3 выполняем следующие операции:

Проводим горизонтальную прямую, на которой от произвольно выбранной точки А, откладываем отрезки АВ, ВС, CD, DE, EF, FA, равные длине стороны основания  $a = 30$ . Из точек А, В, С, D, E, F, А восстанавливаем перпендикуляры и на них откладываем величины ребер усеченной призмы. Величины данных отрезков А1, В2, С3, D4, E5, F6, А1 берем с фронтальной проекции усеченной призмы. Полученные точки соединяем и получаем развертку боковой поверхности призмы.

К одному из отрезков основания, например к ВС, пристраиваем 6-угольник ABCDEF.

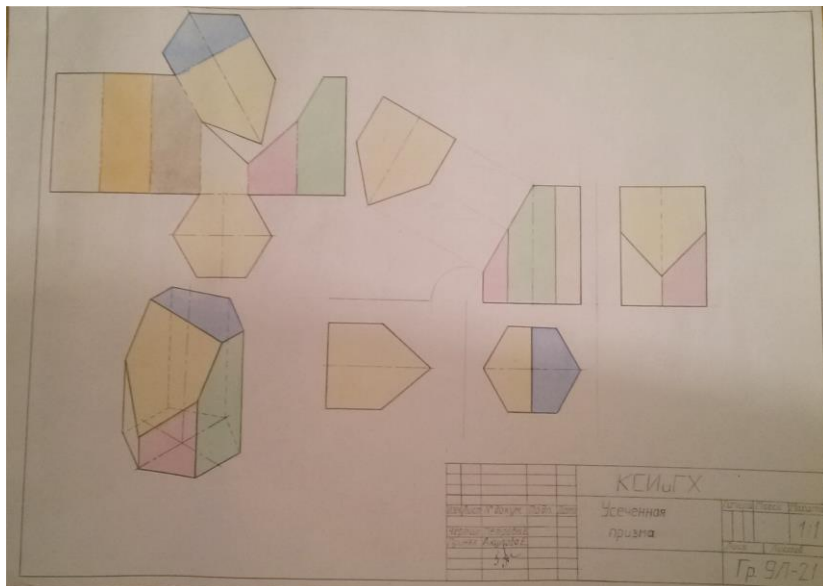
К одному из звеньев ломаной, например, к отрезку 2-3, пристраиваем 6-угольник 123456 (сечение призмы), который переносим, используя метод засечек, с рисунка 1.

#### **Задача 4. (см. рис. 3)**



Строим усеченную 6-и угольную призму в изометрии. Высоты A1, B2, C3, D4, E5, F6 – берем с фронтальной проекции усеченной призмы.

*Пример выполнения задания*



*Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1*

## **Практическая работа №15**

### **Тема 3.1. Изображения. Виды. Наглядные изображения.**

*Текст задания:* Построение трех видов по наглядному изображению модели.

*Вид работы:* выполнение индивидуальных заданий. Вычерчивание трех проекций модели по наглядному изображению. Простановка размеров.

*Ход работы.* Задание выполняется на формате А4 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, используя навыки выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных на уроке навыков построения основных видов моделей. После этого чертеж аккуратно обводится и подписывается.

### **ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ**

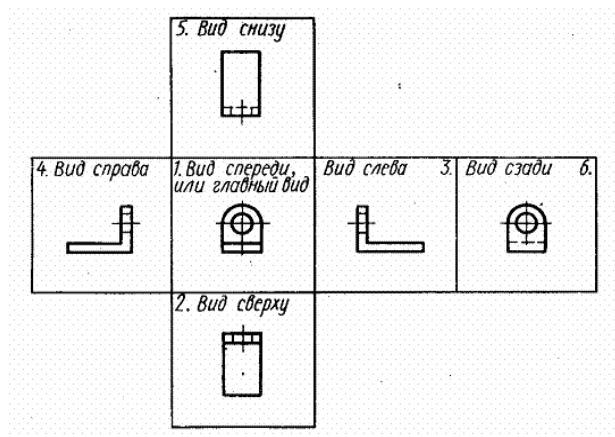
В зависимости от содержания изображения на чертежах разделяют на виды, разрезы, сечения. Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) установлены ГОСТ 2.305-68ЕСКД.

**Виды.** Основные положения.

Видом называют изображение видимой части поверхности предмета, обращенной к наблюдателю

Чтобы получить изображение предмета на плоскости, его условно помещают внутри пустотелого куба, грани которого принимают за основные плоскости проекций. Предполагается, что предмет расположен между глазом наблюдателя и соответствующими гранями куба; изображения предмета на этих гранях получают по методу прямоугольного проецирования

Развернув куб по ребрам и совместив все его грани с фронтальной плоскостью чертежа, получают расположение изображений на шести плоскостях проекций, принятых за основные. Допускается располагать грань 6 рядом с гранью 4, исключая возможность повторения вида в первоначально указанном положении.



Установлены следующие названия видов, полученных на основных плоскостях проекций :

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

Главным видом называют изображение предмета на фронтальной плоскости проекций, дающее наиболее полное представление о его форме и размерах.

Названия видов на чертежах надписывать не следует, за исключением случаев, когда виды сверху, слева, справа, снизу, сзади *не* находятся в проекционной связи с главным изображением, отделены от него другими изображениями или расположены не на одном с ним листе, тогда эти виды должны быть отмечены на чертеже надписью по типу А, а направление взгляда указано стрелкой, обозначенной той же прописной буквой, что и вид.

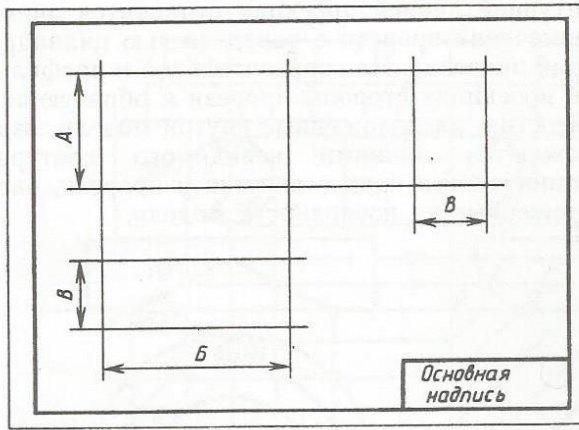
### **Построение трех проекций модели по наглядному изображению.**

Зная размеры изображаемого предмета. Масштаб и число проекций, прежде всего вычерчивают тонкими линиями габаритные прямоугольники, размещая их на поле чертежа таким образом, чтобы расположились равномерно. Размеры габаритных прямоугольников соответствуют габаритным размерам будущего изображения с учетом размеров предмета и масштаба, в котором он будет изображаться.

Если принять за габаритные размеры модели:

А — высота, Б — длина, В — ширина,

последовательность построения чертежа будет такой:

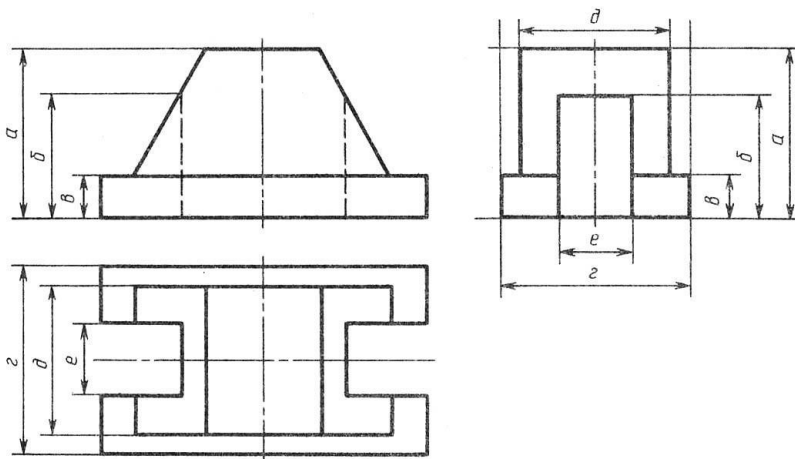


На поле чертежа во всю его длину проводят две горизонтальные линии на расстоянии А. Затем проводят на всю высоту формата две вертикальные параллельные линии на расстоянии Б. Между вертикальными линиями расположатся фронтальная и горизонтальная проекции, между горизонтальными линиями – фронтальная и профильная проекции. Т.к. размеры проставляют вне изображения предмета, между этими линиями располагают габаритные прямоугольники (не нарушая проекционной связи между ними). В их пределах строят изображения.

Если модель не симметрична, то сначала строят основание модели на горизонтальной плоскости, одна из сторон берется за базу, от которой строят очерковые линии всего основания. Так же поступают и с другими видами.

Если модель симметрична, то построение начинают с проведения осей симметрии на всех плоскостях проекций. Эти оси и будут базами для построения проекций модели.

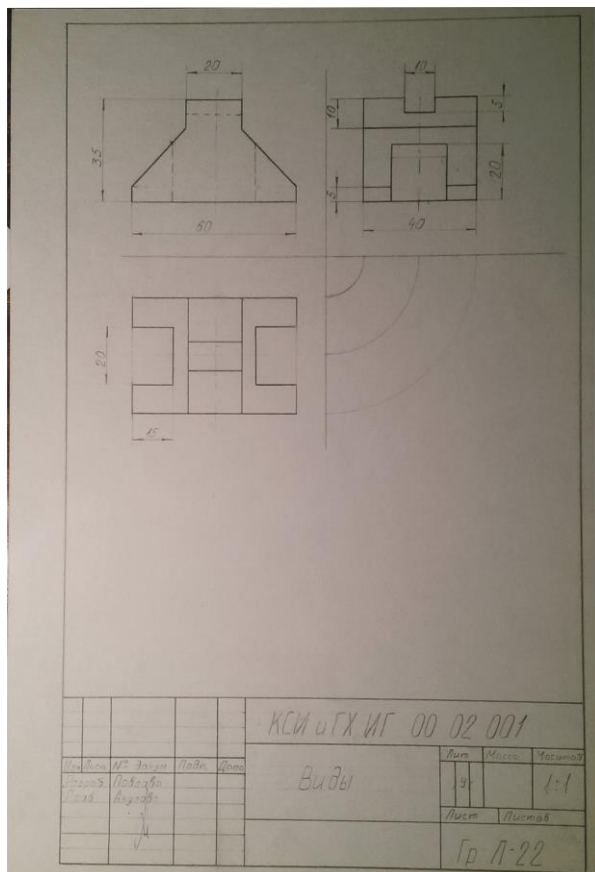
Построение начинают обычно с основания модели. Проанализировав форму, строят последовательно, по частям на каждой проекции. Построение выполняют твердым карандашом, после проверки чертежа его обводят более мягким карандашом и проставляют размеры.



На рис. по заданным фронтальной и горизонтальной проекциям построена профильная проекция. Построение выполняется методом прямоугольного (ортогонального) проецирования, т.е. с соблюдением проекционной связи. Оси координат и линии построения после построения удаляются.

Прежде всего нужно выяснить форму отдельных частей поверхности изображенного предмета. Для этого оба заданных изображения нужно рассматривать одновременно. Полезно при этом иметь в виду, каким поверхностям соответствуют наиболее часто встречающиеся изображения: треугольник, четырехугольник, окружность, шестиугольник и т. д.





Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа № 16

### Тема 3.1. Построение третьего вида модели по двум данным.

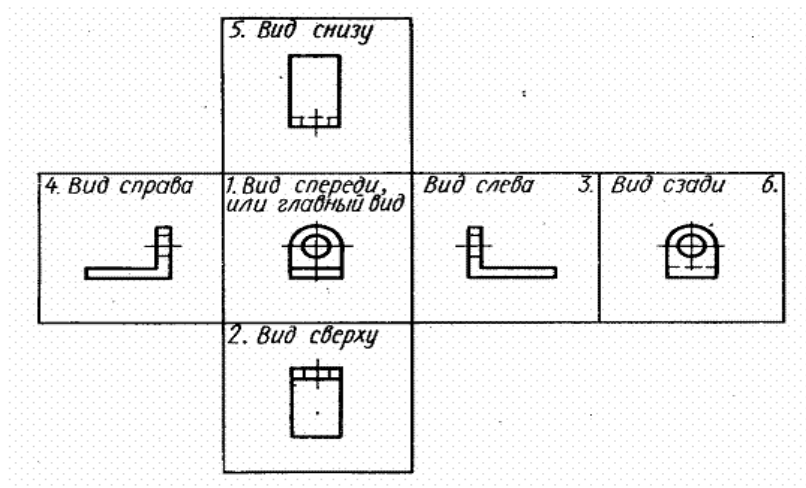
**Текст задания:** Построение третьего вида модели по двум заданным и аксонометрической проекции. Задание выполняется на формате А4 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, используя навыки выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных на уроке навыков построения основных видов моделей. По ГОСТ 2.317-69 ЕСКД выполняется аксонометрическая проекция модели. Проставляются размеры. После этого чертеж аккуратно обводится и подписывается.

**Вид самостоятельной работы:** выполнение индивидуальных заданий.

**Вид работы:** вычерчивание третьей проекции по двум заданным. Построение аксонометрической проекции детали.

#### **Построение третьей проекции модели по двум данным проекциям**

Зная размеры изображаемого предмета. Масштаб и число проекций, прежде всего вычерчивают тонкими линиями габаритные прямоугольники, размещая их на поле чертежа таким образом, чтобы расположились равномерно. Размеры габаритных прямоугольников соответствуют габаритным размерам будущего изображения с учетом размеров предмета и масштаба, в котором он будет изображаться. Если принять за габаритные размеры модели: А – высота, В – длина, С – ширина, последовательность построения чертежа будет такой:

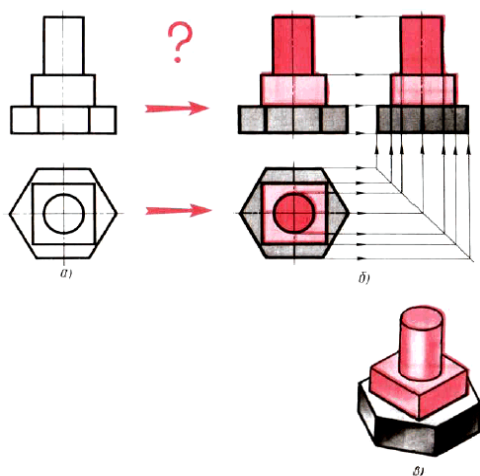


На поле чертежа во всю его длину проводят две горизонтальные линии на расстоянии А. Затем проводят на всю высоту формата две вертикальные параллельные линии на расстоянии Б. Между вертикальными линиями расположатся фронтальная и горизонтальная проекции, между горизонтальными линиями – фронтальная и профильная проекции. Т. к. размеры проставляют вне изображения предмета, между этими линиями располагают габаритные прямоугольники ( не нарушая проекционной связи между ними). В их пределах строят изображения.

Если модель не симметрична, то сначала строят основание модели на горизонтальной плоскости, одна из сторон берется за базу, от которой строят очерковые линии всего основания. Так же поступают и с другими видами.

Если модель симметрична, то построение начинают с проведения осей симметрии на всех плоскостях проекций. Эти оси и будут базами для построения проекций модели.

Построение начинают обычно с основания модели. Проанализировав форму, строят последовательно, по частям на каждой проекции. Построение выполняют твердым карандашом, после проверки чертежа его обводят более мягким карандашом и проставляют размеры.

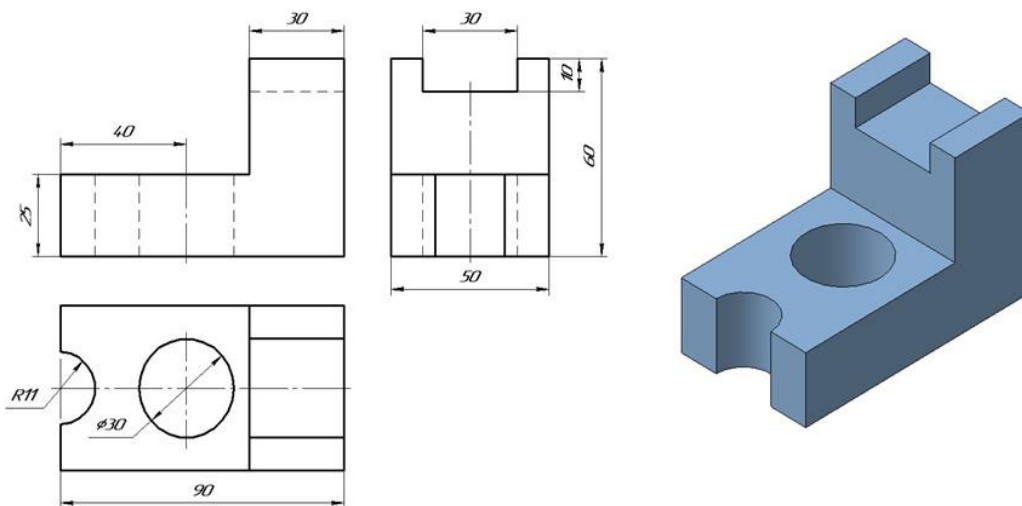


На рис. по заданным фронтальной и горизонтальной проекциям построена профильная проекция. Построение выполняется методом прямоугольного (ортогонального) проецирования, т.е. с соблюдением проекционной связи. Оси координат и линии построения после построения удаляются.

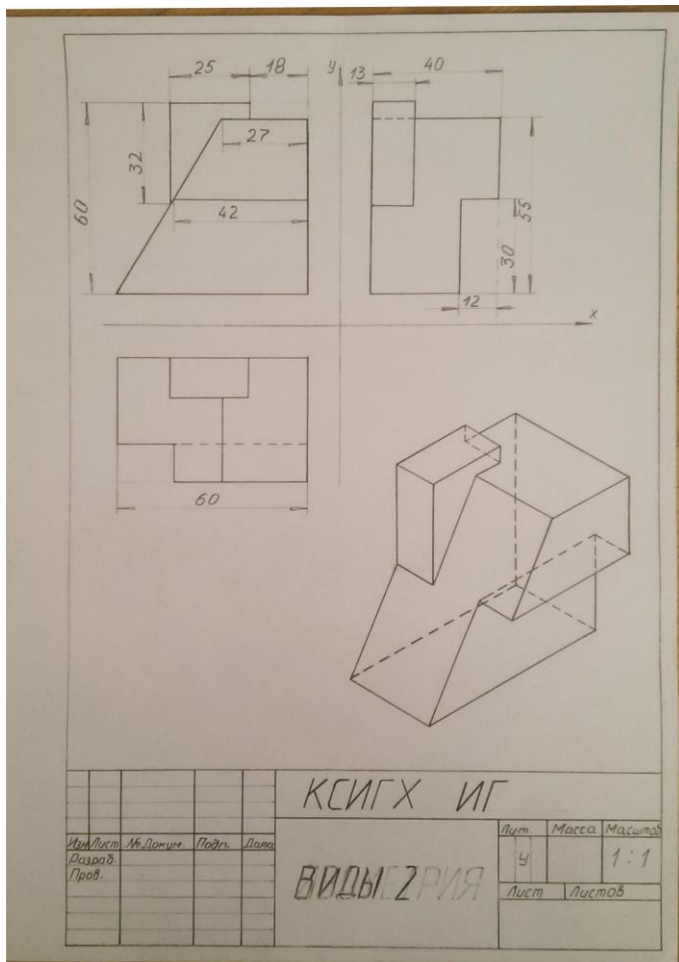
Прежде всего нужно выяснить форму отдельных частей поверхности изображенного предмета. Для этого оба заданных изображения нужно рассматривать одновременно. Полезно при этом иметь в виду, каким поверхностям соответствуют наиболее часто встречающиеся изображения: треугольник, четырехугольник, окружность, шестиугольник и т. д.

По двум видам детали построить третий вид. Изображение следует располагать в проекционной связи, без нанесения осей проекций и линий проекционной связи. Пример выполнения задания.

Построить вид слева заданной детали Решение. ... Построение выполняем методом ортогонального проецирования, т.е. все три вида строятся без нарушения проекционной связи, но оси координат и линии проекционной связи на чертеже не показываем. Вид слева строим методом переноса размеров по высоте с вида спереди (с главного вида), а по ширине – с вида сверху.



*Пример выполнения задания*



Критерии оценки работы по подготовке к самостоятельным работам см. Приложение 1

## Практическая работа №17

### Тема 3.2 Разрезы

**Текст задания:** Задание выполняется на формате А3 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, используя навыки выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных на уроке навыков построения основных видов моделей. Проанализировав форму модели и ее габаритные размеры, вычерчиваются габаритные прямоугольники, вычерчиваются элементы каждой проекции видимого и невидимого контуров. Затем определяются необходимые разрезы. Затем выполняется фронтальный разрез и профильный разрез, руководствуясь правилами соединения части вида и части разреза. Необходимо произвести штриховку плоскостей попавших в секущие плоскости. По ГОСТ 2.307-68 ЕСКД надо проставить размеры модели. После этого чертеж аккуратно обводится и подписывается.

**Методика выполнения задания.** В помощь обучающемуся: Если деталь полая или имеет внутреннее устройство в виде отверстий, углублений и т.п., на видах невидимые контуры изображаются штриховыми линиями. При сложной внутренней конфигурации детали большое количество штриховых линий затрудняет чтение чертежа и нередко ведет к неточному представлению о форме детали. Этого можно избежать, применяя условные изображения разреза. **Разрезы.** Разрезом называется условное изображение предмета, полученное при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная перед наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удаляется, а на плоскости проекции изображается то, что попадает в секущую плоскость и что расположено за

ней. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций, разрезы разделяются на горизонтальные, вертикальные (фронтальные и профильные) и наклонные. Условно принято, что предметы — металлические, и для графического обозначения материала в сечениях детали делается штриховка тонкими линиями с наклоном под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа. Штриховка на всех изображениях одной детали выполняется в одном направлении (с правым или левым наклоном). **Простые разрезы.** Вертикальным разрезом называется разрез, образованный секущей плоскостью, перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций. Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекции, то разрез называется фронтальным (рис. 54) и располагается на месте вида спереди, т.е. главного вида.

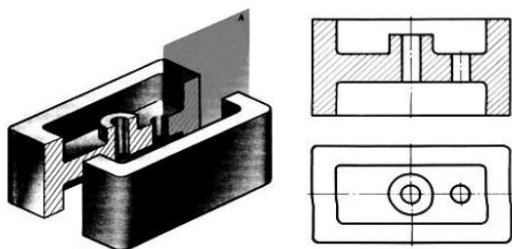


Рис. 54. Фронтальный разрез

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекции, то разрез называется горизонтальным (рис. 55) и располагается на месте вида сверху.

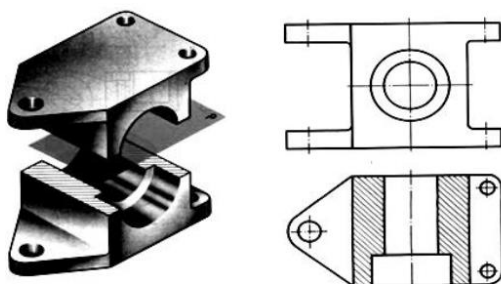
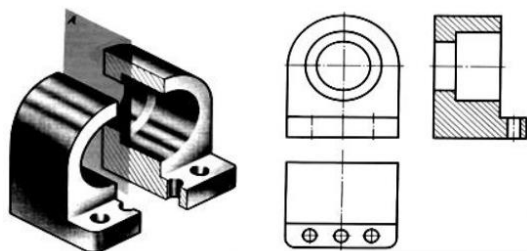


Рис. 55. Горизонтальный разрез

Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекции, то разрез называется профильным (рис. 56) и располагается на месте вида слева.



Если секущая плоскость расположена под каким-либо углом к горизонтальной плоскости проекции, то в этих случаях применяется наклонный разрез (рис. 57).

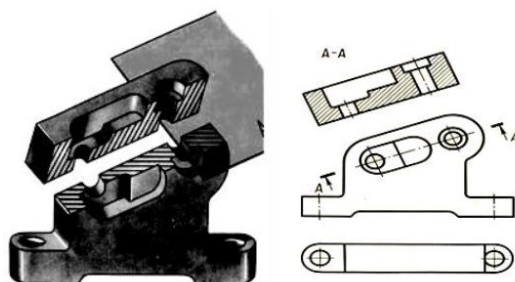


Рис. 57. Наклонный разрез

*Обозначение разрезов.* Если секущая плоскость не совпадает с плоскостями симметрии детали, то разрезы обозначаются на чертеже следующим образом (рис. 59): положение секущей плоскости показывают штрихами разомкнутой линии, толщина которой в 1,5 раза больше линии контура. К штрихам разомкнутой линии на расстоянии 2–3 мм от внешнего края ставят стрелки, указывающие направление взгляда. С внешней стороны стрелок пишут прописные буквы русского алфавита. Изображение разреза подписывается надписью типа А-А, Б-Б.

