

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра теплотехники и гидравлики

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры  
«29» августа 2017 г.,  
протокол № 1  
Заведующий кафедрой  
В.С. Васильев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Б1.Б.22 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ»**

Направление подготовки (специальность) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Квалификация (степень) выпускника – «Инженер-строитель»

Специализация 2 Строительство подземных сооружений

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

*СОСТАВИТЕЛИ:*

К.т.н, доцент

кафедры теплотехники и гидравлики \_\_\_\_\_ В.С.Васильев

Старший преподаватель

кафедры теплотехники и гидравлики \_\_\_\_\_ К.А. Иванова

Старший преподаватель

кафедры теплотехники и гидравлики \_\_\_\_\_ Н.Г. Русинова

*СОГЛАСОВАНО:*

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол №1.

Декан факультета

\_\_\_\_\_ А.Н. Плотников

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО

В процессе изучения дисциплины обучающиеся формируют следующие компетенции и демонстрируют соответствующие им результаты обучения:

Компетенция по ФГОС	Ожидаемые результаты обучения
<p><b>ОПК-10</b> умение использовать нормативные правовые акты в своей профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать</b> - нормативные документы по проектированию систем водоснабжения и водоотведения</p>
	<p><b>Уметь</b> - применять нормативные документы для расчета и проектирования</p>
	<p><b>Владеть</b> - методикой расчета с использованием нормативных документов</p>
<p><b>ПК-3</b> способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию</p>	<p><b>Знать</b> - состав проектной и рабочей документации по проектированию водоснабжения и водоотведения, принципы подбора оборудования и проведения испытаний инженерных систем; методы создания и анализа теоретических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов деятельности, нормативные документы по проектированию систем водоснабжения и водоотведения</p>
	<p><b>Уметь</b> - разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию с учетом нормативных документов, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, связанные с проектированием систем водоснабжения и водоотведения, включая предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, самостоятельно углублять свои знания и применять на практике достижения науки и техники в области систем водоснабжения и водоотведения; разрабатывать и реализовывать программы по достижению энергоэффективности зданий и сооружений</p>
	<p><b>Владеть</b> - методиками расчета систем водоснабжения и водоотведения с использованием нормативных документов, расчетом для подбора основного технологического оборудования, методами испытаний; навыками проектирования объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивающими надежность, безопасность и эффективность их работы; методиками компьютерного моделирования с использованием специализированных программно-вычислительных комплексов</p>
<p><b>ПК-13</b> знание правил и технологий монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов</p>	<p><b>Знать</b> - знать правила и технологию монтажа и наладки зданий и сооружений в области систем водоснабжения и водоотведения</p>
	<p><b>Уметь</b> - осуществлять монтаж, наладку, испытание и сдачу в эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения, а так же оборудования</p>
	<p><b>Владеть</b> - методами технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения с целью обеспечения надежности, экономичности и безопасности их функционирования</p>

## II. Методические указания обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также степенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

### **II.1. Методические рекомендации по подготовке к зачету**

Критерии получения зачета по дисциплине:

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся защитил все лабораторные работы, ответил на половину вопросов к зачету.
- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся не защитил лабораторные работы, не ответил на половину вопросов к зачету.

### **II.2. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы**

#### **Критерии оценки контрольной работы:**

«Зачтено» - работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме работы. Оформление работы соответствует предъявляемым требованиям. При защите работы обучающийся свободно владел материалом и отвечал на вопросы.

«Не зачтено» - если работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса, обучающимся не сделаны выводы по теме работы, имеются грубые недостатки в оформлении работы, при защите работы обучающийся не владел материалом, не отвечал на вопросы, то работа направляется на дальнейшую доработку.

При определении уровня достижений студентов при защите расчетно-графической работы необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал доступным научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение выполнять чертежи тепловой сети в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения.

Выполнение работы начинается с получения задания и его изучения. Предварительно следует ознакомиться с принципами проектирования и расчетов систем внутреннего водоснабжения и канализации, основным технологическим оборудованием, применяемым при монтаже систем: санитарными приборами, трубами, фасонными частями, арматурой.

Задание включает текстовую часть и исходные данные. Текстовая часть типового задания общая для всех студентов. Исходные данные выбираются из табл.2-4 в соответствии с номером студента в журнале преподавателя и шифром группы. Например, если студент Петров М.В. учится в группе С-12, а его фамилия находится под номером 19, то вариант задания будет 12-19. Задание на контрольную работу оформляется на отдельном листе и помещается в расчетно-пояснительной записке после титульного листа без присвоения номера страницы.

Контрольная работа оформляется на одном листе чертежной бумаги формата А1 с приложением расчетно-пояснительной записки объемом 25-30 с.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать: титульный лист, задание на проектирование, описание схем внутреннего водопровода и канализации жилого дома, дворовой канализации, ливневой канализации, расчеты, список используемой литературы, оглавление.

Титульный лист содержит следующие данные: наименование учебного заведения и кафедры, наименование дисциплины и тему курсовой работы, фамилию и инициалы студента, шифр варианта задания и год выполнения (прил.1). Пояснительная записка оформляется на одной стороне листа размером 210 \* 297мм. На листе оставляются поля: слева - 20мм, справа-15мм, сверху - 20мм, снизу - 30мм.

Номера страниц исчисляются, начиная с титульного листа, и проставляются в правом

нижнем углу. При составлении записки следует соблюдать требования ГОСТ 2.105-95 "Общие требования к текстовым документам". Записка должна быть написана черной или синей пастой, почерком, близким к чертежному шрифту. Допускается оформление записки с использованием компьютера.

Записка имеет разделы и подразделы. Разделы нумеруются арабскими цифрами. Номера подразделов состоят из двух чисел: первое - номер раздела, второе после точки - номер подраздела (например, 3.5). Наименования разделов и подразделов должны быть краткими и точно соответствовать содержанию: они записываются более крупными буквами, чем текст записки. Переносы слов в заглавиях не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится.

Формулы выносятся в отдельную строку, им присваивается нумерация, заключающаяся в круглые скобки. После формулы через запятую с новой строки дается расшифровка буквенных символов, начиная со слова "где". Например, максимальный: расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q = 5 q_0 \alpha,$$

где  $q_0$  - расход воды на одного потребителя (жителя), л/с;  $\alpha$  - коэффициент, определяемый в зависимости от числа приборов на участке и вероятности их действия.

Обоснование численных значений подставляемых величин с необходимыми ссылками выполняется отдельным абзацем или сразу же после расшифровки буквенных символов.

Подстановку численных величин в формулу выполняют, сохраняя структуру формулы. Промежуточные преобразования и вычисления не приводятся. Результат вычисления записывается с единицей физической величины без скобок и запятой, например:

$$q = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,485 = 0,730 \text{ л/с.}$$

Для сокращения объема записки однотипные расчеты следует оформлять в виде таблиц, ограничиваясь в записке примером одного вычисления. Все расчеты производятся по правилам приближенных вычислений. Количество значащих цифр после запятой достаточно иметь равным двум или трем.

При использовании справочных данных необходимо делать ссылки на литературу, указывая в квадратных скобках ее порядковый номер в списке.

В курсовой работе пользуются только единицами физических величин СИ. Буквенные обозначения должны соответствовать принятым в нормативной литературе [2]. Рекомендуемые к использованию в курсовой работе обозначения величин и их единицы приведены в прил.3.

Все иллюстрации именуется рисунками, которые нумеруются. После номера приводится подрисуночная надпись.

Таблицы также нумеруются арабскими цифрами, имеют название, написанное с новой строки после нумерационного заголовка, помещаемого в верхнем правом углу. В таблицах указываются единицы измерения величин, записываемые после запятой.

Список литературы приводится в конце записки в порядке упоминания в тексте. Описание произведений печати выполняется по ГОСТ 7.84 и содержит: фамилию и инициалы автора, название произведения, место издания, название издательства, год издания, количество страниц.

В конце записки студент ставит собственноручную подпись и дату исполнения.

В графической части расчетно-графической работы приводятся планы и аксонометрические схемы внутренних водопроводной и канализационной сетей жилого дома. При этом следует соблюдать требования ЕСКД: ГОСТ 2.104-68 "Основные надписи"; ГОСТ 2.107-68 "Основные требования к рабочим чертежам"; ГОСТ 21.601-79 "Водопровод и канализация. Рабочие чертежи"; ГОСТ 21.604-82 "Водоснабжение и канализация. Рабочие чертежи".

Все надписи на чертежах выполняются только чертежным шрифтом. Элементы водопроводных и канализационных сетей и санитарных приборов изображаются условными графическими изображениями, приведенными в прил. 4. В правом нижнем углу листа располагается угловой штамп, форма которого принимается по образцу [1.С.338].

Расчетно-графическая работа защищается перед комиссией, утвержденной заведующим кафедрой. Защита происходит открыто, в присутствии других студентов. В кратком докладе студент излагает тему, задание и содержание работы, описание принятых схем водопровода и канализации, методику основных расчетов, результаты расчетов, обоснование принятых конструктивных решений.

После доклада студенту могут быть заданы вопросы не выходящие за пределы предмета проектирования. Количество вопросов не регламентируется.

### Содержание, объем разделов и сроки выполнения курсовой работы

Содержание раздела	Объем, %	Недели
1. Получение задания и выбор исходных данных.	5	2
2. Составление плана типового этажа, техподполья здания и размещение основных элементов сети внутреннего водопровода. Описание систем и схемы внутреннего водопровода.	10	4
3. Составление аксонометрической схемы внутреннего холодного водопровода.	10	4
4. Гидравлический расчет внутреннего водопровода - определение расходов воды по участкам расчетного пути.	35	6
5. Размещение на плане типового этажа и техподполья стояков, коллекторов и выпусков внутренней канализации.	10	8
6. Выбор схемы и поверочный расчет дворовой канализации. Составление профиля.	10	10
7. Выполнение чертежей.	10	12
8. Оформление пояснительной записки.	5	12
9. Подготовка к защите.	5	12

#### 2. ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Текст задания: разработать схему внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода и внутренней канализации многоэтажного жилого здания с подвалом на основании прилагаемого поэтажного плана здания, генплана участка застройки и исходных данных для проектирования.

Санитарные приборы в доме: ванна с душевой сеткой, умывальник, мойка, унитаз с низкорасположенным смывным бачком.

Проектирование водоснабжения и канализации осуществить во взаимной увязке.

Выполнить проект в следующем объеме:

##### Внутренний водопровод

Выбрать на плане здания и генплане застройки место устройства ввода водопровода, разместить на плане этажа и техподполья водопроводные стояки согласно имеющимся санитарным приборам. На плане техподполья нанести магистральные и разводящие трубопроводы.

Вычертить схему водопроводной сети в аксонометрии (М 1:100 или 1:200) до врезки в городскую водопроводную сеть с указанием на ней водоразборной и запорной арматуры, водомерного узла, элементов здания. Проставить отметки и уклоны на магистральной линии и вводе. Предусмотреть установку одного или двух поливочных кранов. Определить общее количество водоразборных точек  $N_0$  в здании для снабжения водой потребителей (жителей дома) в количестве  $U$  человек.

Произвести гидравлический расчет сети внутреннего водопровода на пропуск хозяйственно-питьевого расхода, подобрать калибр счетчика количества воды на вводе, определить требуемый напор в здании.

На аксонометрической схеме проставить полученные в результате гидравлического расчета диаметры труб, отметить места перехода от одного диаметра к другому, калибр счетчика.

##### Канализация

Выбрать схему внутренней канализации. Указать на плане этажа здания места установки канализационных стояков, коллекторов и выпусков.

Вычертить аксонометрическую схему (без искажения масштаба) канализации по одному характерному канализационному стояку с боковыми отводными линиями на каждом этаже. Проставить конструктивные диаметры, уклоны, длины труб, указать места установки ревизий, прочисток, гидравлических затворов.

На генплане указать положение коллектора дворовой канализации, разместить канализационные колодцы, указать длины, диаметры и уклоны труб. Выпуск стоков дворовой канализации осуществить в обозначенный на генплане колодец на городской канализационной сети.

Вычертить профиль дворовой канализационной сети с указанием горизонтального и вертикального масштабов. При пересечении дворовой канализационной сети с другими трубопроводами указать на профиле их взаимное высотное положение, а также расстояние по горизонтали при параллельной с канализационной сетью прокладке труб другого назначения.

Исходные данные для курсовой работы выбираются по табл.2. Поэтажные планы зданий (М 1:200) приведены на рис.1-10, а генпланы участков застройки - на рис. 11.

Задание на курсовую работу оформляется на отдельном листе и помещается в пояснительной записке. В задании указываются: наименование учебного заведения и кафедры, тема курсовой работы, текст задания, номер учебной группы, фамилия и инициалы студента, шифр варианта, таблица исходных данных, дата выдачи, подписи студента и руководителя (консультанта).

Образец оформления задания дан в прил.2.

Допускается выполнение работы по индивидуальным заданиям. В этом случае задание оформляется руководителем и выдается только с согласия студента. Содержание индивидуального задания не должно выходить за рамки программы дисциплины. Объем записки и чертежей не должен превышать объем работ по типовому заданию.

