

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Устименко Ю.А.
«__» _____ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.31 Водоснабжение и водоотведение**

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**
Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**
Форма обучения: очная
Курс – 3
Семестр – 5
Всего зачетных единиц – 4, часов – 144

Форма отчетности: зачет – 5 семестр

Программу разработал
кандидат технических наук, доцент Кабанова И.А.

Одобрена на заседании кафедры
«26» августа 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А.В.

Смоленск
2021

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Водоснабжение и водоотведение» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Для освоения дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» студент должен обладать базовыми знаниями и умениями, полученными в результате изучения таких дисциплин, как «Гидравлика», «Физика».

В результате изучения дисциплины «Водоснабжение и водоотведение» студенты приобретают знания технических регламентов, ГОСТов, СНиПов и других нормативных документов, закрепляют умения и навыки гидравлических расчетов инженерных сетей, основ проектирования систем водоснабжения и водоотведения, необходимые для изучения дисциплин «Проектирование гражданских зданий», «Проектирование промышленных зданий», «Инженерные сети и оборудование», «Проектная практика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-2 «Способен разрабатывать проект производства работ»	Знать: технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основные положения по организации и управлению строительством; единую систему технологической подготовки производства; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав проекта организации строительства и проекта производства работ; конструктивные схемы зданий и последовательность их возведения, методы расчета конструкций зданий и сооружений. Уметь: разрабатывать проектно-технологическую документацию; пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения. Владеть: навыками подготовки исходных данных для разработки проекта производства работ; разработки проекта производства работ в соответствии с требованиями строительных норм и правил в составе проекта организации строительства; выполнения привязки инвентарных временных зданий; разработка мероприятий по удешевлению строительства;; разработки нормативов на отдельные виды работ, не включенные в действующие справочники для оперативного планирования строительного производства.
ПК-3 «Способен определять потребности в материально-технических и трудовых ресурсах»	Знать: основные положения, нормативные акты, регулирующие строительную деятельность; технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основы документооборота, современные стандарт-ные требования к отчетности; операционные нормы расхода материалов, инструмента, топлива и электроэнергии, затрат труда; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав, требования к оформлению, отчетности, хранению проектно-сметной документации и правила передачи проектно-сметной документации; номенклатуру выпускаемых подсобными

	<p>предприятиями строительной организации изделий и конструкций.</p> <p>Уметь: производить необходимые технические расчеты потребности в материально-технических ресурсах;; рассчитывать пооперационные нормы расхода материалов, инструмента, топлива и электроэнергии, затрат труда; взаимодействовать с другими специалистами строительной организации по вопросам материально-технического снабжения; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов для разработки линейных и сетевых графиков; составлять проект производства работ на основе проекта организации строительства; применять современные информационные технологии при проектировании технологических процессов;.</p> <p>Владеть: навыками расчета потребности в материально-технических ресурсах с применением действующих нормативов, составления сводной ведомости потребности; расчета потребности в трудовых ресурсах с применением действующих нормативов, составление сводной ведомости потребности.</p>
--	---

3. Содержание дисциплины

1. Системы и схемы водоснабжения населенных мест.

Понятие о системе водоснабжения как комплексе сооружений для обеспечения потребителей водой. Основные потребители воды.

Системы и схемы устройства водоснабжения населенных пунктов при использовании поверхностных и подземных источников водоснабжения. Основные элементы систем водоснабжения и их назначение.

Нормы и режим водопотребления. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов воды для различных категорий водопотребителей (суточных, часовых, секундных). Понятие о свободных напорах в водопроводной сети.

Очистка воды. Требования к питьевой воде. Методы механической, химической и бактериологической очистки природных вод. Конструкции очистных сооружений.

Виды водопроводных сетей и область их применения. Понятие о транзитных, удельных, путевых и узловых расходах. Определение расчетных расходов на расчетных участках сети.

Гидравлический расчет разветвленных тупиковых и кольцевых водопроводных сетей железнодорожного водоснабжения. Расчет напорных водоводов.

Прокладка сетей водоснабжения. Испытания и сдача водопроводной сети в эксплуатацию.

2. Внутренний водопровод зданий и сооружений.

Назначение, классификация, основные элементы и схемы внутреннего водопровода. Схемы и правила трассировки сетей, трубопроводы и арматура.

Оборудование водопровода холодной воды. Вводы, водомерные узлы, устройство и принцип действия счетчиков воды. Установки для повышения давления.

Режимы водопотребления, определение требуемых давлений в системе, подбор оборудования.

3. Наружные канализационные сети и сооружения.

Назначение систем водоотведения. Сточные воды и их классификация. Основные элементы системы водоотведения. Общая схема устройства системы водоотведения. Определение расчетных расходов сточных вод.

Трассирование сетей водоотведения. Определение расчетных расходов на конкретных участках сети. Задачи расчета сети. Формулы и таблицы для гидравлического расчета сети. Нормативные требования.

Определение минимальной глубины заложения водоотводящей сети. Максимальная глубина заложения сети. Гидравлический расчет сети. Построение продольных профилей.

Очистка сточных вод. Виды очистки технологические схемы. Обеззараживание и спуск сточных вод в водоем. Охрана окружающей среды от загрязнений.

4. Внутренняя канализация жилых и общественных зданий.

Системы канализации жилых и общественных зданий, ее основные элементы. Конструирование внутренней канализации, правила трассировки сетей и размещения оборудования. Расчет внутренней канализации.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и Темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Системы и схемы водоснабжения населенных мест.	66	16	6	34	10
2	Внутренний водопровод зданий и сооружений.	15	6	4		5
3	Наружные канализационные сети и сооружения.	17	8	4		5
4	Внутренняя канализация жилых и общественных зданий.	11	4	2		5
5	Курсовой проект	35				35
Итого		144	34	16	34	60

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция №1. Понятие о системе водоснабжения как комплексе сооружений для обеспечения потребителей водой. Основные потребители воды.

Лекция №2. Системы и схемы устройства водоснабжения населенных пунктов при использовании поверхностных и подземных источников водоснабжения. Основные элементы систем водоснабжения и их назначение.

Лекция №3. Нормы и режим водопотребления. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов воды для различных категорий водопотребителей (суточных, часовых, секундных). Понятие о свободных напорах в водопроводной сети.

Лекция №4,5. Очистка воды. Требования к питьевой воде. Методы механической, химической и бактериологической очистки природных вод. Конструкции очистных сооружений.

Лекция №6. Виды водопроводных сетей и область их применения. Понятие о транзитных, удельных, путевых и узловых расходах. Определение расчетных расходов на расчетных участках сети.

Лекция №7. Гидравлический расчет разветвленных тупиковых и кольцевых водопроводных сетей. Расчет напорных водоводов.

Лекция №8. Прокладка сетей водоснабжения. Испытания и сдача водопроводной сети в эксплуатацию.

Лекция №9. Назначение, классификация, основные элементы и схемы внутреннего водопровода. Схемы и правила трассировки сетей, трубопроводы и арматура.

Лекция №10. Оборудование водопровода холодной воды. Вводы, водомерные узлы, устройство и принцип действия счетчиков воды. Установки для повышения давления.

Лекция №11. Режимы водопотребления, определение требуемых давлений в системе, подбор оборудования.

Лекция №12. Назначение систем водоотведения. Сточные воды и их классификация. Основные элементы системы водоотведения. Общая схема устройства системы водоотведения. Определение расчетных расходов сточных вод.

Лекция №13. Трассирование сетей водоотведения. Определение расчетных расходов на конкретных участках сети. Задачи расчета сети. Формулы и таблицы для гидравлического расчета сети. Нормативные требования.

Лекция №14. Определение минимальной глубины заложения водоотводящей сети. Максимальная глубина заложения сети. Гидравлический расчет сети. Построение продольных профилей.

Лекция №15. Очистка сточных вод. Виды очистки технологические схемы. Обеззараживание и спуск сточных вод в водоем. Охрана окружающей среды от загрязнений.

Лекция №16,17. Системы канализации жилых и общественных зданий, ее основные элементы. Конструирование внутренней канализации, правила трассировки сетей и размещения оборудования. Расчет внутренней канализации.

Занятия практического типа

Практические занятия.