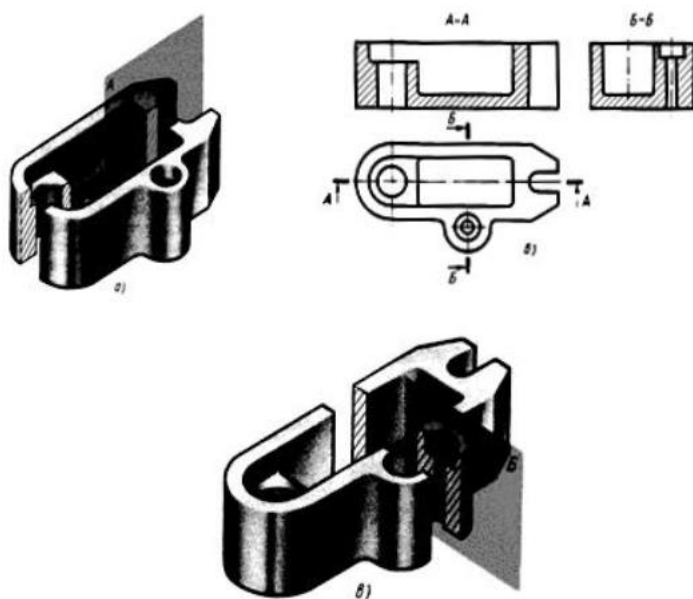
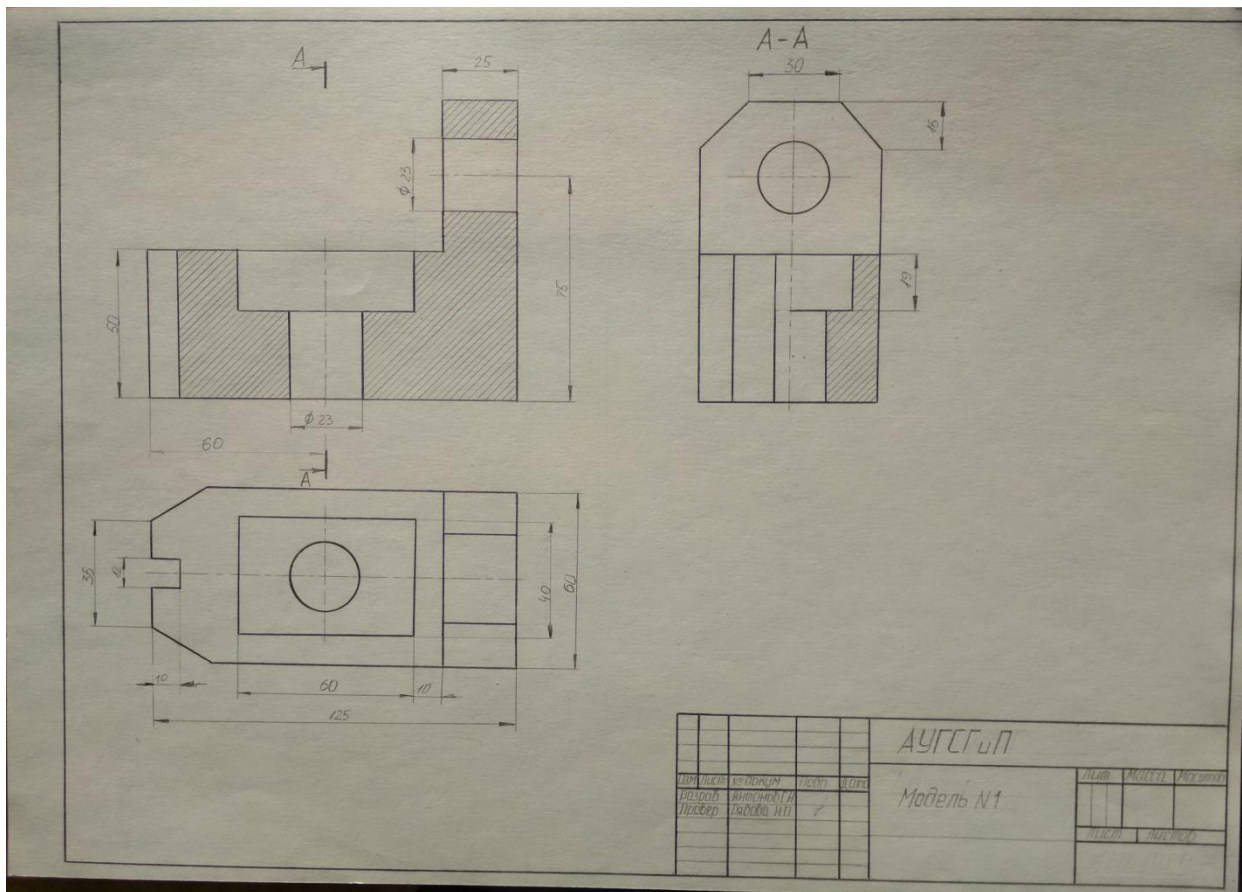


Рис. 59. Обозначение разреза на чертеже

*Пример выполнения задания*



Критерии оценки работы по подготовке к с практическим работам см. прилож. №1

### Практическая работа №18

**Текст задания:** Построение третьего вида по двум данным и аксонометрической проекции с необходимыми разрезами.

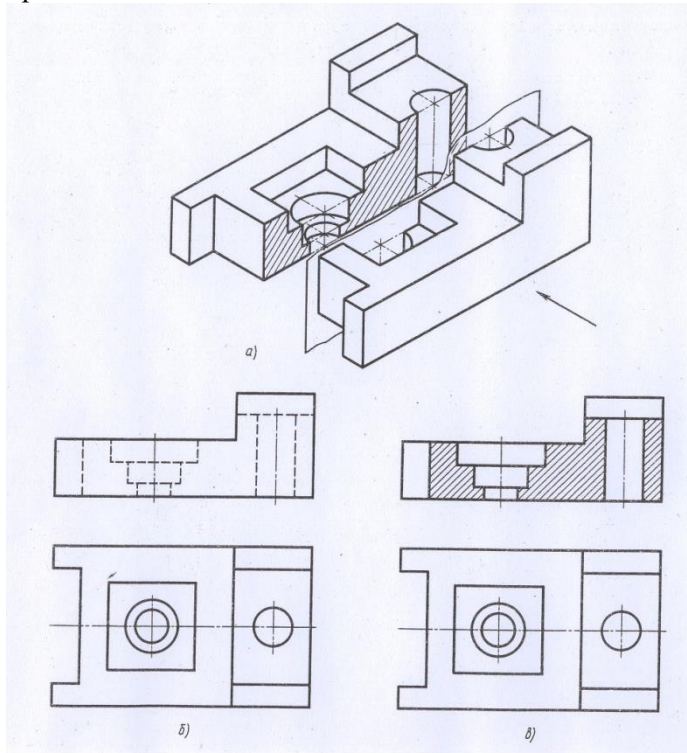
Задание выполняется на формате А3 после того, как оформляется основная надпись чертежа, согласно ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД, используя навыки выполнения линий чертежа по ГОСТ 2.303-68 и полученных на уроке навыков построения основных видов моделей. Перечертив данные виды, необходимо выполнить фронтальный разрез и профильный разрез, руководствуясь правилами соединения части вида и части разреза, произвести штриховку плоскостей попавших в секущие плоскости. По ГОСТ 2.307-68 ЕСКД надо проставить размеры модели. После этого чертеж аккуратно обводится и подписывается.

Построим третий вид модели по двум заданным, выполним разрез и проставим размеры (рис. 3.23). Перед выполнением упражнений рекомендуется изучить основные положения, относящиеся к построению видов, разрезов и сечений по ГОСТ 2.305-68 или по учебнику.

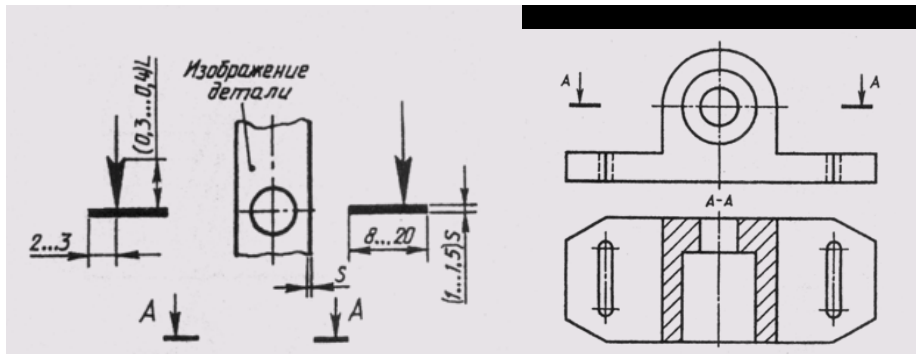
В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:

- горизонтальные** - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- вертикальные** - секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- наклонные** - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от

прямого.



Вертикальный разрез называют *фронтальным*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и *профильным*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.



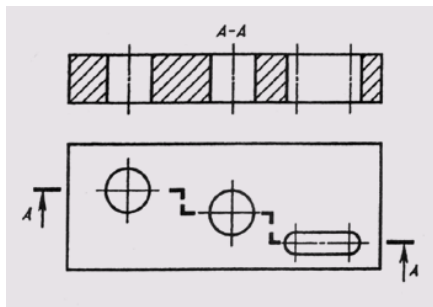
Около стрелок, указывающих направление взгляда с внешней стороны угла, образованного стрелкой и штрихом линии сечения, на горизонтальной строке наносят прописные буквы русского алфавита. Буквенные обозначения присваиваются в алфавитном порядке без повторений и без пропусков, за исключением букв *И, О, Х, Ъ, Ы, Ь*. Сам разрез должен быть отмечен надписью по типу «А - А» (всегда двумя буквами, через тире).

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета, а разрез выполнен на месте соответствующего вида в проекционной связи и не разделен каким-либо другим изображением, то для горизонтальных, вертикальных и профильных разрезов отмечать положение секущей плоскости не нужно и разрез надписью не сопровождать. На рис. 173 фронтальный разрез не обозначен.

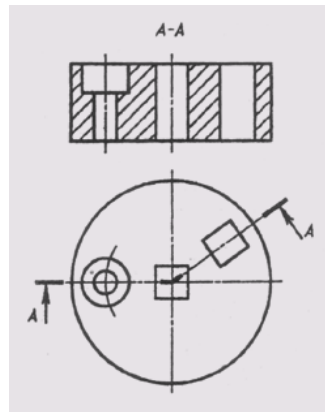
Простые наклонные разрезы и сложные разрезы обозначают всегда.

**Сложный разрез** называют ступенчатым, если секущие плоскости параллельны. Если секущие плоскости пересекаются, то разрез называют ломаным.





Ступенчатый разрез



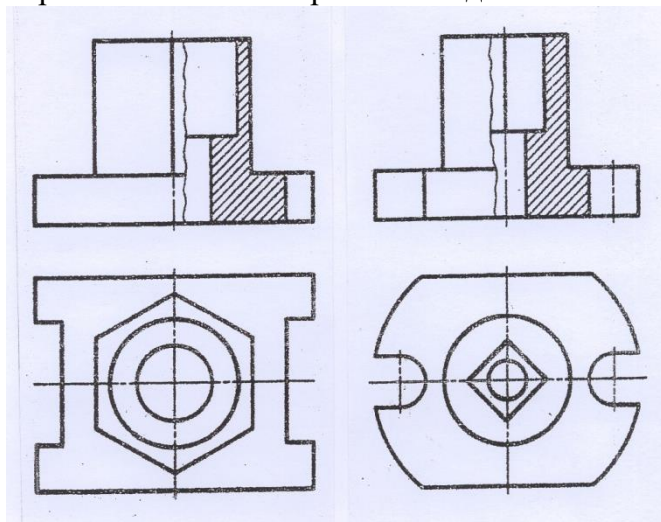
Ломаный разрез

**Сечением** называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета плоскостью. При изображении сечения показывают только то, что расположено непосредственно в секущей плоскости.

Для указания на чертеже положения секущей плоскости применяют разомкнутую линию, называемую линией сечения. Начальный и конечный штрихи этой линии не должны пересекать контур изображения. Стрелки, указывающие направление взгляда при разрезе, ставят на расстоянии 2...3 мм от внешнего конца штриха. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же букву русского алфавита. Разрез отмечают надписью типа А – А – всегда двумя буквами через тире. При обозначении сложного разреза указывают и изломы линии сечения.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, положение плоскости разреза не отмечают и разрез надписью не сопровождают (фронтальный разрез на рис. 1).

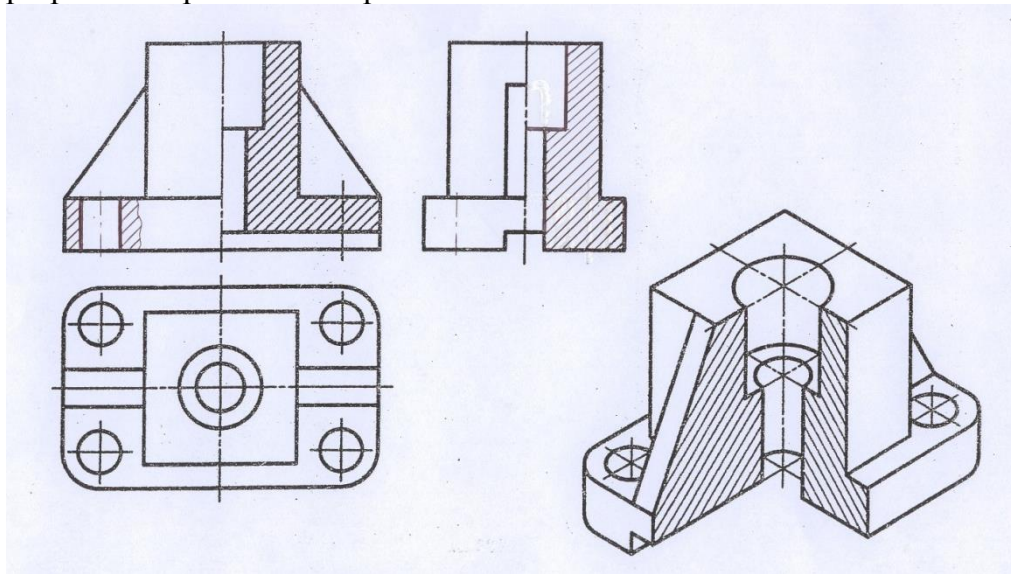
Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией. Если при этом соединены половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (разрез А – А на рис. 3.17). Разрез на чертеже располагают справа от оси симметрии или под ней.



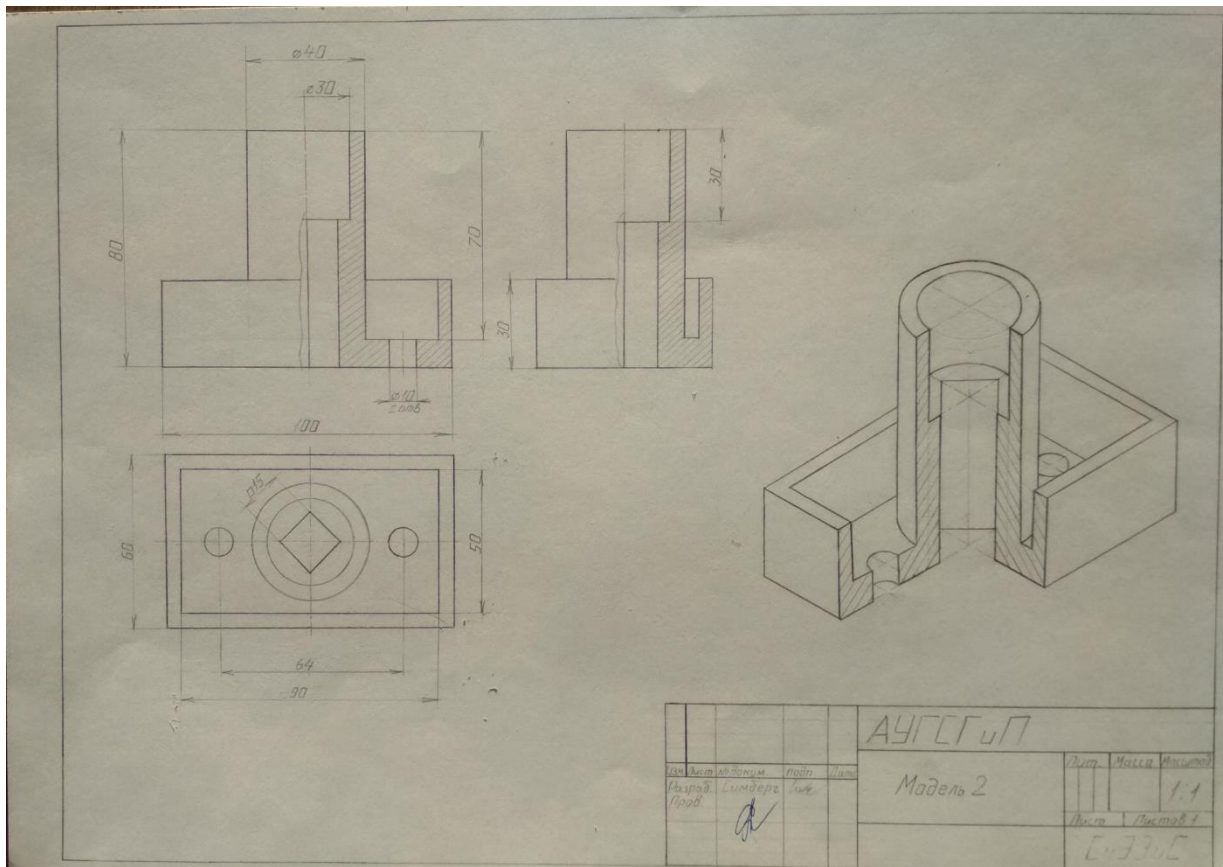
Если с осью симметрии, являющейся границей между половиной разреза и половиной вида, совпадает проекция какого-либо элемента, принадлежащего внешней или внутренней поверхности фигуры (например, ребра многогранника), то в этом случае часть вида и часть разреза разделяют сплошной волнистой линией. Эту линию наносят слева или справа от

ребра, как бы увеличивая вид или разрез, чтобы совпадающий с осью симметрии элемент фигуры проецировался видимым.

Разрез, поясняющий устройство предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называется местным. Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией. ГОСТ 2.305–68 устанавливает большое количество условностей и упрощений. Приведем некоторые из них: отверстия на круглом фланце, не попадающие в секущую плоскость, изображают в разрезе; тонкие стенки типа ребер жесткости показывают незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны ребра; такие детали, как винты, заклепки, шпонки, непустотелые валы, рукоятки при продольном разрезе изображаются нерассеченными и т. п.



Пример выполнения задания



## Практическая работа № 19

### Тема 4.1. Изображение разъемных и неразъемных соединений.

### Тема 4.2. Резьба и ее изображение на чертеже.

**Текст задания:** Выполнение чертежа резьбового соединения. Вычерчивание соединения труб фитингами.

Задание выполняется на формате А4. Практическая работа выполняется на основе знаний выполнения сборочных чертежей. Соединение труб фитингами осуществляется с помощью трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81. По варианту задания на формате вычерчивается соединение двух труб с резьбой, используя прямую муфту по ГОСТ8954-75, угольник прямой по ГОСТ 8946-75, тройник прямой ГОСТ 8948-75 или крест прямой ГОСТ 8951-75. Проставляются позиции. Указывается условное изображение и обозначение резьбы. Затем по ГОСТ 2.10-68 вычерчивается таблица спецификации и заполняется, согласно стандартам ЕСКД.

**Виды изделий.** Разъемные и неразъемные соединения. Выполнение сборочных чертежей.ГОСТ 2.101–68 устанавливает следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты (рис. 2.47).



Рис. 2.47. Виды изделий и их структура

Изделием называют любой предмет или набор предметов, подлежащих изготовлению. В учебных условиях применяют обычно два вида изделий – детали и сборочные единицы. Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик, литой корпус и т.д.; трубка, спаянная (или сварная) из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона. Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой и т.п.). Сборочные единицы, комплексы и комплекты относятся к специфицированным изделиям, так как включают в себя несколько составных частей, а детали – к неспецифицированным изделиям. 12.2. Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Чертежи деталей, или рабочие чертежи, применяются для непосредственного изготовления по ним деталей на

производстве. Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы.. В учебных чертежах в курсе черчения допускаются некоторые упрощения по сравнению с производственными чертежами.

Спецификация изделия. Форма спецификации и порядок ее заполнения установлены ГОСТ 2.108-68\*. Спецификация выполняется на отдельных листах формата А4, на каждом из которых должна быть основная надпись. На первом листе спецификации она выполняется размером 40 x185 по форме 1 (рис. 2.48), а на всех последующих – по форме 1а (рис. 2.49) размером 15x185. *Документация.* В раздел записывают основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия (сборочный чертеж, монтажный чертеж и т.д.). *Сборочные единицы.* В раздел включают сборочные единицы (их спецификации), входящие в специфицируемое изделие. *Детали.* В раздел включают детали, входящие непосредственно в специфицируемое изделие. *Стандартные изделия.* Запись производят по группам изделий, по их функциональному назначению, например: крепежные изделия, подшипники и т.п.; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, например: болт, винт, гайка, шпилька и т.п.; в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов; в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например диаметра, длины. Все соединения деталей разделяют на *разъемные и неразъемные.*

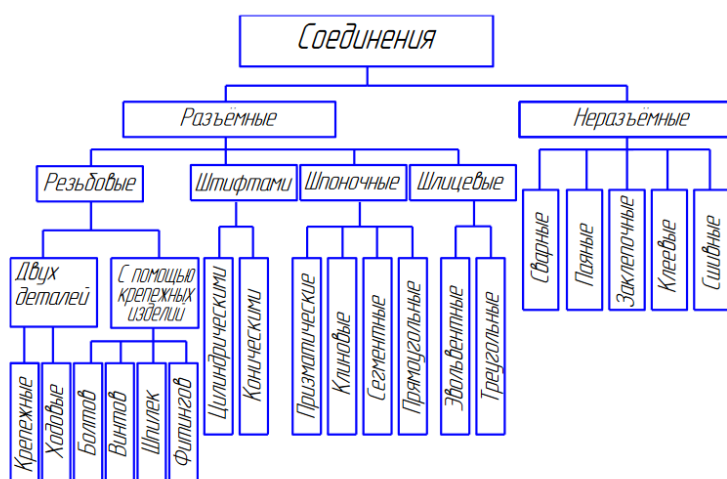
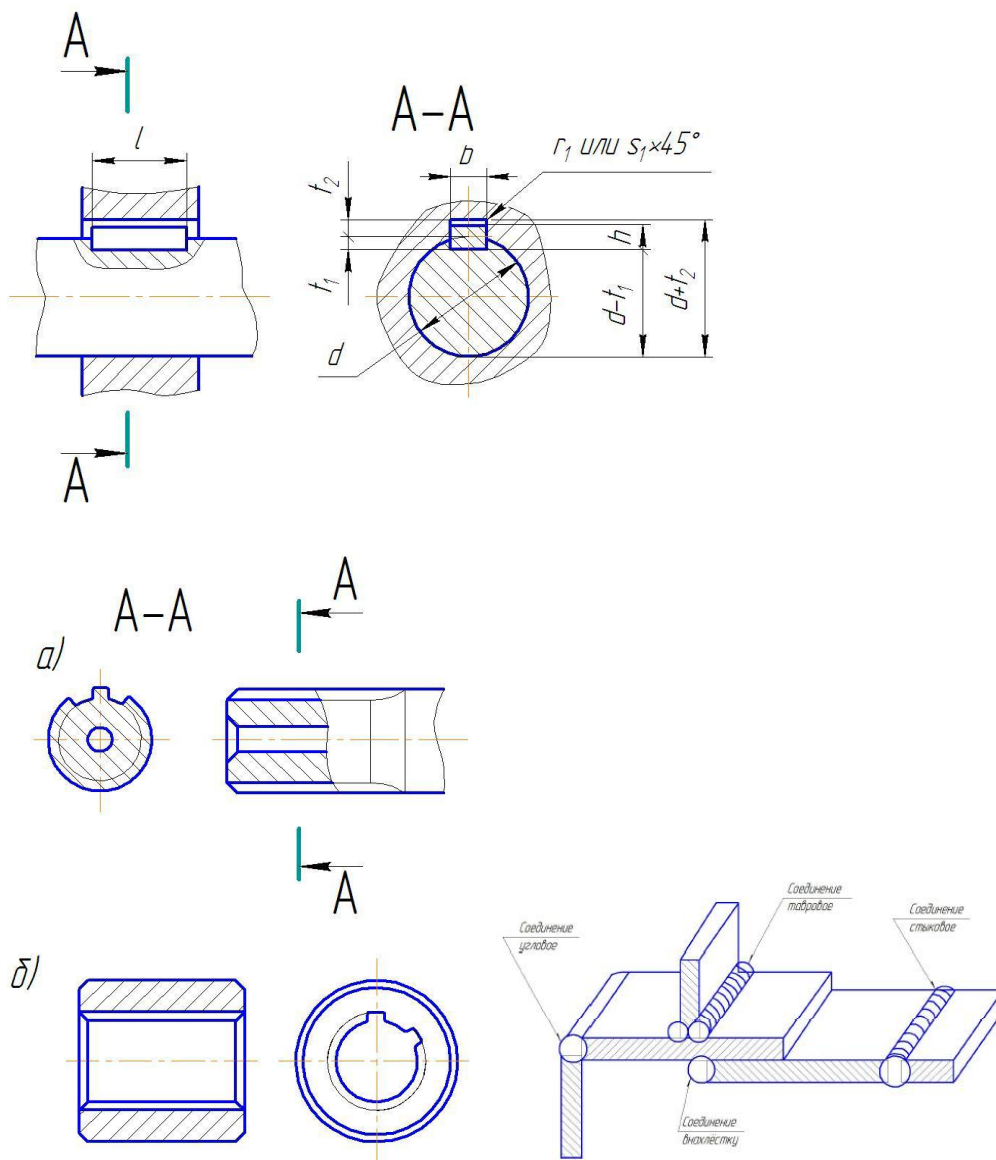


Рис. 2.50. Виды соединений

Разъемными называются такие соединения, разборка которых возможна без повреждения деталей. Примерами разъемных соединений деталей являются соединения при помощи резьбы, болтов, шпилек, винтов, шпонок, штифтов, клиньев, шлицев и др. Соединения, разборка которых вызывает повреждение деталей, называются неразъемными. К ним относятся соединения деталей при помощи заклепок, сварки, пайки и др.



Из разъемных наибольшее распространение получили резьбовые соединения, которые подразделяются на неподвижные и подвижные. К неподвижным относятся такие соединения, в которых скрепленные детали не могут перемещаться одна относительно другой, например, в соединениях болтами, шпильками и винтами. К подвижным резьбовым соединениям относятся такие, в которых возможны взаимные перемещения скрепленных деталей, например, в винтовых передачах токарных станков, в винтовых домкратах и т.п. Неподвижные резьбовые соединения конструктивно могут быть выполнены непосредственным свинчиванием наружной и внутренней резьбы на соединяемых деталях (например, соединение двух труб) или при помощи стандартных крепежных деталей, называемых крепежными резьбовыми изделиями (болты, шпильки, гайки, винты). Соединения, осуществляемые при помощи этих деталей, называются болтовыми, шпильчатыми и винтовыми. Выбор того или иного вида соединения зависит от конструкции соединяемых деталей и от требований, предъявляемых к соединению. Крепежные изделия относятся к стандартным деталям. Если такие детали на чертеже общего вида и сборочном чертеже попадают в продольный разрез, то они изображаются неразрезанными.

Размеры, определяющие величину и резьбу крепежных деталей, на чертежах общего вида и сборочных чертежах не проставляют, а все данные о крепежных стандартных деталях заносят в спецификацию в соответствии с принятыми условными обозначениями.

### Резьбовые соединения. Общие сведения о резьбе

*Резьбой* называется винтовая поверхность на стержне или в отверстии детали. Резьба образуется при винтовом движении плоского контура, задающего профиль резьбы, расположенного в одной плоскости с осью поверхности вращения (осью резьбы). Резьбу, образованную движением одного профиля, называют однозаходной, образованную движением двух или трех одинаковых профилей - многозаходной. По направлению винтовой поверхности резьбу разделяют на левую и правую. Резьба применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов и т.д. Резьба может быть образована на цилиндрической или конической поверхности. Резьбу, образованную на наружной поверхности (на стержне), называют наружной, на внутренней поверхности (в отверстии) – внутренней. Основными параметрами (размерами) резьбы являются: наружный диаметр  $d$ , внутренний диаметр  $d_1$ , шаг  $P$ , угол профиля  $\alpha$  (рис. 2.51)

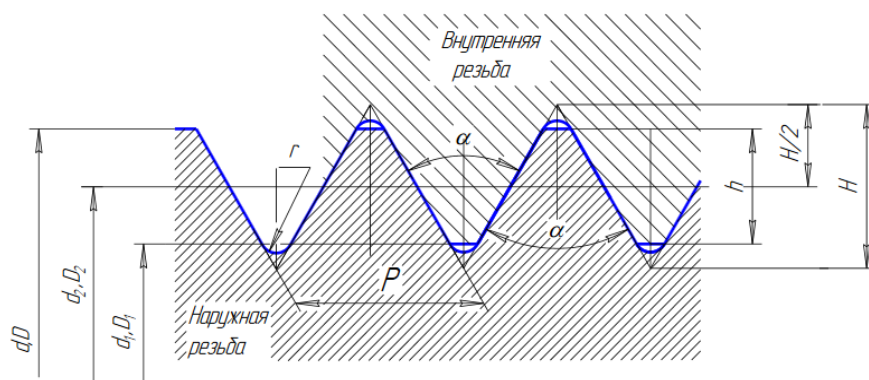


Рис. 2.51. Параметры резьбы

За наружный диаметр  $d$  резьбы принимают диаметр выступов наружной резьбы, а за внутренний  $d_1$  – диаметр впадин. Шагом резьбы называется расстояние между двумя смежными витками. Ход резьбы  $P_h$  – расстояние, на которое переместится деталь с резьбой (винт при неподвижной гайке или гайка при неподвижном винте) за один оборот. У однозаходной резьбы ход равен шагу, у многозаходной резьбы ход равен шагу, умноженному на число заходов  $P_h = nP$ , где  $n$  – число заходов. Углом профиля  $\alpha$  называется угол между боковыми сторонами профиля. Тип резьбы определяется профилем сечения витка осевой плоскостью. В зависимости от формы профиля резьбу называют треугольной, трапецидальной, круглой, прямоугольной. Профили резьбы, за исключением прямоугольного, стандартизированы. Специальная резьба – это резьба со стандартным профилем, но отличающаяся от стандартной размером диаметра или шага резьбы. Чтобы облегчить ввинчивание резьбового стержня, на конце резьбы выполняют коническую фаску спод углом  $45^\circ$ .