Таблица 2

**Варианты заданий для выполнения контрольной работы**

№	Исходные данные	Номер в журнале									
		1 11, 21	2 12, 22	3 13, 23	4 14, 24	5 15,2 5	6 16, 26	7 17, 27	8 18, 28	9 19, 29	10 20, 30
1	Вариант поэтажного плана (рис.1-10)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Число этажей в здании	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4
3	Высота этажа, м	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0	2,8	3,0
4	Высота техподполья, м	1,9	2,8	2,2	2,6	1,9	2,0	2,6	2,4	1,9	2,2
5	Наименьший гарантированный напор Н в наружной водопроводной сети, м	25	25	30	24	25	32	21	27	30	22
6	Заложение верха трубы уличной водопроводной сети, м	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
7	Заложение лотка уличного канализационного коллектора, м	3,7	3,3	3,5	3,6	3,7	3,3	3,5	3,6	3,7	3,3
8	Диаметр трубы городского водопровода, мм	150	200	250	300	200	250	150	200	100	200
9	Диаметр трубы городской канализации, мм	200	250	300	250	300	350	200	250	300	350
10	Отметка поверхности земли у здания, м	99	10	21	32	43	54	65	76	87	98

11	Глубина промерзания грунта, м	1,5	1,4	1,3	1,6	1,7	1,5	1,6	1,7	1,9	1,8	
12	Отметка нуля пола 1-ого этажа	100	11	22	33	44	55	66	77	88	99	
13	Средняя заселенность кв. чел	3,2	3,3	3,1	3,4	3,5	3,6	3,7	3,0	3,9	4,0	
14	Варианты привязки городских сетей к зданию	$l_1$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		$l_2$	25	12	16	16	14	20	22	15	17	11
		$l_3$	10	12	17	8	15	16	14	8	15	13
15	Кровля здания	Скатная				Плоская						

Таблица 3

### Выбор варианта генплана застройки

Номер в журнале	Вариант генплана по учебным группам			
	С - 11	С - 12	С - 13	С - 14
1,16	1	2	3	4
2,17	2	3	4	1
3,18	3	4	1	2
4,19	4	1	2	3
5,20	5	6	3	6
6,21	2	3	4	1
7,22	3	4	1	2
8,23	4	1	2	3
9,24	1	2	3	4
10,25	2	3	4	1
11,26	3	4	1	2
12,27	4	1	2	3
13,28	1	2	3	4
14,29	2	3	4	1
15,30	3	4	1	2

Таблица 4

### Выбор типа горячего водоснабжения в доме

Номер студента в списке группы	Тип горячего водоснабжения
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Центральное
11,12,13,14, 15, 16, 17,18, 19, 20	Газовые водонагреватели
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	Центральное



Масштаб 1: 200

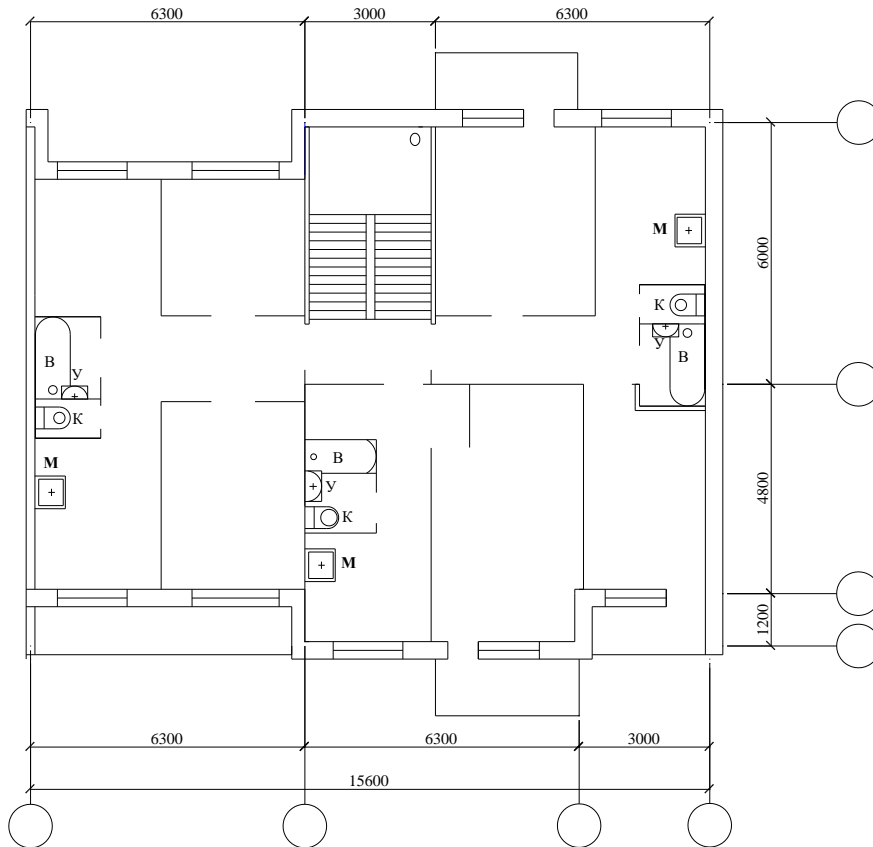


рис. 1 План типового этажа.

Вариант 1

Масштаб 1: 200

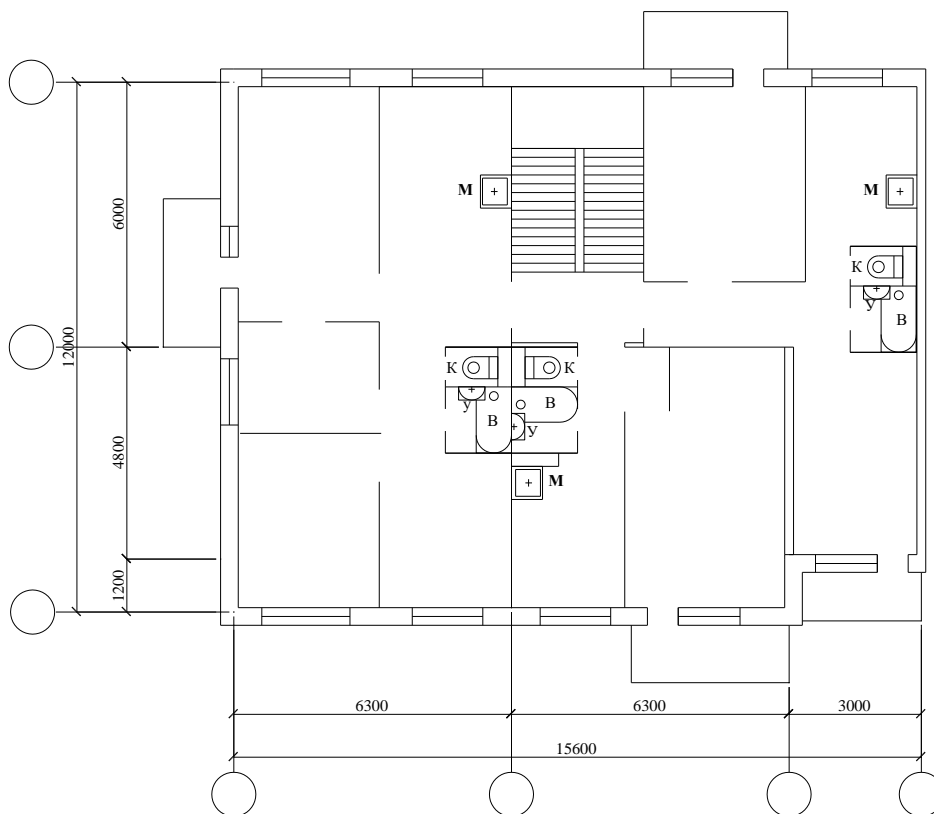


рис. 2 План типового этажа.