Практическое занятие №1. Расчет водопотребления различных категорий водопотребителей.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Последовательное взаимное расположение водопроводных сооружений от источника до потребителя
2. В каком случае различные типы водопроводов могут быть объединенными.
3. От чего зависит необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода в производственных зданиях
4. От чего зависят нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения.
5. Определение расчетного расхода воды на пожаротушение в населенном пункте:
6. Как при расчете водопотребления учитывается неравномерный суточный график водопотребления.

Задание для решения на занятии.

Рассчитать водопотребление населенного пункта в соответствии с представленными параметрами.

Число жителей в населенном пункте, чел.	9000
Тип общественного здания	Баня (тип "а" объемом 3000м ³)

Измеритель	200 посетителей
Этажность зданий	3
Степень благоустройства районов жилой застройки	Внутренний водопровод, канализация и ванны с местными водонагревателями
Материал труб магистральных участков	Сталь с внутренним пластмассовым покрытием
Длина водопровода от НС-II до водонапорной башни, м	600
Категория помещений и зданий по пожарной опасности	Г
Степень огнестойкости здания производственного корпуса	II
Объем 1-го производственного корпуса, м ³	90
Объем 2-го производственного корпуса, м ³	Свыше 200
Ширина здания, м	До 60
Площадь территории предприятия, га	До 150
Число рабочих смен	2
Количество рабочих в смену, чел.	400
Расход воды на производственные нужды, $\frac{м^3}{смену}$	600
Количество рабочих в смену, принимающих душ, %	70

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты водопотребления различных групп водопотребителей по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число населенном тыс. чел.	45	28	21	25	9	12	13	17	24	35
Тип общественно о здания	Больница с общими ванными	Прачечная механизированная ванной объемом	Фабрика-кухня (тип «б»), объемом до	Гостиница с общими ванными	Баня (тип «а») объемом	Больница с грязелечебницей	Столовая (тип "а") объемом 5000 м ³	Фабрика-кухня (тип «а») объемом 5000 м ³	Гостиница с общими ванными и	Прачечная механизированная ванной объемом
Измеритель	400 коек	1200кг сухого белья	5000 блюд	400 мест	200 посетителей	75 коек	2000 блюд	3000 блюд	200 мест	700кг сухого белья
Последняя номера зачетной Книжки	1 и 2		3 и 4		5 и 6		7 и 8		9 и 0	
Этажность зданий	5		4		2		3		5	
	Внутренний		Внутренний		Внутренни		Внутренний		Внутренний	

Степень благоустройства районов <small>типой</small>	водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение	водопровод, канализация и ванны с местными водонагревателями	водопровод, канализация без ванны	водопровод, канализация и ванны с местными водонагревателями	водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение
Материал труб магистральных участков	Асбестоцемент	Чугун с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	Пластмасса	Сталь с внутренним пластмассовым покрытием	Чугун с полимерным покрытием, нанесенным методом центрифугирования
Длина водопроводов от НС-Н до водонапорной башни, м	1000	800	500	600	700

Практическое занятие №2. Гидравлический расчет разветвленной сети водоснабжения.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Расчет линейных гидравлических потерь.
2. Расчет потерь на местных сопротивлениях.
3. Определение требуемого напора сети.
4. Выбор диаметров расчетных участков сети с учетом экономического фактора.
5. Построение линии гидравлического уклона сети.

Задание для решения на занятии.

Из открытого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень, по стальному трубопроводу (эквивалентная шероховатость $k_3=0,1$ мм), состоящему из труб различного диаметра d_i различной длины l_i , вытекает в атмосферу вода, расход которой Q , температура $t^\circ\text{C}$ (рис. 1.4.1).

Требуется:

1. Определить скорости движения воды и потери напора (по длине и местные) на каждом участке трубопровода.
2. Установить величину напора H в резервуаре.
3. Построить напорную и пьезометрическую линии на всех участках трубопровода

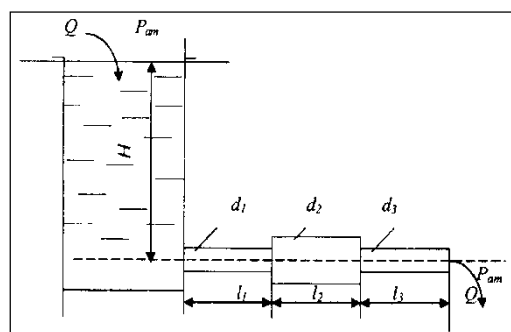


Рис.2

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты гидравлической сети по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , л/с	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,5	5,0
d_1 , мм	20	32	75	32	25	75	100	50	100	50
d_2 , мм	15	50	50	50	50	100	75	100	50	75

d_3 , мм	20	32	25	25	75	50	50	50	100	100
l_1 , м	1,0	2,0	1,5	2,0	3,0	2,5	5,0	4,0	5,0	2,0
l_2 , м	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	5,0	2,5	4,0	5,0	4,0
l_3 , м	1,0	2,0	2,5	3,0	5,0	2,5	5,0	4,0	6,0	6,0
t , °C	10	20	30	40	50	60	40	30	20	10

Практическое занятие №3. Гидравлический расчет кольцевой сети водоснабжения.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Первый и второй законы Кирхгофа для расчета закольцованной гидравлической сети.
2. Особенности расчета закольцованных сетей.
3. Определение увязочного расхода сети.
4. Определение диаметров труб на расчетных участках сети.
5. Определение гидравлического уклона.

Задание для решения на занятии.

Произвести гидравлический расчет двухкольцевой водопроводной сети, питаемой из водопроводной башни, расположенной в точке 1 (рис. 1.4.1), если известны узловые расходы в точках 2, 3, 4, 5, 6 и длины участков кольцевой сети. Местность горизонтальная, трубы чугунные. Свободные напоры в узловых точках сети должны быть не менее $H_{св}$.

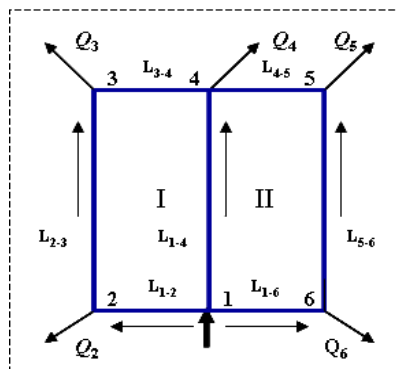


Рис. 3

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты кольцевой сети водоснабжения по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q_2 , л/с	20	22	15	10	24	15	17	12	20	10
Q_3 , л/с	18	15	10	12	10	15	20	30	30	8
Q_4 , л/с	25	16	39	20	15	45	60	50	60	20
Q_5 , л/с	23	26	20	43	35	30	22	40	60	35
Q_6 , л/с	19	15	15	10	18	13	20	12	20	10
L_{1-2} , м	500	600	800	900	500	700	750	500	850	400
L_{2-3} , м	800	900	1000	1200	1000	700	950	1500	1000	600
L_{3-4} , м	500	600	800	900	500	700	750	500	850	400
L_{1-4} , м	800	900	1000	1200	1000	700	950	1500	1000	600
L_{4-5} , м	500	600	800	900	500	700	750	500	850	400
L_{5-6} , м	800	900	1000	1200	1000	700	950	1500	1000	600
L_{1-6} , м	500	600	800	900	500	700	750	500	850	400
$H_{св}$, м	18	22	26	22	18	14	22	26	18	14

Практическое занятие №4. Расчет системы внутреннего холодного водоснабжения.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Определение расхода воды для системы внутридомового водоснабжения.
2. Учет фактора неравномерности водопотребления.
3. Правила установки узлов учета водопотребления.
4. Требования по необходимой величине требуемого напора у потребителей.

Задание 1 для решения на занятии.

Определить максимальный расчетный расход холодной воды q^c , л/с, в системе хозяйственно-питьевого водопровода промышленного предприятия, в едином блоке, которого имеются:

- а) цех с тепловыделениями менее 84 кДж на 1 м³/ч;
- б) бытовые помещения с групповыми душевыми;
- в) столовая с полным циклом приготовления блюд.

В здании имеется централизованная система горячего водоснабжения.

Нормы расхода холодной воды различными потребителями приведены в табл.