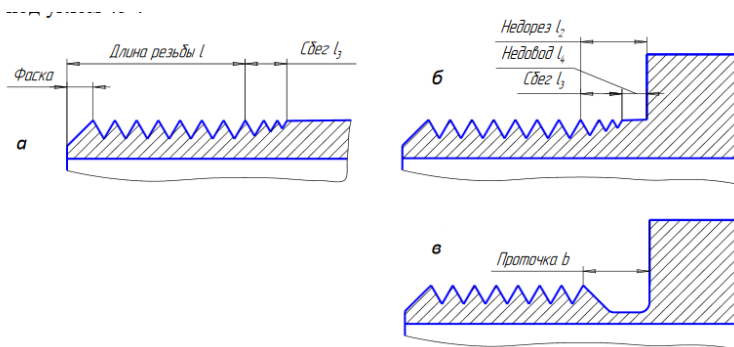


Рис. 2.52. Элементы резьбы

**Изображение резьбы.** Построение точного изображения резьбы требует большой затраты времени и усложняет работу по выполнению чертежей. Поэтому на технических чертежах резьбу изображают условно, согласно ГОСТ 2.211–68 и ГОСТ 2.317–69. На стержне резьбу изображают сплошными основными толстыми линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру, которые должны пересекать границу фаски. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности и разомкнутую в любом месте (рис. 2.53, а). В отверстии резьбу изображают сплошными основными толстыми линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими по наружному. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят тонкой линией дугу, приблизительно равную  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 2.53, б). Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы. Штриховку в разрезах следует доводить до сплошных основных толстых линий. Границу нарезки резьбы изображают сплошной основной толстой линией. Фаски на стержнях и в отверстиях с резьбой в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают.

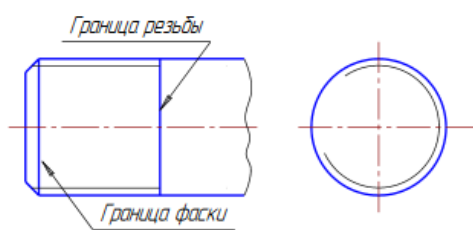


Рис. 2.53. а

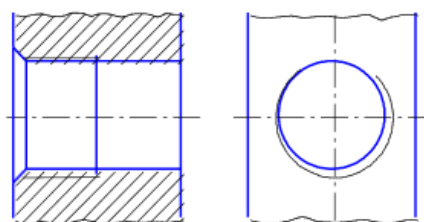


Рис. 2.53. б

Рис.2.53. Изображение резьбы на стержне и в отверстии. При изображении резьбового соединения в разрезе резьбу по длине соединения изображают по правилу изображения резьбы на стержне. Часть резьбы в отверстии, не закрытую стержнем, изображают по правилу изображения резьбы в отверстии. **Обозначение резьбы.** Тип резьбы и основные параметры указывают на чертежах особой надписью, называемой обозначением резьбы. Для каждого типа резьбы стандартами установлены свои обозначения. Обозначения резьбы наносятся над размерной линией, проводимой около изображения резьбы между выносными линиями. Размеры линии для обозначения резьбы на цилиндрических стержнях и в отверстиях всегда относят к наружному диаметру резьбы (рис. 2.55).

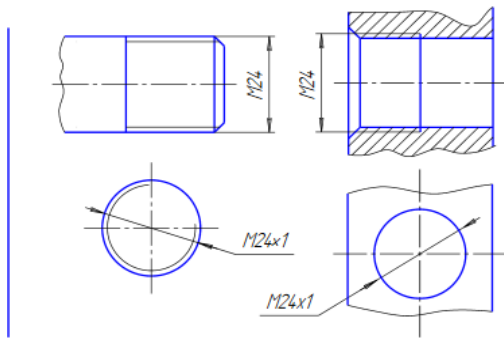


Рис. 2.55. Обозначение метрической резьбы

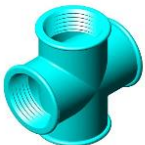
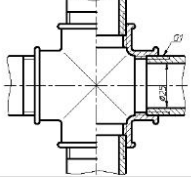
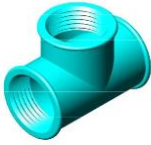
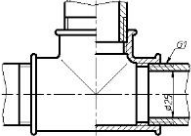

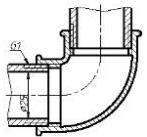

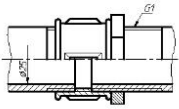
## Виды резьбы

Для большинства разъемных соединений деталей, когда скрепленные детали не перемещаются относительно друг друга, а также в крепежных резьбовых изделиях применяется метрическая резьба, которая имеет треугольный профиль с углом, равным  $60^\circ$ . Стандартом предусматриваются метрические резьбы с крупным шагом (единственным для данного диаметра) и мелкими шагами, которых для данного диаметра резьбы может быть несколько. Например, для диаметра резьбы 24 мм крупный шаг всегда равен 3 мм, а мелкий может быть 2; 1,5; 1; 0,75 мм, поэтому крупный шаг в обозначении резьбы не указывают, а мелкий указывают обязательно (см. рис.2.55). Диаметры и шаги метрической резьбы установлены ГОСТ 8724–81.

**ТРУБНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.** Резьбовые соединения труб применяют в трубопроводах, где должны быть обеспечены плотность и прочность соединений и простота их сборки и разборки. Резьбовое соединение труб осуществляют с помощью резьбы на трубах и соединительных деталях – фитингах, к которым относят угольники проходные и переходные, тройники прямые и переходные, муфты прямые короткие и длинные, кресты прямые и т. д. Для соединения труб применяют трубные цилиндрическую и коническую резьбы. Плотность соединения с цилиндрической резьбой обеспечивают применением уплотняющих средств. Соединения конической резьбой специальных уплотнений не требуют. Определяющим размером всякого соединения труб служит условный проход трубы  $D_u$ . В общем случае соединение труб фитингом состоит из соединяемых труб, фитинга (угольник, муфта и т.д.), контргайки (ГОСТ 8961-75) и уплотняющей прокладки (для цилиндрической резьбы). Контргайка в некоторых случаях может отсутствовать. Чертежи трубных соединений выполняются по размерам их деталей без упрощений (согласно ГОСТ 2.411-72). Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер резьбы задается не наружным диаметром трубы, на котором нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы в дюймах. Он называется диаметром трубы «в свету» и определяется как условный проходной размер трубы. Это связано с тем, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей. Условные проходы стандартизированы. Например, трубная резьба G1 нарезается снаружи на трубе с внутренним диаметром равным одному дюйму (25,4мм), размер же наружного диаметра всегда больше диаметра «в свету» на две толщины стенки трубы и равен 33,25 мм. Примеры соединения труб фитингами показаны в таблице 3.



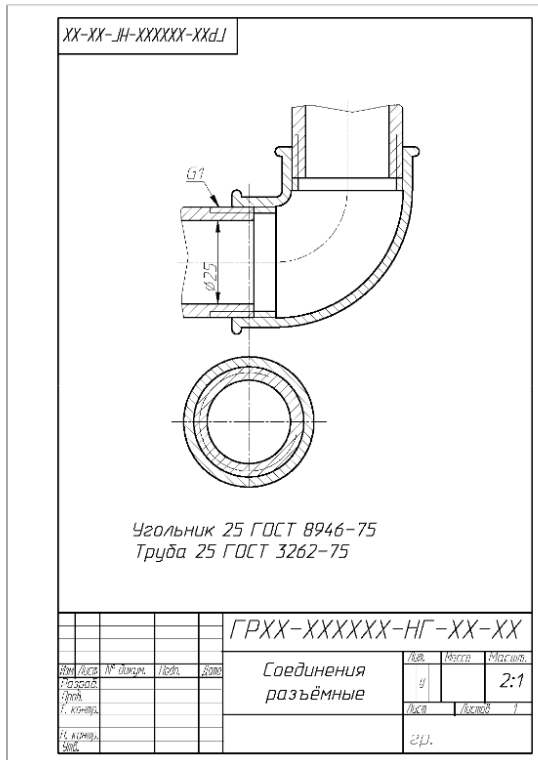
Таблица 3. Соединения труб фитингами

Вид детали	Изображение соединения
 Крест прямой	
 Тройник	
 Угольник	
 Муфта	

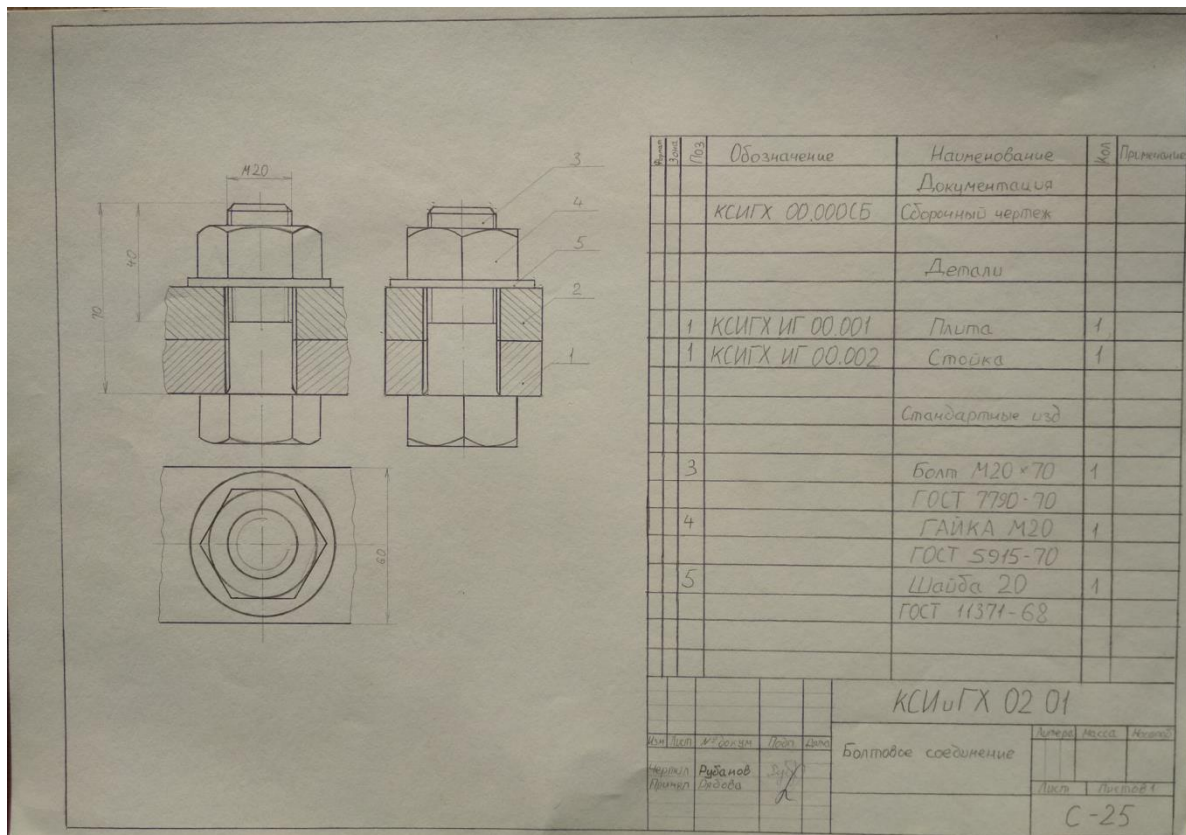
**Порядок выполнения задания.** Согласно ГОСТ подбираем фитинг (муфта, угольник, тройник, крест) и вычерчиваем его по действительным размерам, которые определяет условный проход трубы  $D_u$ .

Длину резьбы на концах труб в заданиях на соединение труб угольником, тройником, крестом определяем по формуле:  $l_{тр} \geq l + 1l(1.4)$  где  $l$  – длина резьбы в отверстии фитинга,  $1l$  – величина сбег резьбы на трубе. При изображении соединения в учебных целях показываем часть резьбового отверстия фитинга не закрытого резьбой трубы. В угольник, тройник, крест винчиваем трубу примерно на  $2/3$  длины резьбового конца. В вариантах заданий, где соединительной деталью служит прямая муфта, длину резьбы на конце одной трубы нарезают с расчётом, что на неё можно навинтить контргайку, муфту и при этом остался бы ещё запас резьбы в 2...3 нитки, такое соединение называется сгоном, а резьба длинной. Это делается с целью удобства монтажа и демонтажа при ремонтных работах. Между муфтой и контргайкой должен быть проложен уплотнитель. На конце второй трубы резьбу нарезают длиной примерно равной половине длины муфты. Кроме главного вида соединения (при симметрии совмещаем вид с половиной фронтального разреза) выполняем поперечное сечение по месту соединения деталей. Наносим размеры: внутренний диаметр трубы ( $D_u$ ) и трубную цилиндрическую резьбу. Даем условное обозначение деталей трубного соединения. Пример ГР «Трубное соединение» показан на рисунке

*Пример выполнения задания*



Критерии оценки работы по подготовке к с практическим работам см. прилож. №1



## Практическая работа № 20

#### Тема 4.1. Общие сведения о строительных чертежах. Условные графические обозначения на строительных чертежах

**Текст задания:** Задание выполняется в рабочей тетради. По ГОСТ перечерчивание условных графических обозначений строительных материалов, элементов здания, сан-тех. устройств и арматуры.

На планах и разрезах жилых зданий кроме оконных и дверных проемов показывают санитарно-техническое оборудование – унитазы, ванны, умывальники. 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 2.4.

Условные изображения элементов зданий приведены в ГОСТ 21.501–93.

В таблице 2.1 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).

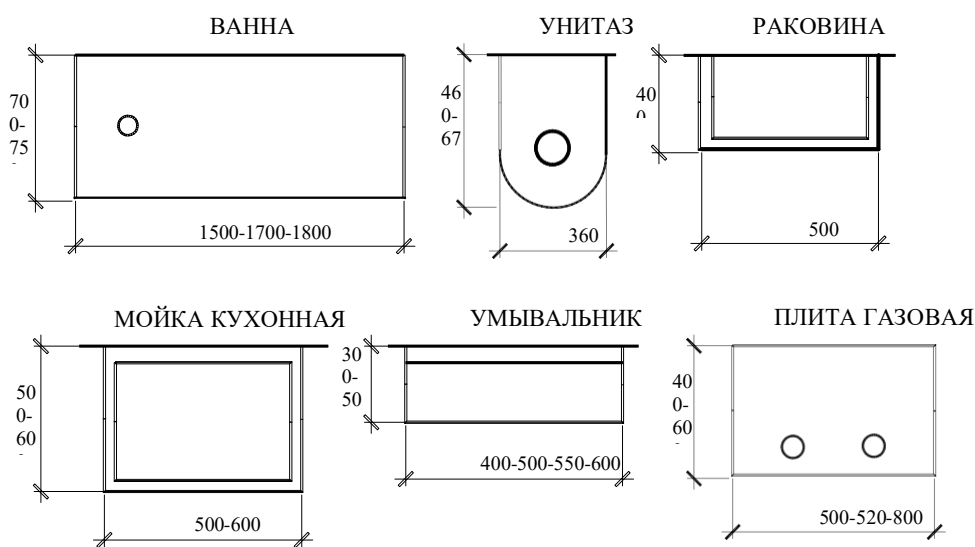

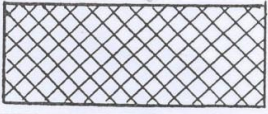
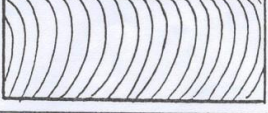

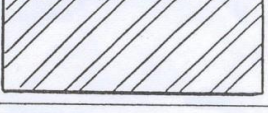
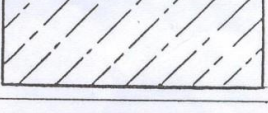
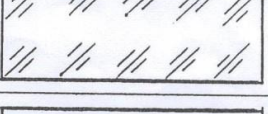
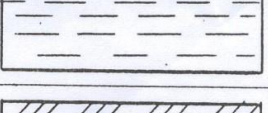
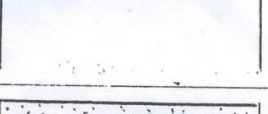
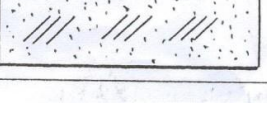


Рисунок 2.4

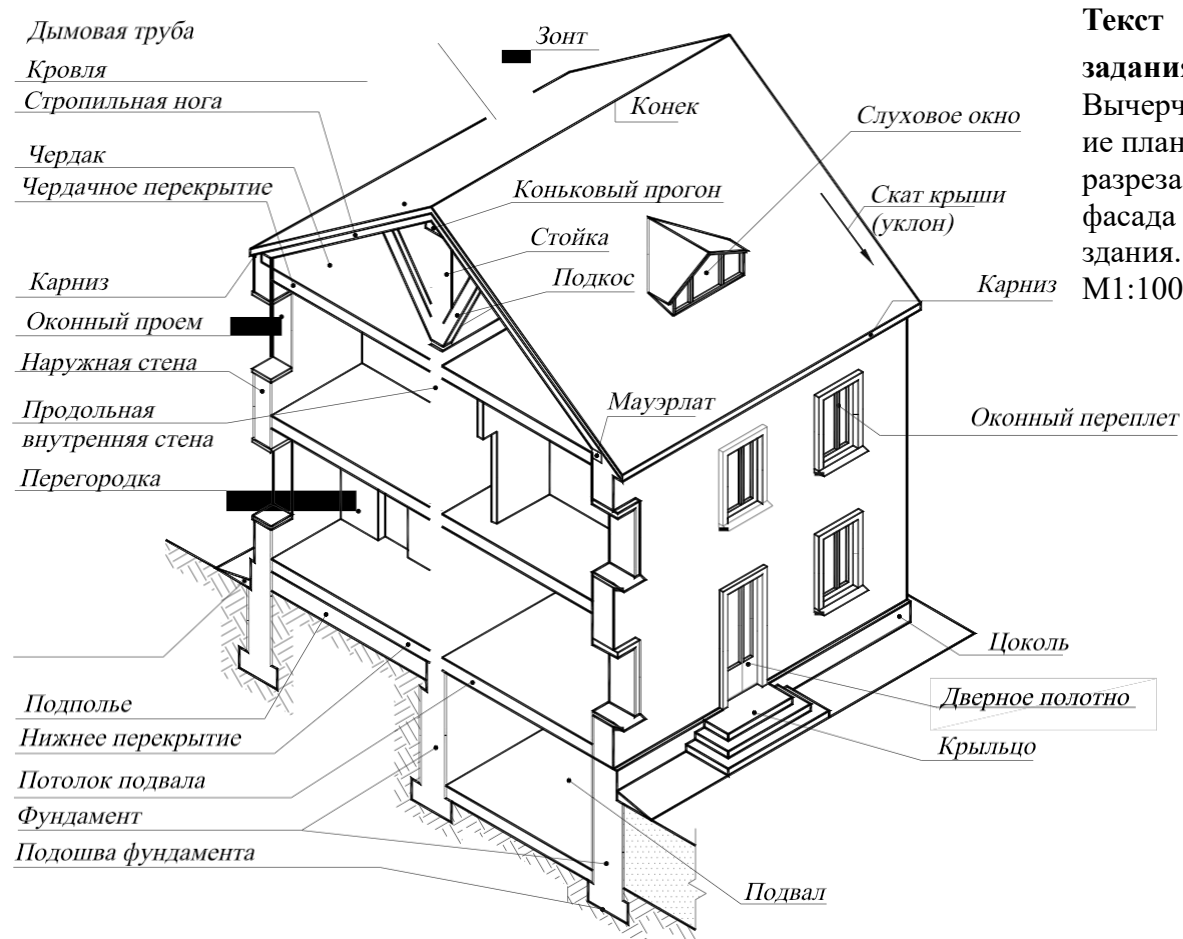
Материалы, применяемые в строительных конструкциях, указывают на чертежах с помощью условных графических обозначений по ГОСТ 2.306–68\* с учетом требований ГОСТ 21.101-97. Условные графические изображения материалов в сечениях приведены в таблице 1.3.

ГОСТ 2.306 – 68\*

ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛОВ И ПРАВИЛА  
ИХ НАНЕСЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы	
2. Неметаллические материалы	
3. Дерево	
4. Камень естественный	
5. Керамика и кирпич	
6. Бетон и железобетон	
7. Стекло	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	
10. Засыпка	

Практическая работа № 21а, №21б, №21в



**Текст задания:**  
 Вычерчивание плана, разреза, фасада здания. М1:100.

Рисунок 1.

Практическая работа выполняется на формате А2. Основная надпись на строительных чертежах выполняется согласно ГОСТ Р21-1101-2009. Сначала необходимо компоновать чертеж, т. е. определить местоположение каждого изображения на формате, согласно габаритных размеров и выбранного масштаба чертежа. Первым выполняется чертеж плана этажа, используя умения последовательного построения изображения. Затем в проекционной связи вычерчивается чертеж разреза с расчетом графической разбивкой лестницы. И только потом выполняется чертеж фасада здания. Выполняются надписи и обводка чертежа.

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

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

*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 фундаменты 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, перекрываемых 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.

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.

*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.

*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».

*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*.

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 2.5. 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 2.6. 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.

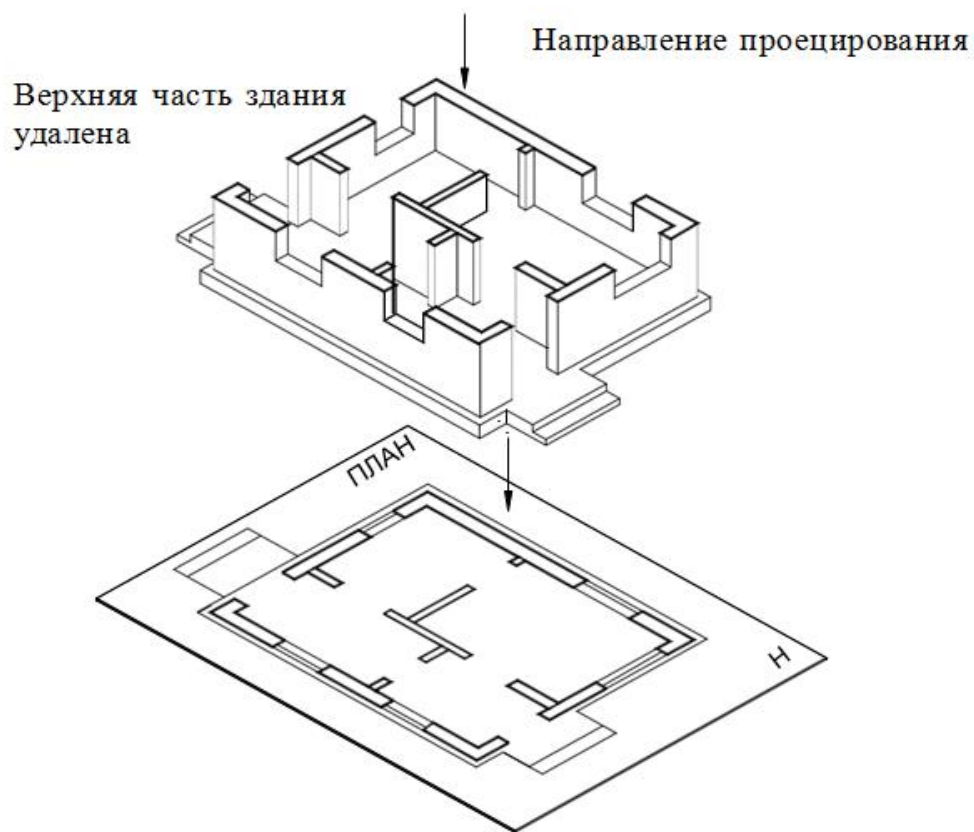


Рисунок 2.5

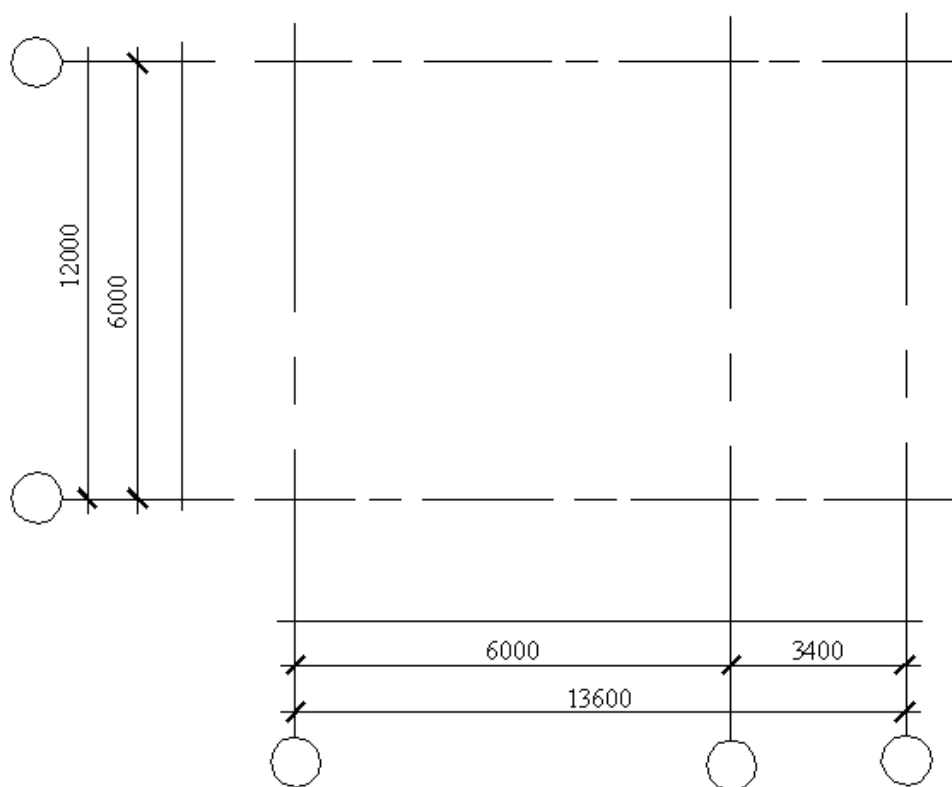


Рисунок 2.6

2. С учетом привязки осей по МКРС (модульная координация размеров в строительстве) и толщины стен, прочерчивают тонкими линиями контуры продольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен, рисунок 2.7.

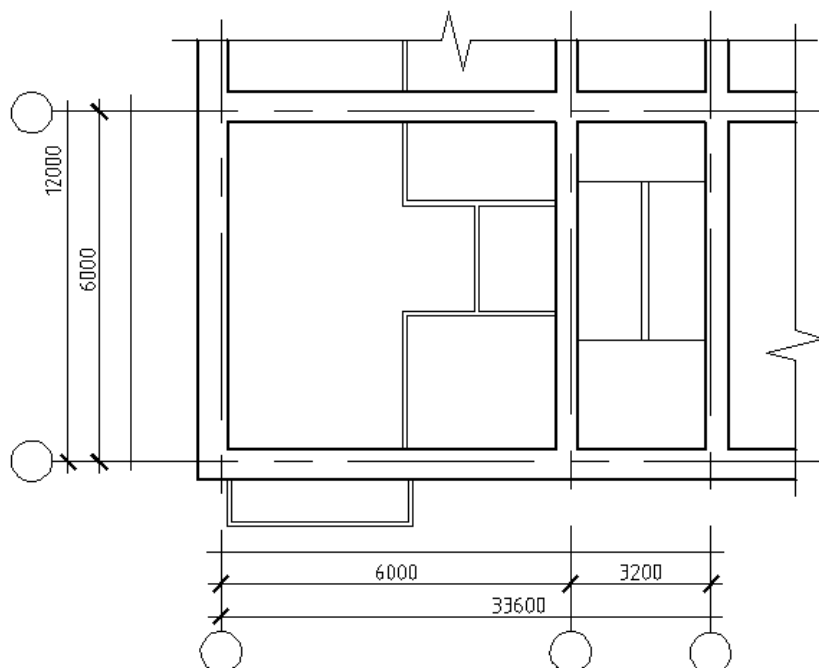


Рисунок 2.7

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*. Если элементы перекрытия опираются на наружную стену по всей ее толщине, координационная ось совмещается с наружной гранью стены,

3. Вычерчивают контуры перегородок двумя тонкими линиями, рисунок 2.9.

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.