Вариант 2

Масштаб 1: 200

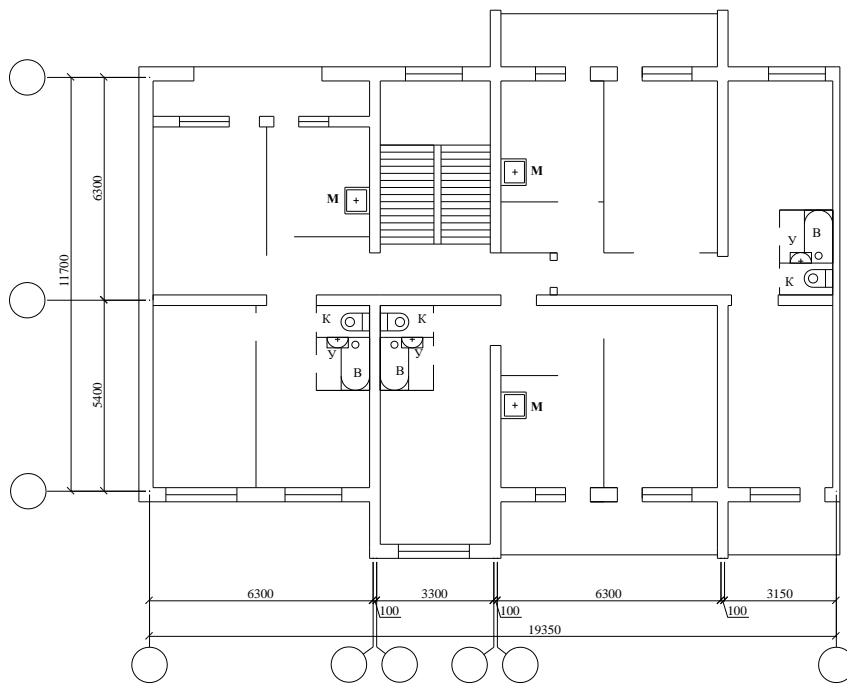


рис. 3 План типового этажа.  
Вариант 3

Масштаб 1: 200

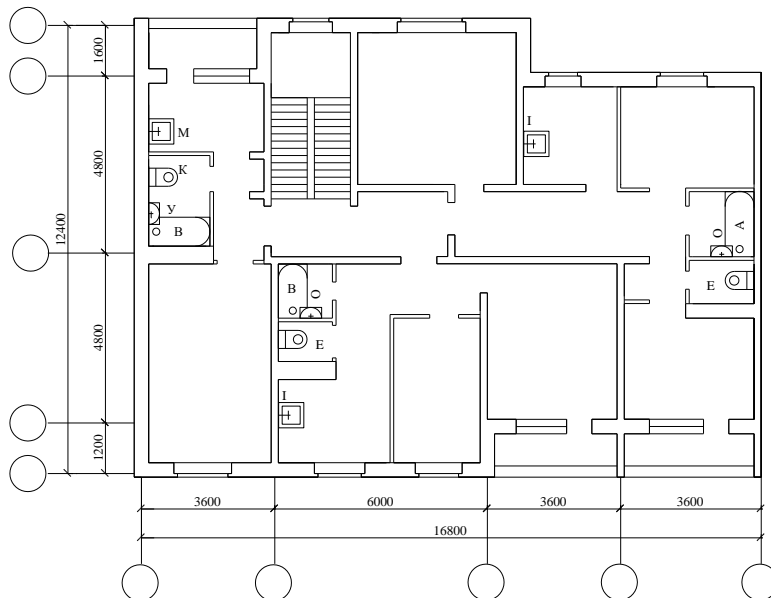


рис. 4 План типового этажа.  
Вариант 4

Масштаб 1: 200

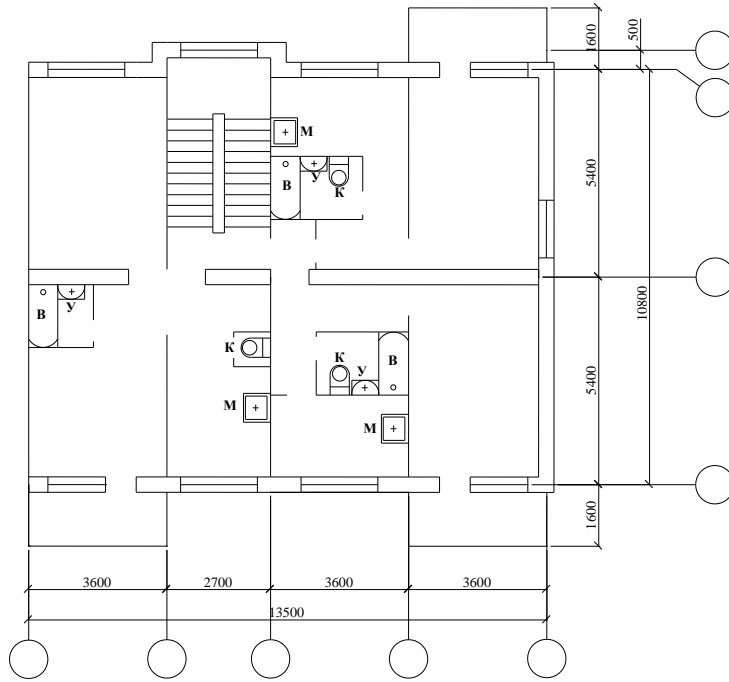


рис. 5 План типового этажа.  
Вариант 5

Масштаб 1 :200

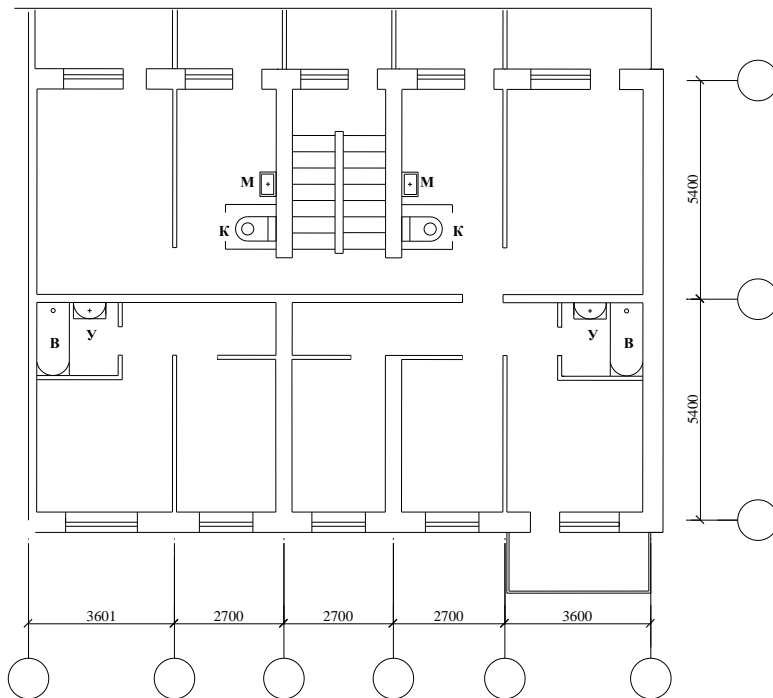


рис. 6 План типового этажа.  
Вариант 6

Масштаб 1 : 200

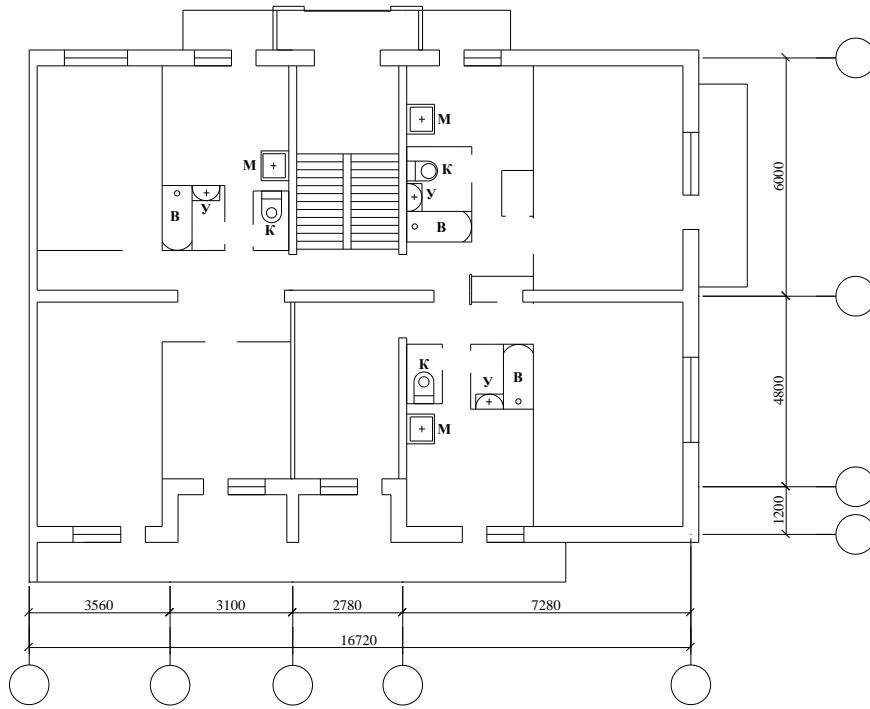


рис. 7 План типового этажа.  
Вариант 7

Масштаб 1 : 200

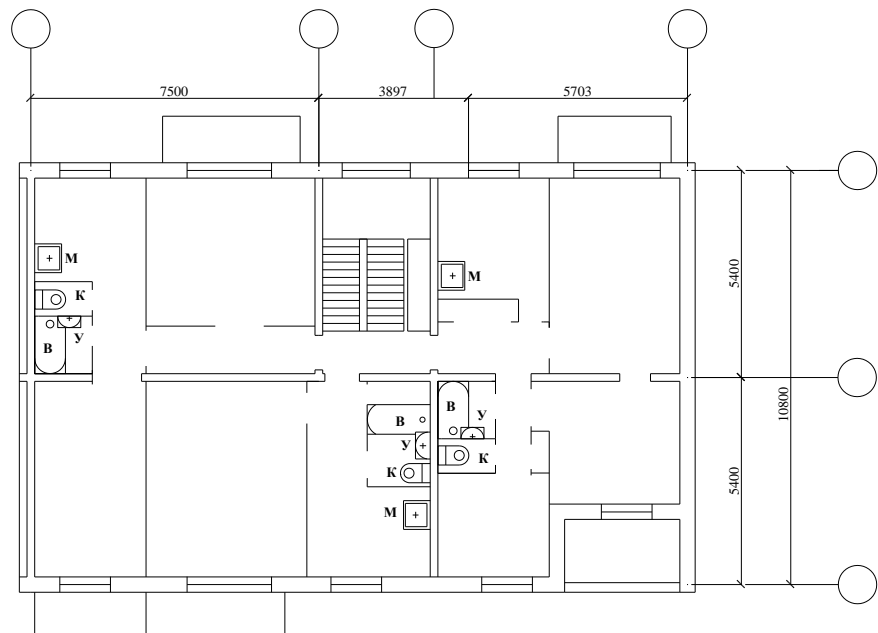


рис. 8 План типового этажа.  
Вариант 8

Масштаб 1 : 200

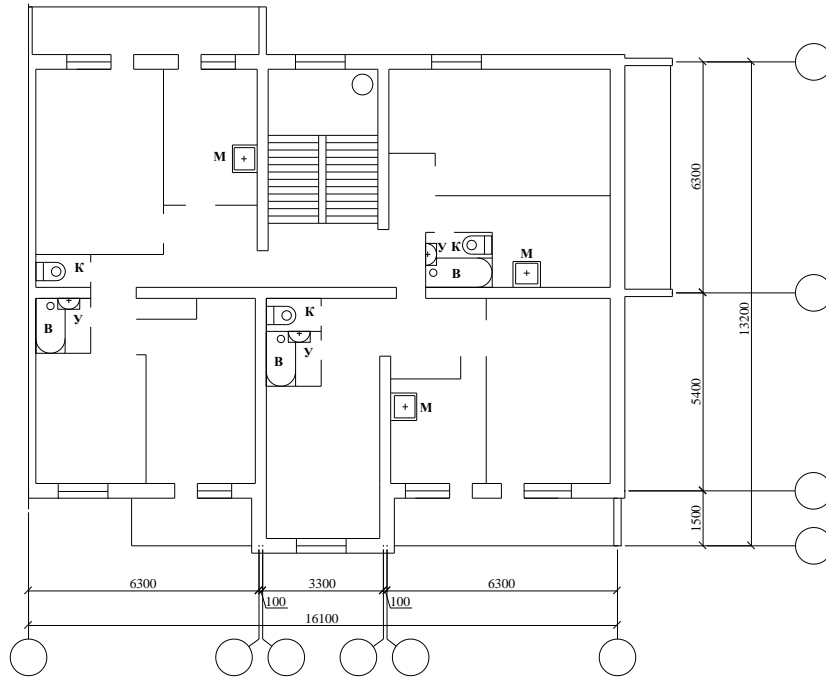


рис. 9 План типового этажа.  
Вариант 9

Масштаб 1 : 200

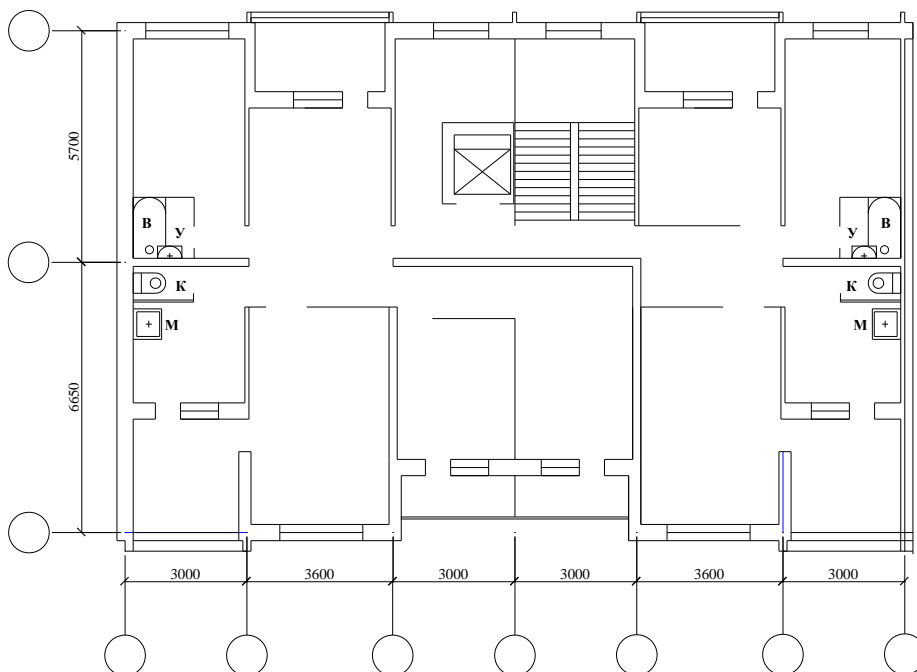
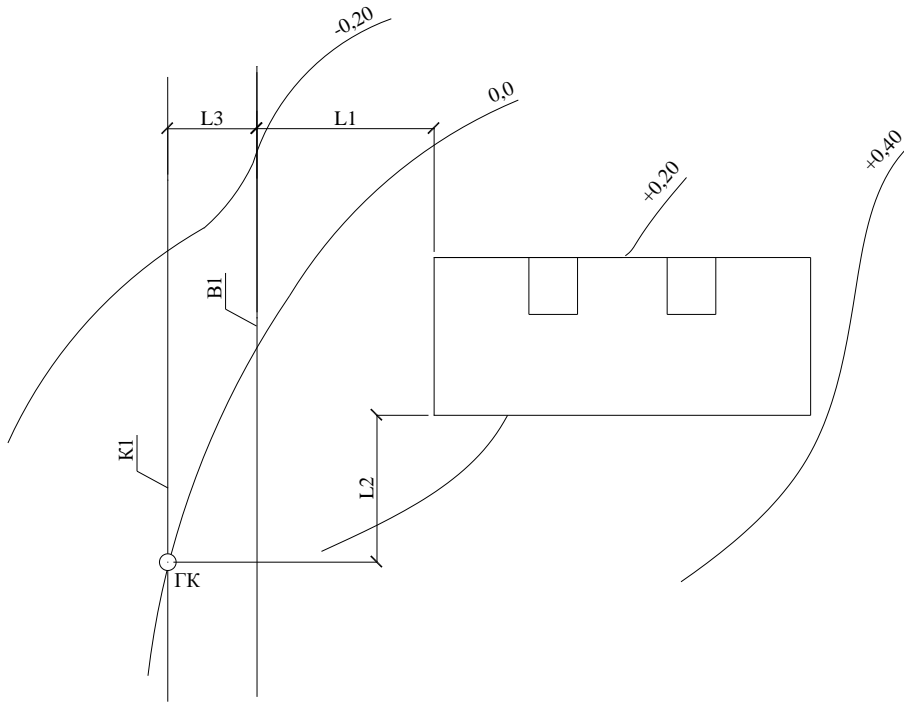
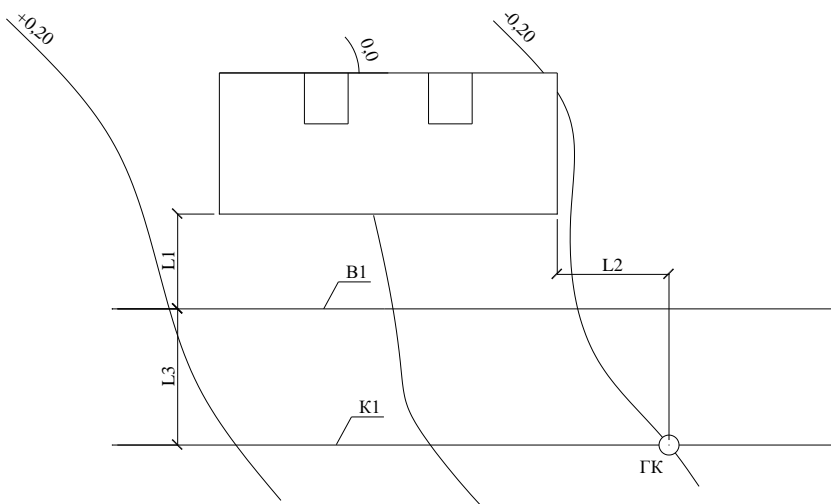


рис. 10 План типового этажа.  
Вариант 10

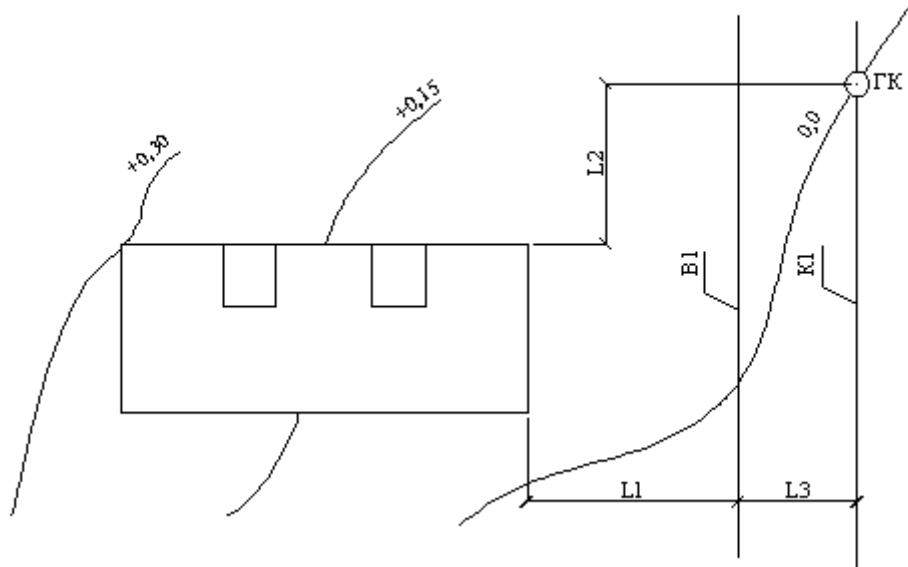
## Вариант 1



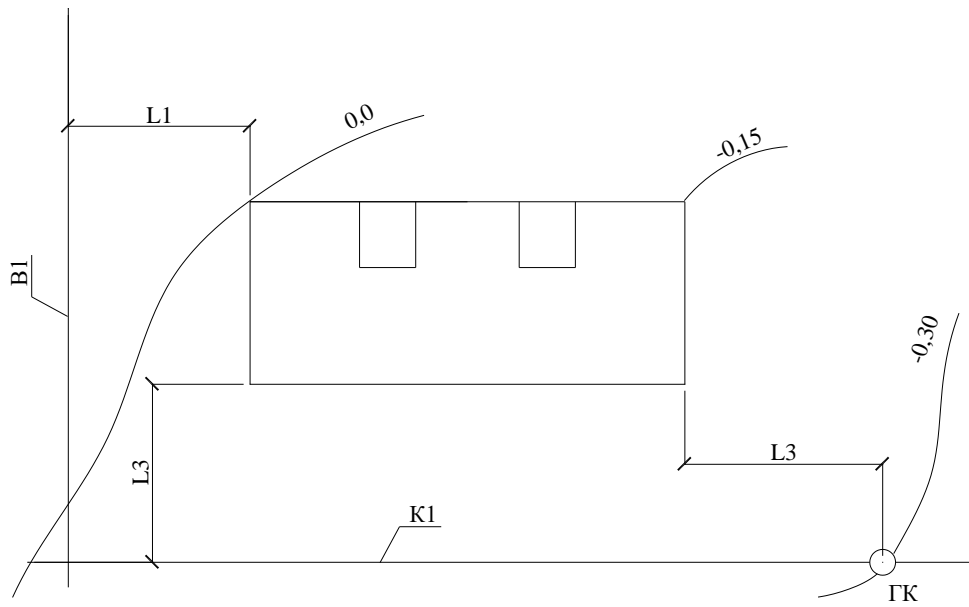
## Вариант 2



### Вариант 3



### Вариант 4



### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания имеют целью помочь студентам в вопросах проектирования, гидравлического расчета и конструирования систем внутреннего водоснабжения и канализации жилых зданий.

#### 3.1. Внутренний водопровод

Внутренний водопровод проектируется для подачи воды непосредственно потребителю. Система внутреннего водопровода включает вводы, водомерные узлы, магистральную сеть, стояки, подводки к санитарным приборам, водоразборную арматуру. Выбор системы внутреннего водопровода следует производить в зависимости от технико-экономической целесообразности, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, а также с учетом расположения линии наружного водопровода и требований технологии производства работ.

#### Системы и схемы внутреннего водопровода.

По назначению могут быть следующие системы внутреннего водопровода: единая - для подачи воды питьевого качества на все нужды; отдельные - хозяйственно-питьевая, производственная и противопожарная.

Системы внутренних водопроводов по конструктивному выполнению следует принимать тупиковыми, если допускается перерыв в подаче воды; кольцевыми с закольцованными вводами, если необходимо обеспечить непрерывную подачу воды.

По гарантированному напору в уличной сети различают системы, работающие постоянно под напором уличной сети и системы с местными повысительными установками.

Гидростатический напор в системе хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке низко расположенного санитарно-технического прибора не должен превышать 60 м.

Свободные напоры у санитарных приборов должны быть не менее указанных в табл. 5

Конструирование систем внутреннего водопровода заключается в выборе типа труб, мест установки санитарных приборов, разводящих магистралей, ввода, водомерного узла, стояков, напорных баков, насосных установок.

Таблица 5

**Расходы воды и стоков санитарных приборов**

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Свободный напор $H$ , м	Расход стоков от прибора, $q_0^s$	Минимальный диаметр условного прохода, мм	
	общий $q_0^{tot}$	холодной $q_0^c$	горячей $q_0^h$			под- водки	отво-да
Умывальник, раковина с водоразборным краном	0,1	0,1	-	2	0,15	10	32
То же со смесителем	0,12	0,08	0,09	2	0,15	10	32
Мойка со смесителем	0,12	0,09	0,09	2	0,15	10	40
Ванна со смесителем (в том числе общим для ванны и умывальника)	0,25	0,18	0,18	3	0,8	10	40
Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	-	3	1,1	15	40
Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	-	2	1,6	8	85
Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	-	4	1,4	-	85
Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	2	0,3	15	-



Конструирование систем следует вести в такой последовательности:

- на планах этажей и подвала размещают санитарные приборы;
- на планах этажей и подвалов размещают стояки, которые нумеруются Ст В1-1, Ст В1-2 и т.д.;
- на плане подвала наносят разводящие магистрали;
- на плане подвала назначают места расположения ввода и водомерного узла;
- вычерчивают аксонометрическую схему водопровода;
- выбирают тип труб;
- производят гидравлический расчет внутреннего водопровода.

Пример конструирования водопровода для пятиэтажного жилого дома приведен в прил. 5.

### Прокладка трубопроводов

В зданиях применяется скрытая и открытая прокладки трубопроводов с верхней или нижней разводкой магистралей.

Прокладку разводящих сетей внутреннего водопровода в жилых и общественных зданиях с нижней разводкой следует предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах, а в случае их отсутствия на первом этаже в подпольных каналах совместно с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения или под полом с устройством съемного фриза.