Данные табл. 2 взяты из обязательного прил. 3 СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Таблица

Группа	Водопотребители	Измеритель	Нормы расхода воды л	
			В час наибольшего водопотребления $q^{c_{hr,u}}$, л/ч	Расход воды прибором $q^c_{o, л/с}$
I	Административный персонал	1 чел. в смену	2	0,1
I	Работники в цехе (категория «остальные цехи»)	1 чел. в смену	5	0,1
II	Душевые в бытовых помещениях промышленного предприятия	1 душевая сетка в смену	230	0,14
III	Предприятие общественного питания с приготовлением пищи, потребляемой на предприятии	1 условное блюдо	3,3	0,2

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты водопотребления предприятия по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число рабочих в наибольшую смену	200	250	180	300	220	350	280	150	230	400
Число административного персонала в смену	50	60	45	75	55	85	70	40	60	100
Число душевых сеток в бытовых помещениях	55	55	70	80	60	100	80	40	65	110
Среднее количество блюд,готавливаемых за 1 ч в столовой	140	140	170	210	150	240	200	105	160	275
Число санитарных приборов, установленных в здании	70	70	88	106	78	122	98	53	82	140
Число специальных приборов, установленных в столовой	17	17	21	27	18	31	25	14	21	34

Задание 2 для решения на занятии.

Группа однотипных n -этажных жилых зданий снабжается водой из центрального теплового пункта, присоединенного трубопроводом ввода к уличной водопроводной сети.

Холодная вода из уличной сети по вводу поступает в центральный тепловой узел, в котором установлен скоростной водонагреватель. Часть холодной воды проходит через водонагреватель и поступает в горячую систему водоснабжения зданий, другая часть поступает в систему холодного водоснабжения

В каждой квартире установлено четыре водоразборных прибора (умывальник, мойка, ванна с душевой сеткой и унитаз со смывным бачком).

Определить расчетные расходы воды для теплового пункта (на нужды холодного и горячего водоснабжения), подобрать водомер, устанавливаемый на вводе в тепловой пункт, вычислить средний и максимальный часовые расходы горячей воды группой зданий; произвести необходимый расчет и выбрать марку водонагревателя.

Нормативные секундный и часовой расходы воды водоразборным устройством принять:

для варианта 6: общий (холодной и горячей) $q^{tot}_o = 0,2$ л/ч; $q^{tot}_{o,hr} = 100$ л/ч; горячей $q^h_o = 0,14$ л/ч; $q^h_{o,hr} = 60$ л/ч;

для остальных вариантов $q^{tot}_o = 0,3$ л/ч; $q^{tot}_{o,hr} = 300$ л/ч; $q^h_o = 0,2$ л/ч; $q^h_{o,hr} = 200$ л/ч.

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты водопотребления группы водопотребителей по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число однотипных зданий, $n_{зд}$	3	4	5	9	8	10	7	6	5	2
Число этажей $n_{эт}$	12	9	8	5	4	3	5	6	7	14
*Число квартир на этаже $n_{кв}$	4	6	8	8	4	9	10	9	12	6
*Средняя заселенность квартир $U_{чел./кв.}$	3,0	2,5	2,7	3,2	3,5	2,2	2,8	4,0	4,1	3,0
Норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления:										
общая $q_u^{tot}, л$	300	300	300	275	275	230	300	300	300	400
горячей $q_u^h, л$	120	120	120	110	110	100	120	120	120	130
Норма расхода воды в час наибольшего водопотребления:										
общая $q_{hr,u}^{tot}, л$	15,6	15,6	15,6	14,3	14,3	12,5	15,6	15,6	15,6	20,0
горячей $q_{hr,u}^h, л$	10	10	10	9,2	9,2	7,9	10	10	10	10,9
*Начальные и конечные температуры теплоносителя, °С	90 60	130 90	125 85	120 70	110 80	95 55	100 65	115 80	105 75	85 50

Практическое занятие № 5. Гидравлический расчет сети внутреннего холодного водоснабжения.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Определение диаметров труб на расчетных участках сети.
2. Расчет требуемого напора сети внутреннего водоснабжения.
3. Применение повысительных установок в сети внутреннего водоснабжения.
4. Располагаемый напор сети при вводе в здание.
5. Особенности проектирования сети внутреннего водоснабжения высотных зданий.

Задание для решения на занятии.

Рассчитать сеть внутреннего водопровода жилого здания, квартиры которого оборудованы умывальниками, мойками, ваннами с душами (или только душами – варианты 2,5 и 9) и унитазами со смывными бачками (схема водопровода показана на рис. 1).

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить гидравлический расчет внутреннего водопровода здания по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество этажей, $n_{\text{эт}}$	8	4	6	9	5	7	6	8	5	7
* Средняя заселенность квартир $U_{\text{чел./кв}}$	2,5	3,6	3,2	2,3	3	2,8	3,3	3,1	3,4	2,9
Нормы потребления воды:										
общая (холодная и горячая), в сутки наибольшего водопотребления $q^{\text{tot}}_{\text{вл/сут}}$	300	230	275	300	230	300	275	300	230	300
общая, в час наибольшего водопотребления (холодная и горячая) $q^{\text{tot}}_{\text{hr,вл/ч}}$	15,6	12,5	14,3	15,6	12,5	15,6	14,3	15,6	12,5	15,6
холодная $q^c_{\text{hr,вл/ч}}$	5,6	4,6	5,1	5,6	4,6	5,6	5,1	5,6	4,6	5,6
Расход воды прибором:										
общий $q^{\text{tot}}_{\text{o л/с}}$	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
$q^{\text{tot}}_{\text{o,hr л/ч}}$	300	100	300	300	100	300	300	300	100	300
холодной $q^c_{\text{o л/с}}$	0,2	0,14	0,2	0,2	0,14	0,2	0,2	0,2	0,14	0,2
* Высота этажа (от пола до пола), м	2,9	3	2,8	3	2,9	3,1	2,8	2,9	3,2	3,1
Длины участков, м:										
В-1	2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2
1-2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,9	0,8	0,7	0,6
2-3	1	1,2	1,5	1,1	0,9	1,2	0,9	1,4	1,5	1,3
3-4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
a-b	4,2	4,8	4,5	4	3,8	4,7	3,6	4,3	4,6	3,9
b-c, d-e	5,2	6	6,5	7	5,5	7,4	8,5	6,7	8,2	8
c-d, e-f	8	9,2	7,5	8,3	7,2	10,5	8,7	7	9,4	8,5
f-g	7,2	6,8	9,4	7,5	8,3	8	9,2	9	7,3	8,5
Ввод	19	21	25	32	18	23	20	17	22	31
* Разность отметок пола первого этажа V_1 и уровня земли V_0 в месте присоединения ввода к уличной водопроводной сети ($V_1 - V_0$), м	1,2	1,4	1	0,9	0,8	1,3	1,1	0,9	1,2	1,5
* Гарантийный напор в городском водопроводе, м в.ст. $H_{\text{гар}}$	38	22	30	45	26	34	32	40	28	36

Здание оборудовано централизованной системой горячего водоснабжения с приготовлением горячей воды в водонагревателе, расположенном в подвале.

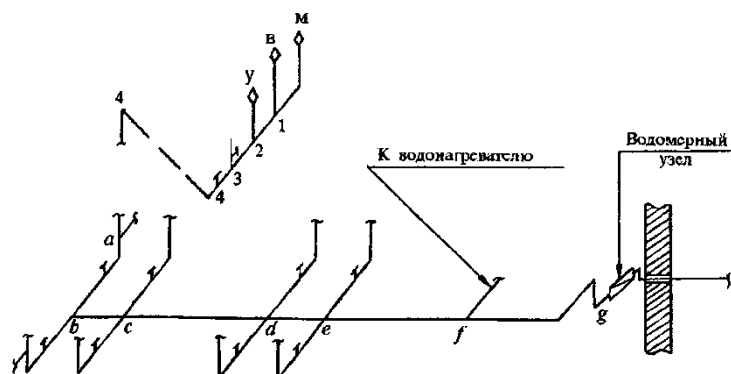


Рис. 1

Практическое занятие №6. Определение расчетных расходов производственно-бытового водоотведения.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Классификация сточных вод и виды сетей водоотведения.
2. Определение расхода сточных вод.
3. Особенности проектирования сетей водоотведения.

Задание для решения на занятии.

Произвести расчет расхода сточных вод дворовой канализационной сети, отводящей сточные воды от жилого здания в городскую сеть, согласно заданному варианту генплана.