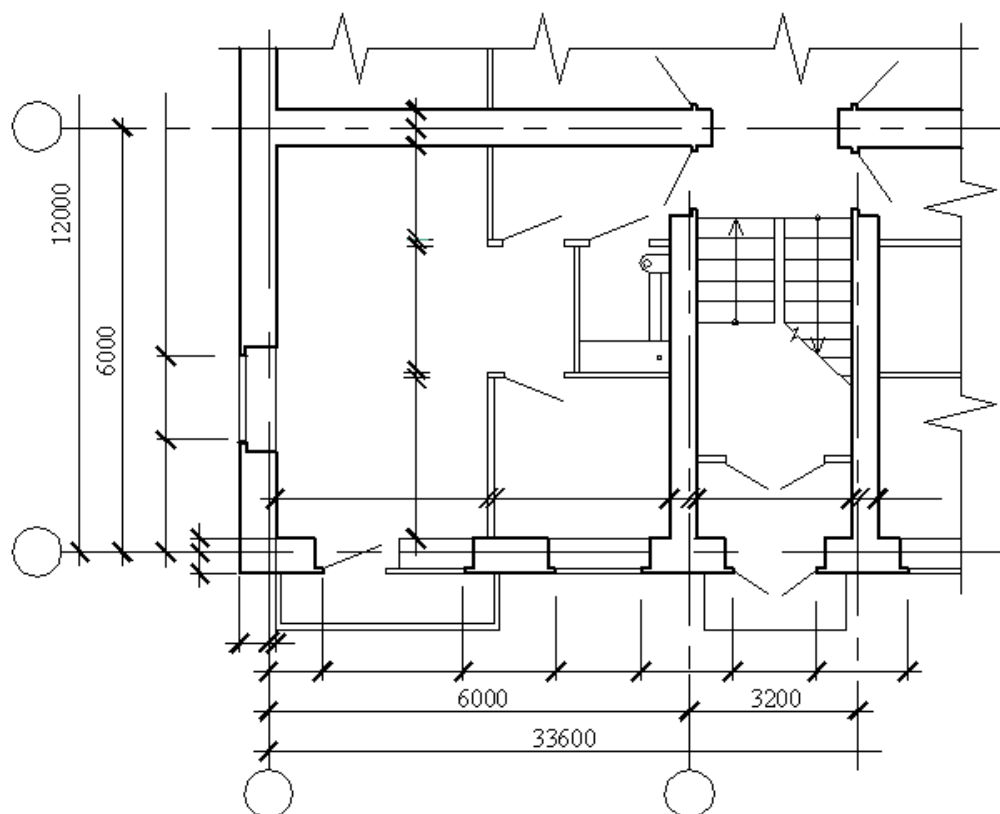


Рисунок 2.9

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 1:100 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 2.10.

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° (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 – унитаз, 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 2.4.

6. Обводят контуры перегородок и капитальных стен линиями соответствующей толщины, проставляют размеры, и площади помещений, как показано на рисунке 2.11. 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 снаружипланадания.

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 1мм со стрелками как показано на рисунке 2.11. 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 2.11. Секущие плоскости разрезов обозначают буквами русского алфавита или цифрами.

Размеры, проставляемыевнутрипланадания.

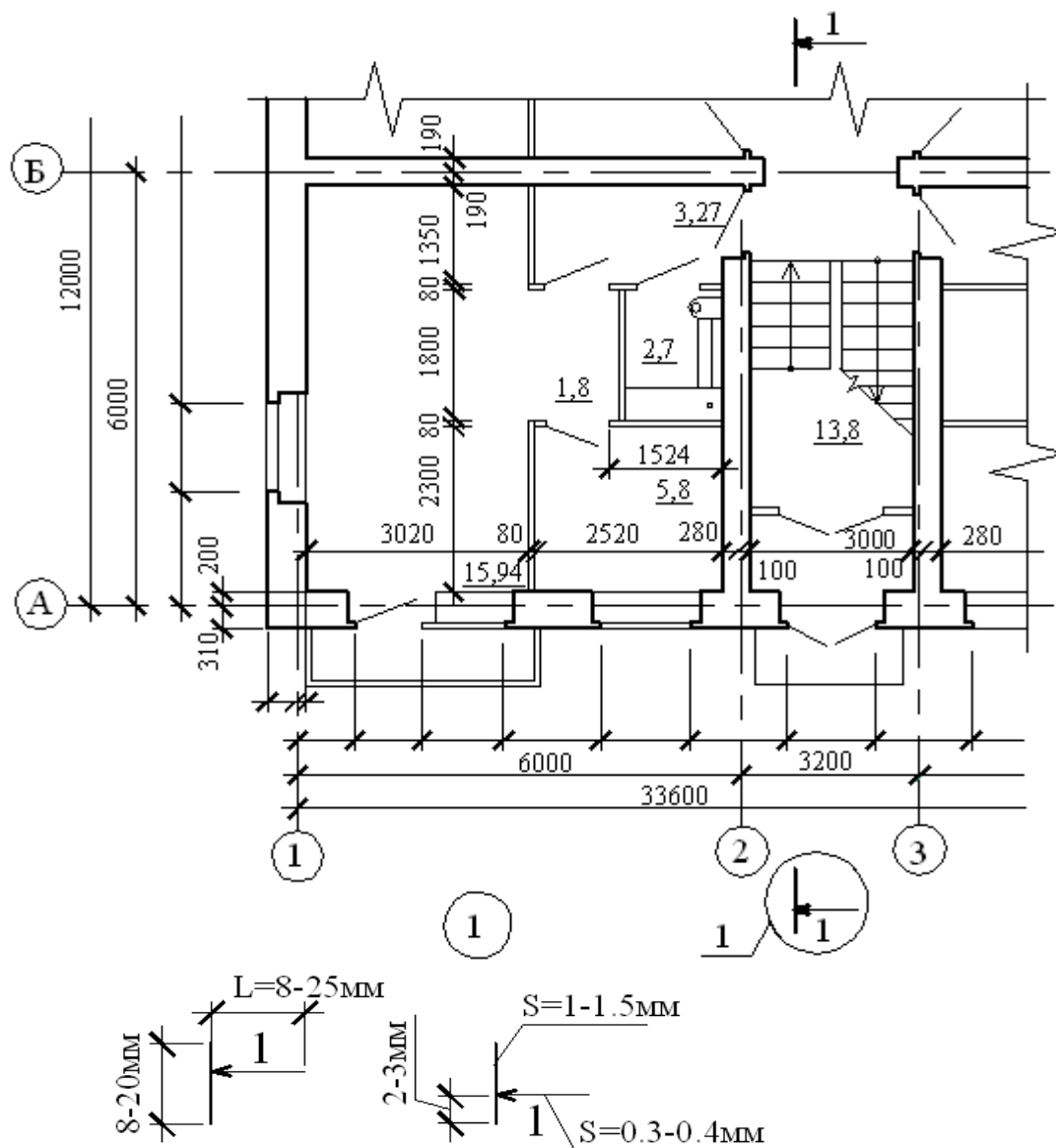
Внутренние размеры помещений (комнат), толщины перегородок, внутренних стен, размеры дверных проемов проставляют на внутренних размерных линиях (цепочках). Внутренние размерные линии проводят на расстоянии не менее 8...10мм от стены или перегородки.

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 гражданских зданий в надписи можно писать наименование этажа по типу «План 1-го этажа». Надписи не подчеркивают.



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.

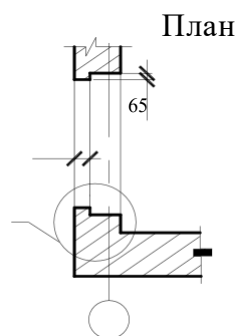


Рисунок 2.10

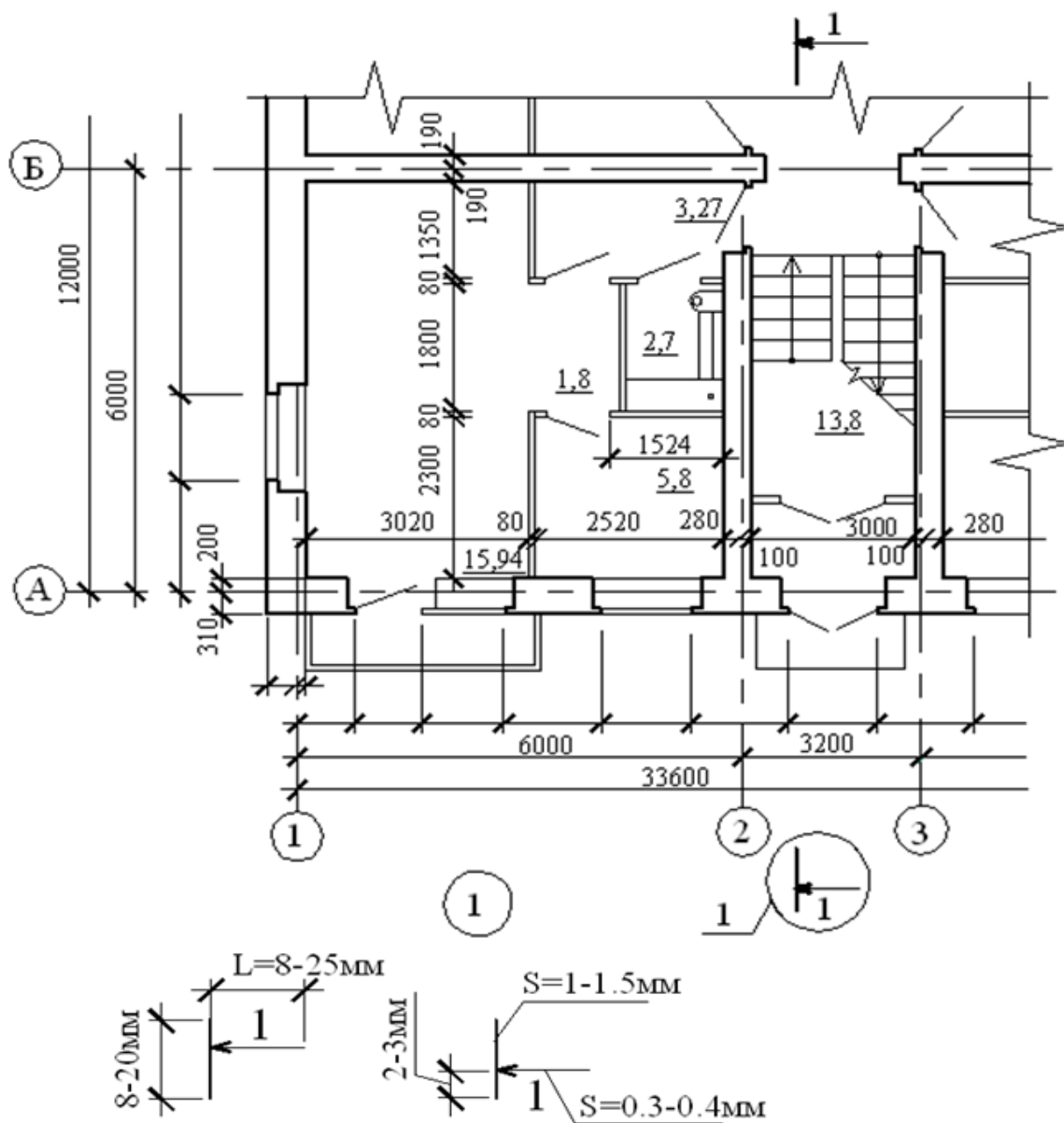


Рисунок 2.11

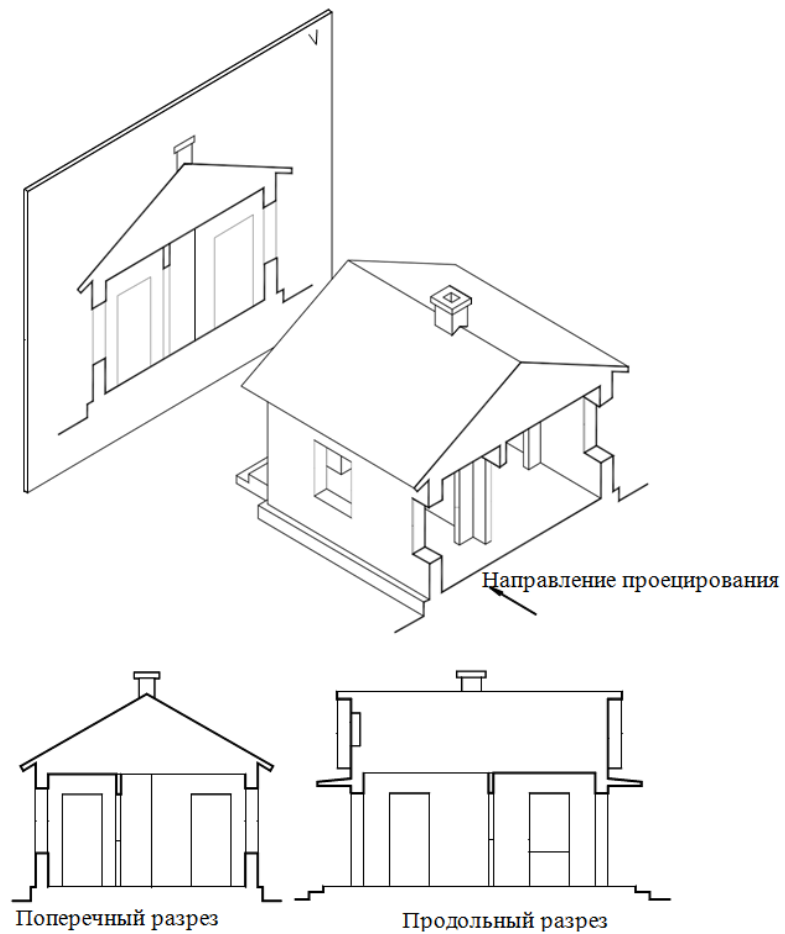
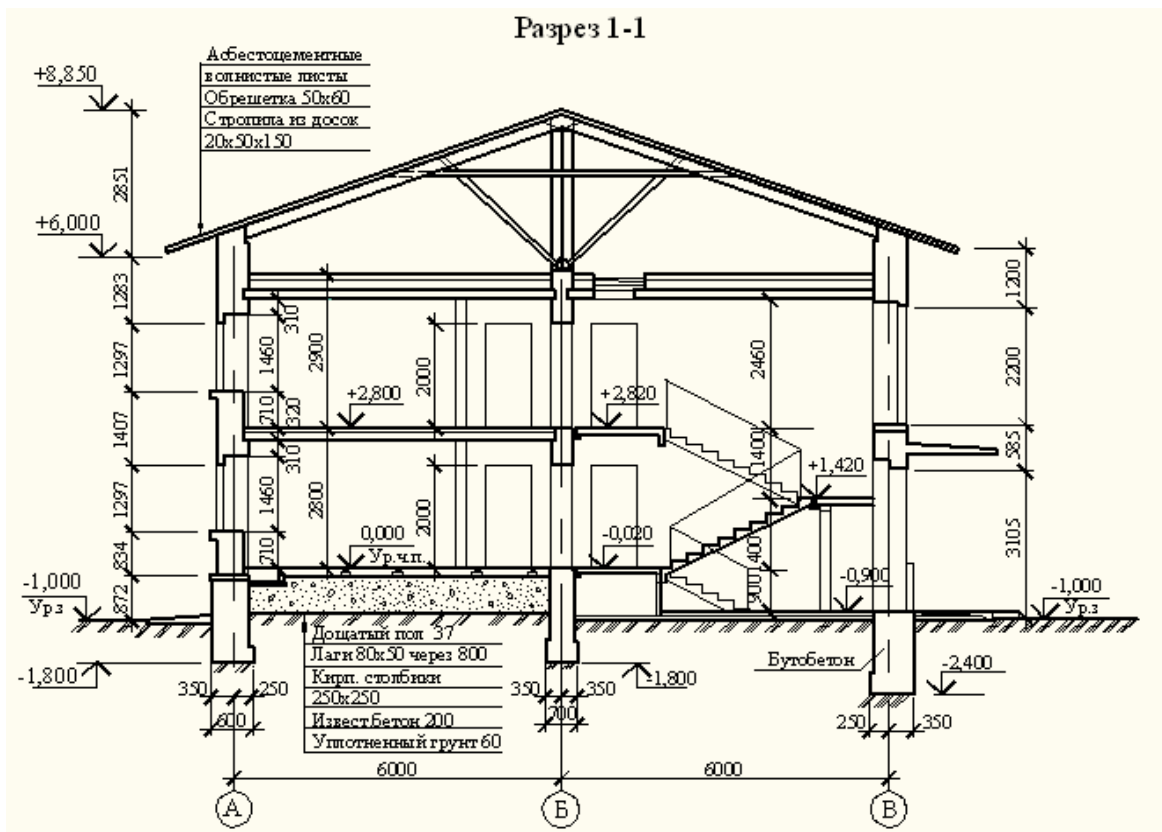
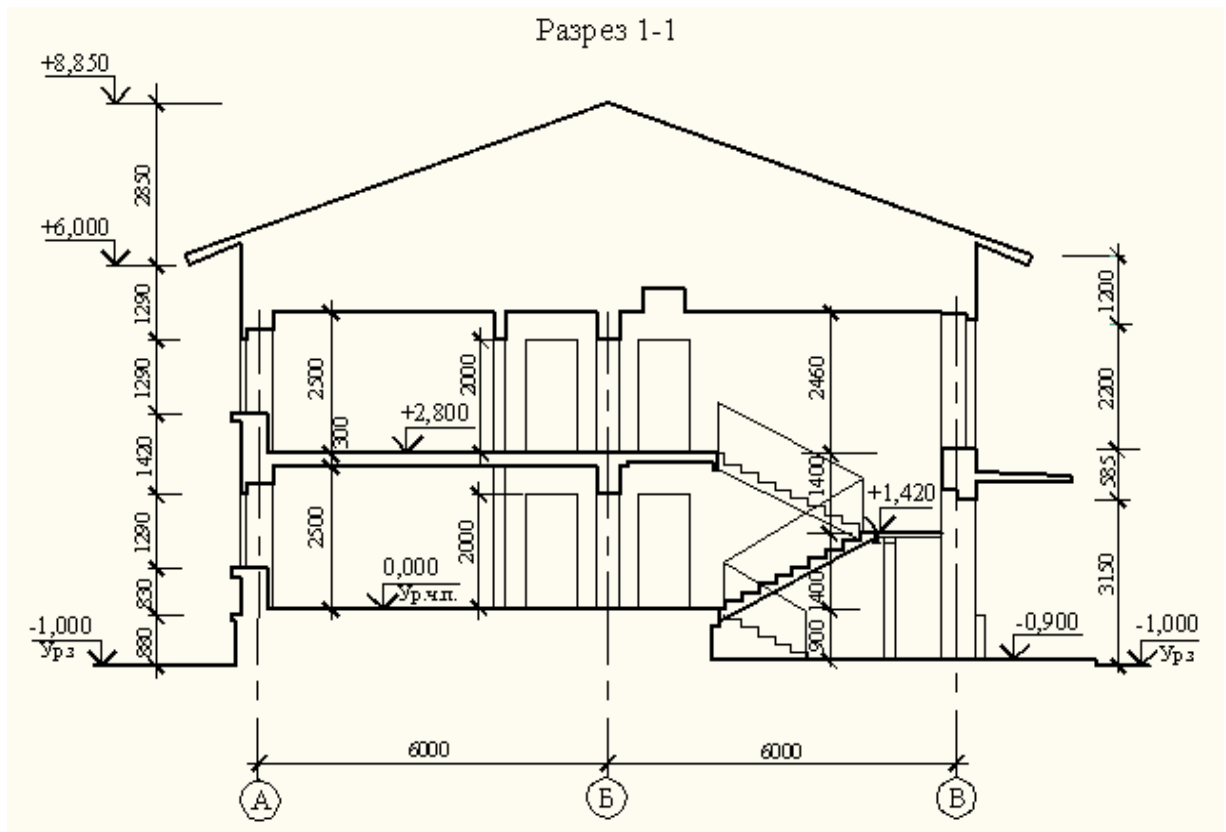


Рисунок 2.15

## 2.4 Чертежи разрезов зданий

**Разрезом** называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью, рисунок 2.15. 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.





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 2.18. 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 2.19;

- 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 2.20. 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.

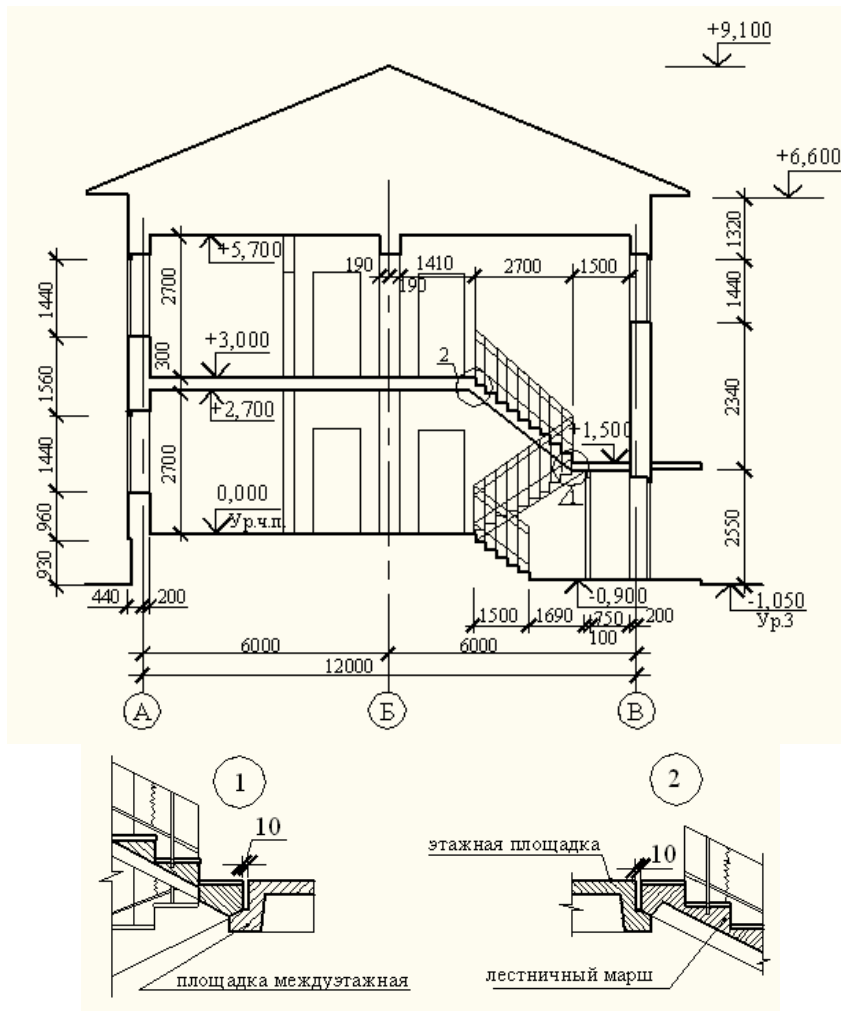


Рисунок 2.20

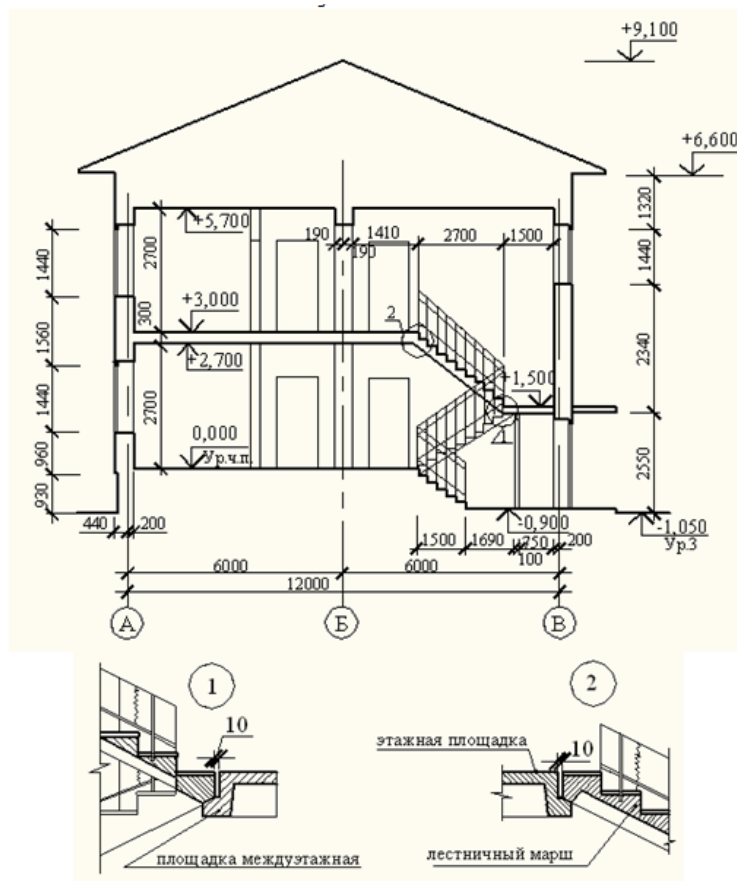


Рисунок 2.21

## Практическая работа № 22а, №22б, №23а, №23б, №24а, №14б, №25

**Текст задания:** Выполнение чертежей планов подвала и этажа. Вычерчивание аксонометрических схем водоснабжения и канализации.

Практическая работа выполняется на формате А2. Основная надпись на строительных чертежах выполняется согласно ГОСТ Р 21-1101-2009. Сначала необходимо компоновать чертеж, т. е. определить местоположение каждого изображения на формате, согласно габаритных размеров и выбранного масштаба чертежа. Первым выполняется чертеж плана этажа в верхнем левом углу формата, используя умения последовательного построения изображения. Затем вычерчивается чертеж плана подвального помещения. После этого надо определить положения стояков ВК и горизонтальную разводку трубопроводов на этаже и в подвале, с учетом ввода горячего и холодного водоснабжения и вывода канализационных вод. В правой части чертежа выполняется аксонометрические схемы водоснабжения и канализации. Выполняются надписи и обводка чертежа.

### Чертежи санитарно-технических систем

При выполнении рабочих чертежей их разделяют на две группы: чертежи для строительства надземной части здания и чертежи для строительства подземной части здания. Во вторую часть включаются чертежи технических подвалов и технических подполий.

Санитарно-технические системы состоят из трубопроводов (горизонтальных магистралей, стояков и подводок к приборам), водоразборной и водозапорной арматуры (краны, вентили, задвижки и т.п.) и различного технологического оборудования (насосы, водонагреватели, фильтры и т.п.).

Чертежи санитарно-технических систем зданий составляют на основе архитектурно-строительных чертежей – планов и разрезов зданий. Чертежи содержат планы этажей с нанесением расположения систем (трубопроводов и трубопроводной арматуры), а также разрезы в форме развёрток стен и профилей, на которых показывают положение элементов системы и их взаимосвязь. Чтобы изобразить наиболее сложные узлы системы, выполняют фрагменты планов и разрезов в укрупнённом масштабе.

Как правило, трубопровод на чертеже изображается линией чёрного цвета, но допускается выполнять его и цветной линией, оговаривая цвет в пояснениях на поле чертежа. Условные обозначения должны быть однотипными. Допускается применять нестандартизированные условные обозначения, если подобных нет в стандарте или не имеется возможности скомбинировать новое обозначение из стандартных; при этом на чертеже должны быть даны пояснения к ним.

Размеры условных обозначений стандартом не устанавливаются. Поэтому в документации для строительства обозначения вычерчиваются без соблюдения масштаба, в зависимости от компоновки и насыщенности схемы или чертежа. Можно рекомендовать установившуюся общепринятую зависимость: длины условных знаков арматуры и элементов трубопроводов (тройников, вентилях, задвижек) берут примерно равными 3...3,5 диаметра трубопровода (его изображения на чертеже), что составляет примерно 2 – 3 мм.

### Чертежи внутренних хозяйственно-питьевых систем

В проект внутреннего водоснабжения входят:

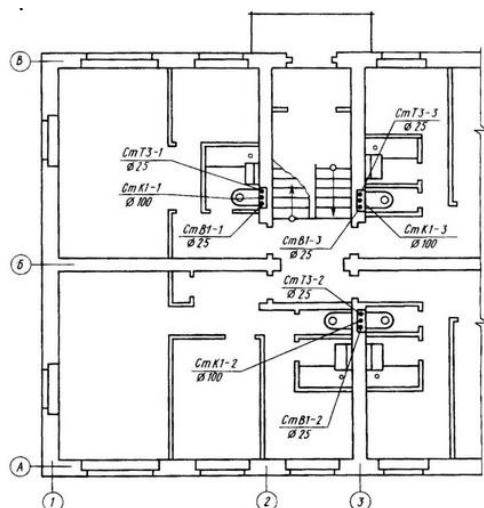
- планы этажей и подвала (или технического подполья);
- аксонометрические схемы водопроводной системы;

- чертежи и схемы насосных установок, баков, водомерных узлов и другого оборудования;
- монтажные чертежи водопроводной системы.