Сеть водопровода при совместной прокладке в каналах с трубопроводами, транспортирующими горячую воду или пар, должна выполняться с устройством термоизоляции и размещаться ниже этих трубопроводов.

Прокладка внутреннего водопровода круглогодичного действия выполняется в помещениях с температурой воздуха зимой выше  $2^{\circ}\text{C}$ . При прокладке трубопроводов в помещениях с температурой воздуха ниже  $2^{\circ}\text{C}$  должны предусматриваться мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания.

При прокладке в подвале магистрали её удобно располагать под потолком подвала на 40-50 см ниже потолка и вдоль внутренней капитальной стены с креплением трубопровода к потолку на подвесках или капитальной стене на кронштейнах.

Магистральные трубопроводы должны прокладываться с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода для возможности спуска воды из них и удаления воздуха.

Прокладку стояков и подводок к санитарным приборам проектируют открытой по стенам душевых, кухонь и других помещений.

Скрытую прокладку трубопроводов следует предусматривать для помещений, к внутренней отделке которых предъявляются повышенные требования, и для всех систем из пластмассовых труб (кроме расположенных в санитарных узлах).

### Устройство ввода. Выбор типа труб. Трубопроводная арматура.

Внутренние водопроводные сети, подающие питьевую воду, следует проектировать из стальных оцинкованных труб диаметром до 150 мм и из неоцинкованных труб большего диаметра, а также из пластмассовых труб. Трубы соединяются сваркой, на фланцах, резьбе или клее.

Глубина заложения ввода принимается равной глубине заложения уличной водопроводной сети. Участок трубопровода от ввода в здание до наружной сети укладывается с уклоном не менее 0,002 в сторону наружной сети.

В местах присоединения вводов к наружным сетям городских и производственных водопроводов должны устанавливаться колодцы с размещением в них задвижек, вентилях (рис.1.2).

Диаметр колодца принимается равным 1,5 м.

На вводах трубопроводов предусматриваются упоры в местах поворота в вертикальной или горизонтальной плоскости, когда возникающие усилия не могут быть восприняты стыками труб. Упоры рассчитывают на максимальное давление при испытании трубопровода.

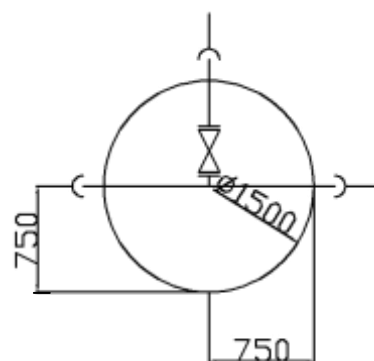


Рис. 1.2. Схема присоединения ввода к наружной водопроводной

Местоположение ввода в здании зависит от расположения уличной водопроводной сети, наличия подвала (техподполья), расположения лестничных клеток и санитарных приборов.

Ввод лучше всего прокладывать так, чтобы расположение санитарных приборов было симметричным относительно ввода и под прямым углом относительно здания. При наличии подвала ввод выполняется в подвале с обеспечением свободного доступа работников службы эксплуатации для снятия показаний счетчика. При отсутствии подвала ввод проектируется в лестничную клетку.

При выполнении ввода под стеной здания (ленточный фундамент, большая глубина заложения ввода) стояк ввода прокладывают (для предохранения от промерзания) на расстоянии не менее 0,2 м от внутренней поверхности стен до наружного края борта раструба трубопровода. При повороте трубопровода в вертикальной плоскости на 30° и более устраивается бетонный упор.

Пересечение ввода со стенами подвала или фундаментами должно выполняться в сухих грунтах (рис.1.3) - с зазором 0,2 м и между трубопроводом и строительными конструкциями и заделкой отверстия в стене водо- и газонепроницаемым эластичным материалом (смоляная прядь, мягкая глина), а в мокрых грунтах - с применением сальников.

Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации и водостоков должно не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм и не менее 3 м при диаметре ввода более 200 мм.

Трубы хозяйственно-питьевого водопровода, как правило, укладывают выше канализационных линий; при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м.

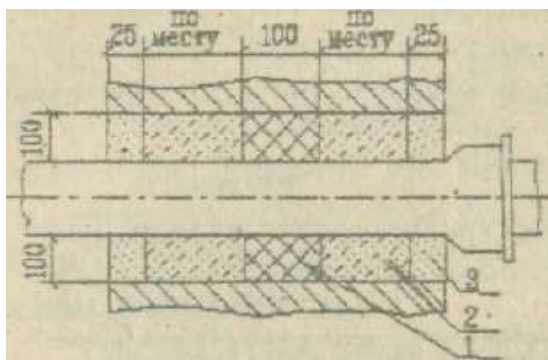


Рис.13. Ввод водопровода через стенку подвала в сухих грунтах: 1 - смоляная прядь; 2 - мягкая глина; 3 - заделка цементным раствором

Трубопроводная, водоразборная и смесительная аппаратура для систем хозяйственно-питьевого и хозяйственно-противопожарного водопровода устанавливается на рабочее давление 0,6 МПа.

К водоразборной аппаратуре относятся: водоразборные краны, смесители, душевые сетки, поливочные краны, шаровые клапаны смывных бачков унитазов.

Конструкция водоразборной и запорной аппаратуры должна обеспечивать плавное открывание и закрывание потока воды. Задвижки устанавливаются на трубах диаметром 50 мм и более, а на трубах менее 50 мм ставят вентили.

Установка запорной аппаратуры на внутренних водопроводных сетях предусматривается: на каждом вводе; на разводящей магистрали сети для обеспечения возможности выключения на ремонт отдельных ее участков; у основных стояков хозяйственно - питьевой или производственной сети в здании высотой 3 этажа и более; на ответвлениях, питающих 5 водоразборных точек и более; на ответвлениях от магистральных линий водопровода; на ответвлениях в каждую квартиру; на подводках к смывным бачкам, смывным кранам, водонагревательным колонками; перед наружными поливочными кранами.

На каждые 60 - 70 м периметра здания предусматривается устройство одного поливочного крана, размещаемого в нише наружной стены здания или в ковре (наружном колодце).

В мусорокамерах жилых зданий предусматривается установка поливочного крана с подведением холодной и горячей воды.

Высота расположения водоразборной аппаратуры от пола приведена в табл.6.

**Высота установки водоразборной арматуры от уровня чистого пола**

Водоразборная арматура.	Высота от пола, мм
Смеситель для ванн	800
Смеситель для душа	1200
Душевая сетка	2100-2250
Умывальник	800
Умывальник при установке общего смесителя для умывальника и ванны	850
Мойка	850
Высокорасположенный смывной бачок к унитазу	1800
Низкорасположенный смывной бачок "Компакт"	600
Смывной кран унитаза	600

**Устройство для измерения количества воды**

Для учета количества воды при расходах ее более 0,1 м<sup>3</sup>/ч применяют крыльчатые или турбинные счетчики. Они устанавливаются в зданиях за наружной стеной не далее 1,5...2,0 м от ввода в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой не ниже 2° С. Чаще всего счетчики устанавливают в подвалах или приемах под лестничными клетками.

Крыльчатые счетчики присоединяются к трубопроводу на фланцах или муфтах и устанавливаются только горизонтально. Турбинные счетчики присоединяются к трубопроводу на фланцах и устанавливаются как в горизонтальном, так и вертикальном положении при условии движения воды в них снизу вверх.

С каждой стороны счетчика должны предусматриваться прямые участки трубопроводов, вентили или задвижки. Между счетчиком и вторым (по движению воды) вентилем или задвижкой устанавливается спускной кран для опорожнения сети при ремонте и для проверки точности показаний счетчика.

При наличии одного ввода в здание счетчик обязательно должен иметь обводную линию. Обвод предназначается для пропуска воды в здание при ремонте или замене счетчика, а иногда и для пропуска увеличенного расхода воды при пожаре в обход счетчика. На обводной линии предусматривается установка задвижки, запломбированной в закрытом положении. Типовая схема ввода водопровода, установки счетчика холодной воды с обводной линией представлена на рис. 1.4.

Гидравлический расчет водопроводной сети позволяет найти наиболее экономичные диаметры труб для пропуска расчетных расходов воды и требуемый напор в системе.

Расчет выполняется в следующем порядке:

- выбирается расчётный путь, который разбивается на расчетные участки;
- определяются нормы водопотребления и расходы по расчетным участкам;
- по расчетному расходу определяют диаметр трубы расчетного участка, потери напора по участкам и скорость движения воды;
- подбирается счетчик количества вода;
- определяется требуемый напор в системе.

**Выбор расчетного пути.**

Проектируемый внутренний водопровод должен обеспечивать подачу воды с необходимым расходом и напором к любой водоразборной точке здания. Расчетный путь отсчитывается от диктующего прибора(наиболее высоко расположенного и удаленного от ввода водоразборного прибора). Если будет обеспечена подача воды к диктующему прибору, то подача другим приборам будет гарантирована, так как они находятся в более благоприятных условиях. Таким образом, в расчетный путь войдут: подводка к диктующему прибору, стояк, часть разводящей магистрали до ввода, ввод.

Расчетный путь разбивается на расчетные участки. За расчетный участок принимается

участок сети с постоянным расходом и диаметром. Расчетные участки обозначаются цифрами (начало и конец участка).

### **Определение расчетных расходов**

Гидравлический расчет сети производится по максимальному секундному расходу.

Для определения расчетных расходов необходимо выбрать нормы расхода воды, которые принимаются по СНиП 2.04.01-85 в зависимости от назначения здания и степени его благоустройства. Нормы расхода воды для жилых зданий квартирного типа приведены в табл.7.

Максимальный расход воды на расчетном участке сети  $q$  ( $q^{\text{tot}}$ ,  $q^{\text{с}}$ ) определяется по формуле:

$$q = 5q_0\alpha, \quad (1)$$

где  $q_0$  ( $q_0^{\text{tot}}$ ,  $q_0^{\text{с}}$ ) - секундный расход воды (принимается по табл.7);  $\alpha$  - коэффициент определяемый в зависимости от общего числа приборов  $N$  на расчетном участке и вероятности их действия  $P$  и принимаемый по приложению 4 [2] или табл. 8.

## Нормы расхода воды на одного жителя

Водопотребители	Норма расхода воды, л						Расход воды приборами л/с(л/ч)	
	в средние сутки		в сутки наибольшего потребления воды		в час наибольшего водопотребления		Общий (холодной и горячей) $q_o^{tot}$ ( $q_{hr,u}^{tot}$ )	Холодной или горячей $q_o^c, q_o^h$ $q_{o,hr}^c, q_{o,hr}^h$
	Общей (в том числе горячей) $q_o^{tot}$	Горячей $q_{hr,u}^h$	Общей (в том числе горячей) $q_u^{tot}$	Горячей $q_u^h$	Общей (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	Горячей $q_{hr,u}^h$		
Жилые дома квартирного типа:								
С водопроводом и канализацией без ванн	95	-	120	-	6,5	-	0,2(50)	0,2(50)
С газоснабжением	120	-	150	-	7,0	-	0,2(50)	0,2(50)
С ваннами и водонагревателями	190	-	225	-	10,5	-	0,3(300)	0,3(300)
С централизованным горячим водоснабжением, с ванными, снабженными душами	250	105	300	120	15,6	10	0,3(300)	0,2(200)
Высотой выше 12 этажей с централизованным горячим водоснабжением	360	115	400	130	20	10,9	0,3(300)	0,2(200)

Примечание: При оборудовании холодного водопровода зданий смывными кранами вместо смывных бачков следует принимать расход воды санитарно

- техническими приборами  $q_o^c=1,4$  л/с.

Таблица 8

Значение  $\alpha$  при  $P < 1$  и любом числе  $N$ 

NP	$\alpha$	NP	$\alpha$	NP	$\alpha$	NP	$\alpha$
Менее							
0,015	0,200	0,046	0,266	0,115	0,361	0,350	0,573
0,015	0,202	0,047	0,268	0,120	0,367	0,360	0,580
0,016	0,205	0,048	0,270	0,125	0,373	0,370	0,588
0,017	0,207	0,049	0,271	0,130	0,378	0,380	0,595
0,018	0,210	0,050	0,273	0,135	0,384	0,390	0,602
0,019	0,212	0,052	0,276	0,140	0,389	0,400	0,610
0,020	0,215	0,054	0,280	0,145	0,394	0,410	0,617
0,021	0,217	0,056	0,283	0,150	0,399	0,420	0,624
0,022	0,219	0,058	0,286	0,155	0,405	0,430	0,631
0,023	0,222	0,060	0,289	0,160	0,410	0,440	0,638
0,024	0,224	0,062	0,292	0,165	0,415	0,450	0,645
0,025	0,226	0,064	0,295	0,170	0,420	0,460	0,652
0,026	0,228	0,066	0,298	0,175	0,425	0,470	0,668
0,027	0,230	0,068	0,301	0,180	0,430	0,480	0,665
0,028	0,233	0,070	0,304	0,185	0,435	0,490	0,672
0,029	0,235	0,072	0,307	0,190	0,439	0,500	0,678
0,030	0,237	0,074	0,309	0,195	0,444	0,520	0,692
0,031	0,239	0,076	0,312	0,200	0,449	0,540	0,704
0,032	0,241	0,078	0,315	0,210	0,458	0,560	0,717
0,033	0,243	0,080	0,318	0,220	0,467	0,580	0,730
0,034	0,245	0,082	0,320	0,230	0,476	0,600	0,742
0,035	0,247	0,084	0,323	0,240	0,485	0,620	0,755
0,036	0,249	0,086	0,326	0,250	0,493	0,640	0,767
0,037	0,250	0,088	0,328	0,260	0,502	0,660	0,779
0,038	0,252	0,090	0,331	0,270	0,510	0,680	0,791
0,039	0,254	0,092	0,333	0,280	0,518	0,700	0,803
0,040	0,256	0,094	0,336	0,290	0,526	0,720	0,815
0,041	0,258	0,096	0,338	0,300	0,534	0,740	0,826
0,042	0,259	0,098	0,341	0,310	0,542	0,760	0,838
0,043	0,261	0,100	0,343	0,320	0,550	0,780	0,849
0,044	0,263	0,105	0,349	0,330	0,558	0,800	0,860
0,045	0,265	0,110	0,355	0,340	0,565	0,820	0,872
0,84	0,883	2,50	1,644	6,3	2,989	10,2	4,185
0,86	0,834	2,60	1,684	6,4	3,021	10,4	4,244
0,88	0,905	0,270	1,724	6,5	3,053	10,6	4,302
0,90	0,916	2,80	1,763	6,6	3,085	11,8	4,649