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты расходов сточных вод жилого здания по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вариант генплана дворовой канализации	3	1	2	1	3	2	3	1	3	1
*Число водоразборных приборов в здании N	192	216	336	256	160	216	64	200	108	336
*Число жителей U	144	146	286	160	124	178	51	175	95	235
*Норма расхода холодной и горячей воды в час наибольшего водопотребления $q^{tot}_{hr, \text{чЛ}}$	14,3	15,6	20	15,6	15,6	15,6	12,5	15,6	14,3	15,6
Отметка поверхности земли	39	41	55	43	45	53	48	51	49	57
Отметка лотка трубы дворовой канализационной сети в первом колодце	37,5	39,4	53,3	41,3	43,2	51,2	46,1	49	46,9	54,8
Отметка лотка трубы городской канализации	36	38	51	39	42	50	45	48	46	54
Длины участков:										
$l_1, \text{ м}$	18	20	12	24	22	9	23	25	21	15
$l_2, \text{ м}$	14	9	12	12	15	9	13	8	16	11
$l_3, \text{ м}$	-	12	10	14	-	9	-	13	-	15
$l_4, \text{ м}$	-	-	14	-	-	11	-	-	-	-

Практическое занятие №7. Гидравлический расчет производственно-бытовой водоотводящей сети.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Основные расчетные формулы для расчета самотечной системы водоотведения.
2. Определение гидравлического уклона для самотечной системы.
3. Построение профиля прокладки труб системы водоотведения.

Задание для решения на занятии.

Произвести гидравлический расчет дворовой канализационной сети, отводящей сточные воды от жилого здания в городскую сеть, согласно заданному варианту генплана по параметрам практического задания б; построить профиль прокладки сети.

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить гидравлический расчет дворовой канализационной сети по вариантам практического задания №б в соответствии с рассмотренной методикой.

Практическое занятие № 8. Режимы работы гидравлической сети водоснабжения.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Устойчивые работы работы гидравлической се ти водоснабжения.
2. Определение предельно допустимых параметров при работе сети водоснебжения.
3. Гидравлический удар в системах водоснабжения.

Задание для решения на занятии.

По стальному трубопроводу длиной L , диаметром d и толщиной стенок δ перекачивается вода с расходом Q (рис. 1.6).

Требуется:

1. Определить повышение давления в трубопроводе, если время закрывания задвижки равно T_3 .
2. Найти максимально допустимое давление для данного трубопровода, если допустимое напряжение стенок на разрыв $\sigma_{\text{доп}}=50$ МПа.
3. Исходя из максимально допустимого повышения давления, определить минимально допустимое время закрытия задвижки.

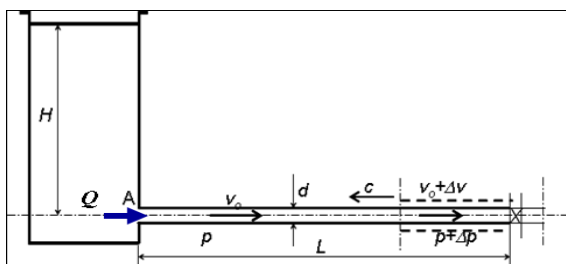


Рис. 1.6

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить расчеты режима работы сети водоснабжения по вариантам в соответствии с рассмотренной методикой.

Исходные данные	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	50	100	125	150	200	250	300	350	400	450
δ , мм	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	10,0
Q , л/с	4	10	20	30	40	70	100	140	180	230
L , м	250	500	600	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
T_3 , с	1	2	2,5	3	3,5	3	2,5	2	1	1,5

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. Практическое приложение уравнения Бернулли. (2 часа)

Цель работы

Рассмотреть вопросы практического применения уравнения Бернулли к гидравлическому расчету сети водоснабжения

Практические задания

1. Изучить теоретический материал по данной теме работы.
2. Для предложенного варианта участка сети водоснабжения необходимо:
 - определить диаметр трубы, необходимый для пропуска заданного расхода воды;
 - определить гидравлический уклон на участке трубы;
 - построить линию падения напора по длине трубопровода.
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости.
2. Гидравлические элементы потока жидкости. Гидравлический, пьезометрический и геометрический уклон.
3. Классификация гидравлических сопротивлений.
4. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления.

5. Формулы Дарси и Вейсбаха для вычисления гидравлических потерь.
6. Основные типы местных гидравлических сопротивлений.
7. Основные задачи расчета трубопроводных систем.

Лабораторная работа №2. Определение геометрической высоты всасывания насосов. (2 часа)

Цель работы

Рассмотреть вопрос определения местоположения насосного оборудования для подачи воды потребителям.

Практические задания

1. Изучить теоретический материал по данной теме работы.
2. Для предложенного варианта гидравлической сети определить величину геометрической высоты всасывания для обеспечения надежной работы насосного оборудования
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Основные задачи расчета трубопроводных систем.
2. Построение пьезометрических графиков при расчете трубопроводных систем.
3. Определение потерь напора на трение по длине потока и на местных сопротивлениях.
4. Определение потерь напора в гидравлически коротком трубопроводе.
5. Расчет элементов сложного трубопровода.

Лабораторная работа №3. Защита лабораторных работ. (2 часа)

Защита лабораторных работ предусматривает ответы на приведенные контрольные вопросы к лабораторным работам №1-2, а также могут быть предложены вопросы в виде тестов.

Лабораторная работа №4. Основные характеристики насосного оборудования. Параллельное и последовательное включение насосов в сети. (2 часа)

Цель работы

Рассмотреть особенности работы насосного оборудования на заданные параметры гидравлической сети.

Практические задания

1. Изучить теоретический материал по данной теме работы.
2. Для заданной характеристики сети и различных параметрах рабочей точки оценить возможность и варианты установки насосного оборудования с заданными основными рабочими характеристиками.
3. Построить суммарную напорную характеристику при установке насосов последовательно.
4. Построить суммарную напорную характеристику при установке насосов параллельно.
5. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Поясните рабочий процесс центробежного насоса.
2. Какие факторы влияют на действительную подачу насоса?
3. Основные характеристики центробежных насосов.
5. Условия работы насоса на сеть.
6. Понятие рабочей точки.
7. Параллельное и последовательное соединение насосов.

Лабораторная работа №5. Защита лабораторных работ. (2 часа)

Защита лабораторной работы предусматривает ответы на приведенные контрольные вопросы к лабораторной работе №4, а также могут быть предложены вопросы в виде тестов.

Лабораторная работа №6. Определение узловых, путевых и расчетных расходов воды на участках сети. (2 часа)

Цель работы

Рассмотреть методику и получить практические навыки расчета узловых, путевых и расчетных расходов воды на участках закольцованных сетей водоснабжения.

Практические задания

1. Изучить теоретический материал по данной теме работы.
2. Для заданной кольцевой схемы водопроводной сети и параметров по водопотреблению определить узловые, путевые и расчетные расходы воды на отдельных участках сети.
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Определение расчетных расходов воды систем водоснабжения.
2. Транзитные, удельные, путевые и узловые расходы.
3. Законы Кирхгоффа для расчета гидравлических сетей водоснабжения.
4. Задачи гидравлического расчета водопроводных сетей.

Лабораторная работа №7. Практические методы расчета кольцевых водопроводных сетей. (2 часа)

Цель работы

Рассмотреть методику и получить практические навыки расчета кольцевых схем гидравлических сетей водоснабжения.

Практические задания

1. Изучить теоретический материал по данной теме работы.
2. Для заданной кольцевой схемы водопроводной сети и параметров по распределению расходов воды по участкам выполнить гидравлический расчет сети и определить требуемый напор в диктующей точке сети.
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Определение диаметров труб с учетом экономических факторов.
2. Особенности расчета закольцованных гидравлических сетей.
3. Второй закон Кирхгоффа для расчета закольцованных гидравлических сетей
4. Расчет потерь напора на закольцованных участках сложного трубопровода.
5. Определение диаметра трубопровода, необходимого для пропускания заданного расхода воды.

Лабораторная работа №8. Защита лабораторных работ. (2 часа)

Защита лабораторных работ предусматривает ответы на приведенные контрольные вопросы к лабораторным работам №6-7, а также могут быть предложены вопросы в виде тестов.