### Планы систем внутреннего водоснабжения

На планах сетей наносят технологическое оборудование, к которому подводится вода или от которого отводится сточная вода, а также оборудование, влияющее на трассировку сетей.

**План 1-го этажа жилого дома** (стояки сан. узлов расположены в штрабах капитальных стен):



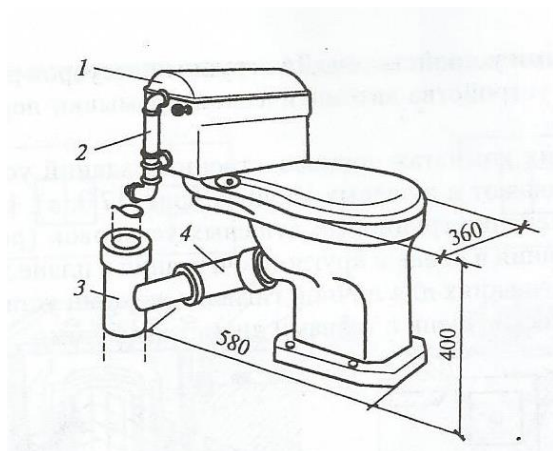
**Ст В1-1, Ст В1-2, Ст В1-3 – стояки водопровода;**

**Ст Т3-1, Ст Т3-2, Ст Т3-3 – стояки горячего водоснабжения;**

**Ст К1-1, Ст К1-2, Ст К1-3 – стояки канализации;**

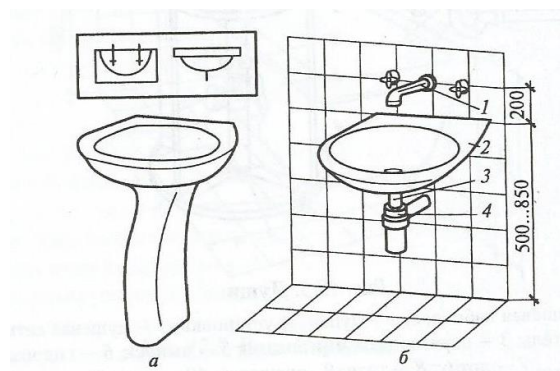
На плане этажа здания должны быть показаны:

- водопроводные и канализационные стояки;
- подводы ко всем водоразборным приборам;
- отводные трубопроводы канализации;
- привязки ввода водопровода и выпусков канализации к координационным осям здания;
- диаметры трубопроводов, вводов водопровода и выпусков канализации.



Унитаз:

- 1-смывной бачок;
- 2 – подводка от водопровода;
- 3 – стояк; 4 – выпуск.



Умывальники:

- а- на постаменте; б – овальной формы; 1- смеситель; 2 – чаша;
- 3 – выпуск; 4- гидрозатвор

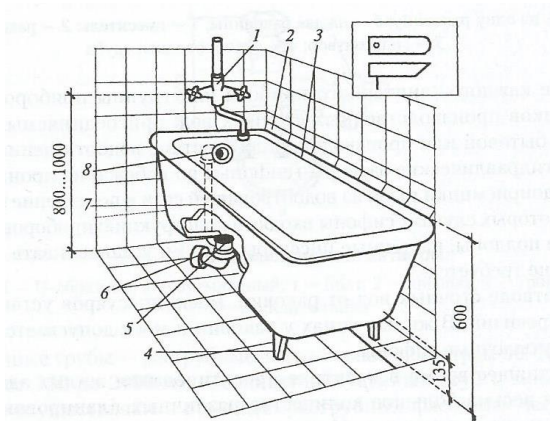


Рис. 17.5. Ванна прямобортная:

1 — смеситель; 2 — нащельник; 3 — борт; 4 — ножки; 5 — выпуск;  
6 — гидрозатвор; 7 — переливная труба; 8 — крышка перелива

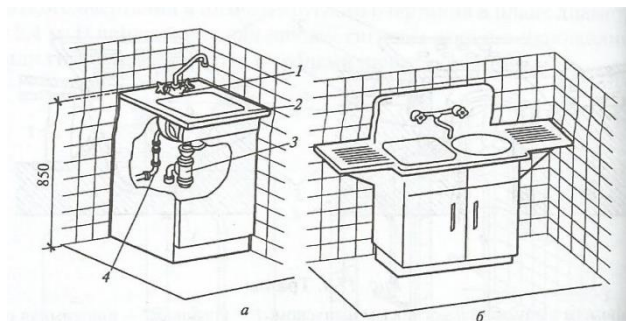


Рис. 17.6. Мойки:

а — на одну раковину; б — на две раковины; 1 — смеситель; 2 — раковина;  
3 — гидрозатвор; 4 — водопроводная труба

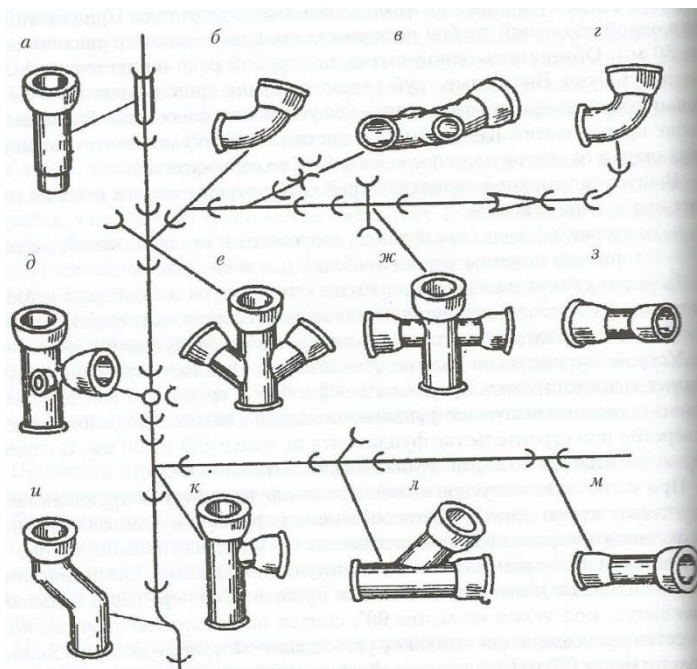


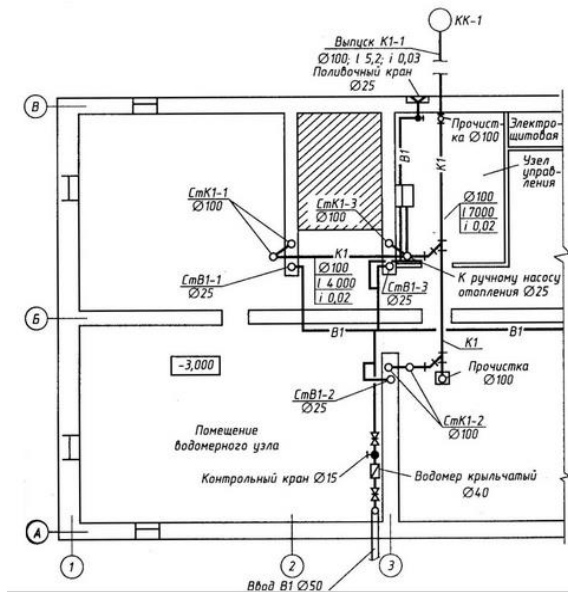
Рис. 17.8. Соединительные (фасонные) части внутренних водоотводящих систем:

а — компенсационный патрубок; б — отвод; в — отвод-крест;  
г — колено; д — двухплоскостная крестовина;  
е, ж — косая и прямая крестовины; з — патрубок переходный;  
и — отступ; к, л — прямой и косой тройник; м — муфта

**На плане подвала (технического подполья) здания должны быть показаны:**

- ввод водопровода; - водомерный узел; - магистральные трубопроводы;
- поливочные краны; - водопроводные и канализационные стояки;
- выпуски канализации с колодцами.

На рисунке показаны места ввода водопровода (В1) и выпуска канализации (К1) в канализационный колодец КК-1. В помещении водомерного узла на трубопроводе водопровода установлены две задвижки, между которыми смонтированы водомер и контрольный кран. От стояка В1-3 идут отводы к поливочному крану, раковине и ручному насосу системы отопления. На канализационном водопроводе показаны места прочистки.



### План подвала жилого дома:

Ст В1-1, Ст В1-2, Ст В1-3 – стояки водопровода;

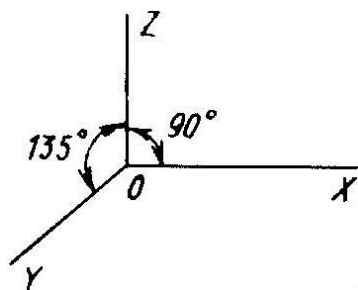
Ст К1-1, Ст К1-2, Ст К1-3 – стояки канализации;

На планах систем должны быть указаны:

- 1) координационные оси здания и расстояния между ними;
- 2) строительные конструкции и технологическое оборудование;
- 3) отметки чистых полов этажей и основных площадок;
- 4) размерные привязки установок систем, вводов водопровода и выпуска канализации, основных трубопроводов, стояков систем (на планах подвалов, технического подполья), санитарных приборов, пожарных и поливочных кранов, лотков и каналов к координационным осям или элементам конструкций;
- 5) диаметры трубопроводов, вводов водопровода и выпусков канализации;
- 6) обозначения стояков систем.

### АксонOMETрические схемы систем водоснабжения

Разветвлённые сети водопроводных систем изображают не только на планах и разрезах. Для большей наглядности выполняют аксонометрические схемы этих систем, которые поясняют пространственное взаимное расположение трубопроводов, стояков и приборов.



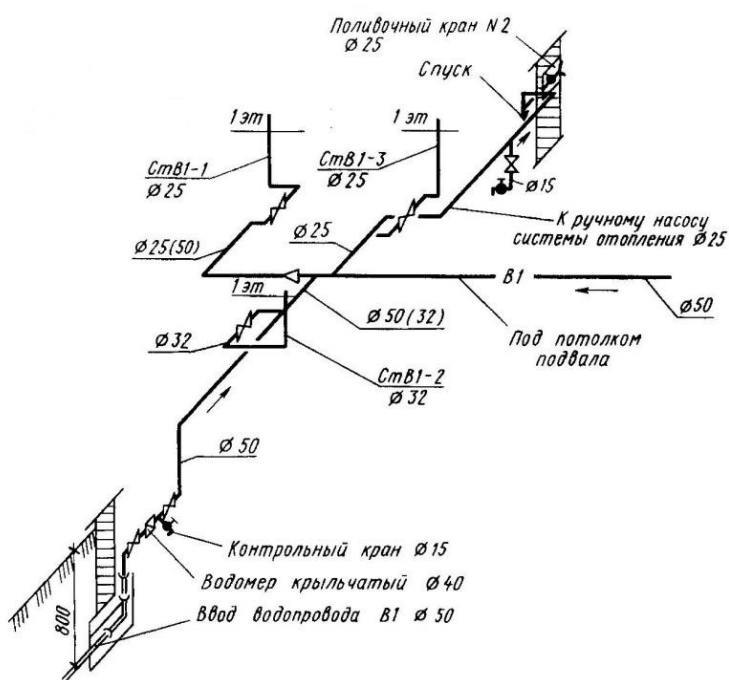
Основой для выполнения аксонометрических схем систем служат планы и разрезы с нанесёнными на них проекциями водопроводных сетей.

АксонOMETрические схемы санитарно-технических систем выполняют в косоугольной фронтальной изометрии с левой системой осей.

АксонOMETрические схемы на чертеже обозначают сокращённо марками показываемых на схеме систем (например, В1, В2, Т4, К1) и проставляют обозначения над схемой.

Схемы систем водопровода и канализации выполняют отдельно для каждой из систем. Допускается совмещать схемы хозяйственно-питьевого водопровода со схемами горячего водоснабжения.

### АксонOMETрическая схема водопровода в подвале здания



На аксонометрической схеме системы водопровода показывают:

- 1) вводы трубопроводов в здание;
- 2) разводку распределительной сети в здании (стояки и поэтажные ответвления от них);
- 3) запорно-регулирующую арматуру;
- 4) переходные патрубки от одного диаметра трубы к другому;
- 5) места спусков воды из систем водоснабжения (тройники с пробками);
- 6) пожарные и поливочные краны;
- 7) водопроводное оборудование, водомерные узлы, контрольно-измерительные приборы и другие элементы систем водопровода по

ГОСТ 21.101-85.

Санитарные и другие приборы, подсоединяемые к стоякам и распределительной сети, изображают в случаях, когда в документации отсутствуют соответствующие чертежи. Уровень пола первого этажа (нулевую отметку) отмечают на стояках тонкой горизонтальной чертой. При необходимости детализации чертежа выполняют схемы отдельных узлов системы в укрупнённом масштабе.

Допускается приводить на схемах систем водопровода и канализации условные обозначения запорно-регулирующей арматуры, поливочных кранов и других элементов систем.

На аксонометрической схеме системы водопровода указывают следующие данные:

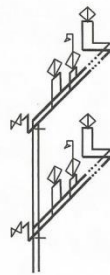
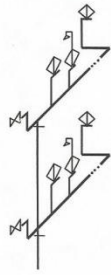
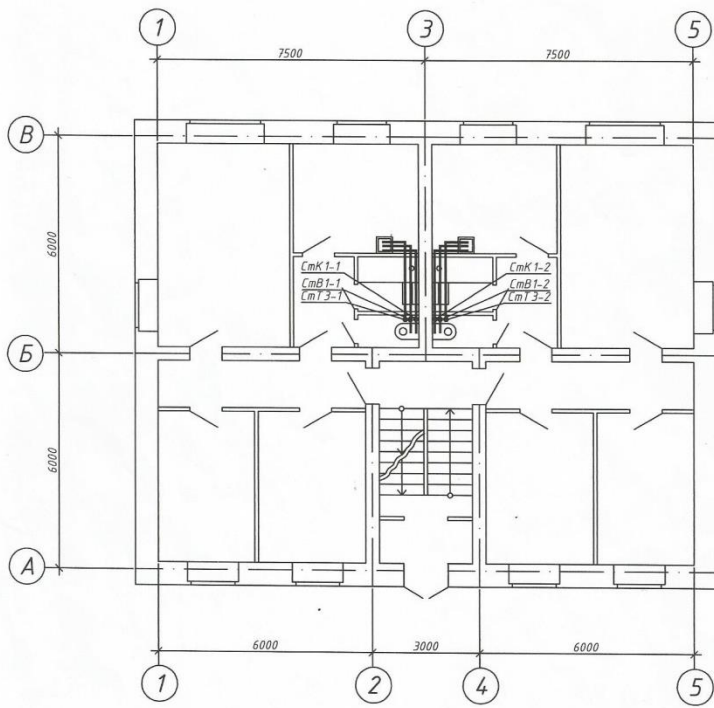
- 1) обозначения стояков (обычно на полке линии-выноски);
- 2) уровни пола всех этажей, уровни горизонтальных ответвлений на каждом этаже (по осям трубопроводов), уровни точек водоразбора (высотными отметками вдоль каждого стояка);
- 3) диаметры трубопроводов;
- 4) уклоны трубопроводов (при необходимости указывают размер уклона);
- 5) размеры (длины) каждого самостоятельного участка трубопровода в миллиметрах (стояка или горизонтального ответвления);
- 6) координирующие размеры (при необходимости);
- 7) обозначения узлов для детализации схемы (при их наличии).

К чертежам схем прилагают спецификации материалов и оборудования.

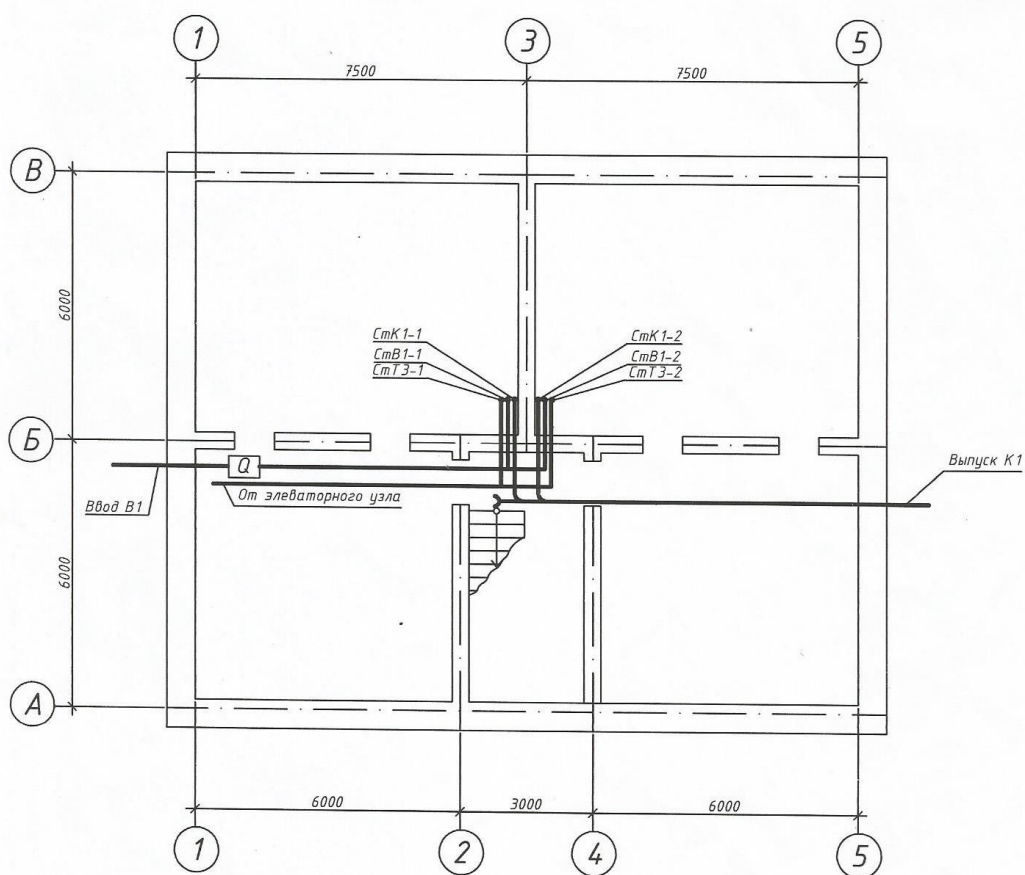




План этажа на отм. 0,000

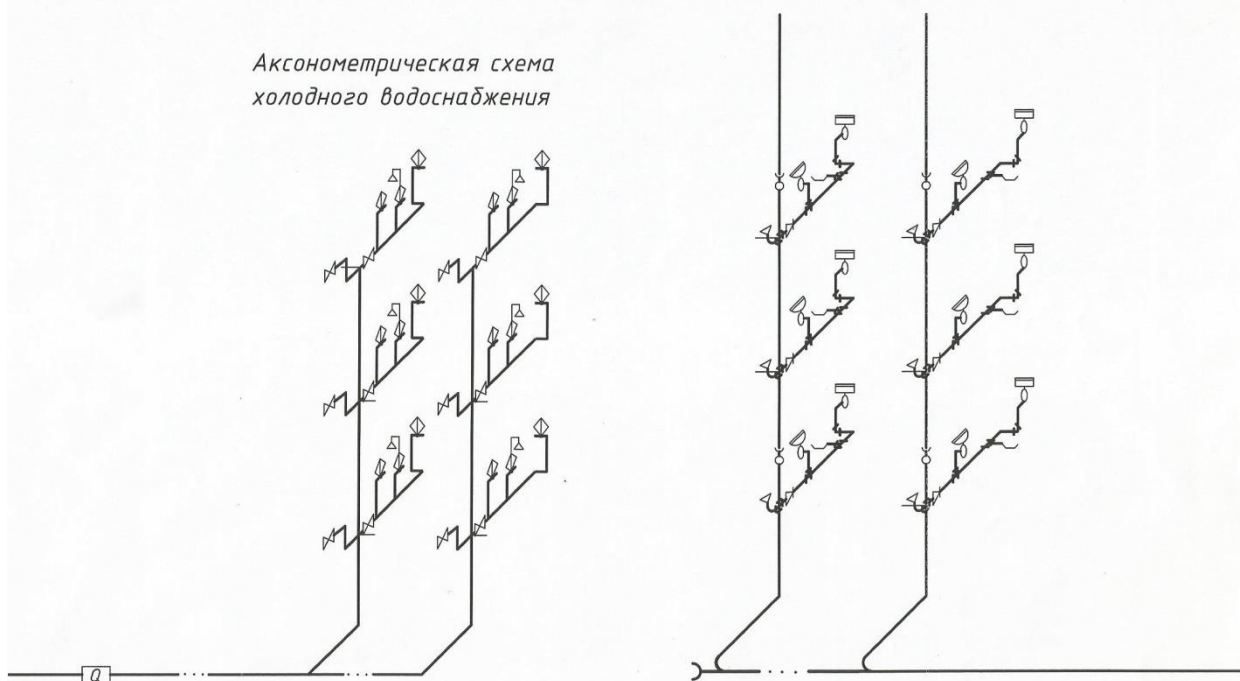


План подвала



АксонOMETрическая схема канализации

АксонOMETрическая схема  
холодного водоснабжения



## Практическая работа № 26а, №26б, №27а, №17б

### Тема 6.2. Чертежи отопления здания.

**Текст задания:** Выполнение чертежей планов чердака и этажа. Вычерчивание аксонометрические схемы отопления.

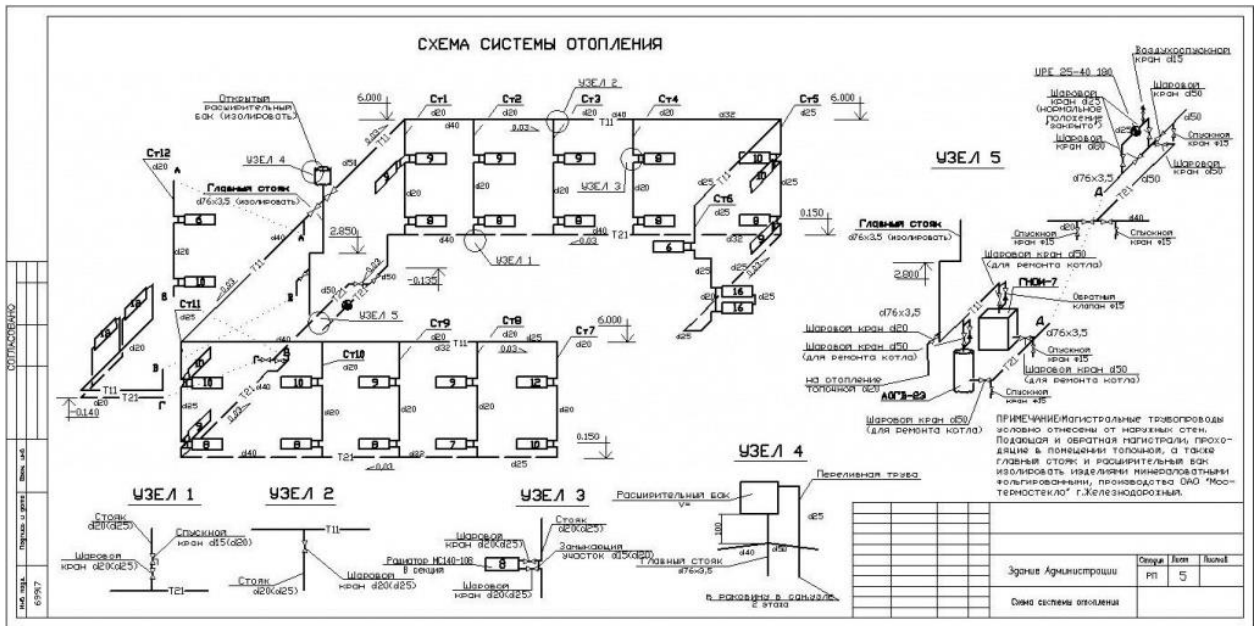
Выполнение чертежей планов подвала и этажа. Вычерчивание аксонометрических схем водоснабжения и канализации.

Практическая работа выполняется на формате А2. Основная надпись на строительных чертежах выполняется согласно ГОСТ Р 21-1101-2009. Сначала необходимо закомпоновать чертеж, т. е. определить местоположение каждого изображения на формате, согласно габаритных размеров и выбранного масштаба чертежа. Первым выполняется чертеж плана этажа в верхнем левом углу формата, используя умения последовательного построения изображения. Затем в правой верхней части формата вычерчивается чертеж плана чердачного помещения. После этого надо определить положения приборов отопления и горизонтальную разводку трубопроводов на этаже и на чердаке, учитывая верхнюю разводку. В нижней части чертежа выполняется аксонометрические схемы отопления на этаже и чердаке. Выполняются надписи и обводка чертежа.

Рабочие чертежи систем *отопления и вентиляции* выпускаются под маркой ОВ в соответствии с ГОСТ21.601-79 и ГОСТ21.602-79. В их состав входят заглавный лист с графической частью в М1:400 или М1:800; планы и разрезы систем отопления и вентиляции ( в том числе кондиционирования воздуха) в М1:100 или М 1:200; схемы систем отопления и вентиляции в М1:10 или М1:200;чертежи отопительно-вентиляционных установок в М 1:50 или 1:100; узлы систем в М 1:20 или М1:50; чертежи нетиповых конструкций в М1:5, М1:10 или М1:50.

На планах и разрезах *систем отопления и вентиляции* показывают координационные оси здания и расстояния между ними; отметки чистых полов этажей и основных площадок; отопительно-вентиляционные установки с привязкой к координационным осям здания.

О пространственном расположении отдельных элементов отопительно-вентиляционных систем дают наглядное представление аксонометрические схемы. Схемы *систем вентиляции* изображают в изометрической проекции. На схемах показывают воздуховоды, отметки уровня оси воздуховодов, контуры технологического оборудования, лючки для замера параметров воздуха и чистки, местные отсосы, регулирующие устройства, воздухораспределители, нетиповые крепления. Элементы систем показывают условными графическими обозначениями.



### Пример выполнения работы

#### План 3-го этажа трехэтажного жилого дома на 24 квартиры с подвалом

1. Какие санитарно-технические устройства изображены на плане?
2. Какое количество радиаторов установлено в левой двухкомнатной квартире?
3. Как определить количество секций в радиаторе у стояка 17?
4. Какие стояки входят в правую однокомнатную квартиру? Назовите количество секций в радиаторах этой квартиры.
5. Укажите номера стояков, установленных в кухнях.
6. В чем отличие стояков, обозначенных буквами, от стояков, обозначенных цифрами?
7. Какие стояки относятся к санузлам? Каковы их сечения?
8. Назовите количество секций, запроектированных в радиаторах стояка 5.
9. Почему количество секций в разных радиаторах двухкомнатных квартир неодинаково (помещения 11, 12, 14, 15, 16)?

**Задание**

По плану этажа определить: а) количество отопительных стояков; б) количество секций в радиаторе, устанавливаемых в помещениях третьего этажа.

### План чердака

1. Какие санитарно-технические устройства показаны на плане чердака?

2. Покажите ответвления от подающих линий к пристенным стоякам. Какая арматура на них смонтирована?

3. Покажите путь движения горячей воды от главного стояка к стоякам 10 и Б.

4. Что обозначено стрелками на чертеже?

5. Каков диаметр труб ответвлений к стоякам А и Б?

6. Покажите на плане места расположения вентиляции санитарных узлов и кухни.

7. Что обозначают цифры, проставленные у вентиляционных каналов?

8. Сколько вытяжных шахт установлено на чердаке? Каково их сечение?

Задание 253

По плану определить количество труб (заданных диаметров) в метрах, необходимых для монтажа трубопроводов отопления на чердаке.

### Схема верхней разводки трубопроводов отопления

1. Какие изображения даны на чертеже?

2. Какого диаметра имеют стояки 1, 5 на первом этаже, 10, 15 на первом?

3. Показать стояки с переходными муфтами.

4. Что означает запись Ст. 1, Ст. 2 и Ст. 2, Ст. 3 Зеркально?

5. Показать стояки с переходными муфтами.

6. Показать стояки с переходными муфтами.