0,92	0,927	2,90	1,802	6,7	3,117	12,0	4,707
0,94	0,937	3,00	1,840	6,8	3,149	12,2	4,764
0,96	0,948	3,10	1,879	6,9	3,181	12,4	4,820
0,98	0,959	3,20	1,917	7,5	3,369	12,6	4,877
1,00	0,969	3,30	1,954	7,6	3,400	12,8	4,934
1,05	0,995	3,40	1,991	7,7	3,431	13,0	4,990
1,10	1,021	3,50	2,029	7,8	3,462	13,2	5,047
1,15	1,046	4,1	2,246	7,9	3,493	13,4	5,103
1,20	0,071	4,2	2,281	8,0	3,524	13,6	5,159
1,25	1,096	4,3	2,317	8,1	3,555	13,8	5,215
1,30	1,120	4,4	2,352	8,2	3,585	14,0	5,270
1,35	1,144	4,5	2,386	8,3	3,616	14,2	5,326
1,40	1,168	4,6	2,421	8,4	3,646	14,4	5,382
1,45	1,191	4,7	2,456	8,5	3,677	14,6	5,437
1,50	1,215	4,8	2,490	8,6	3,707	14,8	5,492
1,55	1,238	4,9	2,524	8,7	3,738	15,0	5,547
1,60	1,261	5,0	2,556	8,8	3,768	15,2	5,602
1,65	1,283	5,1	2,592	8,9	3,798	15,4	5,657
1,70	1,306	5,2	2,626	9,0	3,828	15,6	5,712
1,75	1,328	5,3	2,660	9,1	3,858	15,8	5,767
1,80	1,350	5,4	2,693	9,2	3,888	16,0	5,821
1,85	1,372	5,5	2,726	9,3	3,918	16,2	5,876
1,90	1,394	5,6	2,760	9,4	3,948	16,4	5,930
1,95	1,416	5,7	2,793	9,5	3,978	16,6	5,984
2,00	1,437	5,8	2,828	9,6	4,008	16,8	6,039
2,10	1,479	5,9	2,858	9,7	4,037	17,0	6,093
2,20	1,521	6,0	2,891	9,8	4,067	17,2	6,147
2,30	1,563	6,1	2,924	9,9	4,097	17,4	6,201
2,40	1,604	6,2	2,956	10,0	4,126	17,6	6,254

## Данные для гидравлического расчета стальных труб

Расход, л/с	Скорость, м/с, и гидравлический уклон 1000i (потери напора на единицу длины) при условном проходе труб, мм													
	15		20		25		32		40		50		70	
	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i	v	1000i
0,08	0,47	66,9	0,25	14,2										
0,1	0,59	100,2	0,31	21,1										
0,12	0,71	139,9	0,37	29,2	0,22	8,4								
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,21						
0,3	1,77	807	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39				
0,4	2,36	1435	1,25	265,6	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98				
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,40	13,4	0,24	3,7		
0,6			1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,4	0,28	5,1		
0,7			2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,6	0,20	2,00
0,8			2,50	1062	1,5	273,8	0,84	64,9	0,64	34,3	0,38	8,6	0,23	2,62
0,9			2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77,7	0,72	38,9	0,42	10,7	0,26	3,23
1					1,87	427,8	1,05	93,6	0,80	47,2	0,47	12,9	0,29	3,89
1,2					2,24	516	1,25	132,0	0,95	67,7	0,57	18,0	0,35	5,38
1,4					2,62	838,5	1,36	179,7	1,11	88,2	0,62	23,8	0,40	7,09
1,6					2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01
1,8							1,88	297,4	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2
2							2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5
2,6							2,72	616,9	2,07	300,2	1,22	74,9	0,75	21,8
3									2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4



Вероятность действия приборов Р при одинаковых водопотребителях в здании следует определять по формуле:

$$P = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{q_0 \cdot N_0 \cdot 3600}, \quad (2)$$

где  $q_{hr,u}^c$  - норма расхода воды, л, одним потребителем в час наибольшего водопотребления, которая принимается по приложению 3(2) или по табл. 7:

$$q_{hr,u}^c = q_{hr,u}^{tot} - q_{hr,u}^h, \quad (3)$$

где U - общее число водопотребителей в здании, чел.;  $N_0$  - общее число водоразборных приборов в здании.

Общее число водопотребителей в жилом здании, если оно не задано, определяется по средней степени заселенности одной квартиры.

Результаты расчетов по определению расчетных расходов по участкам заносятся в табл. 10 (см. пример в прил. 5)

### Определение расходов горячей воды

Расходы горячей воды  $q^h$  определяются для жилых зданий с централизованным горячим водоснабжением по формуле:

$$q^h = 5 q_0^h \alpha_h, \quad (4)$$

где  $q_0^h$  - норма расхода горячей воды одним прибором на одного жителя, принимается по СНиП или по табл. 7.

$\alpha_h$  - коэффициент, зависящий от произведения ( $N_{hr} \cdot P_{hr}$ );

$N_{hr}$  - число водоразборных точек в доме, использующих горячую воду.  $N_{hr}$  меньше общего числа водоразборных точек  $N_0$  на количество смывных бачков (К):  $N_{hr} = N_0 - K$ .

$P_{hr}$  - вероятность действия приборов, использующих горячую воду, определяется по формуле:

$$P_h = \frac{q_{o,hr}^h \cdot U}{q_0^h \cdot N_{hr} \cdot 3600}, \quad (5)$$

где  $q_{o,hr}^h$  - норма расхода горячей воды в л в час наибольшего водопотребления по табл. 7;

$q_0^h$  - норма расхода горячей воды в л/с на одного жителя одним прибором.

Расходы горячей воды определяются на весь дом и на одну секцию дома.

Данная курсовая работа предусматривает вычисление расхода горячей воды только для определения расходов стоков в системе дворовой канализации жилого дома.

### Определение диаметров труб и определения потерь напора

Диаметры труб внутренних водопроводных сетей назначаются по условию наибольшего использования гарантированного напора в уличной водопроводной сети, что обеспечивает экономное использование металла.

При движении по трубам поток воды преодолевает силы трения по длине трубопровода и местные сопротивления. Указанные сопротивления вызывают соответственно потери напора в фасонных частях и арматуре.

Потери напора на расчётных участках трубопроводов систем холодного водоснабжения  $H_l$  определяются по формуле.

$$H_l = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \quad (4)$$

где  $i$  - удельные потери напора на трение при расчетном расходе, определяемые по таблицам для гидравлического расчета систем холодного водоснабжения, выписки из которых приведены в табл.9 и [6].

$l$  - длина расчетного участка трубопровода, м;

$k_l$  - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях. В сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий следует принимать  $k_l = 0,3$ .

Общие потери напора  $H_{l,tot} = \sum H_l$  определяются путем суммирования потерь напора на

расчетных участках.

Для определения удельных потерь напора по расчетному расходу необходимо задаться диаметром труб, который ориентировочно можно найти по величине скорости движения воды в трубах. Скорость желательнее принимать не более 1,5 м/с в магистральных и стояках, и не более 2,5 м/с в подводках к приборам.

Расчет внутреннего водопровода удобно свести в табл. 10.

Таблица 10

**Расчет водопроводной сети**

Расчетный участок	Длина участка, l, м	Число водоразборных устройств	NP	α	Расчетный расход воды, q <sub>0</sub> , л/с	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	Потери напора, м	
								На единицу длины i	На участке H <sub>l</sub> = i l
1-2									
2-3									
3-4									
...									
Ввод									

**Подбор счетчика количества воды**

Учет количества воды осуществляется счетчиками холодной воды, устанавливаемыми на вводах в здание. Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода холодной воды за сутки, м<sup>3</sup>:

$$q_{hr} = 0,005 q_{o,hr}^c \cdot \alpha_{hr}, \quad (5)$$

где q<sub>o,hr</sub><sup>c</sup> - расход, холодной воды, л/с, санитарно-техническим прибором, принимаемый по приложению 3 [2] или табл.7;

α<sub>hr</sub> - коэффициент, определяемый согласно приложению 4 [2] или табл. 8 в зависимости от общего числа приборов N<sub>0</sub> и вероятности их использования P<sub>hr</sub>:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}, \quad (6)$$

где q<sup>0</sup> (q<sub>0</sub><sup>tot</sup>, q<sub>0</sub><sup>c</sup>) выбирается по приложению 3 [2] или табл.7.

Среднечасовой расход за сутки q<sub>hr</sub> не должен превышать эксплуатационного, принимаемого по табл. 11.

Выбранный счетчик проверяется на потери напора. Потери напора определяются по формуле:

$$h = S q^2, \quad (7)$$

где S - сопротивление счетчика (принимается по таблице 11);

q - расчетный максимальный секундный расход, проходящий через счетчик (расход на вводе в здание), л/с.

При пропуске хозяйственно-питьевого расхода потери напора в счетчиках не должны превышать допустимых величин: для турбинных счетчиков 1,0м, для крыльчатых – 2,5м.

**Определение требуемого напора для системы внутреннего водопровода**

Требуемый напор H<sub>for</sub> в наружной сети у ввода водопровода определяется с учетом всех потерь напора в системе внутреннего водопровода, геодезической высоты подъема воды и необходимого свободного напора у диктующего водоразборного прибора водопотребления:

$$H_{for} = H_{geom} + H_{tot} + H_f, \quad (8)$$

где H<sub>geom</sub> - геометрическая высота подъема воды, м;

H<sub>tot</sub> - потери напора во внутренней сети, включая потери в счетчике количества воды, м;

H<sub>f</sub> - необходимый свободный напор для самой неблагоприятной точки водоразбора (наиболее отдаленной и высокорасположенной с наибольшим необходимым свободным напором), м, по табл.5.

Геометрическая высота подъема воды определяется по формуле:

$$H_{\text{geom}} = (n-1)h_e + h_g + z_1 - z_2, \quad (9)$$

где n - число этажей;

$h_e$  - высота этажа;

$h_g$  - высота расположения диктующего водоразборного устройства от пола верхнего этажа, м (принимается по табл. 6);

$z_1$  - геодезическая отметка пола первого этажа, м;

$z_2$  - отметка поверхности земли (крышки люка колодца) в точке присоединения ввода к наружной водопроводной сети, м.

Расчетное значение требуемого напора сравнивается с гарантированным напором в уличной сети  $H_g$ .

При  $H_g - 1,0\text{м} \leq H_{\text{for}} \leq H_g + 0,5\text{м}$  результаты гидравлического расчета можно считать хорошими - система водопровода будет работать под напором уличной сети. При  $H_{\text{for}} < H_g$  более чем на 1,0м необходимо сделать перерасчет сети - уменьшить диаметр труб на некоторых расчетных участках. При  $H_{\text{for}} > H_g$  на 0,5 - 2,0м необходимо проверить возможность увеличения диаметров высоконагруженных участков сети, чтобы сократить потери напора в сети и тем самым снизить требуемый напор.

Таблица 11

### Подбор счетчиков для измерения количества воды

Тип счетчика количества воды	Диаметр условного прохода счетчика	Расход воды, м <sup>3</sup> /ч			Порог чувствительности, м <sup>3</sup> /ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м <sup>3</sup>	Гидравлическое сопротивление счетчика, S, м/(л/с) <sup>2</sup>
		Минимальный	Эксплуатационный	Максимальный			
Крыльчатый ВК	15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,386
	20	0,08	2,0	5	0,025	70	5,184
	25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,644
	32	0,10	4,0	10	0,05	140	1,236
	40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,505
Турбинный ВТ	55	0,9	12	30	0,15	450	0,142
	65	1,5	17	70	0,6	610	0,082
	80	2,0	36	110	0,7	1300	0,026
	100	3,0	65	180	1,2	2350	0,00077
	150	4,0	140	350	1,6	5100	0,00013

## 3.2. Канализация.

### Системы и схемы внутренней канализации

Выбор системы внутренней канализации зависит от типа и состава сточных вод. В жилых и общественных зданиях проектируется только хозяйственно-фекальная сеть внутренней канализации.

Системы внутренней канализации состоят из следующих элементов: приемников сточных вод, гидравлических затворов, отводящих трубопроводов, канализационных стояков, вытяжек, коллекторов и выпусков.

Типы и количество санитарных приборов, устанавливаемых в зданиях, определяются в соответствии с требованиями, предъявляемыми СНиП на проектирование зданий и сооружений различного назначения. В жилых зданиях устанавливаются: унитазы, раковины мойки, ванны и умывальники.

Способ прокладки трубопроводов канализации - открытый или скрытый - должен согласовываться со способом прокладки трубопроводов внутреннего водопровода.

Конструирование внутренней канализации в общем случае заключается в выборе санитарных приборов, типа труб, мест установки стояков, отводных линий, выпусков.

Конструирование, системы канализации рекомендуется вести в следующем порядке:

- назначается тип санитарных приборов;
- на планах подвала и этажей размещаются санитарные приборы и канализационные стояки Ст К1 - 1 , Ст К1 - 2 и т.д.
- на планах этажей наносятся отводные линии от санитарных приборов;
- на плане подвала наносятся канализационные выпуски и коллекторы, объединяющие несколько стояков;
- выбирается тип труб;
- вычерчивается разрез или аксонометрическая схема по одному канализационному стояку.

Пример конструирования системы внутренней канализации для 5-этажного жилого дома приведен в прил. 5.

### **Выбор типа трубопроводов**

Для устройства внутренней канализации применяются чугунные раструбные канализационные трубы, пластмассовые трубы, асбестоцементные и, как исключение, стальные трубы. В жилых и общественных зданиях наибольшее распространение получили чугунные и пластмассовые трубы.

### **Особенности прокладки сетей канализации**

Санитарные приборы, присоединяемые к бытовой или производственной канализации, должны быть снабжены гидравлическими затворами (сифонами), располагаемыми на отводах под приборами. При установке моек, раковин и писсуаров следует применять, как правило, сифоны - ревизии; ванн - напольные гидравлические затворы; умывальников - бутылочные затворы.

Все унитазы должны быть оборудованы индивидуальными смывными бачками или смывными кранами.

Высота, на которую устанавливаются санитарные приборы, принимается в соответствии с требованиями главы СНиП по производству работ на санитарно - техническое оборудование зданий и сооружений [3 С. 14] или по табл.6. Отвод сточных вод от санитарных приборов выполняется по закрытым самотечным трубопроводам. Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно. Изменять уклон прокладки на участке отводного канала не допускается.

Диаметры отводных труб не рассчитываются, а принимаются в зависимости от расхода сточной жидкости санитарных приборов по табл.5.

Отводные линии присоединяются к канализационным стоякам под углом 45, 60, 90°.

Стояки устанавливаются в местах размещения санитарных приборов и ближе к унитазам, в которые поступают наиболее загрязненные стоки.

Диаметры стояков принимаются не менее наибольшего диаметра отводной линии. По всей высоте канализационные стояки выполняются одинакового диаметра.

Присоединение санитарных приборов, расположенных в разных квартирах на одном этаже, к одному стояку не допускается.

Прямые крестовины применяются при расположении их только в вертикальной плоскости.

Сети бытовой и производственной канализации, отводящие сточные воды в наружную канализационную сеть, вентилируются через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту: 0,3м от плоской неэксплуатируемой кровли; 0,5м от скатной кровли; 3,0м от эксплуатируемой кровли; 0,1м от обреза сборной вентиляционной шахты.

Флюгарки на вентиляционных стояках не устанавливаются. Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру сточной части стояка. Соединение вытяжной части канализационных стояков с вентиляционными системами здания и дымоходами запрещается.

Допускается объединять поверху одной вытяжкой несколько канализационных стояков.

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий или прочисток:

- на стояках, при отсутствии на них отступов, на нижнем и верхнем этажах;
- в жилых зданиях высотой 5 этажей и более - не реже чем через 3 этажа;
- на поворотах сети (при изменении направления движения стоков), если эти участки не могут быть прочищены через другие участки.

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками надлежит принимать для бытовых сточных вод согласно табл.12.

Таблица 12

Диаметры труб, мм	Расстояние между ревизиями и прочистками, м	Вид прочистного устройства
50	12	ревизия
50	8	прочистка
100-150	15	ревизия
100-150	10	прочистка
200 и более	20	ревизия

Ревизии и прочистки должны устанавливаться в местах, удобных для их обслуживания. Для прочистки стояков ревизии устанавливаются на высоте 1,0 м от пола или на 150 мм выше борта наиболее высоко расположенного прибора.