Лабораторная работа № 9. Выбор основного оборудования станций 1 и 2 подъема. (2 часа)

Цель работы

Рассмотреть методику определения параметров и практического подбора оборудования насосных станций 1 и 2 подъема систем водоснабжения.

Практические задания

1. Изучить теоретический материал по данной теме работы.
2. Для заданных параметров работы сети необходимо:
 - определить требуемый напор сети с учетом дополнительных элементов системы;
 - определить режим работы насосной станции;
 - по каталогам фирм-изготовителей насосного оборудования подобрать комплект насосов для насосной станции.
3. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Насосно-силовая установка, ее основные параметры и их определение. Подбор насосов и двигателей.
2. Характеристики центробежных насосов, совместная работа центробежного насоса и трубопровода. Рабочая точка насоса.
3. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов, построение их суммарных характеристик.

Лабораторная работа №10. Защита лабораторных работ. (2 часа)

Защита лабораторной работы предусматривает ответы на приведенные контрольные вопросы к лабораторной работе №9, а также могут быть предложены вопросы в виде тестов.

Лабораторная работа №11. Виртуальная работа «Аппроксимация характеристик насоса по методу наименьших квадратов». (4 часа)

Цель работы

При проведении работы студенты подробно знакомятся с одним из методов аппроксимации, методом наименьших квадратов (МНК).

Практические задания

1. Изучить указания к выполнению данной лабораторной работы.
2. Подготовить исходные данные в соответствии с заданным вариантом, записав их в файл.
3. Провести вычисление на ЭВМ.
4. Получить графическое отображение характеристики на экране дисплея.
5. Провести анализ полученных результатов расчета.
6. Оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Матричное представление и решение систем линейных уравнений.
2. Алгоритм обращения матриц.
3. Алгоритм решения систем линейных уравнений методом Гаусса.
4. Модификация метода Гаусса с выбором главного элемента.
5. Постановка задачи интерполирования функций, интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона.
6. Методы построения аналитических зависимостей: метод выбранных точек, метод средних отклонений, метод наименьших квадратов.

Лабораторная работа №12. Виртуальная работа «Расчет и аппроксимация характеристики гидравлической сети». (4 часа)

Цель работы

Определить характеристику водопроводной сети при движении жидкости в системе последовательно соединенных стальных трубопроводов.

Практические задания

1. Изучить указания к выполнению данной лабораторной работы.

2. Вывести формулы и определить необходимые данные для построения зависимости $h_{\text{сети}} = f(Q)$.

3. Провести расчеты на ЭВМ.

4. Обработать результаты и оформить отчет .

Контрольные вопросы

1. Уравнение неразрывности для гидравлической сети.

2. Уравнение Бернулли для гидравлической сети.

3. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.

4. Построение пьезометрических графиков для гидравлических сетей.

5. Гидравлический расчет трубопроводов:

- определение потерь трения,

- определение местных потерь,

- построение гидравлической характеристики сети.

Лабораторная работа №13. Виртуальная работа «Определение параметров рабочей точки насосной установки». (4 часа)

Цель работы

Определить рабочую точку насосной установки, используя результаты расчетов лабораторных работ №11 и №12. Для решения системы нелинейных уравнений применить метод Ньютона.

Практические задания

1. Изучить указания к выполнению данной лабораторной работы.

2. Изучить теоретические основы решения систем нелинейных уравнений.

3. Провести расчеты на ЭВМ.

4. Обработать результаты и оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Методы решения систем нелинейных уравнений: метод итераций, метод хорд, метод Ньютона.

2. Построение пьезометрических графиков для гидравлических сетей.

3. Построение характеристики насосной установки.

4. КПД насосной установки.

5. Параллельная и последовательная работа насосов.

Лабораторная работа №14. Защита лабораторных работ. (2 часа)

Защита лабораторных работ предусматривает ответы на приведенные контрольные вопросы к лабораторным работам №11-13, а также могут быть предложены вопросы в виде тестов.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в печатном виде: Кабанова И.А., Дюндин А.В. Водоснабжение и водоотведение: методические указания к лабораторным работам для студентов направления подготовки 408.03.01 «Строительство». – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2017.- 28 с.

Самостоятельная работа

1) Подготовка к практическим занятиям включает в себя подготовку ответов на теоретические вопросы к практическим занятиям и самостоятельное решение задач по теме занятия (приведены в планах практических занятий).

Методические рекомендации для студентов по подготовке к практическому занятию. Подготовка к практическим занятиям предполагает подготовку студентом ответов на теоретические вопросы и выполнение практических заданий для самостоятельной работы (решение задач по теме занятия). Перечень вопросов для подготовки к занятию и задания для самостоятельной работы приведены в планах

практических занятий. Выполнение студентами данного вида самостоятельной работы проверяется преподавателем на соответствующем практическом занятии.

1) Изучите материал, соответствующий теме практического занятия, по конспекту соответствующей лекции и одному из учебников, предложенному в списке основной литературы.

2) Найдите в тексте учебника и конспекте лекций ответы на вопросы для подготовки к занятию. Рекомендуется составить краткий конспект по каждому из вопросов.

3) Выучите основные понятия и определения, законы и формулы, соответствующие теме практического занятия.

4) Выполните практические задания, предложенные для самостоятельной работы по теме данного занятия.

2) Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ.

Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям. Подготовка к лабораторным занятиям включает в себя изучение теоретического материала по теме занятия, подготовку ответов на вопросы к защите лабораторной работы, а также, в случае необходимости, обработку результатов измерений и вычисление погрешностей. Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы приведены в планах лабораторных занятий. Выполнение студентами данного вида самостоятельной работы проверяется преподавателем на соответствующем лабораторном занятии.

Выполнение лабораторной работы включает в себя три основных этапа:

1) *Самостоятельная подготовка студента к выполнению лабораторной работы.*

На данном этапе студент самостоятельно изучает методические указания по выполнению лабораторной работы, учебную литературу по теме лабораторной работы, выполняет заготовку отчета и изучает экспериментальную установку, приборы и оборудование.

2) *Выполнение лабораторной работы (проведение эксперимента) и обработка экспериментальных данных.* На данном этапе студент получает допуск к выполнению лабораторной работы и проводит эксперимент, заносит полученные данные в заготовку отчета. Все проведенные измерения обязательно проверяются преподавателем, который отмечает их правильность своей подписью в отчете. Затем студент самостоятельно проводит необходимую математическую обработку результатов эксперимента и на основании полученных данных делает вывод о достижении цели лабораторной работы.

3) *Защита лабораторной работы* включает в себя проверку преподавателем письменного отчета студента о выполненной лабораторной работе, а также беседу преподавателя со студентом по вопросам, касающимся теории изучаемого явления, методики проведения эксперимента, обработки полученных экспериментальных данных.

3) Самостоятельное изучение прикладных вопросов курса:

1. Учет фактора неравномерного водопотребления при проектировании систем водоснабжения.
2. Основное и вспомогательное оборудование систем водоснабжения.
3. Методы водоочистки для хозяйственно-питьевой воды.
4. Основные методы и оборудование по очистке сточных вод.
5. Гидравлический удар в трубах и способы борьбы с ним.

Ответы на вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, оформляются студентом в виде конспекта. Конспекты проверяются преподавателем во время практических и лабораторных занятий по соответствующей теме.

4) Методические рекомендации по подготовке и выполнению курсового проекта:

1. Выполнению курсового проекта должно предшествовать изучение

соответствующих разделов дисциплины "Водоснабжение и водоотведение".

2. При принятии технических решений и выполнении расчетов студенты должны руководствоваться исходными данными согласно варианту задания и строительными нормами и правилами (официальные издания СНиП, СП по проектированию систем водоснабжения и водоотведения).

3. Объем и последовательность расчетов в курсовом проекте приведены в методических указаниях к выполнению курсового проекта.

4. Успешное выполнение и защита курсового проекта является одним из основных условий допуска к сдаче зачета по дисциплине.

Задание и методические материалы для выполнения курсового проекта приведены в печатном издании: Кабанова И.А., Дюндин А.В. Водоснабжение и водоотведение: методические указания к курсовому проекту для студентов направления подготовки 408.03.01 «Строительство». – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2017.- 44 с.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

В курсовом проекте необходимо определить расчетный расход воды по различным категориям водопотребителей и неравномерного графика водопотребления, при этом рассмотреть совмещенную систему водоснабжения с учетом нагрузки противопожарного водоснабжения. Выполнить гидравлический расчет кольцевой сети водоснабжения, выбрать основное оборудование насосных станций первого и второго подъема, рассчитать и подобрать из справочных данных резервуары чистой воды и водонапорную башню.