7. Показать стояки с переходными муфтами.

8. Показать стояки с переходными муфтами.

Задание 254

Вычертить монтажную схему стояка 10 с обозначением всех его деталей, соединительными линиями строительными для и отметками этажей.

*Критерии оценки работы по подготовке к практическим работам*

## Практическая работа № 28

### Тема 6.3. Чертежи систем кондиционирования и вентиляции здания.

#### Построение схем центральных однозональных систем кондиционирования воздуха прямооточных и работающих с рециркуляцией.

*Кондиционирование воздуха* — автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных его параметров (температуры, относительной влажности, чистоты, подвижности) на определенном уровне для обеспечения главным образом оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса и обеспечения сохранности оборудования, материалов и др.

*Кондиционирование* воздуха осуществляется системой кондиционирования воздуха (СКВ), т. е. комплексом технических средств и устройств для приготовления приточного воздуха с заданными автоматическими регулируемым параметрами в целях поддержания в помещениях требуемого состояния воздуха независимо от изменения режима поступления вредных выделений и состояния наружного воздуха. Такая система в отличие от вентиляционной обеспечивает не только смену воздуха в помещении по принципу общеобменной вентиляции, но и автоматически поддерживает необходимые метеорологические условия в нем независимо от времени года и переменных поступлений теплоты и влаги в помещение. Система кондиционирования может обеспечить чистоту воздуха в помещении, его газовый состав, ароматические запахи, содержание легких ионов, а в ряде случаев определенное давление воздуха.

В СКВ входит оборудование для всевозможных процессов обработки воздуха, его перемещения и распределения, источники тепло- и холодоснабжения, средства автоматического регулирования, дистанционного управления и контроля, насосы и трубопроводы для тепло- и холодоснабжения, местные доводчики (подогреватели, охладители и увлажнители), электрооборудование.

Основное оборудование для приготовления и перемещения воздуха обычно агрегируется в аппарат, называемый *кондиционером*. По назначению СКВ подразделяют на системы комфортного и технологического кондиционирования. Комфортное кондиционирование применяют для создания и автоматического поддержания метеорологических условий и чистоты воздуха, установленных для помещений жилых, общественных и вспомогательных зданий предприятий. Технологическое кондиционирование применяют для обеспечения параметров воздуха, в максимальной степени отвечающих требованиям производства продукции, проведения технологических операций, хранения оборудования, техники, материалов и т. п. Технологическое кондиционирование воздуха в помещениях, где находятся люди, осуществляют с учетом санитарно-гигиенических требований.

Системы комфортного и технологического кондиционирования в зависимости от расположения кондиционеров по отношению к обслуживаемым помещениям делят на центральные и местные. Центральными называются СКВ, обслуживающие несколько помещений из одного центра, внешнего по отношению к обслуживаемым помещениям. Приготовленный в центральном кондиционере воздух подается в обслуживаемые помещения по сети воздуховодов.

СКВ, кондиционеры которых установлены в обслуживаемых помещениях, называются местными. С помощью таких систем обеспечивается кондиционирование воздуха только для помещения, в котором располагается кондиционер.

По способу тепло- и холодоснабжения кондиционеров системы кондиционирования воздуха подразделяют на *неавтономные* и *автономные*. Кондиционеры неавтономных СКВ снабжаются





1- воздухоприемная камера; 2- центральный кондиционер; 3- приточный вентилятор.

В СКВ с *полной рециркуляцией* осуществляются только очистка воздуха от пыли и тепловлажностная обработка, поэтому такие СКВ применяют для кондиционирования воздуха в помещениях, в которых требуется поддержание температурно-влажностных параметров воздуха, а потребность в наружном воздухе отсутствует или удовлетворяется другими системами. К числу таких помещений относятся многие технологические помещения с тепловыделяющим оборудованием (залы вычислительных машин, радиоцентры и т. п.).

Наиболее распространенной является СКВ с *частичной рециркуляцией*, в которой используется смесь наружного и рециркуляционного воздуха (рис. 5.31). Такие системы применяют при условии, что воздух, используемый для рециркуляции, не содержит токсичных паров и газов, а расчетное количество вентиляционного воздуха для удаления избытков теплоты и влаги превышает количество наружного воздуха, которое должно подаваться в помещение для ассимиляции вредных паров и газов. Кроме того, использование рециркуляционного воздуха должно приближать температурно-влажностные параметры наружного воздуха к требуемым параметрам приточного воздуха.

СКВ с *частичной рециркуляцией* обычно предусматривается с подачей в помещения переменных объемов наружного и рециркуляционного воздуха в зависимости от параметров наружного воздуха. Однако количество наружного воздуха в смеси, подаваемой в помещение СКВ с частичной рециркуляцией, должно быть не меньше санитарной нормы.

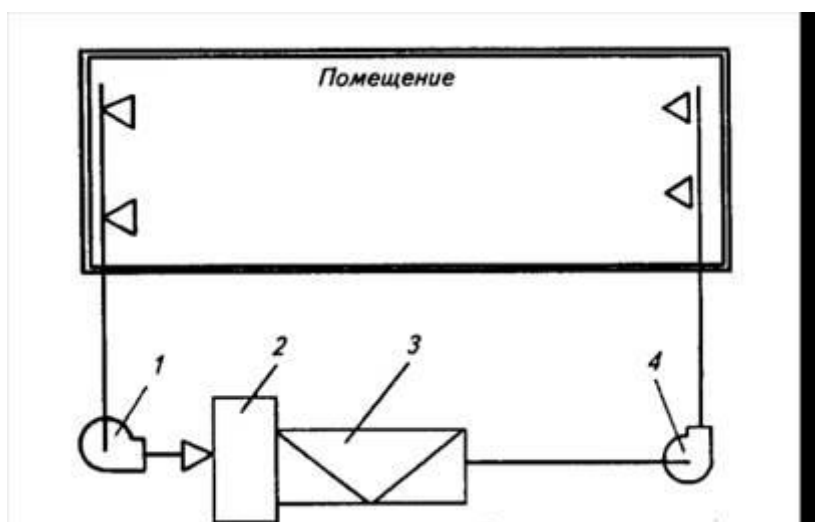


Рис. 5.30. Принципиальная схема центральной рециркуляционной (замкнутой) СКВ:

1- вытяжной вентилятор; 2- воздухоприемная камера; 3- центральный кондиционер; 4- приточный вентилятор.

СКВ с *частичной рециркуляцией* являются наиболее гибкими: в зависимости от условий и состояния наружного воздуха они могут работать по приточной схеме, по схеме с частичной или полной рециркуляцией. В последнем случае при необходимости газовый состав воздуха по кислороду и углекислому газу в помещениях поддерживается иными средствами.

В системах с частичной рециркуляцией рециркуляционный воздух смешивается с

наружным до или после камеры орошения. В первом случае система называется СКВ с первой рециркуляцией, во втором — СКВ со второй рециркуляцией. В воинских зданиях чаще применяют СКВ с первой рециркуляцией. Применение первой рециркуляции позволяет уменьшить расход теплоты на нагрев наружного воздуха в холодное время года и расход холода на охлаждение воздуха в теплое время.

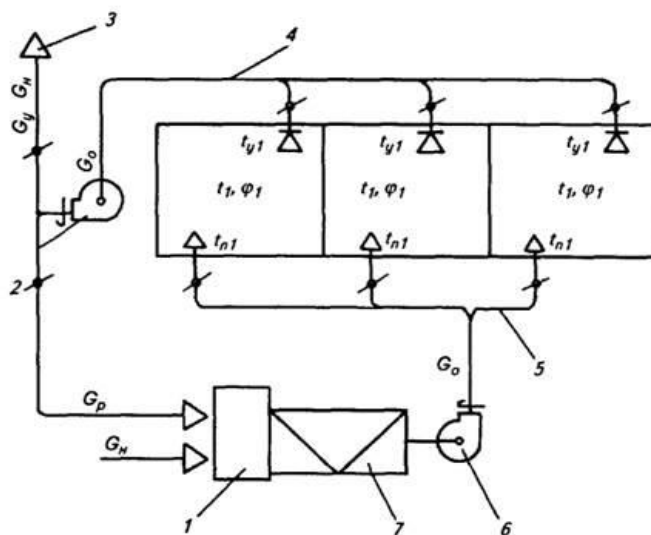


Рис.5.31. Принципиальная схема однозональной центральной СКВ с частичной рециркуляцией:

1- воздухоприемная камера; 2- вытяжной вентилятор; 3-воздуховыбросная шахта; 4- воздуховод вытяжной системы; 5 – приточный воздуховод; 6- вентилятор; 7- центральный кондиционер.

Центральные СКВ являются однозональными и одноканальными. Приготовленный в центральном кондиционере таких систем воздух подается в помещения по одному воздуховоду без дополнительной обработки перед выпуском в помещения. Однозональные СКВ применяют для обслуживания одного или нескольких помещений с одинаковыми требуемыми параметрами воздуха.

Существуют и двухканальные СКВ, в которых воздух двух различных состояний подается в помещения по двум самостоятельным каналам. Требуемые параметры приточного воздуха достигают смешением воздуха перед подачей в помещение. Двухканальные СКВ в воинских зданиях не применяют.

Если требуется подавать в помещения воздух с различными параметрами, то применяют многозональные СКВ. В многозональных СКВ приточный воздух доводится в центральном кондиционере до определенных параметров, по воздуховодам подается к помещениям, а перед выдачей в помещения подвергается дополнительной обработке в теплообменниках. В местных доводчиках воздух доводится до параметров, требуемых для каждого помещения.

Многозональные СКВ могут быть прямоточными, рециркуляционными, с частичной рециркуляцией. Применение многозональных СКВ более экономично, чем устройства индивидуальных систем для каждого из обслуживаемых помещений. Однако эти системы могут

поддерживать с заданной точностью только один из параметров воздуха: температуру или относительную влажность. Многозональные СКВ, применяемые для общественных зданий, обычно поддерживают температуру воздуха на заданном уровне, допуская отклонения относительной влажности от расчетных значений.

## Практическая работа № 29

### Тема: построение схем центральных многозональных систем кондиционирования воздуха прямооточных и работающих с рециркуляцией воздуха с применением САПР

Центральные СКВ применяют главным образом для обслуживания больших помещений, на площади которых различно и неравномерно размещены люди и оборудование, а также для обслуживания большого количества сравнительно мелких помещений. В обоих случаях приходится применять многозональные системы, так как они более экономичны, чем отдельные системы для каждой зоны или каждого помещения, хотя с помощью многозональных СКВ не может быть достигнута такая же высокая степень точности поддержания одного из двух заданных параметров (относительная влажность или температура), как при отдельных СКВ.

Если рециркуляция воздуха недопустима, то применяют центральную прямооточную многозональную систему кондиционирования воздуха (рис. 1.1, а), которая в теплый период года может поддерживать в точках установки датчиков номинальные температуры воздуха  $t_{\text{с}}$  с минимальными отклонениями от заданных величин. При этом другие параметры воздуха в этих точках - теплосодержание  $I$  в ккал/кг, влагосодержание  $d$  в г/кг и относительная влажность  $\varphi$  в % - будут колебаться вследствие изменения количеств влаги, поступающей в воздух помещения, и колебаний температуры воздуха.

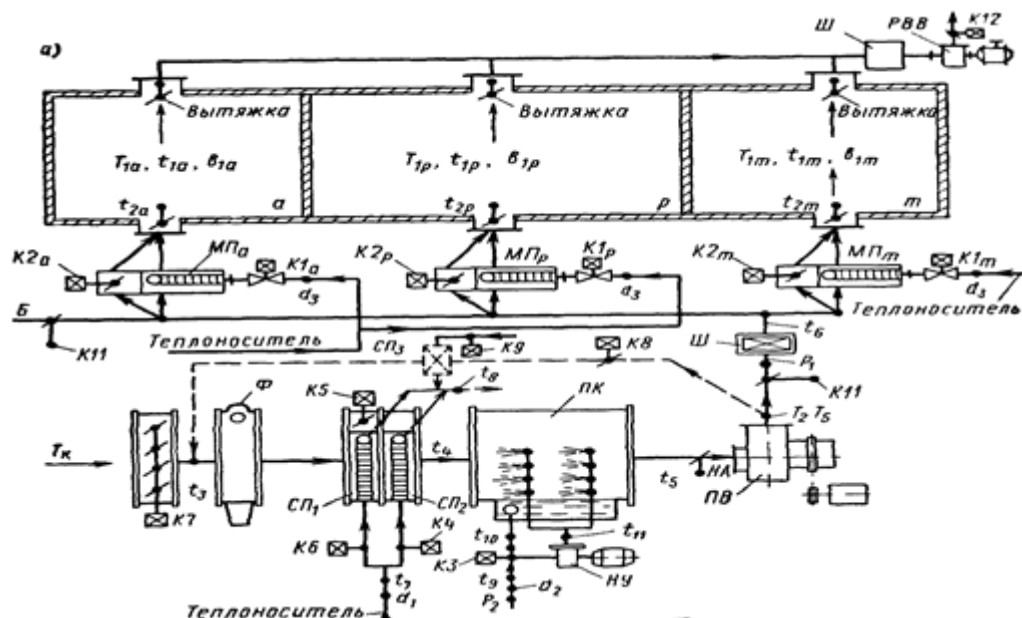
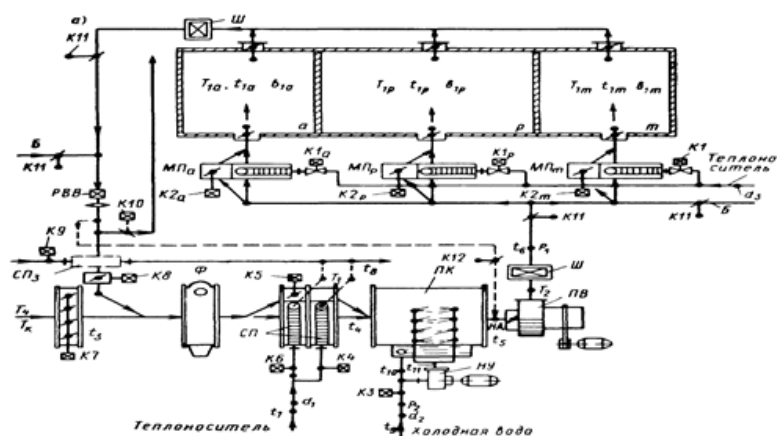


Рис. 1.1. Центральная прямооточная многозональная система кондиционирования воздуха, работающая полностью на наружном воздухе (схема системы)

В многоэтажных зданиях устройство общей рециркуляции часто бывает неприемлемо (в связи с недостатком площади для прокладки каналов) или невозможно по акустическим и санитарно-гигиеническим соображениям. В таких случаях применяются *многозональные* системы с поэтажными вентиляторными доводчиками, с помощью которых производится рециркуляция воздуха в пределах каждого этажа.

В состав многозональных систем, помимо кондиционера, входят местные подогреватели МП, устанавливаемые по числу обслуживаемых зон, помещений или правило, в непосредственной близости к кондиционеру.

В теплый период года системы, работающие без рециркуляции, забирают наружный воздух (точка 5 на рис. 1.1, б), фильтруют и охлаждают его в камере орошения или в поверхностном орошаемом воздухоохладителе до состояния, соответствующего параметрам точки 3.



**Рис. 1.2. Центральная многозональная двухвентиляторная система кондиционирования воздуха, работающая с рециркуляцией по одному или по двум каналам (второй канал показан пунктиром): а - схема системы; б - построение процессов на I-d диаграмме при работе с одним первым рециркуляционным каналом; в-то же, при работе с двумя рециркуляционными каналами**

В холодный период года наружный воздух (точка 15) подогревается в калориферах первого подогрева до состояний, соответствующих параметрам точек 14, 17 или 18, увлажняется (точка 13), нагревается в местных подогревателях до параметров, соответствующих точкам 12а, 12 р или 12m, при которых выпускается в помещения и приобретает заданные параметры.

В холодный период года производительность СКВ стремятся сокращать, при этом возможность и пределы сокращения производительности определяются уменьшением избытков тепла в помещении, для борьбы с которыми работает система, условиями сохранения равномерности параметров воздуха в обслуживаемой или рабочей зонах помещения и необходимостью обеспечения санитарной нормы притока наружного воздуха.

При наличии в здании двух или большего числа кондиционеров прежде всего определяют возможность обеспечения заданного режима при уменьшенном числе работающих кондиционеров, а затем рассматривают необходимые пределы сокращения производительности отдельных установок.

## Практическая работа №30

Тема: построение принципиальной схемы вытяжной системы вентиляции с естественным побуждением и выполнение аэродинамического расчета с применением САПР.

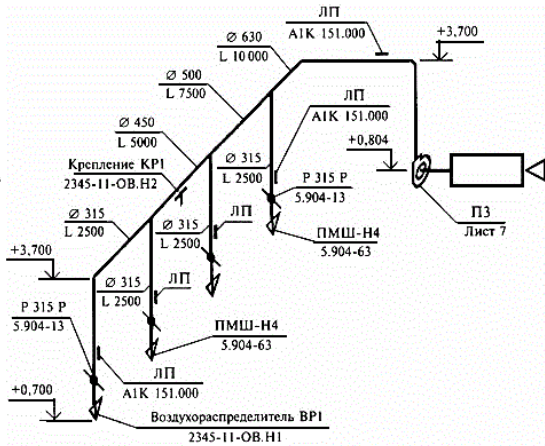


Рисунок 2 - Аксонометрическая схема приточной вентиляции с механическим побуждением

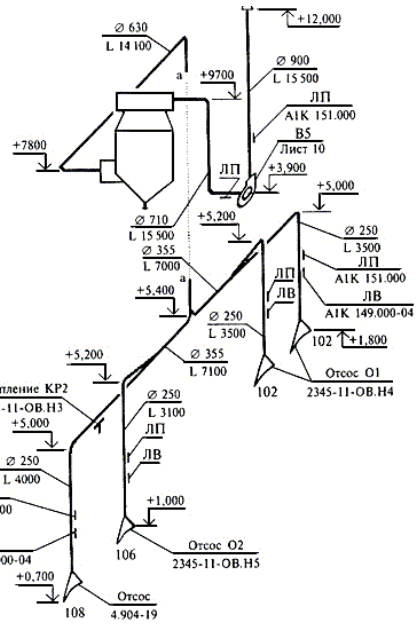


Рисунок 3 - Вытяжная вентиляционная система с местными отсосами в виде зонтов и оборудованием для очистки загрязненного воздуха (циклон)

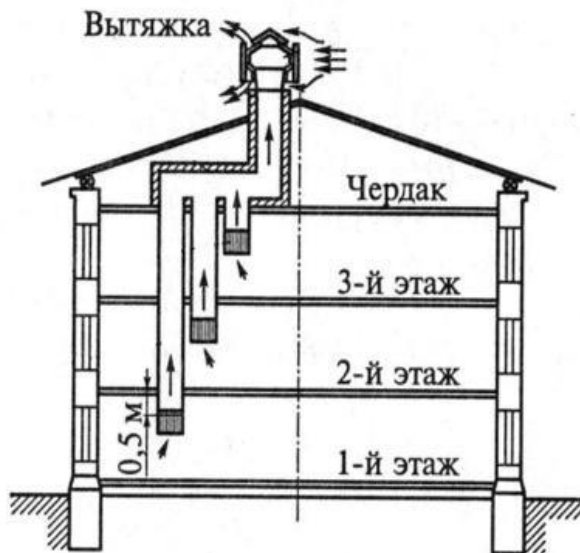


Рис. 7.6. Канальная система вытяжной вентиляции с естественным побуждением:

1 — вытяжная решетка; 2 — вертикальный канал; 3 — горизонтальный утепленный канал; 4 — утепленная вытяжная шахта; 5 — дефлектор

### Практическая работа № 31

Тема: построение принципиальной схемы вытяжной вентиляции с искусственным побуждением по ранее выполненному плану

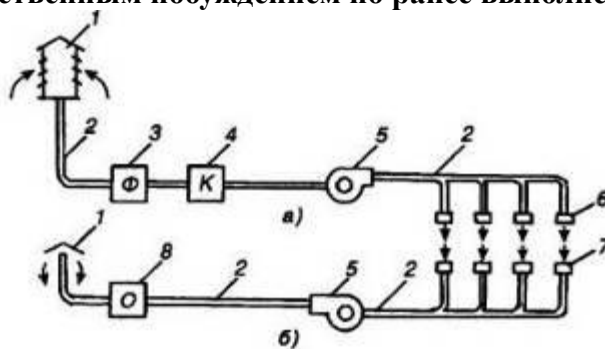
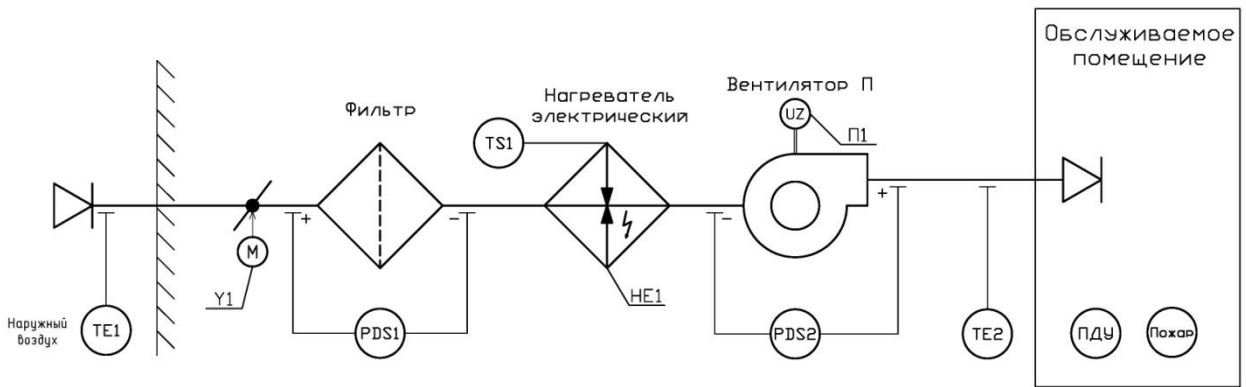


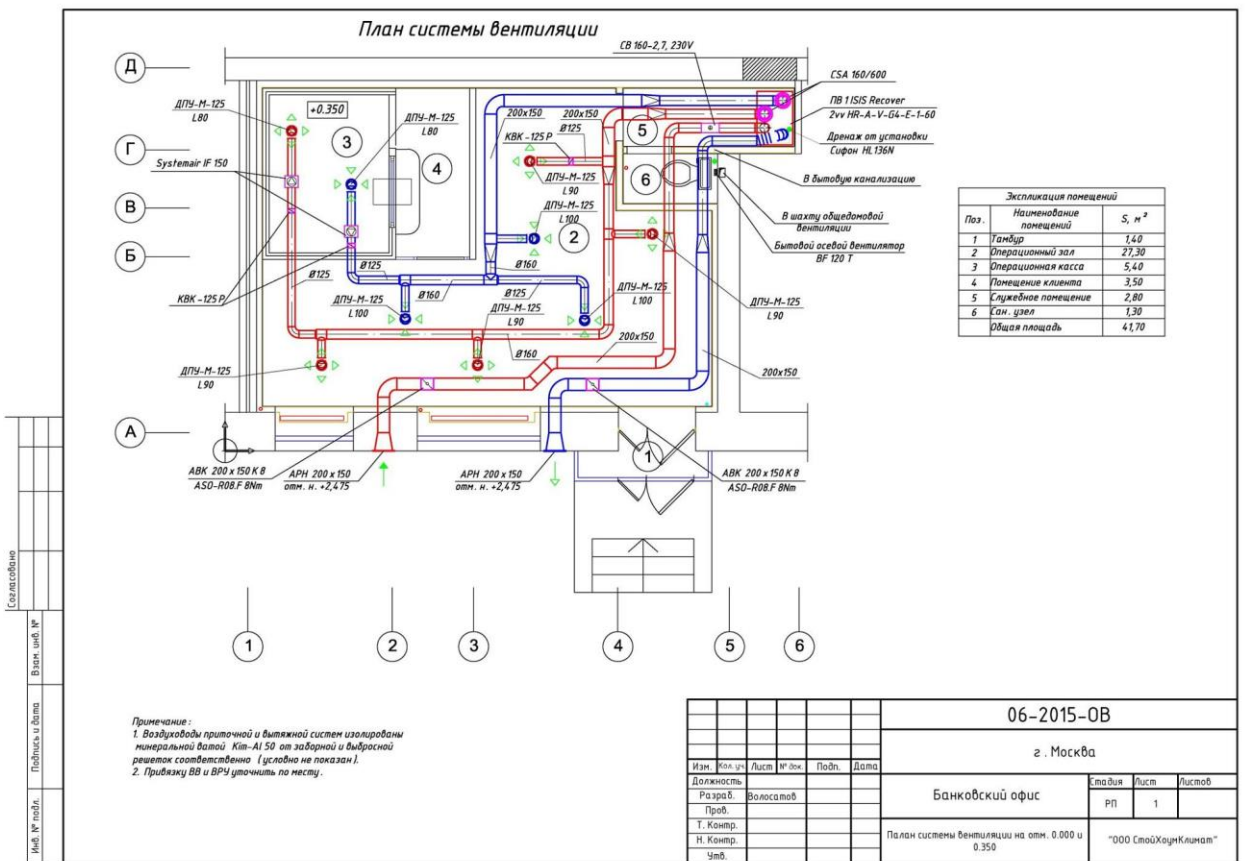
Рис. 6. Схемы механической вентиляции:

*a* — приточная, *б* — вытяжная, *в* — приточно-вытяжная установки; 1 — воздухоприемник, 2 — воздухоотвод, 3 — фильтр, 4 — калорифер, 5 — вентилятор, 6 — приточное отверстие или насадка, 7 — вытяжное отверстие, 8 — очистное устройство.



TE1-датчик температуры наружного воздуха;  
 TE2-датчик температуры приточного воздуха;  
 TS1-термостат защиты электрокалорифера от перегрева;  
 PDS1-реле перепада давления фильтра;  
 PDS2-реле перепада давления приточного вентилятора;  
 HE1-электрический калорифер;  
 Y1-электропривод приточной заслонки;  
 П1-преобразователь частоты приточного вентилятора;

ПДУ-панель дистанционного управления;  
 Сигнал "Пожар" - приходит из системы пожарной сигнализации, сухой контакт;  
 Сигнал "Работа" - релейный выход (сухой), дает внешний сигнал о запуске системы. Можно использовать для свлочирующей работы нескольких установок.



Спецификация

№ п/п	Наименование	Вид	Шифр

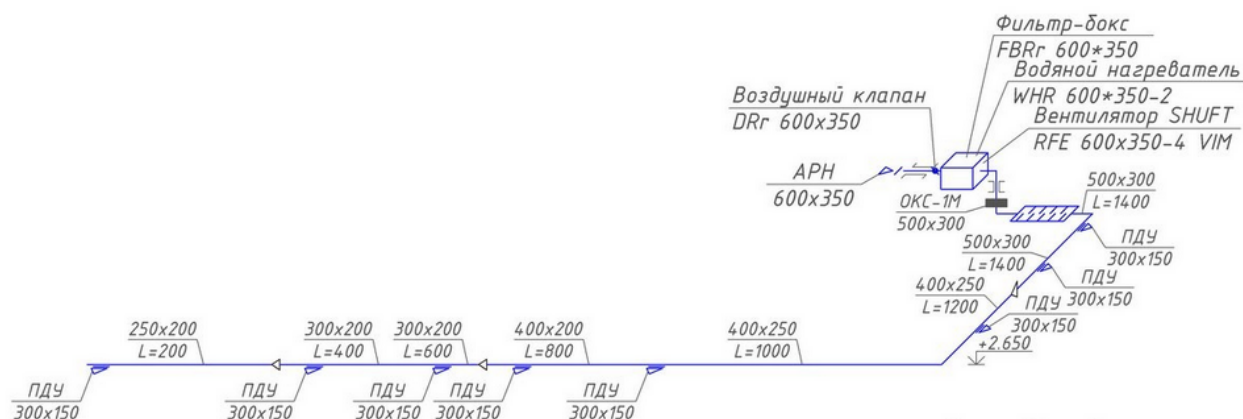
Примечание:  
 1. Воздуховоды приточной и вытяжной систем изолированы минеральной ватой. Кип-А1 50 от заборной и выбросной решеток соответственно (условно не показан).  
 2. Приблизку ВВ и ВРУ упомянуть по месту.