Выпуски служат для сбора сточных вод от группы стояков и отвода стоков в дворовую сеть. Диаметры выпусков принимаются не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Переход стояка в выпуск должен быть плавным и выполняться двумя отводами под углом  $135^\circ$ , или отводом под углом  $135^\circ$  и косым тройником под углом  $45^\circ$ , или одним отводом под углом  $90^\circ$  с радиусом закругления 400 мм. В пределах здания выпуск прокладывается под потолком подвала, по стене и над полом подвала. Глубина заложения выпусков должна согласовываться с глубиной заложения дворовой сети. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца дворовой канализации должна быть не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм и не более 12 м при диаметре 100 мм.

При длине выпуска более 8 ... 12 м необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца или дополнительной прочистки (ревизии) внутри здания. В местах присоединения выпусков к дворовой сети должны предусматриваться смотровые колодцы.

Выпуски следует присоединять к наружной сети под углом не менее  $90^\circ$  (считая по движению сточных вод). При большом заглублении дворовой канализации на выпусках допускается устройство перепадов:

- до 0,3 м - открытых, по бетонному водосливу в лотке;
- более 0,3 м - закрытых, в виде стояка, сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

При пересечении выпусков стен подвала или фундаментов здания следует выполнять мероприятия, указанные в разделе 3.1.

### **Дворовая канализация и её поверочный расчёт**

Трассировка дворовой канализационной сети в плане зависит от места присоединения ее к городской сети, рельефа местности, конфигурации здания, мест расположения выпусков из здания. Дворовая сеть подключается к городской канализационной сети в одном месте. Присоединение дворовой канализации к уличной следует выполнять с некоторым превышением (на 0,25-0,30 м) отметки лотка дворовой канализации над отметкой лотка уличной канализации. Это необходимо для избегания подпора дворовой канализации со стороны уличной и улучшения контроля за её работой. Прокладывается дворовая сеть параллельно дворовому фасаду здания на расстоянии не менее 3,0 м от здания:

Угол между присоединяемой и отводящей трубами должен быть таким, чтобы присоединяемые стоки поворачивались не более чем на  $90^\circ$ .

Глубина заложения дворовой сети зависит от глубины промерзания грунта в данной местности и глубины заложения уличной канализационной сети и допускается на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта.

Тип основания под трубы необходимо принимать в зависимости от несущей способности грунтов и нагрузок. Во всех грунтах, за исключением скальных, пльвунных, болотных и просадочных, необходимо предусматривать укладку труб непосредственно на выровненное и утрамбованное дно траншеи. В скальных грунтах укладывают трубы на подушку толщиной не менее 10 см из местного песчаного грунта, в слабых грунтах (глинистых, торфянистых) - на искусственное основание.

Движение сточных вод по трубам самотечное. Трубы укладываются с уклоном в

сторону городской канализационной сети.

Для осмотра, прочистки и промывки дворовой сети на ней устанавливаются смотровые колодцы в местах присоединения выпусков из зданий, на всех поворотах сети, в местах изменения глубины заложения сети, подключения боковых присоединений, а также на прямых участках через каждые 35м при диаметрах труб 150мм и через 50м при диаметрах труб 200-450мм. Кроме того, устанавливается контрольный колодец на 1,5-2,0м внутрь двора от красной линии.

Смотровые колодцы собирают из готовых железобетонных колец. В днище помещают лоток полукруглого сечения, очерчиваемого по наибольшему диаметру примыкающих труб.

Дворовые канализационные сети выполняются из керамических или асбестоцементных труб.

Пример оформления плана участка с наружными коммуникациями водопровода и канализации приведен в прил. 5.

### Поверочный расчет дворовой канализационной сети.

Минимальный диаметр дворовой сети принимается конструктивно 150 мм. Принятый диаметр подвергается поверочному расчету. Максимальный секундный расход сточных вод  $q^s$  л/с, на участках канализационных сетей в зданиях или сооружениях следует определять при общем расчетном секундном расходе воды  $q < 8$  л/с в сетях холодного водопровода по формуле

$$q^B = q + q^B_0, \quad (10)$$

где  $q$  - максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с; который в общем случае равен расходу холодной и горячей воды;

$q^B_0$  - наибольший секундный расход стоков от прибора, л/с, принимаемый по прил. 2 СНиП [2] и по табл.5 (обычно для жилого дома расход стоков от унитазов принимается равным 1,6 л/с).

По расчетному расходу на каждом участке дворовой сети, её уклону и диаметру 150 мм определяется скорость движения сточной жидкости и степени наполнения  $H/d$ . (по табл.13 для гидравлического расчета канализационных сетей).

Степень наполнения должна быть не более 0,6, уклон 0,007-0,15, скорость движения сточных вод 0,7 - 4,0 м/с.

Принятые уклоны дворовой канализации должны обеспечивать принцип самоочищения труб, то есть скорости в трубах должны превышать ту минимальную, при которой начинается смыв частиц загрязнений, выпавших на дно (обычно песка). Для труб диаметром 150мм и расчетном наполнении  $H/d=0,6$   $v_{мин} = 0,70$  м/с. При меньших наполнениях величина этой скорости, определенная по результатам расчетов, выполненных в ЧГУ, приведена в табл.14.

Таблица 14

### Минимальная скорость, обеспечивающая самотечение в дворовой канализации при наполнениях, меньше расчетного

$h/d$	0,60	0,50	0,40	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
$v, м/с$	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,58	0,55	0,52

Таблица 15

Расчетный участок	Расчетный Расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Наполнение, H/d	Уклон	Длина участка, м	Отметка, м				Глубина заложения	
							земля		лотки		В начале	В конце
							В начале	В конце	В начале	В конце		
КК1-1												
КК2-2												
...												
(ГК)												

Результаты гидравлического расчета сводятся в табл.15. За расчетный участок принимается отрезок сети от колодца до колодца. На основании расчетов строится профиль дворовой канализации. На профиле проставляются отметки земли, лотков трубы в колодцах, диаметры. Уклон дворовой канализации желательно принимать одинаковым по всей длине сети.

Данные для гидравлического расчёта канализационных самотечных труб (чугунных, керамических).

Трубы диаметром  $d = 150$  мм.

Наполнение в долях Н/д	Значения $q$ , л/с, и $v$ , м/с, при уклонах $i \cdot 10^3$															
	8		9		10		11		12		13		14		15	
	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$
0,20	1,13	0,45	1,20	0,47	1,26	0,50	1,32	0,52	1,38	0,55	1,44	0,57	1,49	0,59	1,54	0,61
0,25	1,75	0,51	1,86	0,64	1,96	0,57	2,06	0,59	2,15	0,63	2,23	0,65	2,32	0,67	2,40	0,69
0,30	2,51	0,56	2,67	0,60	2,61	0,63	2,95	0,66	3,08	0,69	3,20	0,72	3,32	0,74	3,44	0,77
0,35	3,36	0,61	3,57	0,65	3,76	0,68	3,94	0,71	4,12	0,75	4,29	0,78	4,45	0,81	4,61	0,83
0,50	3,41	0,72	6,80	0,77	7,17	0,81	7,51	0,85	7,85	0,89	8,17	0,92	8,48	0,96	8,78	0,99
0,60	8,61	0,78	9,14	0,82	9,63	0,87	10,1	0,91	10,5	0,95	11,0	0,99	11,43	1,03	11,8	1,06

Наполнение в долях Н/д	Значения $q$ , л/с, и $v$ , м/с, при уклонах $i \cdot 10^3$															
	16		17		18		19		20		25		30		40	
	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$
0,20	1,59	0,63	1,64	0,65	1,69	0,67	1,74	0,69	1,78	0,70	1,99	0,79	2,18	0,86	2,52	1,00
0,25	2,48	0,72	2,56	0,74	2,63	0,76	2,70	0,80	2,70	0,80	3,10	0,90	3,98	0,98	3,92	1,13
0,30	3,55	0,80	3,66	0,82	3,77	0,84	3,87	0,87	3,97	0,89	4,44	0,99	4,87	1,09	5,62	1,26
0,35	4,76	0,86	4,90	0,89	5,05	0,91	5,16	0,94	5,32	0,96	5,94	1,08	6,51	1,18	7,52	1,36
0,50	9,07	1,02	9,35	1,06	9,62	1,09	9,88	1,12	10,1	1,15	11,3	1,28	12,4	1,40	15,3	1,63
0,60	12,2	1,10	12,6	1,13	12,9	1,17	13,3	1,20	18,6	1,23	15,2	1,37	16,7	1,51	19,3	1,74

При трассировании дворовой канализации стремятся к минимальному заложению по глубине, что обеспечивает наименьший объем земляных работ и минимум расхода материалов на устройство колодцев. Поскольку глубина заложения городского колодца (ГК) задана, часто приходится прибегать к устройству перепадного колодца, сопрягающего сети разной глубины. Перепады высотой до 0,5м осуществляется без устройства перепадного колодца (путем слива в смотровом колодце), до 3м - в виде водослива практического профиля, до 6м – устанавливаемого в колодце в виде стояка с сечением не менее сечения подводящего трубопровода.

Наименьшее заложение лотка определяется глубиной промерзания грунта и может приниматься на 0,3 м меньше этой глубины.

Присоединение лотка дворовой канализации к городской канализационной сети К1 выполняется таким образом, чтобы стоки городской канализации при максимальном наполнении не заливали проектируемую дворовую канализацию. Например, отметка лотка трубы дворовой канализации может совпадать с уровнем стоков при максимальном допускаемом заложении лотка городской канализационной сети, или при максимальном наполнении могут находиться на одной отметке уровни сточных вод дворовой и городской канализационных сетей.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### 7.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1	Локшина О.Л. Водоснабжение и водоотведение [Электронный ресурс] : методические указания к курсовому проектированию / О.Л. Локшина. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2008. — 56 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/21569.html">http://www.iprbookshop.ru/21569.html</a>
2	Лямаев Б.Ф. Системы водоснабжения и водоотведения зданий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Ф. Лямаев, В.И. Кириленко, В.А. Нелюбов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Политехника, 2016. — 305 с. — 978-5-7325-1091-1. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/59999.html">http://www.iprbookshop.ru/59999.html</a>

### 7.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1	Павлинова И.И., Алексеев Л.С., Неверова М.А. Совершенствование методов биотехнологии в строительстве и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения: монография – Изд. МГСУ, 2014 – 152 с ISBN:978-5-7264-0802-6 – ЭБС «Лань»
2	Яковлев С.В., Губий И.Г., Павлинова И.И. Комплексное использование водных ресурсов. –Изд. 2-е.-М.:Вышш.шк..2008.-383с.: ил.- ISBN 978-5-06-005957-1 – ЭБС «Юрайт»
3	СП 73.13330.2016 (СНиП 3.05.01-85) Внутренние санитарно-технические системы зданий Профессиональная справочная система «Техэксперт»
4	СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная версия СНиП 2.04.01-85 Профессиональная справочная система «Техэксперт»

### 7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

№	Перечень
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Пакет офисных программ OpenOffice
3.	Операционная система Windows
4.	Autodesk, Autocad, Revit, Autodesk 3ds Max
5.	Профессиональная справочная система «Техэксперт»
1	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:



	<a href="http://library.chuvsu.ru">http://library.chuvsu.ru</a>
2	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
3	Электронная библиотечная система «Юрайт»: электронная библиотека для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
4	ЭБС «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
1	Минстрой России <a href="http://www.minstroyrf.ru/docs/">http://www.minstroyrf.ru/docs/</a>
2	Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Чувашской Республики <a href="http://minstroy.cap.ru/about">http://minstroy.cap.ru/about</a>
3	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) <a href="http://www.gost.ru">www.gost.ru</a>
4	Образовательное сообщество Autodesk <a href="http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID=871736&amp;id=18409945">http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID=871736&amp;id=18409945</a>
5	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
6	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>
7	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.nlr.ru">http://www.nlr.ru</a>
8	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
9	Сайт для проектировщиков <a href="http://www.dwg.ru">www.dwg.ru</a>

Приложение 1

Образец оформления титульного листа пояснительной записки

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»

Кафедра теплотехники и гидравлики

Пояснительная записка  
к расчетно-графической работе  
по курсу «Водоснабжение и водоотведение»  
на тему «Внутренний водопровод и канализация жилого дома»

Выполнил: студент  
Группы  
Проверил:

Чебоксары 20... г.

## Образец индивидуального задания

ЧУВАШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И.Н.УЛЬЯНОВА

## Кафедра теплотехники и гидравлики

Задание к расчетно-графической работе на тему "Внутренний водопровод и канализация жилого дома".

Разработать схему внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода и внутренней канализации многоэтажного жилого здания с техподпольем на основании исходных данных для проектирования: поэтажного плана здания, генплана участка застройки, гарантированного напора в уличной сети, глубины промерзания грунта. Санитарные приборы в доме - ванна с душевой сеткой, умывальник, мойка, унитаз с низкорасположенным смывным бачком.

Таблица исходных данных:

1. Число этажей  $n = \dots$
2. Высота этажа  $h_e = \dots$
3. Высота техподполья ...
4. Наименьший гарантированный напор  $H_g = \dots$
5. Заложение верха трубы городского водопровода... и его диаметр  $d = \dots$
6. Заложение лотка городского канализационного коллектора ... , диаметр коллектора  $d = \dots$  и его наполнение  $H/d \dots$
7. Отметка поверхности земли у здания ...
8. Глубина промерзания грунта ...
9. Отметка нуля пола первого этажа ...
10. Средняя заселенность квартиры ...
11. Привязка городских сетей к зданию  $l_1 = \dots ; l_2 = \dots ; l_3 = \dots ;$
12. Кровля здания...
13. Вариант генплана ...
14. Тип горячего водоснабжения ...