При расчете системы внутреннего холодного водоснабжения одного из жилых зданий необходимо выполнить гидравлический расчет сети и выбрать соответствующее оборудование (насос, водомер).

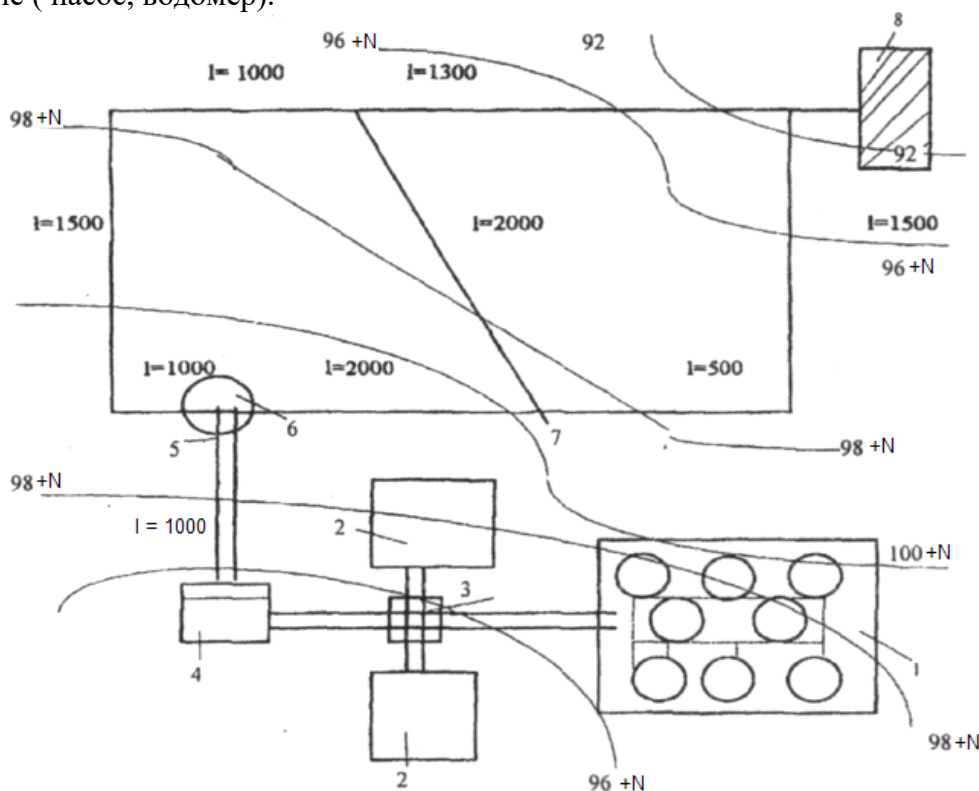


Рис П.1. Схема хозяйственно-противопожарного водопровода поселка и предприятия
1 - санитарная зона артезианских скважин; 2 - резервуары чистой воды; 3 – камера переключения; 4 - насосная станция II подъема; 5 - водопроводы; 6 – водонапорная башня; 7 - водопроводная сеть поселка; 8 – предприятие

N – номер варианта (соответствует последней цифре номера зачетной книжки), для нечетных вариантов размещение предприятия оставить в соответствии с рисунком, для четных вариантов предприятие перенести в противоположный угол по горизонтали.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Исходные данные для первой части расчета и проектирования системы водоснабжения населенного пункта и промышленного предприятия выбираются по двум последним цифрам номера зачётной книжки учащегося из табл. П.1, П.2

Таблица П.1 - Исходные данные по населенному пункту

Предпоследняя цифра зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число населенного пункта тыс. чел.	45	28	21	25	9	12	13	17	24	35
Тип общественного здания	Больница с общими ванными и туалетом	Прачечная механизированная	Фабрика-кухня (тип «б»)	Гостиница с общими ванными	Баня (тип «а»)	Больница с грязелечебницей	Столовая (тип «а»)	Фабрика-кухня (тип «а»)	Гостиница с общими ванными и туалетом	Прачечная механизированная
Измеритель	400 коек	1200 кг сухого белья	5000 блюд	400 мест	200 посетителей	75 коек	2000 блюд	3000 блюд	200 мест	700 кг сухого белья
Последняя номера зачетной Книжки	1 и 2		3 и 4		5 и 6		7 и 8		9 и 0	
Этажность зданий	5		4		2		3		5	
Степень благоустройства районов жилой	Внутренний водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение		Внутренний водопровод, канализация и ванны с местными водонагревателями		Внутренний водопровод, канализация без ванны		Внутренний водопровод, канализация и ванны с местными водонагревателями		Внутренний водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение	
Материал труб магистральных участков	Асбестоцемент		Чугун с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования		Пластмасса		Сталь с внутренним пластмассовым покрытием		Чугун с полимерным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	
Длина водопровода	1000		800		500		600		700	

дов от НС-Н до водонапорной башни, м										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица П.2

Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория по- мещений и зданий по пожарной Опасности	А	Б	В	Г	Д	В	Б	Г	Д	В
Степень огне- стойкости здания производствен- ного корпуса	І	ІІ	ІІ	ІІІ	ІV	ІІІ	ІІ	ІІ	ІІІ	І
Объем зданий*.	200 свыш е 400	200 до 300	100 до 200	90 до 200	20 до 50	300 до 200	100 свыш е 200	90 свыш е 200	400 до 500	400 до 600
Ширина здания, м	Более 60	Более 60	До 60	До 60	До 60	До 60	До 60	До 60	Более 60	Более 60
Площадь терри- тории предпри- ятия, га	Свыш е 150	Свы- ше 150	До 150	До 150	До 150	До 150	До 150	До 150	Свы- ше 150	Свы- ше 150
Число рабочих смен	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3
Количество ра- бочих в смену, чел.	500	400	300	350	200	300	500	400	600	700
Расход воды на производствен- ные нужды, м ³ /смену	600	500	400	300	350	200	500	600	700	800
Количество ра- бочих в смену, принимающих	100	90	80	70	90	50	60	70	80	100

* В графе «Объем зданий» первая цифра - объем первого производственного корпуса, а вторая -- объем второго производственного корпуса.

Исходные данные для второй части курсового проекта.

Рассчитать сеть внутреннего водопровода жилого здания, квартиры которого оборудованы умывальниками, мойками, ваннами с душами (или только душами — варианты 2,5 и 9) и унитазами со смывными бачками (схема водопровода показана на рис. П.2).

Здание оборудовано централизованной системой горячего водоснабжения с приготовлением горячей воды в водонагревателе, расположенном в подвале. Данные для расчета приведены в таблице П.3.

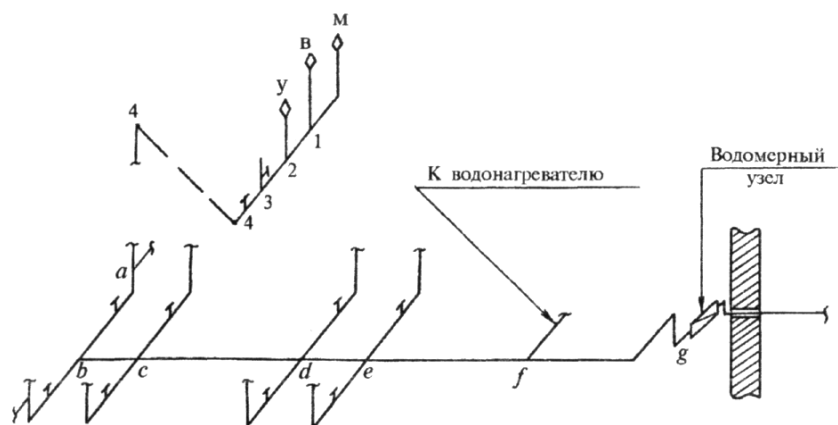


Рис. П.2. Схема внутримодовой системы холодного водоснабжения.