06-2015-0В					
г. Москва					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Должность	Разраб.	Волосатов			
Проб.					
Т. Компр.					
Н. Компр.					
Чиб.					
Банковский офис				Стация	Лист
План системы вентиляции на оп. 0.000 и 0.350				РП	1
Копировал				Формат А3	

## АксонOMETрическая схема и Принципиальная схема системы вентиляции.

### АксонOMETрическая схема

## Схема системы вентиляции П1



Схемы вентиляции необходимо выполнять в аксонометрии (фронтальной изометрической проекции). Аксонометрия позволяет увидеть сеть воздуховодов в трех измерениях. В аксонометрии появляется третья ось, на которой указываются значения высоты.

### Принципиальная схема

Согласно "ГОСТ 21.602-2003 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования" п.4.13

Условные обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи следует принимать по ГОСТ 21.404.

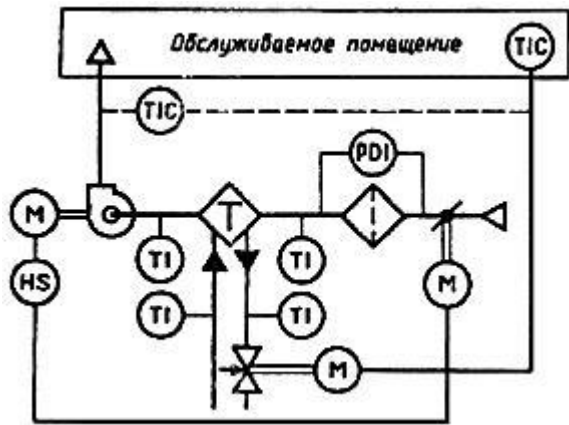
Пример выполнения принципиальной технологической схемы вентиляционной системы с указанием приборов, средств автоматизации и линий связи приведен в приложении В ГОСТ 21.205.

Буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов, указанные на схеме и в таблице ([приложение В ГОСТ 21.205](#)), приняты по ГОСТ 21.404.

Смотрим "ГОСТ 21.205-93 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения элементов санитарно-технических систем".

### ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное). ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

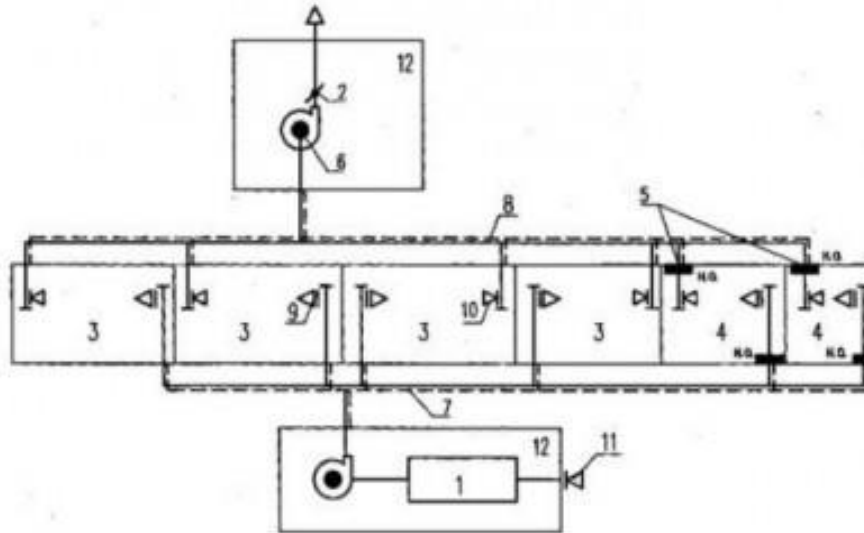




Примечание - буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов, указанные на схеме и в таблице, приняты по ГОСТ 21.404.

Обозначение	Измеряемая величина	Функциональный признак прибора
T	Температура	-
P	Давление	-
D	Перепад	-
H	Ручное воздействие	-
I	-	Показание
C	-	Автоматическое регулирование
S	-	Включение, отключение, блокировка

**XVII Принципиальные схемы горизонтальных систем  
механической приточной и вытяжной вентиляции  
общественных зданий с прокладкой воздуховодов в  
коридорах здания**



**1 - приточная вентиляционная камера (кондиционер); 2 - обратный клапан у вентилятора; 3 - помещения категории Г или Д; 4 - помещения категории В1+В4; 5 - противопожарные нормально открытые клапаны; 6 - вытяжной вентилятор; 7 - приточный воздуховод с нормируемым пределом огнестойкости; 8 - вытяжной воздуховод; 9 - приточные решетки; 10 - вытяжные решетки; 11 - воздухозаборная решетка; 12 - помещения для вентиляционного оборудования.**

### **Практическая работа № 32**

**Тема:** вычерчивание плана, разрезов и спецификации для центрального теплового пункта с применением

**Текст задания:** Выполнение чертежей планов чердака и этажа. Вычерчивание аксонометрические схемы отопления

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха зданий присоединяются к тепловым сетям:  
непосредственно - когда не требуется изменения расчетных параметров теплоносителя;

через смесительные насосы - при необходимости снижения температуры воды в системах вентиляции и кондиционирования воздуха; для поддержания постоянной температуры воды, поступающей в калориферы второго подогрева систем кондиционирования воздуха, а также для обеспечения нескипания воды в верхних точках трубопроводов и калориферов систем вентиляции и кондиционирования воздуха (если не установлены подкачивающие насосы для других систем).

Места установки смесительных насосов для систем вентиляции выбираются аналогично смесительным насосам для систем отопления.

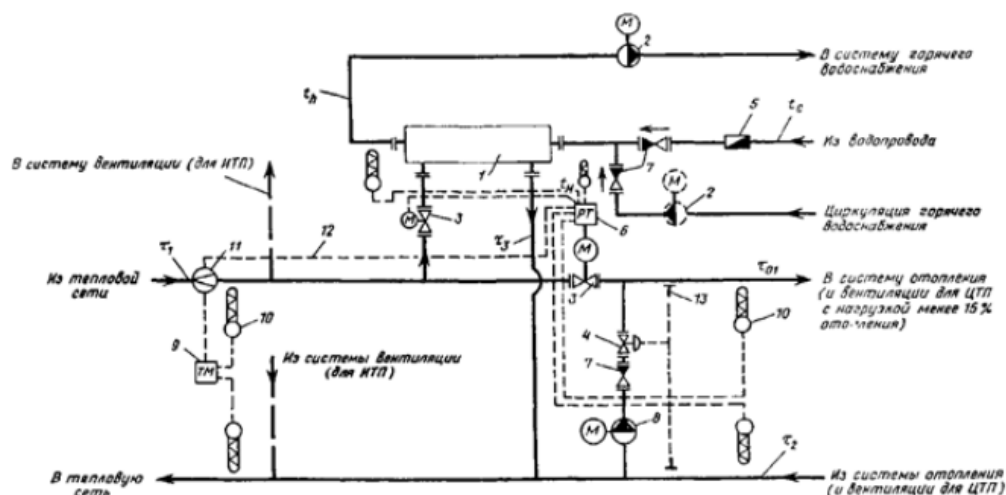
В тепловых пунктах потребителей теплоты с зависимым присоединением систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, в которых режим теплоснабжения не обеспечивается принятым на источнике теплоты центральным качественным регулированием отпуска теплоты, следует предусматривать корректирующие насосы или регулируемые элеваторы, осуществляющие снижение температуры воды после ЦТП или ИТП в соответствии с графиками температур теплоносителя в этих системах. При этом изменение температуры воды производится автоматически регулятором подачи теплоты. Корректирующие насосы устанавливаются, как правило, на перемычке между подающим и обратным трубопроводами после отбора воды из подающего трубопровода и до отбора воды из обратного трубопровода на водоподогреватели или смесительные устройства горячего водоснабжения.

В тепловых пунктах потребителей теплоты с независимым присоединением систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для регулирования после водоподогревателей следует предусматривать регулятор подачи теплоты на отопление.

Циркуляционные насосы при независимой системе теплоснабжения устанавливаются на обратном трубопроводе от систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха перед водоподогревателем.

При этом для схемы, указанной на рис. 1, предусматривается автоматическое ограничение максимального расхода воды из тепловой сети на ввод и регулирование расхода теплоты на отопление.

При необходимости ограничение подачи теплоносителя на ввод следует выполнять путем закрытия клапана, регулирующего подачу теплоносителя на водоподогреватель горячего водоснабжения.



**Рис. 1. Одноступенчатая система присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения с автоматическим регулированием расхода теплоты на отопление и зависимым присоединением систем отопления в ЦТП и ИТП**

1 - водоподогреватель горячего водоснабжения; 2 - повысительно-циркуляционный насос горячего водоснабжения (пунктиром - циркуляционный насос); 3 - регулирующий клапан с электроприводом; 4 - регулятор перепада давлений (прямого действия); 5 - водомер для холодной воды; 6 - регулятор подачи теплоты на отопление, горячее водоснабжение и ограничения максимального расхода сетевой воды на ввод; 7 - обратный клапан; 8 - корректирующий подмешивающий насос; 9 - теплосчетчик; 10 - датчик температуры; 11 - датчик расхода воды; 12 - сигнал ограничения максимального расхода воды из тепловой сети на ввод; 13 - датчик давления воды в трубопроводе

## Практическая работа № 33

**Тема: выполнение принципиальной схемы двухтрубных и однетрубных систем отопления с верхней и нижней разводкой магистралей по планам типовых проектов**

### Характеристики систем отопления

Отопительные системы разрешают только одну из задач по созданию искусственного климата в помещениях. Они служат для поддержания в холодное время года заданной температуры воздуха во внутренних помещениях зданий. Система отопления представляет собой комплекс элементов, необходимых для обогрева помещений. Основными элементами являются источники теплоты, теплопроводы, нагревательные приборы. Передача тепла осуществляется с помощью теплоносителей – нагретой воды, пара или воздуха. При определении тепловой нагрузки систем отопления учитываются особенности теплового режима помещений. В помещениях с постоянным тепловым режимом, к которым относятся промышленные здания, сельскохозяйственные постройки, жилые и общественные здания, тепловая нагрузка определяется из теплового баланса. В помещениях с переменным режимом при определении тепловой нагрузки различают два периода – рабочий и нерабочий. В нерабочее время необходимость в отоплении может отсутствовать. Во всех случаях при расчете мощности систем отопления необходимо учитывать минимальные часовые тепловыделения. Кроме того системы отопления должны обеспечивать нормируемые параметры воздуха к началу рабочего периода. Отопление, рассчитанное только на период нерабочего времени, называется дежурным отоплением. **Требования к системам отопления. Санитарно-гигиенические.** Системы отопления должны обеспечивать внутри

помещения заданную температуру воздуха, равномерную по объёму рабочей зоны помещения. Температуры внутренних поверхностей наружных ограждений и нагревательных приборов должны находиться в пределах нормы. *Экономические.* Системы отопления должны обеспечивать минимум приведенных затрат по сооружению и эксплуатации. Показателями экономичности являются также расход материала, затраты труда на изготовление и монтаж. Экономичность системы определяется технико-экономическим анализом вариантов различных систем и применяемого оборудования. *Строительные.* Системы отопления должны соответствовать архитектурно-планировочному решению помещений. Размещение отопительных элементов должно быть увязано со строительными конструкциями. *Монтажные.* Элементы систем отопления должны изготавливаться преимущественно в заводских условиях, детали унифицированы, затраты труда минимальны. *Эксплуатационные.* Система отопления должна быть надежной в поддержании заданных температур воздуха. Надежность системы обуславливается её долговечностью, безотказностью, простотой регулировки управления и ремонта. Система должна быть безопасной и бесшумной в работе, Должна обеспечивать наименьшее загрязнение вредными выделениями помещений и атмосферного воздуха.

**Классификация систем отопления.** Различают местные и центральные системы отопления. К местным системам относятся системы, в которых все элементы объединены в одном устройстве и систем предназначена для обогрева одного помещения. К местным системам относятся печное отопление, газовое (при сжигании топлива в местном устройстве – газовый конвектор, инфракрасный излучатель) и электрическое.

Центральные системы обогревают ряд помещений из центра (теплогенераторная, котельная, ТЭЦ), в котором вырабатывается теплота, передаваемая теплоносителем к нагревательным приборам отапливаемых помещений. По виду теплоносителя системы отопления делятся на системы водяного, газового, парового, воздушного и электрического отопления. В водяных и паровых системах теплоноситель – вода или пар – нагревается в генераторе теплоты и передаются по трубопроводам к нагревательным приборам. В воздушных системах нагретый воздух поступает непосредственно в помещение из системы вентиляции. По способу перемещения теплоносителя центральные системы отопления подразделяются на системы с *естественной* циркуляцией и системы с *механическим* побуждением (принудительная циркуляция).

В системах с *искусственной циркуляцией* движение воды происходит за счет перепада давления создаваемого насосом. В зависимости от схемы соединения труб с нагревательными приборами системы водяного отопления делятся на *двухтрубные* и *однотрубные*. В двухтрубной системе (рис. 1, 2) каждый нагревательный прибор присоединяется к двум трубам: по одной подводится горячая вода, а по другой уходит охлажденная вода, при этом все отопительные приборы оказываются принципиально параллельны и равноправны по отношению друг другу. В однотрубных системах отопления (рис. 3, 4) нагревательные приборы одной ветви соединяются одной трубой так, что вода последовательно перетекает из одного прибора в другой.

В зависимости от места прокладки магистральных трубопроводов системы подразделяются на системы с верхней разводкой (см. рис. 1, 2.), если горячая (подающая), магистраль проходит выше всех отопительных приборов, и с нижней разводкой (см. рис.3), когда и подающая и обратная магистрали проходят ниже всех нагревательных приборов.

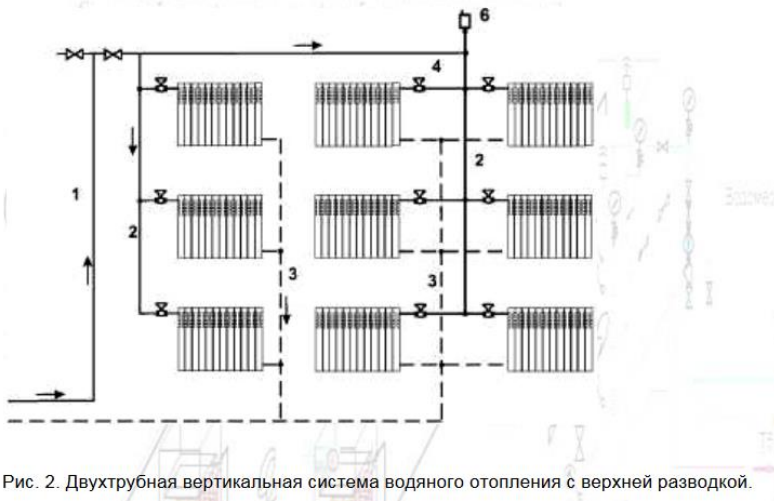


Рис. 2. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с верхней разводкой.

На рисунке 2 приведена схема вертикальной двухтрубной системы отопления с верхней разводкой с односторонним и двухсторонним присоединением нагревательных приборов. Горячая вода из теплового пункта подается в главный стояк, затем по горизонтальной магистрали разводится к стоякам и от них к нагревательным приборам. Охлажденная вода из нагревательных приборов собирается в общий обратный стояк и далее через обратную магистраль поступает в тепловой пункт. Горизонтальные магистрали прокладываются с уклоном 0,002. Уклоны горизонтальных труб должны обеспечить выход воздуха из системы к верхним точкам, где он будет удален через воздухоотводчики. По расположению труб, соединяющих нагревательные приборы, системы делятся на вертикальные, когда приборы присоединяются к вертикальному стояку, и горизонтальные (рис. 6), когда приборы присоединяются к горизонтально расположенным трубопроводам.

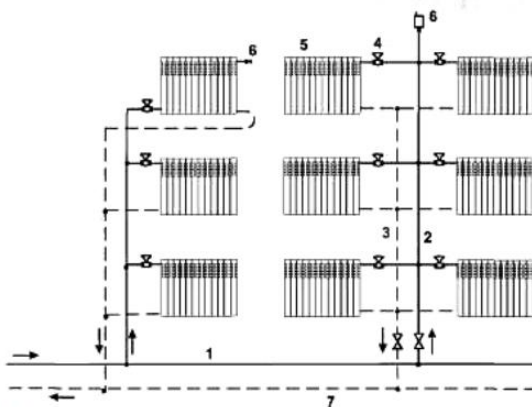


Рис. 3. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с нижней разводкой.

1 – магистраль горячей воды; 2 – стояки горячей воды; 3 – стояки обратной воды; 4 – краны у приборов; 5 – нагревательные приборы; 6 – выпуск воздуха; 7 – обратная магистраль.

В системе с нижней разводкой магистральная линия располагается в нижней части системы. Движение воды по стоякам происходит снизу вверх. Удаление воздуха из системы осуществляется через воздушные краны, устанавливаемые на верхних нагревательных приборах, или с помощью автоматических воздухоотводчиков, устанавливаемых на стояках или специальных воздушных линиях.

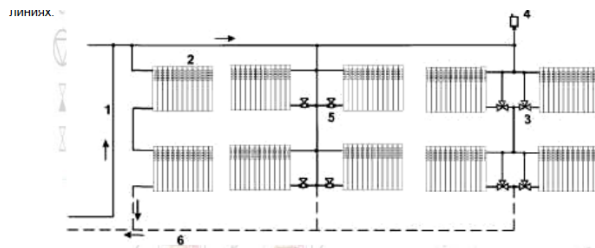


Рис. 4. Схема однотрубной системы отопления с верхней разводкой.

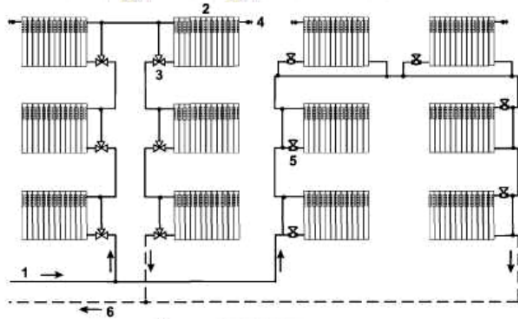


Рис. 5. Схема однотрубной системы отопления с нижней разводкой и П-образными стояками.

1 – магистраль горячей воды; 2 – нагревательный прибор; 3 – трехходовой кран; 4 – выпуск воздуха; 5 – регулирующий кран; 6 – магистраль обратной воды.

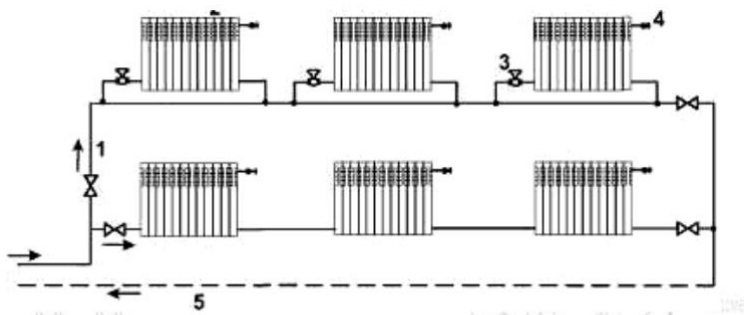


Рис. 6. Схема горизонтальной однотрубной системы отопления.

1 - стояк; 2 - нагревательные приборы; 3 - регулирующий кран; 4 - выпуск воздуха. 5 - магистраль обратной воды.

Однотрубные системы в настоящее время применяются очень широко, особенно в зданиях повышенной этажности. По сравнению с двухтрубными системами длина труб однотрубной системы составляет 70-75 %. Однотрубные системы выполняются с верхней и с нижней разводкой. Кроме того, они подразделяются на три типа в зависимости от способа подключения приборов: проточные, проточные с нерегулируемым байпасом и проточные с регулируемым байпасом. Выпуск воздуха производится в верхних точках системы через автоматические воздухоотводчики или ручные краны.

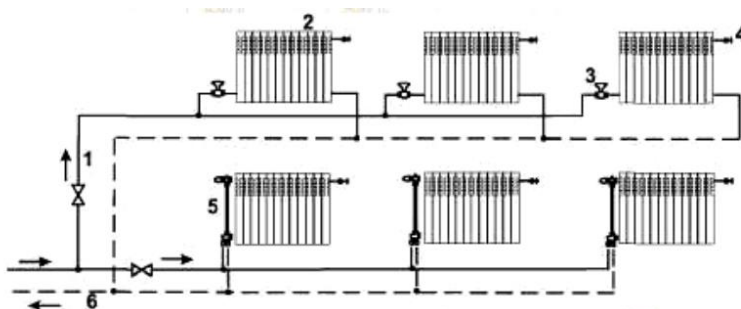


Рис. 7. Схема горизонтальной двухтрубной системы отопления.

1 - стояк; 2 – нагревательные приборы; 3 – регулирующий кран; 4 – выпуск воздуха. 5 – регулирующая арматура ;6 – магистраль обратной воды.

Горизонтальные схемы применяются в зданиях большой протяженности. Магистраль горизонтальных схем прокладываются в удобных местах, обычно во вспомогательных помещениях. *Горизонтальные системы бывают однострунными и двухтрубными.*

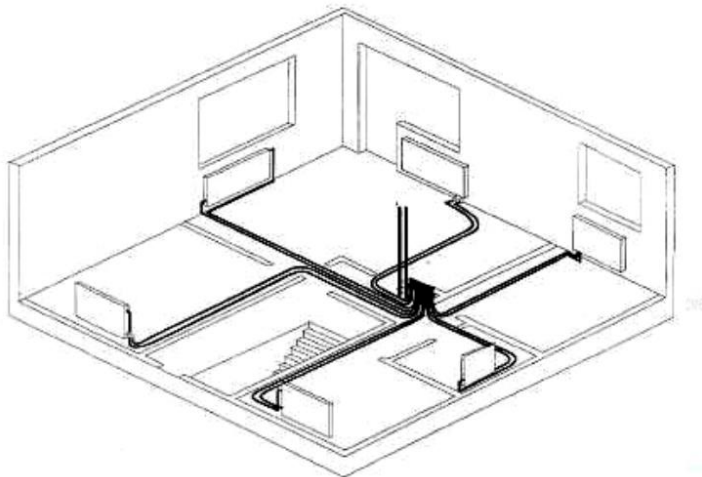


Рис. 8. Схема горизонтальной двухтрубной коллекторной системы отопления.

1 - коллектор; 2 – нагревательные приборы; 3 – регулирующий кран; 4 – выпуск воздуха.

В зависимости от источника теплоснабжения система может быть с индивидуальной котельной или от общего источника теплоснабжения. При теплоснабжении от общей котельной или ТЭЦ применяются три схемы: независимая с тепловым узлом, со смешением воды, зависимая прямооточная.

прямоточная.

Рис. 9. Схема системы отопления

с индивидуальной котельной.

1 - котел;  
2 - циркуляционный насос;

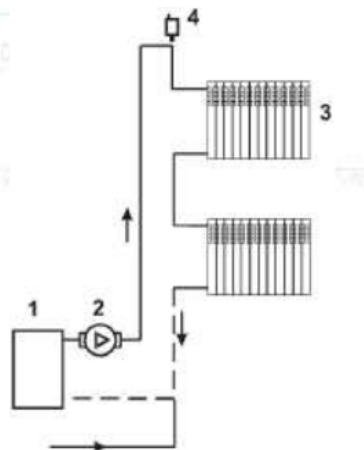


Схема системы отопления с индивидуальной котельной. 1 - котел; 2 – циркуляционный насос;

3 – отопительный прибор; 4 – выпуск воздуха.





Рис. 10. Схема независимой системы отопления с тепловым узлом.

1 –тепловой узел; 2 – циркуляционный насос 3 – нагревательные приборы; 4 – выпуск воздуха.

В независимой схеме вместо водогрейного котла устанавливается теплообменник, обогреваемый первичной водой из тепловой сети.



Рис. 11. Схема зависимой системы отопления со смешением воды.

1 – подающая и обратная магистрали; 2 – подмес из обратной линии; 3 – нагревательные приборы; 4 – выпуск воздуха.

Зависимая схема со смешением воды применяется, когда необходимо ограничить температуру в системе отопления но нет необходимости ограничивать давление.



Рис. 12. Схема зависимой прямоточной системы отопления.

1 - стояк; 2 - нагревательные приборы; 3 - регулирующий кран; 4 - выпуск воздуха. Зависимая схема применяется, когда нет необходимости ограничивать температуру, ни давление.

### Схема двухтрубной системы отопления с нижней разводкой

Существует несколько способов водяного отопления помещения. Есть двухтрубная, однотрубная схема размещения и два типа подведения труб: нижнее и верхнее. Рассмотрим конструкцию с двумя трубами и разводкой внизу.

#### Характеристика

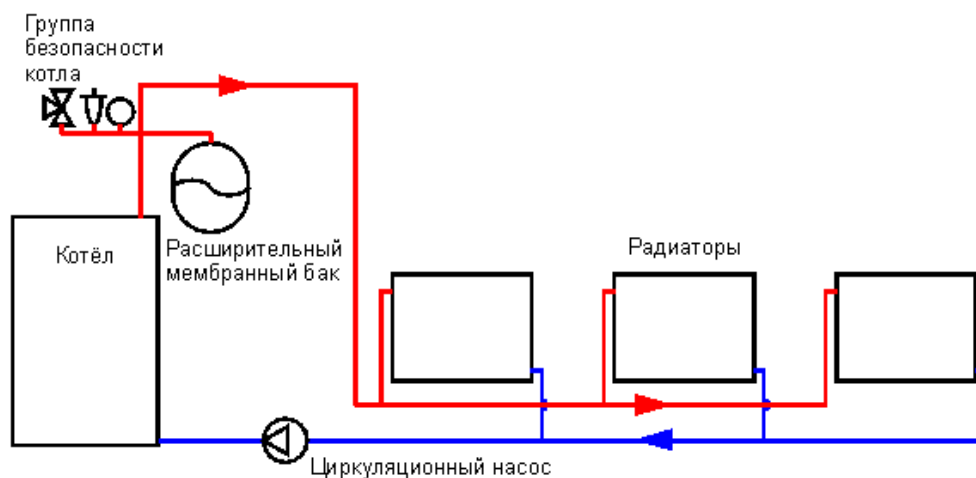
Наиболее распространенной является именно двухтрубная организация отопления, несмотря на некоторые достоинства однотрубных конструкций. Какой бы сложной ни была такая магистраль с двумя трубами (отдельно для подачи воды и ее возврата) большинство предпочитает именно ее.



Такие системы стоят в многоэтажных и многоквартирных домах.

#### Устройство

Элементы двухмагистрального отопления с нижней врезкой труб следующие:

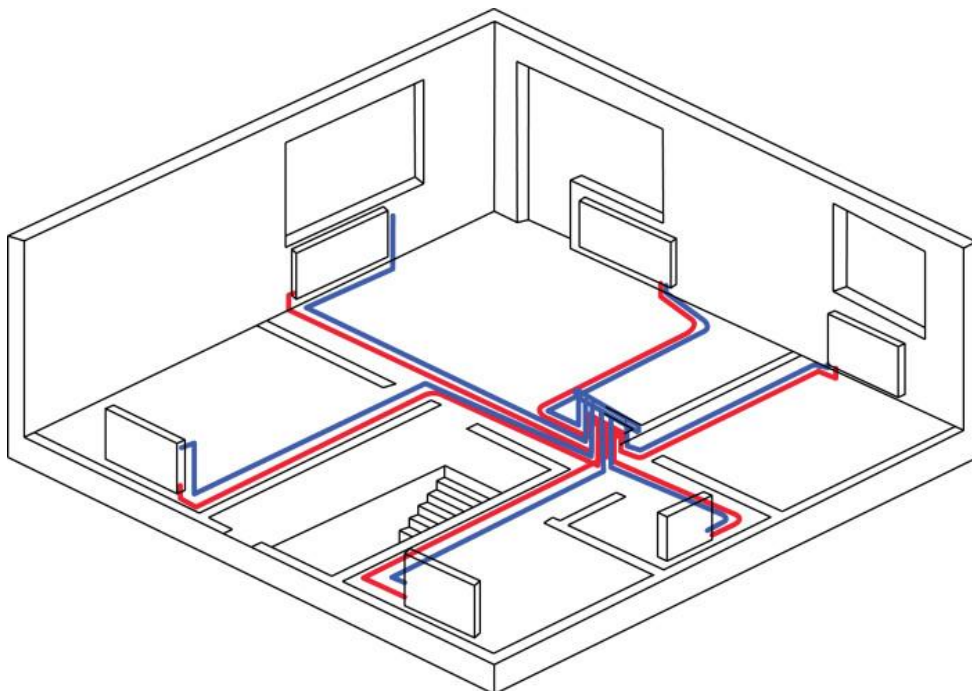


- котел и насос;
- автовоздушник, термостатические и предохранительные клапаны, вентили;
- батареи и [расширительный бак](#);

- фильтры, регулирующие устройства, датчики температуры и давления;
- можно применять байпасы, но необязательно.