Выдано «    » \_\_\_\_\_ 20    г,

Студенту \_\_\_\_\_

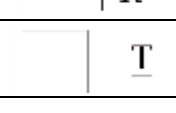
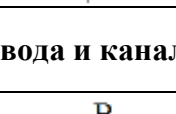
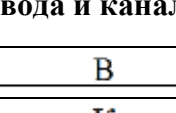
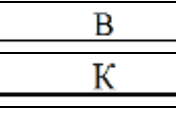
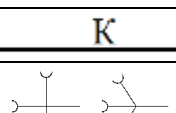
Шифр варианта задания \_\_\_\_\_


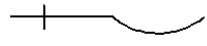
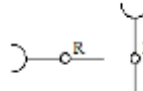
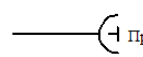
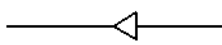
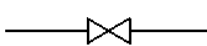

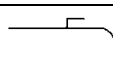
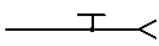


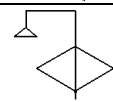


Подпись преподавателя \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_

## Основные буквенные обозначения

- $q_o^{\text{tot}}$  - общий расход воды, л/с, санитарно - техническим прибором, принимаемый согласно п.3.2. [2] или табл. 1;
- $q_o^{\text{h}}$  - расход горячей воды, л/с, санитарно - техническим прибором, принимаемый согласно п.3.2. [2] или табл. 1;
- $q_o^{\text{c}}$  - расход холодной воды, л/с, санитарно - техническим прибором, принимаемый согласно п.3.2. [2] или табл. 1;
- $q_o^{\text{s}}$  - расход стоков от санитарно - технических приборов, л/с, принимаемый согласно обязательно приложению 2 [2] или табл.5;
- $q^{\text{tot}}$  - общий максимальный расчетный расход воды, л/с;
- $q^{\text{h}}$  - максимальный расчетный расход горячей воды, л/с;
- $q^{\text{o}}$  - максимальный расчетный расход холодной воды, л/с;
- $q^{\text{s}}$  - максимальный расчетный расход сточных вод, л/с;
- $q_{o,\text{hr}}^{\text{tot}}$  - общий расход воды, л/ч, санитарно – техническим прибором, принимаемый согласно обязательно приложению 3 [2] или табл. 3;
- $q_{o,\text{hr}}^{\text{h}}$  - расход горячей воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, принимаемый согласно обязательно приложению 3 [2] или табл. 3;
- $q_{o,\text{hr}}^{\text{c}}$  - расход холодной воды, л/ч, санитарно – техническим прибором, принимаемый согласно обязательно приложению 3 [2] или табл. 3;
- $q_{\text{hr},\text{u}}^{\text{tot}}$  - общая норма расхода воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая согласно обязательно приложению 3 [2] или табл. 3;
- $q_{\text{hr},\text{u}}^{\text{h}}$  - норма расхода горячей воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая согласно обязательно приложению 3 [2] или табл. 3;
- $q_{\text{hr},\text{u}}^{\text{o}}$  - норма расхода холодной воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления, принимаемая согласно обязательно приложению 3 [2] или табл. 3;
- $q_{\text{hr}}^{\text{tot}}$  - общий максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup> ;
- $q_{\text{hr}}^{\text{h}}$  - максимальный часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup> ;
- $q_{\text{hr}}^{\text{c}}$  - максимальный часовой расход холодной воды, м<sup>3</sup> ;
- $q_{\text{u},\text{m}}^{\text{tot}}$  - общая норма расхода воды в средние сутки, л;
- $q_{\text{u},\text{m}}^{\text{h}}$  - общая норма расхода горячей воды в средние сутки, л;
- $q_{\text{u},\text{m}}^{\text{c}}$  - общая норма расхода холодной воды в средние сутки, л;
- $U$  - число водопотребителей;
- $N$  - число санитарно - технических приборов;
- $i$  - удельные потери напора на трение при расчетном расходе, определяемые по таблицам для гидравлического расчета систем холодного водоснабжения [4] или табл. 5;
- $P$  - вероятность действия санитарно - технических приборов;
- $H_{\text{geom}}$  - геометрическая высота подачи воды, м, до требуемого санитарно - технического прибора.
- $H_l$  - потери напора, м, на расчетном участке трубопровода;
- $H_{l,\text{tot}}$  - сумма потерь напора на расчетном участке трубопровода;
- $H_f$  - свободный напор, м, у санитарно - технического прибора, принимаемый согласно обязательно приложению 2 [2] или табл. 1;
- $H_g$  - наименьший гарантированный напор в наружной водопроводной сети;
- $H_{\text{for}}$  - требуемый напор, м, для системы внутреннего водопровода;
- $v$  - скорость движения жидкости в трубопроводе, м/с;
- $H/d$  - наполнение трубопровода;
- $l$  - длина, м, расчетного участка трубопровода;
- $k_l$  - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях;
- $t^{\text{o}}$  - температура холодной воды, °С, в сети водопровода; при отсутствии данных её следует принимать равной 5°С;
- $\Delta t$  - разность температур горячей и холодной воды, С°;
- $h_m$  - высота установки водоразборного прибора над уровнем пола, м.

Условные графические обозначения по ГОСТ 21.601 - 79

Элементы сетей	Условные обозначения
<b>Наружные сети на генплане</b>	
Водопровод хозяйственно-питьевой	— В1 —
Водопровод поливочный	— В2 —
Канализация бытовая (фекальная)	— К1 —
Канализация дождевая (ливневая)	— К2 —
Колодец на водопроводной сети	— ○ ВК-...
Колодец на канализационной сети	— ○ КК-...
<b>Внутренние сети на планах</b>	
Трубопровод холодной воды	—————
Канализация бытовая	- - - - -
Стояк водопроводный	● Ст В-...
Стояк канализационный	● Ст К-...
Трубопровод со стояком	—————●—————
Кухонная раковина	□   Р
Мойка кухонная	□ + М
Мойка кухонная на два отделения	□ + + М
Умывальник	□ + У
Ванна	□ ○ В
Унитаз	○ К
Смывной бачок	К
Трап напольный	□   Т
<b>Внутренние сети на аксонометрических схемах водопровода и канализации</b>	
Водопровод	————— В —————
Канализация	————— К —————
Крестовины канализационные разные	
Тройники канализационные разные	
Колена, отводы канализационные	
Соединение элементов трубопроводов раструбное	
Сифоны разные	

Сифон бутылочный	
Сифон напольный	
Ревизия	
Прочистка	
Переходник	
Вентиль	
Задвижка	
Кран водоразборный	
Кран поливочный	
Смеситель	
Смеситель с поворотным изливом	
Смеситель с душевой сеткой	
Счётчик количества воды	
Манометр	

## Приложение 5

### Пример конструирования и расчета внутреннего водопровода холодной воды и канализации жилого здания

#### 1. Исходные данные

Здание - жилой дом с техподпольем; горячее водоснабжение - центральное; число этажей - 5; высота этажа - 3м; высота техподполья - 1,8м; наименьший гарантированный напор -  $H_g=30,0\text{м}$ ; городской водопровод диаметром труб 200мм и глубиной заложения верха трубы 2,5м; городской канализационный коллектор диаметром 300мм, глубиной заложения лотка 3,7м; отметка поверхности земли у здания - 14,200м; отметка нуля чистого пола первого этажа - 15,0м; глубина промерзания грунта - 1,7м; кровля здания плоская. Санитарные приборы: ванна с душевой сеткой, умывальник, мойка, унитаз с низкорасположенным смывным бачком.

#### 2. Конструирование внутреннего водопровода

Конструирование внутреннего водопровода выполняем в такой последовательности:

- на плане типового этажа (рис. 1) размещаем санитарные приборы: стояки холодной воды, которые нумеруются Ст В1-1, . . . , Ст В1-10;
- на плане техподполья (рис.2) отмечаем места всех стояков; наносим положение разводящих линий и магистралей; определяем высотное положение магистрали (например, под потолком техподполья на 0,8м ниже отметки чистого пола 1 этажа); выбираем места расположения ввода и счетчика количества воды;
- вычерчиваем схему сети внутреннего водопровода в аксонометрии (М 1:100 или 1:200) (рис.3). На схеме указываем подводки к санитарным приборам и водоразборной арматуре (на верхних этажах); размещаем запорную арматуру, поливочные краны, на каждом стояке указываем количество водоразборных точек (число приборов), исключая все поливочные краны;
- на генплане (рис.4) наносим положение ввода водопровода, в месте врезки которого в

городскую водопроводную сеть предусматриваем устройство колодца;

- определяем общее число приборов (водоразборных точек в здании  $N_0=93$  и количество проживающих в доме жителей  $U=100$ ). Поливочные краны в расчетное число водоразборных приборов  $N_0$  не включаются, так как они работают кратковременно и только в засушливый период лета.

Аксонметрическая схема вычерчивается без искажения масштаба. Допускается перенос частей схемы на любое свободное поле чертежа. При этом места разрыва обозначаются одними и теми же прописными буквами русского алфавита, а точки разрыва соединяются пунктирной линией. На схеме показываются элементы конструкций здания, через которые проходят трубы водопровода (перекрытия каждого этажа, наружные стены). Высотные отметки приводятся на схеме в метрах с точностью трех десятичных знаков после запятой.

### 3. Гидравлический расчет внутреннего водопровода.

Выбираем расчетное направление (расчетный путь) от врезки ввода в городскую водопроводную сеть до диктующего прибора (наиболее высокорасположенного и удаленного от ввода и требующего наибольшего свободного напора). В нашем примере диктующий прибор – смеситель с душевой сеткой на 5 этаже, Ст В1-1 (см.рис.3).

Расчетный путь разбивается на расчетные участки, то есть на отрезки с постоянным расходом и диаметром трубы. Начало и конец расчетного участка обозначаются цифрами. Подводки к приборам в квартирах принимаем конструктивно диаметром труб 10 мм.

Первый расчетный участок (1-2) назначаем от диктующего прибора до стояка Ст В1-1. Второй участок - от врезки подводки в квартиру на верхнем этаже до врезки в квартиру на нижележащем этаже. Последний (9-10) - от магистрали в техподполье до врезки в городскую водопроводную сеть (ввод внутреннего водопровода). Длина расчетных участков определяется по аксонметрической схеме внутреннего водопровода.

### 4. Определение расчетных расходов, диаметров труб и потерь напора в сети водопровода.

Максимальный секундный расход на расчетном участке сети:

$$q = 5q_0\alpha,$$

где  $q_0 = q_0^c = 0,2$  л/с - для жилых домов с центральным горячим водоснабжением (табл.7);  $q_0 = q_0^c = q_0^{\text{tot}} = 0,3$  л/с - для жилых домов с газовыми водонагревателями.

Вероятность действия приборов в доме определяется один раз на весь дом:

$$P = \frac{q_{\text{hr,u}}^c \cdot U}{q_0 \cdot N_0 \cdot 3600} = \frac{5,6 \cdot 100}{0,2 \cdot 93 \cdot 3600} = 0,00835$$

$$q_{\text{hr,u}}^c = q_{\text{hr,u}}^{\text{tot}} - q_{\text{hr}}^h = 15,6 - 10,0 = 5,6 \text{ л/ч}$$

В зависимости от расчетного расхода  $q$  на участке и принимаемого диаметра трубопровода  $d$ , по табл.9 определяем значение удельных потерь напора  $i$ . Расчет удобно вести в форме таблицы (табл. 1). Максимальный расход на вводе водопровода в дом  $q = 0,845$  л/с.

Потери напора на расчетном участке:

$$H_{l,\text{tot}} = i \cdot l(1 + k_l),$$

где  $k_l = 0,3$ .

Общие потери напора на расчетной длине трубопровода определяем путем суммирования потерь напора на отдельных расчетных участках

$$H_{l,\text{tot}} = \sum H_l = 10,50 \text{ м}$$

### 5. Подбор счетчика количества воды.

Определяем максимальный часовой расход воды:

$$q_{\text{hr}}^c = 0,005 \cdot q_{\text{o,hr}}^c \cdot \alpha_{\text{hr}} = 0,005 \cdot 200 \cdot 1,76 = 1,76 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $q_{\text{o,hr}}^c = 200$  л/ч по табл.7 или прил. 3 [2];

$\alpha_{hr}$ , определяется в зависимости от  $P_{hr}$  и  $N$  по табл.8 или табл.2 прил.4 [2];

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0^c}{q_{0,hr}^c} = \frac{3600 \cdot 0,00835 \cdot 0,2}{200} = 0,030$$

$$P_{hr} \cdot N = 0,031 \cdot 93 = 2,79 \quad \alpha = 1,76$$

По  $q_{hr}^c = 1,76 \text{ м}^3/\text{ч}$  определяем калибр счетчика ВК-20 (см. табл. 11)

Потери напора в счетчике:

$$h = S \cdot q^2 = 5,184 - (0,845)^2 = 3,7 \text{ м}$$

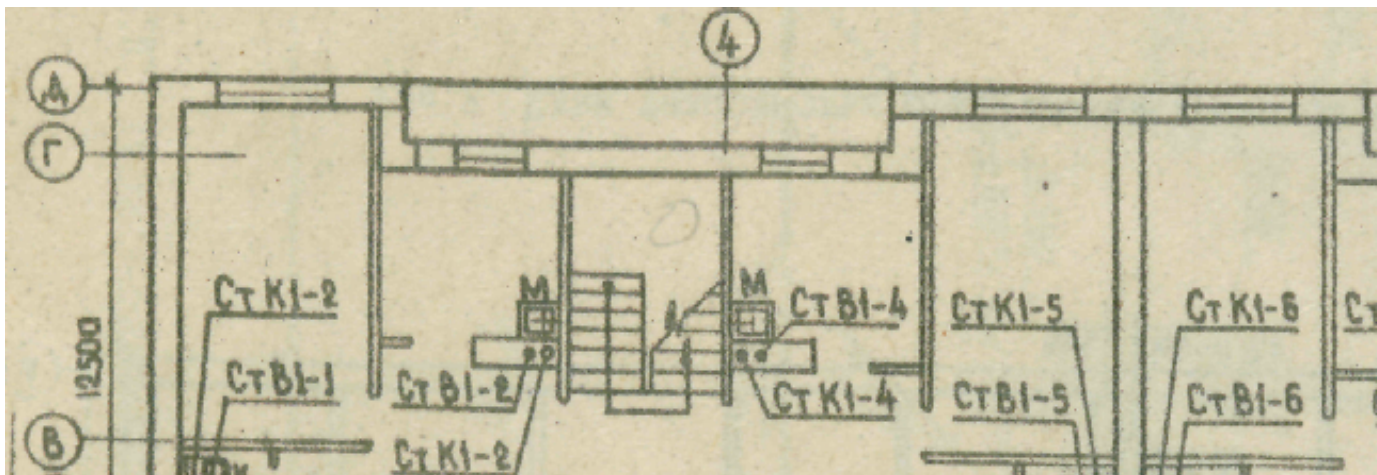
Допускаемые потери напора в крыльчатых счетчиках холодной воды не должны превышать 2,5 м.

Принимаем диаметр счетчика 25 мм, тогда потери напора будут  $h=1,89\text{м}$ , что ниже допустимого (2,5м).