Таблица П.3. – Исходные данные для 2 части КП.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
*Средняя заселенность квартиры Учел./кв.	2,5	3,6	3,2	2,3	3	2,8	3,3	3,1	3,4	2,9
Нормы потребления воды										
общая (холодная и горячая), в сутки наибольшего водопотребления $q_{\text{вл}}^{\text{tot}}/\text{сут}$	300	230	275	300	230	300	275	300	230	300
общая, в час наибольшего водопотребления (холодная и горячая) $q_{\text{hr,вл}}^{\text{tot}}/\text{ч}$	15,6	12,5	14,3	15,6	12,5	15,6	14,3	15,6	12,5	15,6
холодная $q_{\text{hr,вл}}^c$	5,6	4,6	5,1	5,6	4,6	5,6	5,1	5,6	4,6	5,6
Расход воды прибором										
общий $q_{\text{o}}^{\text{tot}}/\text{л/с}$	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
$q_{\text{o,hr}}^{\text{tot}}/\text{л/ч}$	300	100	300	300	100	300	300	300	100	300
холодной $q_{\text{o}}^c/\text{л/с}$	0,2	0,14	0,2	0,2	0,14	0,2	0,2	0,2	0,14	0,2
* Высота этажа (от пола до пола), м	2,9	3	2,8	3	2,9	3,1	2,8	2,9	3,2	3,1

Продолжение табл.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Длины участков, м										
B-1	2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2	2,1	2	2,2

1–2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,9	0,8	0,7	0,6
2–3	1	1,2	1,5	1,1	0,9	1,2	0,9	1,4	1,5	1,3
3–4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,7
a–b	4,2	4,8	4,5	4	3,8	4,7	3,6	4,3	4,6	3,9
b–c, d–e	5,2	6	6,5	7	5,5	7,4	8,5	6,7	8,2	8
c–d, e–f	8	9,2	7,5	8,3	7,2	10,5	8,7	7	9,4	8,5
f–g	7,2	6,8	9,4	7,5	8,3	8	9,2	9	7,3	8,5
Ввод	19	21	25	32	18	23	20	17	22	31
* Разность отметок пола первого этажа Δ_1 и уровня земли Δ_0 в месте присоединения ввода к уличной водопроводной сети ($\Delta_1 - \Delta_0$), м	1,2	1,4	1	0,9	0,8	1,3	1,1	0,9	1,2	1,5
* Гарантийный напор в городском водопроводе, м в. ст. $H_{гар}$	38	22	30	45	26	34	32	40	28	36

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1. Ответ на теоретический вопрос на практическом занятии (перечень теоретических вопросов к каждому занятию приведен в планах практических занятий).

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина ответа (усвоенные теории, понятия, факты и пр.)	1
2) Сознательность ответа (понимание излагаемого материала)	1
3) Логика изложения материала (умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией)	1
4) Умение приводить примеры использования описанных явлений, теорий и устройств в технической гидравлике	1
5) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	0,5
6) Наличие конспекта ответа на вопрос	0,5
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

2. Решение задач для самостоятельной работы (перечень задач для самостоятельной работы к каждому занятию приведен в планах практических занятий)

Критерии оценивания задач для самостоятельного решения

Показатель	Количество баллов
Представлен анализ ситуации	1
Приведены основные понятия, теории, на которых основывается решение проблемы	1

Проведены необходимые вычисления и получен правильный результат	1
Представлен анализ результата	1
Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

3. Подготовка конспекта по прикладным вопросам курса (перечень вопросов курса, выносимых на самостоятельное изучение, приведен в разделе «Самостоятельная работа»).

Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств в системах водоснабжения и водоотведения	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

Оценка «зачтено» - 3 балла и более; оценка «не зачтено» - менее 3 баллов.

4. Выполнение и защита лабораторной работы (задания к лабораторным занятиям и вопросы для защиты приведены в планах лабораторных занятий)

Критерии оценивания лабораторной работы

По результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «зачтено»** при выполнении следующих условий:

- 1) самостоятельное выполнение заданий;
- 2) наличие самостоятельно подготовленного отчета по установленной форме, в котором отражены результаты вычислений, в том числе погрешностей (при необходимости), а также представлены графики в соответствии с заданиями к лабораторной работе;
- 3) правильные ответы на все контрольные вопросы к данной лабораторной работе.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов по результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «не зачтено»**.

5. Проверочная работа №1 «Системы и схемы водоснабжения населенных мест» (по вариантам в виде ответов на вопросы тестов)

Вариант №1

1. Что называется плотностью жидкости?
 - 1) Вес жидкости в единице объема;
 - 2) Отношение объема жидкости к ее весу;
 - 2) Отношение объема жидкости к ее массе;
 - 4) Масса жидкости в единице объема.

2. Какое из этих утверждений правильно?
 - 1) Центр давления никогда не совпадает с центром тяжести смоченной поверхности стенки;

- 2) Центр давления всегда расположен ниже центра тяжести смоченной поверхности стенки;
- 3) Центр давления расположен выше центра тяжести смоченной поверхности стенки;
- 4) Центр давления расположен ниже центра тяжести смоченной поверхности стенки за исключением горизонтальной плоской стенки, когда они совпадают.

3. Как определяется средняя скорость движения потока в рассматриваемом сечении напорного трубопровода?

$$1) v = \frac{d}{Q};$$

$$2) v = \frac{Q}{d};$$

$$3) v = \frac{Q}{\omega};$$

$$4) v = \frac{\omega}{Q};$$

Q - расход жидкости; d - диаметр трубопровода; ω - площадь живого сечения потока.

4. Удельная кинетическая энергия в уравнении Бернулли для потока несжимаемой жидкости выражается членами?

$$1) Z;$$

$$2) \frac{p}{\rho g};$$

$$3) Z + \frac{p}{\rho g};$$

$$4) \frac{\alpha v^2}{2g}.$$

5. Число Рейнольдса для круглых труб определяется по формуле?

$$1) Re = \frac{Q\omega}{v};$$

$$2) Re = \frac{Qd}{v};$$

$$3) Re = \frac{v \cdot \omega}{v};$$

$$4) Re = \frac{v \cdot d}{v};$$

Q - расход жидкости; ω - площадь живого сечения потока; v - кинематический коэффициент вязкости жидкости; v - средняя скорость движения потока; d - диаметр трубопровода.

6. Какие трубы называются гидравлически гладкими?

- 1) Трубы с абсолютно гладкими стенками;
- 2) Трубы, в которых наблюдается ламинарный режим движения жидкости;
- 3) Трубы, высота выступов шероховатости стенок которых меньше толщины пограничного слоя;

4) Трубы, у которых высота выступов шероховатости стенок примерно равна толщине толщины пограничного слоя.

7. Потеря напора на внезапное расширение трубопровода определяется по формуле?

$$1) h_{г.р.} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{\rho g};$$

$$2) h_{г.р.} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g};$$

$$3) h_{г.р.} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g};$$

$$4) h_{г.р.} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{\rho g}.$$

v_1 – скорость движения потока до расширения; v_2 – скорость движения потока после расширения; ρ – плотность жидкости; g – ускорение силы тяжести.

8. При увеличении диаметра отверстия в два раза, расход при истечении из отверстия при том же напоре увеличится?

- 1) в 2 раза;
- 2) в 4 раза;
- 3) в 1,5 раза;
- 4) в 8 раз.

9. При подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам 1, 2, и 3 общая потеря напора в них определяется как?

- 1) $\Sigma h = \Sigma h_1 - \Sigma h_2 - \Sigma h_3$;
- 2) $\Sigma h_1 > \Sigma h_2 > \Sigma h_3$;
- 3) $\Sigma h = \Sigma h_1 + \Sigma h_2 + \Sigma h_3$;
- 4) $\Sigma h_1 = \Sigma h_2 = \Sigma h_3$.

10. Полным напором насоса называется

- 1) расстояние по вертикали между свободной поверхностью откачиваемой жидкости и осью насоса;
- 2) приращение энергии единицы веса (1Н) жидкости при прохождении через насос;
- 3) геодезическая высота подачи сложенная с потерями напора в трубопроводе при данном расходе;
- 4) количество жидкости, перекачиваемое насосом в единицу времени.

6. Проверочная работа №2 по разделу «Системы и схемы водоснабжения населенных мест» ((по вариантам в виде ответов на вопросы тестов)

Вариант 1.