### Преимущества и недостатки

Рассматриваемая двухтрубная схема соединения при использовании обнаруживает много плюсов. Во-первых, равномерность распространения тепла по всей магистрали и индивидуальная подача теплоносителя в радиаторы.



Поэтому есть возможность регулировать отопительные приборы по отдельности: включать/выключать (нужно только перекрыть стояк), изменять напор.

В разных комнатах можно устанавливать разную температуру.

Во-вторых, такие системы не требуют отключения или слива всего теплоносителя при поломке одного отопительного прибора. В-третьих, систему можно устанавливать после возведения нижнего этажа и не ждать, пока будет готов весь дом. Кроме того, трубопровод имеет меньший диаметр, чем в системе с одной трубой.

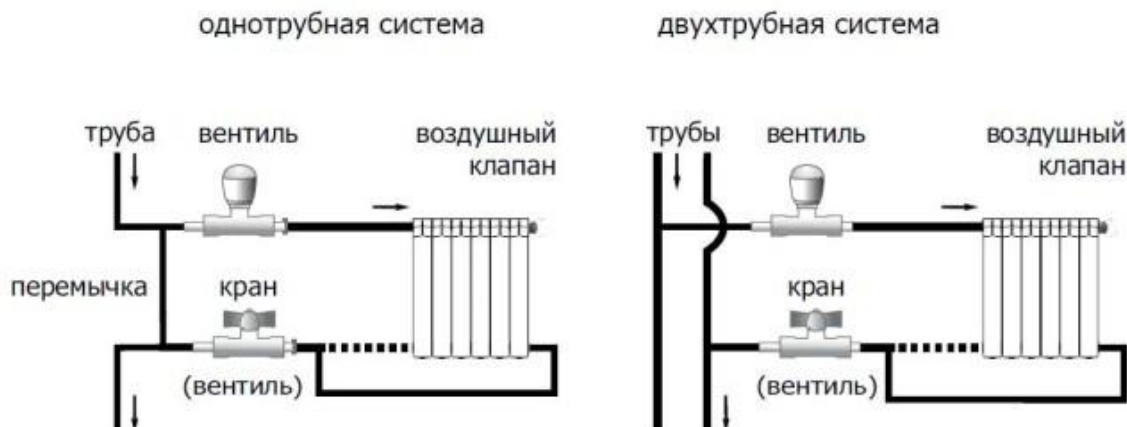


Есть и некоторые недостатки:

- требуется больше материалов, чем для однотрубной магистрали;
- небольшое давление в подающем стояке создает необходимость часто спускать воздух, подключив дополнительные клапаны.

### Сравнение с другими типами

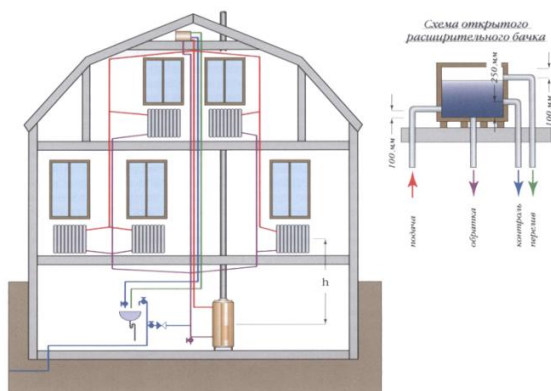
В нижней врезке подающая магистраль прокладывается снизу, рядом с обраткой, потому теплоноситель направляется снизу вверх по стоякам подачи. Оба вида разводок могут быть сконструированы с одним или несколькими контурами, тупиковым и попутным течением воды в подающей трубе и обратке.



Системы естественной циркуляции с подводкой внизу применяются очень редко, так как они требуют большое количество стояков, а смысл такой врезки труб – свести их количество к минимуму. С учетом этого такие конструкции чаще всего имеют принудительную циркуляцию.

### Крыша и этажи — значение

В верхнем подведении подающая магистраль – выше уровня радиатора. Ее монтируют на чердаке, в потолочном перекрытии. Нагретая вода поступает наверх, затем – через стояки подачи равномерно растекается по батареям. Радиаторы должны находиться выше обратки. Чтобы исключить скопление воздуха, монтируют компенсирующий бак в самой топовой точке (на чердаке). Потому она не подходит для домов с плоской крышей без чердака.



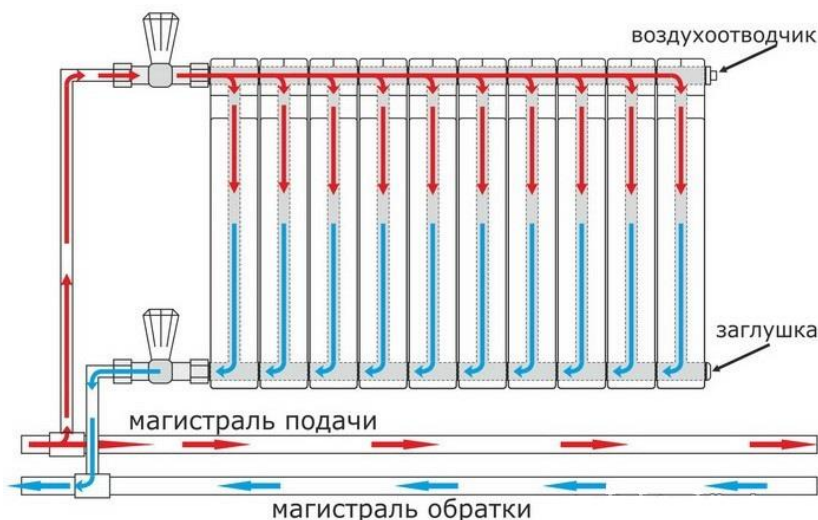
Разводка снизу имеет две трубы – подающую и отводящую, – батареи отопления должны быть выше их. Она очень удобна для удаления воздушных пробок [кранами Маевского](#). Подающая магистраль находится в подвале, в цоколе, под полом. Подающий трубопровод должен находиться

выше, чем обратка. Дополнительный уклон магистрали в сторону котла сводит к минимуму воздушные пробки.

Обе разводки наиболее эффективны при вертикальной конфигурации, когда батареи смонтированы на различных этажах или уровнях.

### Принцип работы

Главной характеристикой двухтрубной системы является наличие индивидуальной магистрали подачи воды в каждый радиатор. В этой схеме каждая из батарей снабжена двумя отдельными трубами: подводящей воду и отводящей. К батареям теплоноситель течет снизу вверх. Остывшая вода возвращается по обратным стоякам в обратную магистраль, а по ней в котел.



В многоэтажном помещении уместно ставить именно двухтрубную конструкцию с вертикальным расположением магистралей и нижней разводкой. В этом случае разница температур между теплоносителем в подающей трубе и обратке создает сильное давление, увеличивающееся по мере повышения этажа. Давление помогает воде продвигаться по трубопроводу.

В рассматриваемом нижнем соединении труб котел должен находиться в углублении, так как батареи и отопительные приборы должны быть выше для обеспечения равномерной доставки воды к ним.



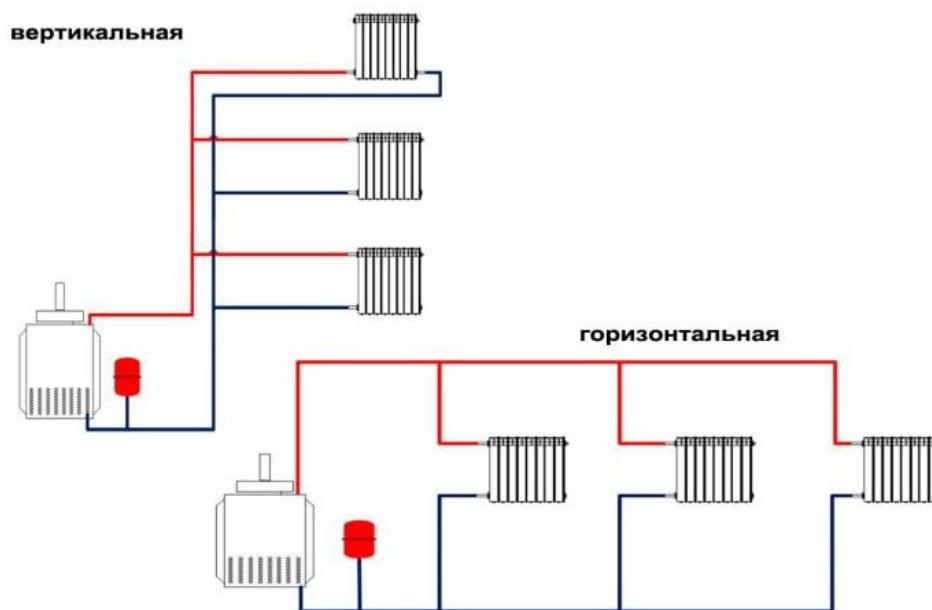
Воздух, который накапливается, удаляется кранами Маевского или спускниками, они монтируются на всех отопительных приборах. Применяют также автоматические сбросники, которые

фиксируются на стояках или специальных воздухоотводных линиях.

## Виды

Двухтрубная система отопления может быть следующих типов:

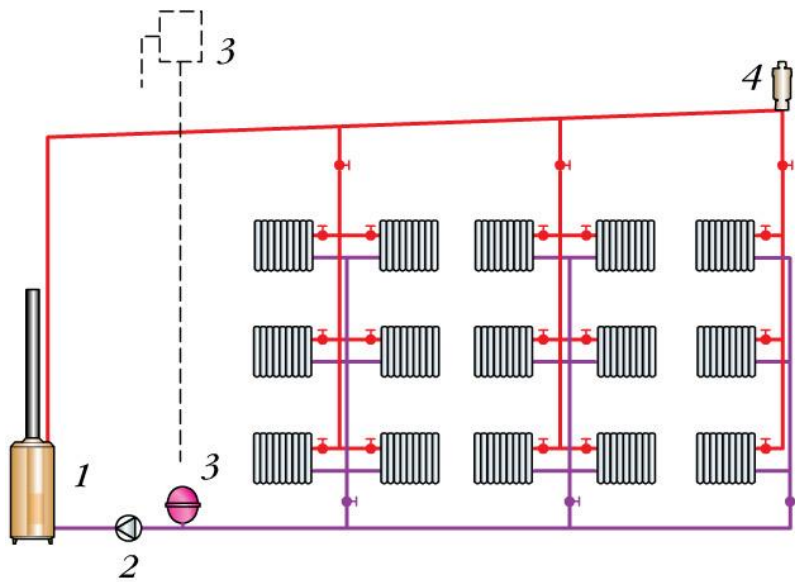
- горизонтальная и вертикальная;
- прямоточная — теплоноситель течет в одном направлении по обеим трубам;
- тупиковая — горячая и остывшая вода движется в разных направлениях;
- с циркуляцией принудительной или естественной: для первой нужен насос, для второй — уклон труб в сторону котла.



**Примеры схем с двухтрубной системой отопления**

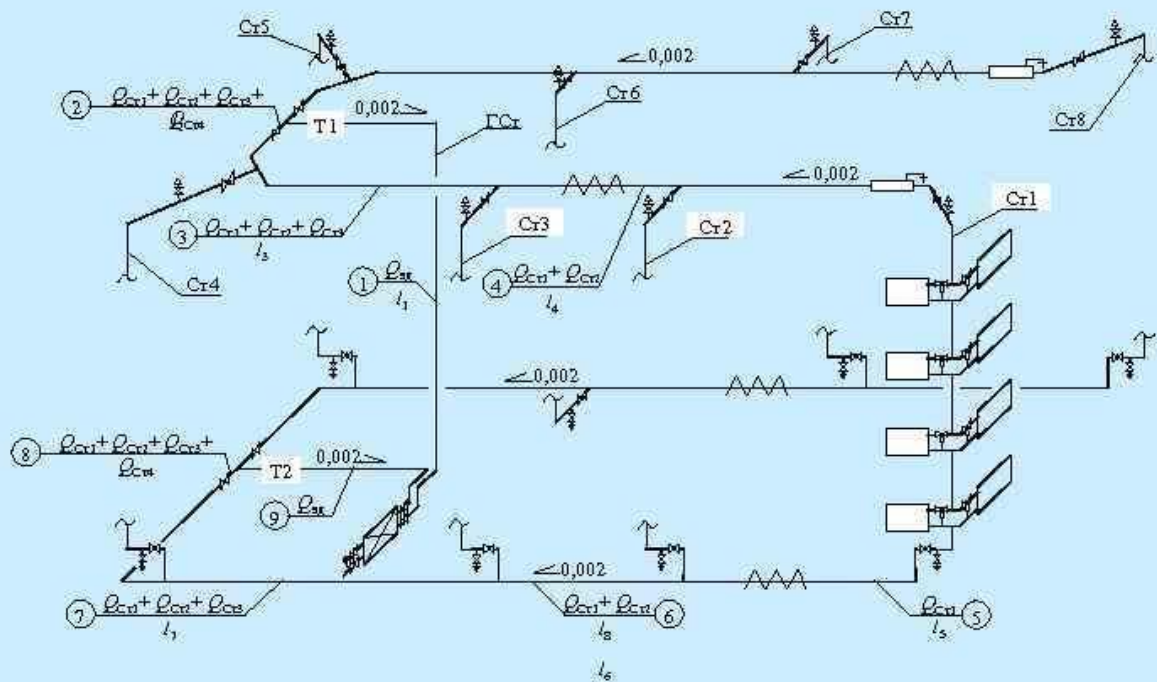
Горизонтальная схема может быть с тупиками, с попутным движением воды, с коллектором. Она подходит для одноэтажных зданий со значительной протяженностью, когда батареи целесообразно подсоединять к горизонтально расположенной магистральной трубе. Удобна такая система также для зданий без простенков, в панельно-каркасных домах, где стояки удобно размещать на лестничной клетке или коридоре.

Самой эффективной стала вертикальная схема с принудительным током воды. Для нее нужен насос, который располагают на обратке перед котлом. На ней же монтируют и расширительный бак. За счет насоса трубы могут быть меньше, чем в конструкции с естественным движением: вода с его помощью гарантировано будет двигаться по всей линии.

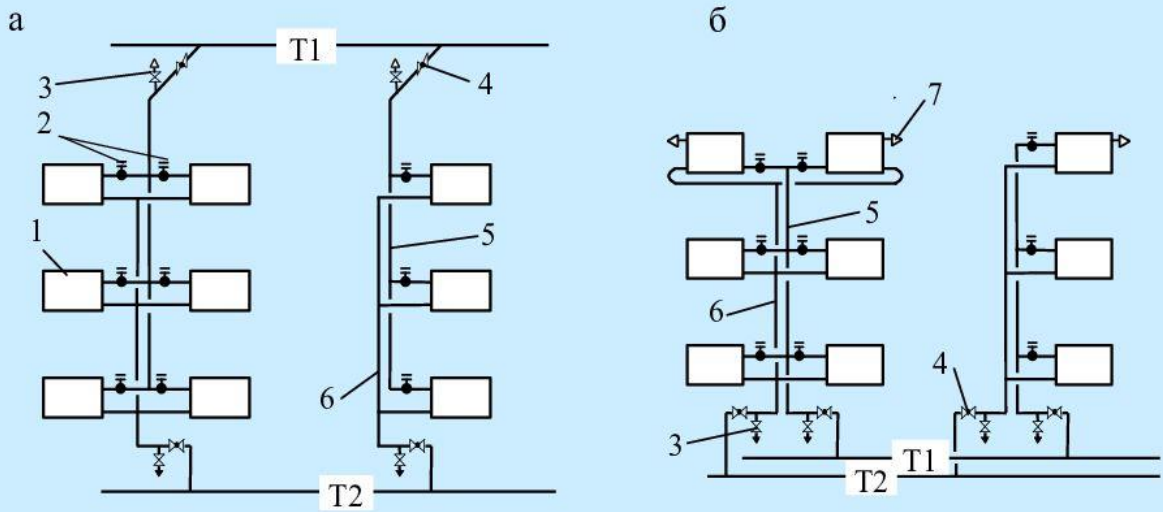


- 1 - котел; 2 - циркуляционный насос; 3 - расширитель открытого или закрытого типа;  
4 - воздухоотборник (автоматический, полуавтоматический или с ручным удалением воздуха);

### Однотрубная система водяного отопления с верхней разводкой и тупиковым движением воды в магистралях:



## ДВУХТРУБНАЯ СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ



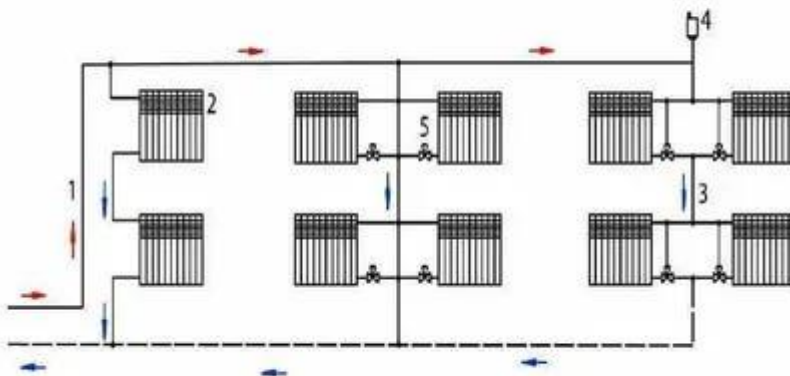
**а – с верхней разводкой;**

**б – с нижней разводкой;**

T1 – подающая магистраль; T2 – обратная магистраль; 1 – отопительный прибор;  
2 – кран двойной регулировки; 3 – краны для впуска воздуха (верхние) и для спуска воды (нижние); 4 – проходные краны или вентили;

5 – подающий стояк; 6 – обратный стояк; 7 – воздушный кран

### Верхняя разводка (Однотрубная система)





## Однотрубная

## Двухтрубная

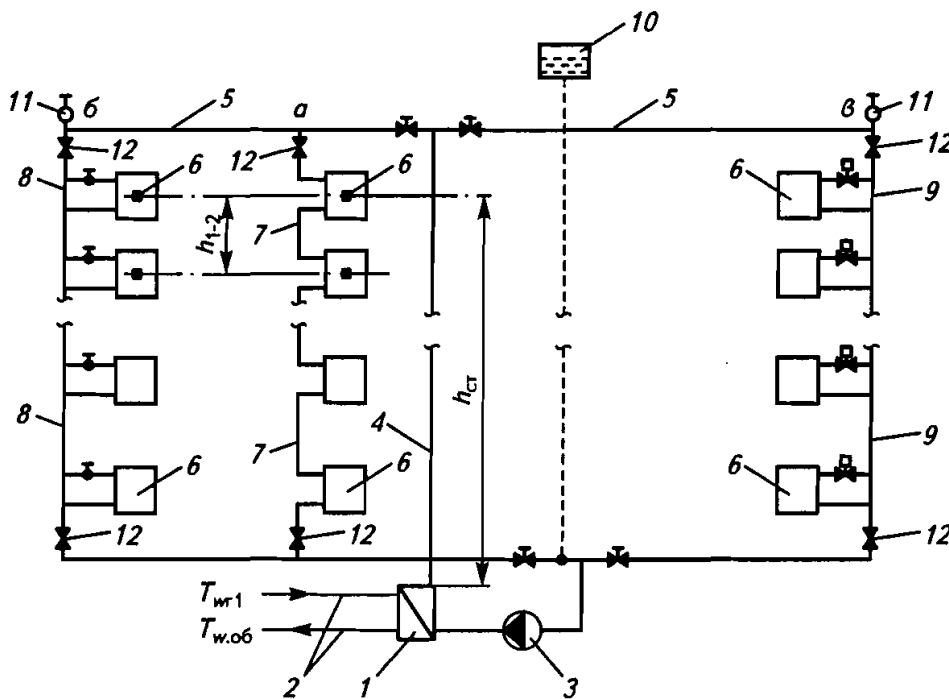
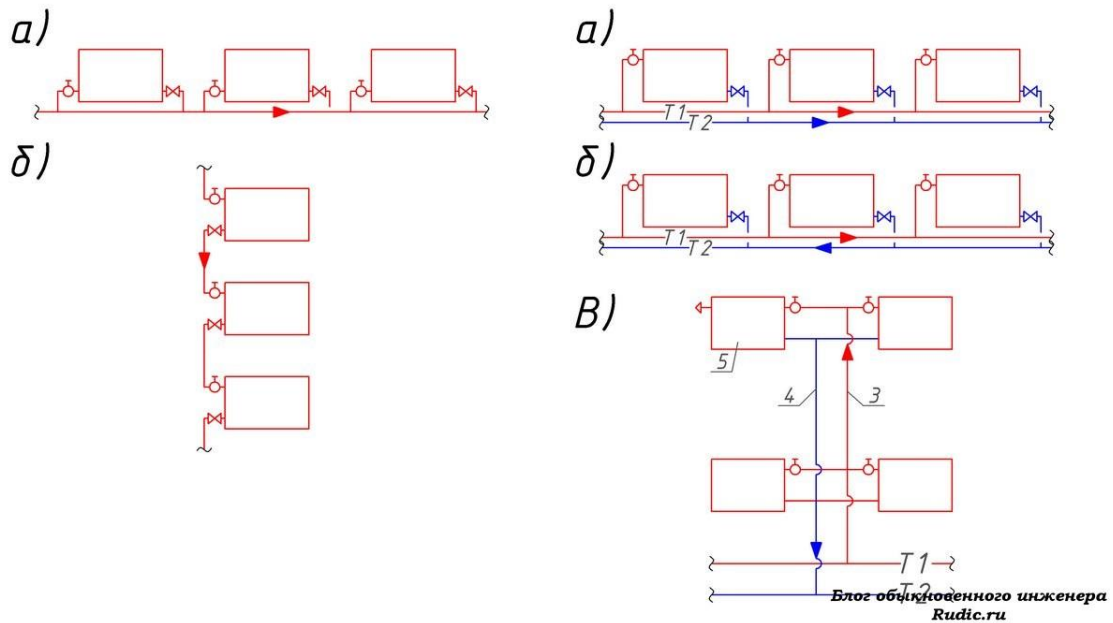


Рис. 4.4. Однотрубная система отопления с верхней разводкой  
 1 – пластинчатый теплообменник нагрева воды в контуре системы отопления;  
 2 – подающий и обратный трубопроводы подачи тепла от центрального источника (ТЭЦ или котельной); 3 – насос циркуляции воды по системе отопления; 4 – вертикальный магистральный подающий трубопровод горячей воды (главный стояк); 5 – распределительные магистральные трубопроводы верхней разводки воды; 6 – отопительные приборы в помещениях; 7 – участки труб проточного вертикального стояка; 8 – участки труб вертикального стояка с замыкающими участками у отопительных приборов; 9 – участки труб вертикального стояка с замыкающими участками с наличием терморегуляторов у отопительных приборов; 10 – расширительный бак; 11 – воздухоотводчик; 12 – краны аварийного отключения стояков; а) – проходной стояк; б) – стояк с замыкающими участками у отопительных приборов и ручной регулировкой расхода горячей воды через отопительный прибор; в) – стояк с замыкающими участками у отопительных приборов с терморегуляторами

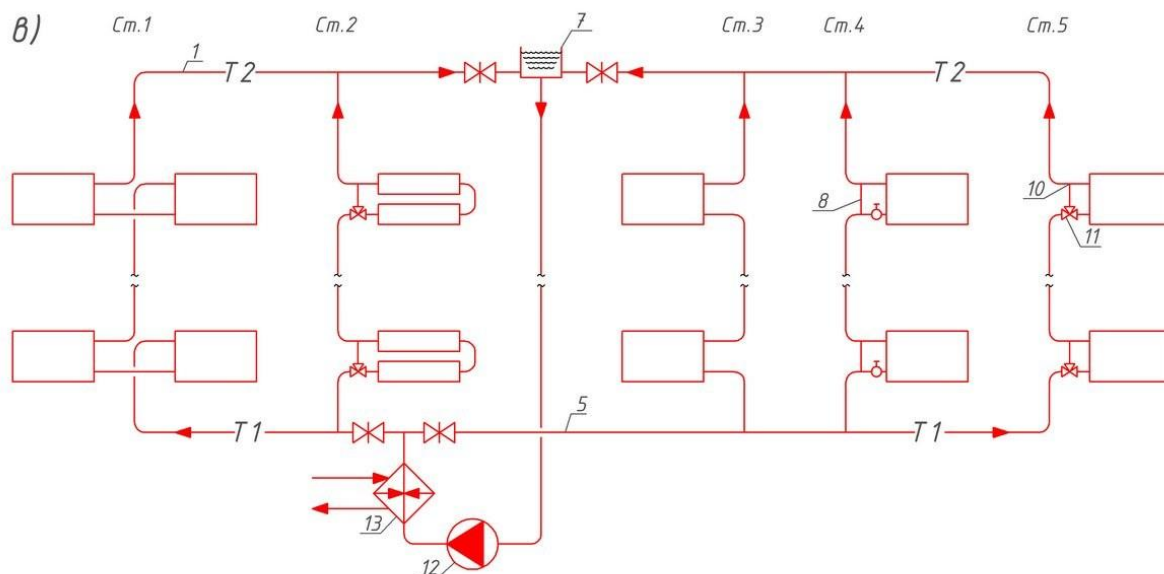


Рис.1. Схемы вертикальных однотрубных систем насосного водяного отопления с верхней разводкой (а), с нижней разводкой (б) и с опрокинутой циркуляцией воды (в)  
 1-Обратная магистраль; 2-отопительный прибор; 3-кран регулирующий проходной; 4-осевой замыкающий участок; 5-подающая магистраль; 6-главный стояк; 7-расширительный бак; 8-смещённый замыкающий участок; 9-проточный воздухоотборник; 10-обходной участок; 11-кран регулирующий трехпроходной; 12-циркуляционный насос; 13-теплообменник; 14-воздушный краны; **Блог обыкновенного инженера Rudic.ru**

Прил.1 Критерии оценки работы по подготовке к практическим работам

№ п/п	Критерии оценки	Метод оценки	Работа выполнена	Работа выполнена не полностью	Работа не выполнена
			Высокий уровень 3 балла	Средний уровень 2 балла	Низкий уровень 1 балл
1.	Правильность и самостоятельность выполнения всех этапов практической работы	Проверка работы	Практической работа выполнена самостоятельно и правильно	При выполнении практической работы обучающийся допускал незначительные ошибки, часто обращался за помощью к преподавателю	1. Практическая работа не выполнена 2. Обучающийся выполнял работу только с помощью преподавателя и других учащихся 3. Обучающийся не

2.	Наличие конспекта, материал которого соответствует теме практической работы. Наличие заготовки отчета к практической работе.	Проверка работы	Имеется заготовка отчета к практической работе Содержание конспекта полностью соответствует теме практической работы	Заготовка отчета имеется в наличии, но с недочетами, не полными таблицами и т.п. Конспект имеется в наличии, но содержит не полный материал теме практической работы	имеет конспекта и заготовки отчета по практической работе 4. Отчет выполнен и оформлен небрежно, без соблюдения установленных требований
3.	Правильность оформления	Проверка работы	Оформление отчета полностью соответствует требованиям	В оформлении отчета имеются незначительные недочеты и небольшая небрежность	