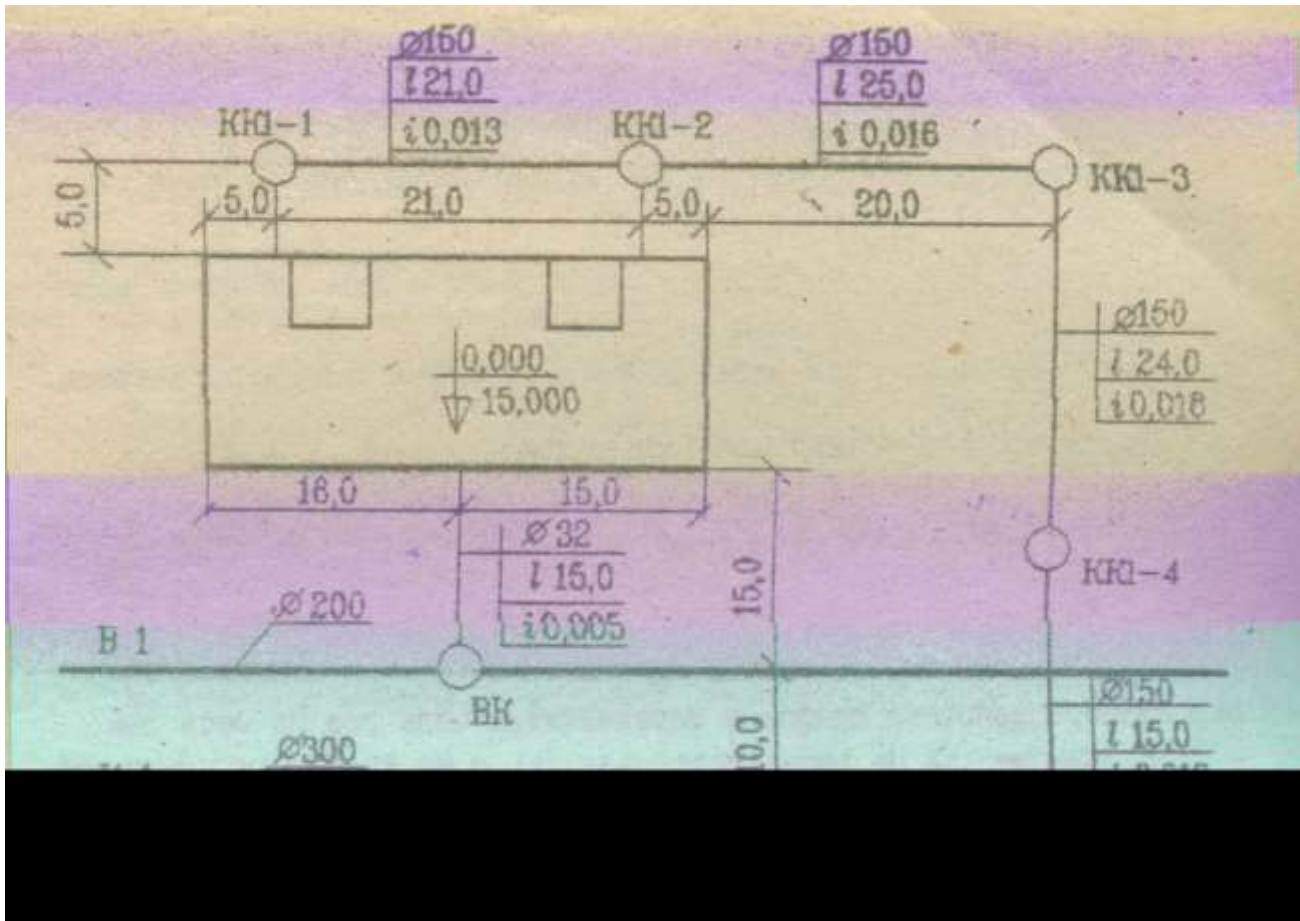
Общие потери напора определяем как сумму потерь в трубопроводе и в счетчике:

$$H_{tot} = H_{l,tot} + h = 10,50 + 1,89 = 12,39\text{м}$$

Рис. 1. План типового этажа







6. Определение требуемого напора внутреннего водопровода в сети.

Требуемый напор в сети:

$$H_{\text{for}} = H_{\text{geom}} + H_{\text{tot}} + H_f$$

где  $H_{\text{geom}} = (n-1)h_s + h_m + (z_1 - z_2) = (5-1) \cdot 3 + 2,15 + (15,0 - 14,3) = 14,85 \text{ м}$

Здесь  $h_m$  – высота установки диктующего прибора (душевой сетки) над уровнем пола (табл.6)

Сравниваем требуемый напор  $H_{\text{for}}$  с заданным наименьшим гарантированным напором в уличной сети  $H_g = 30 \text{ м}$ .

При  $H_f = 3,0 \text{ м}$   $H_{\text{for}} = 14,85 + 12,39 + 3,0 = 30,24 \text{ м}$

Гидравлический расчет считается законченным, если  $H_{\text{for}}$  соответствует условию  $H_g - 1,0 < H_{\text{for}} < H_g + 0,5$ . Во всех других случаях необходимо выполнять корректировку диаметров на отдельных расчетных участках с целью уменьшить или увеличить потери напора в сети или в счетчике. В рассматриваемом примере условие выполнено, и сеть внутреннего водопровода работает только под напором уличной сети.

Таблица 1

## Гидравлический расчет сети внутреннего водопровода

Обозначение расчетных участков	Общее число приборов N	Значения		Расчётный расход $q=5q_0\alpha$ , л/с	Диаметр трубы d, мм	Скорость V, м/с	Длина расчетного участка l, м	Удельные потери напора 1000i	Потери напора на участке H <sub>л</sub> , м
		NP	$\alpha$						
1-2	2	0,018	0,207	0,207	15	1,20	3,0	400	1,560
2-3	4	0,033	0,243	0,243	15	1,48	3,0	466	1,820
3-4	6	0,050	0,273	0,273	20	0,85	3,0	955	0,375
4-5	8	0,067	0,300	0,300	20	0,94	3,0	154,9	0,605
5-6	10	0,084	0,323	0,323	20	1,00	8,7	180	2,030
6-7	15	0,125	0,373	0,373	20	1,15	3,5	236	1,080
7-8	36	0,300	0,534	0,534	25	1,10	6,0	126	0,990
8-9	46	0,384	0,598	0,598	25	1,12	1,0	155,8	0,204
Ввод 9-10	93	0,775	0,845	0,845	32	0,90	20,2	69,9	1,840

Суммарные потери напора  $\Sigma H_l = 10,5$  м.

## 7. Конструирование сети внутренней канализации.

Конструирование сети внутренней канализации выполняем в следующем порядке:

- на плане этажа (на том же чертеже, что и для внутреннего водопровода) размещаем стояки, обозначив по порядку, Ст К1-1 ... СтК1-10 (см. рис. 1);
- на плане техподполья отмечаем положение канализационных стояков; отводные линии от стояков; сборные коллекторы и выпуски (см. рис. 2). Выпуски предусматриваем по одному на каждую секцию здания. В углах поворота потока показываем фасонину (отводы, тройники, крестовины, переходники, прочистки, трапы);
- вычерчиваем аксонометрическую схему по одному канализационному стояку (рис. 5).

На схеме показываем отводные линии от санитарных приборов; фасонину в местах поворота и слияния потоков, гидравлические затворы, ревизии, прочистки, вытяжку на кровлю здания.

Конструктивно подбираем диаметры трубопроводов для отвода сточных вод по прил.2 [2] или табл.5 (от унитаза  $d=85\text{мм}$ , от других санитарных приборов  $d=40\text{мм}$ , стояков  $d=85\text{мм}$ , выпусков  $d=85\text{мм}$ ), назначаем уклоны и показываем на схеме диаметры, уклоны, длины труб, а также отметки на всех углах поворота трубопровода.

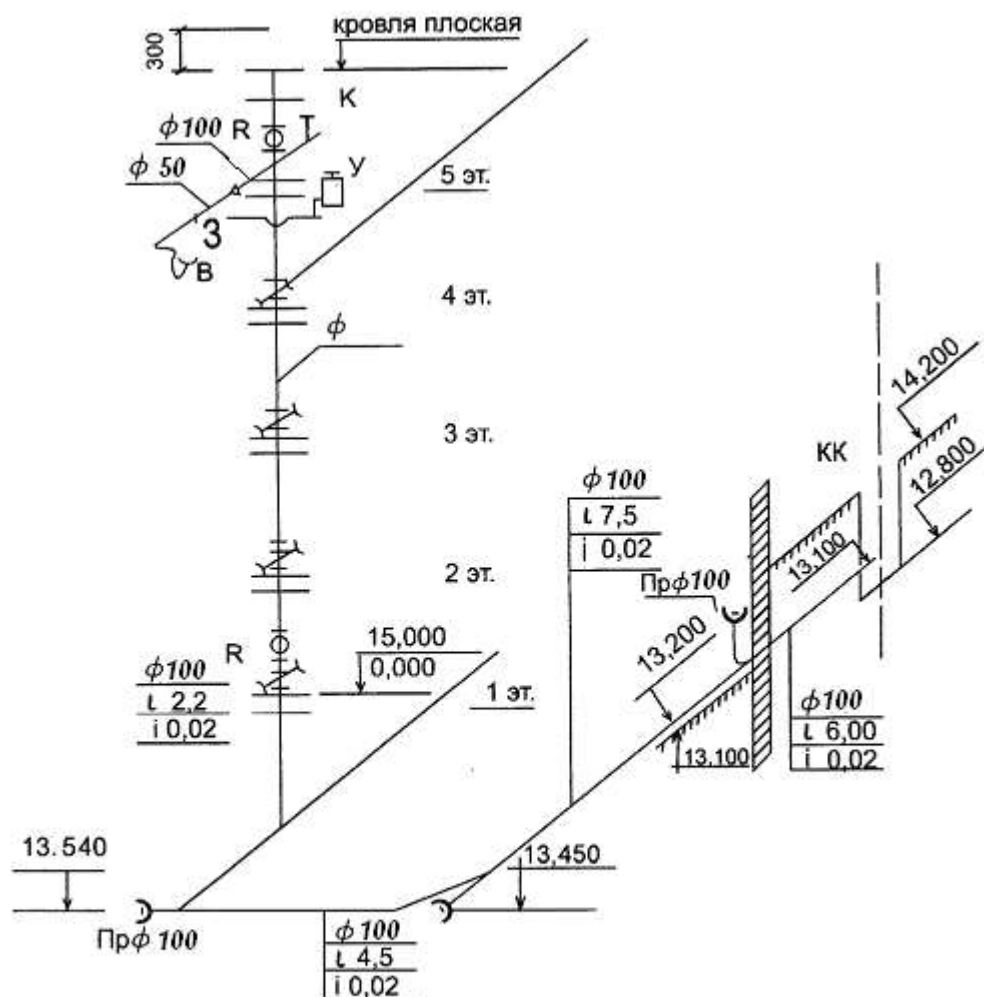


Рис.3. Аксонометрическая схема по канализационному стояку СТ К1-1

## 8. Дворовая канализация и ее поверочный расчет.

Вычерчиваем на генплане положение коллектора дворовой канализации, размещаем смотровые колодцы: поворотные, линейные (через 35м), перепадные, при необходимости и контрольный в месте присоединения дворовой сети к уличной (см. рис. 4);

Определяем расходы сточных вод. На первом участке от КК1 -1 до КК1 -2 идут стоки от санприборов половины дома с расходом

$$q_1^B = q_{8-9} + 1,6 = 0,598 + 1,6 = 2,49 \text{ л/с,}$$

где  $q_{8-9}$  - расход холодной воды в магистральном трубопроводе для водоснабжения

водоразборных точек половины дома. На втором участке от колодца КК1-2 до КК1-5 (ГК) идут стоки от санприбора всего дома с расходом

$$q_2^s = q_{\text{ввод}} + 1,6 = 0,847 + 1,6 = 2,87 \text{ л/с,}$$

где  $q_{\text{ввод}}$  - холодной воды на вводе водопровода.

В колодце КК1-5 (ГК) отметка лотка дворовой канализации выше на 0,24м отметки лотка городской канализационной сети К1.

В смотровом колодце КК1-4 получается перепад на

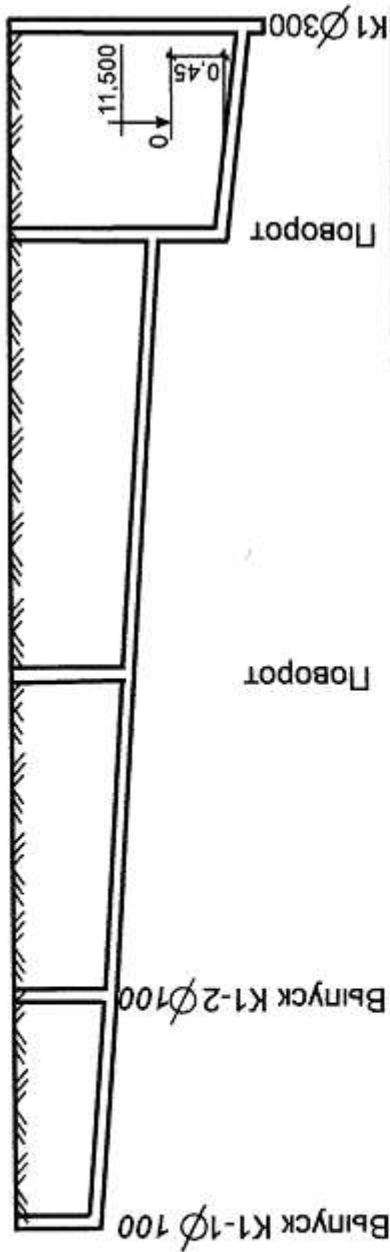
$$11,743 - 10,980 = 0,763\text{м.}$$

Керамические трубы укладываются на естественный утрамбованный грунт, а колодцы имеют фундамент (подготовку и железобетонную плиту).

Таблица 2

### Гидравлический расчет дворовой канализации

Расчётный участок	Расчётный расход, л/с	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Наполнение, Н/d	Уклон, м/м	Длина участка, м	Отметка, м				Глубина заложения	
							земля		ЛОТКИ		В начале	В конце
							В начале	В конце	В начале	В конце		
КК-1	2,49	150	0,66	0,25	0,013	21,0	14,200	14,200	12,800	12,527	1,40	1,63
КК-2	2,87	150	0,74	0,25	0,016	25,0	14,200	14,200	12,527	12,127	1,63	2,07
КК-3	2,87	150	0,74	0,25	0,0,16	24,0	14,200	14,200	12,127	11,743	2,07	2,46
КК-4	2,87	150	0,74	0,25	0,016	15,0	14,200	14,200	10,980	10,740	3,22	3,46 (3,70)



Масштаб:  
 Горизонтальный 1:500  
 Вертикальный 1:100

Отметка лотка трубы, м	14,200	14,200	14,200	14,200	10,740	10,500
Проектная отметка земли	14,200	14,200	14,200	14,200	11,743	10,980
Натурная отметка земли	14,200	14,200	14,200	14,200	12,127	14,200
Материал трубы, диаметр, мм	Керамика, d = 150					
Основание	естественное					
Уклон	0,016					
Длина, м	21,0	64,0	25,0	24,0	15,0	
Расстояние, м	21,0	25,0	25,0	24,0	15,0	
Номера колодцев	КК1-1	КК1-2	КК1-3	КК1-4	КК1-5	(ЛК)
Глубина заложения	1,40	1,63	2,07	2,46	3,22	3,70
Расход, скорость	q=2,49 л/с, V=0,66м/с		q=2,87 л/с,		V=0,74 м/с	

Рис.6. Профиль дворовой канализации.

## Примерный план доклада при защите расчетно-графической работы

1. Цель проектирования
2. Исходные данные для проектирования:  
Характеристика дома и его санитарно-технического благоустройства, число квартир и жильцов, тип горячего водоснабжения.  
Характеристика инженерных сетей на месте застройки: плановое расположение относительно здания, диаметры и глубина заложения, гарантированный напор.  
Природные условия: глубина промерзания грунта, рельеф поверхности и оценка целесообразности планировки строительной площадки.
3. Решение ввода водопровода и размещение водомерного узла.
4. Аксонометрическая схема водопровода, ее назначение и основные результаты гидравлического расчета.
5. Решение выпусков канализации и дворового профиля канализации, пересечение с водопроводом.
6. Поверочный расчет канализации и оценка самоочищающей способности сети.
7. Используемые нормативные документы.

### **II.3. Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям**

Ведущей целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей). Содержанием лабораторных работ могут быть экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Лабораторные работы могут носить репродуктивный, частично - поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично - поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературы и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

Формы организации студентов на лабораторных работах: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Оформление письменного отчета по выполненной работе в соответствии с требованиями. Письменный отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать следующие сведения:

- название работы и сведения об авторе отчета (курс, имя, фамилия);
- цель работы и формулировка используемого метода анализа;
- описание выполнения лабораторных исследований или расчетов;
- список используемой литературы.

Оценки за выполнение лабораторных работ учитывается как показатель текущей успеваемости обучающегося.