1. Последовательное взаимное расположение водопроводных сооружений от источника до потребителя носит название:

- а) схема водоснабжения;
- б) система водоснабжения;
- в) детализовка сети;
- г) водопровод.

2. Различные типы водопроводов могут быть как отдельные, так и объединенные. Объединяют их в том случае, когда:

- а) к качеству воды предъявляют одинаковые требования;
- б) это выгодно экономически;
- в) требования, предъявляемые к качеству воды одинаковые и это экономически выгодно;
- г) количество жителей в населенном пункте не превышает 5000 человек;
- д) позволяет дебит источника водоснабжения.

3. В системах водоснабжения первой (второй, третьей) категории надежности подачи воды допускается перерыв в подаче продолжительностью до:

- а) 10 мин;
- б) 6 час;
- в) 24 час;
- г) 3 сут.

4. Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода в производственных зданиях зависит от:

- а) технологического процесса;
- б) категории производства по пожарной опасности;
- в) степени огнестойкости здания;
- г) объема здания.

5. Нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения учитывают:

- а) расходы на все хозяйственно-питьевые нужды людей как в жилых домах, так и в общественных зданиях (столовых, банях, кинотеатрах...);
- б) уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства и изменение водопотребления по сезонам года;
- в) уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий;
- г) изменение водопотребления по сезонам года;
- д) уклад жизни населения, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года.

6. Расчетный расход воды на пожаротушение в населенном пункте:

- а) не входит в расчетную сумму суточного водопотребления населенного пункта;
- б) входит в расчетную сумму суточного водопотребления населенного пункта;
- в) должен быть обеспечен для любого объекта в любое время;
- г) не зависит от объема зданий и этажности застройки.

7. Что произойдет с потерями напора при увеличении скорости движения воды в трубе в 3 раза?

- а) увеличатся примерно в 9 раз;
- б) увеличатся примерно в 3 раза;
- в) уменьшатся примерно в 3 раза;
- г) уменьшатся примерно в 9 раз;
- д) потери напора не зависят от скорости и поэтому не изменятся.

8. Длина тупиков (м) в водопроводных сетях не должна превышать:

- а) 100;
- б) 200;
- в) 500;

г) 1000.

9. Системы подачи и распределения воды должны отвечать следующим требованиям:

- а) обеспечивать потребителей расчетным количеством воды;
- б) создавать в распределительных сетях требуемые напоры;
- в) сохранять качество воды в процессе ее транспортирования;
- г) обеспечивать надежность и бесперебойность водоснабжения.

10. Как правило, водопроводные трубы следует укладывать (в местах пересечения) выше канализационных, а расстояние между стенками труб по вертикали должно составлять:

- а) не менее 1 м;
- б) не менее 0,4 м;
- в) не менее 3 диаметров;
- г) 0,2 м.

7. Проверочная работа №3 по разделу «Системы и схемы водоотведения» (по вариантам в виде ответов на вопросы тестов)

Вариант 1.

1. Какая система канализации имеет 2 системы подземных труб для отвода всех категорий сточных вод:
 - а. общесплавная
 - б. неполная раздельная
 - в. полная раздельная
2. В каком случае канализация проектируется по объемлющей схеме:
 - а. при уклоне менее 0,005
 - б. при уклоне 0,005-0,007
 - в. при уклоне более 0,007
3. Какой минимальный диаметр следует принимать при проектировании дюкера:
 - а. 150 мм
 - б. 200 мм
 - в. 250 мм
4. Расчетным наполнением называют:
 - а. глубину потока сточной воды в трубе
 - б. расстояние от шельги до уровня воды в трубе,
 - в. отношение рабочей глубины потока в трубе к ее диаметру
5. От чего зависит величина максимальной скорости воды в водоотводящей сети:
 - а. от материала труб
 - б. от глубины заложения труб
 - в. от уклона труб

8. Проверочная работа по материалам теоретической части курса.

Необходимо представить развернутый ответ на 2 вопроса (по вариантам) из предложенного списка контрольных вопросов.

1. Природные водные ресурсы и их использование для целей водоснабжения.

2. Основные элементы систем водоснабжения и их назначение.
3. Схема продольного водопровода, основные элементы системы и
4. Нормы и режим водопотребления. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов воды для различных категорий водопотребителей.
5. Виды водопроводных сетей и область их применения. Трассирование водопроводных сетей.
6. Понятие о транзитных, удельных, путевых и узловых расходах. Определение расчетных расходов на расчетных участках сети.
7. Задачи гидравлического расчета водопроводных сетей. Определение диаметров труб с учетом экономических факторов.
8. Гидравлический расчет разветвленных тупиковых водопроводных сетей.
9. Гидравлический расчет кольцевых водопроводных сетей.
10. Водопроводные трубы, выбор типа труб, арматура и сооружения на водопроводной сети.
11. Укладка водопроводных труб и гидравлические испытания водопроводных сетей.
12. Водонапорные башни, резервуары, пневматические установки; их конструкции и сферы применения .
13. Определение необходимой высоты расположения водонапорных резервуаров и высоты водонапорной башни. Определение объема водонапорных сооружений.
14. Источники водоснабжения и классификация водозаборных сооружений.
15. Насосно-силовая установка, ее основные параметры и их определение. Подбор насосов и двигателей.
16. Характеристики центробежных насосов, совместная работа центробежного насоса и трубопровода. Рабочая точка насоса.
17. Способы регулирования работы центробежных насосов.
18. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов, построение их суммарных характеристик.
19. Водопроводные насосные станции; их классификация и схемы устройств.
20. Основные показатели качества природной воды и требования, предъявляемые к качеству воды потребителями.
21. Основные методы обработки воды для осветления и обесцвечивания воды.
22. Обеззараживание воды хлорированием, бактерицидными лучами, озонированием.
23. Обезжелезевание воды. Умягчение воды.
24. Опреснение и обессоливание воды.
25. Назначение, классификация, основные элементы внутреннего водопровода.
26. Схемы и правила трассировки сетей внутреннего водопровода, трубопроводы и арматура.
27. Вводы, водомерные узлы, устройство и принцип действия счетчиков воды.
28. Назначение и особенности систем водоотведения.
29. Сточные воды и их классификация. Основные элементы системы водоотведения.
30. Схема устройства внутридомовой или внутриквартальной системы водоотведения.
31. Нормы водоотведения и определение расчетных расходов сточных вод.
32. Трассирование сетей водоотведения.
33. Понятие о расчетных участках сети. Задачи расчета сети. Нормативные требования.
34. Определение минимальной и максимальной глубины заложения водоотводящей сети.
35. Гидравлический расчет сети. Построение продольных профилей сети.
36. Особенности проектирования и расчета дождевых сетей водоотведения.
37. Трубы, применяемые в системах водоотведения и особенности прокладки труб.
38. Задачи очистки сточных вод в комплексе охраны природы, состав и свойства сточных вод на различных объектах.

39. Методы очистки сточных вод. Сооружения, применяемые для механической очистки сточных вод и обработки осадка.
40. Биологическая очистка сточных вод и сооружения, применяемые для очистки.
41. Системы канализации жилых и общественных зданий, ее основные элементы.
42. Правила трассировки сетей канализации жилых и общественных зданий и размещения оборудования.

Критерии оценивания проверочных работ:

Если количество правильно выполненных тестовых заданий 50% и более, то студент получает оценку «зачтено». Если количество правильно выполненных заданий менее 50%, то студент получает оценку «не зачтено».

Ответ на теоретический вопрос считается правильным, если даны правильные определения всех необходимых понятий, правильные формулировки законов, в том числе в математической форме, объяснены все описываемые явления. Ответ должен быть полным и включать ответы на все поставленные вопросы.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Критерии оценки курсового проекта «Проектирование системы водоснабжения населенного пункта»

Критерий	Максимальное количество баллов
1. Содержание проекта	
1.1. Соответствие цели и задач проекта заявленной теме	10
1.2. Полнота содержания проекта, логичность изложения материала	10
1.3. Правильность применения рекомендаций СНиП и СП	10
1.4. Обоснованность принимаемых технических решений	10
1.5. Рациональный подбор оборудования системы водоснабжения	10
1.6. Самостоятельность работы автора (авторов) при работе над проектом	10
2. Защита проекта	
2.1. Представление результатов проектирования при защите курсового проекта	10
2.2. Умение отвечать на вопросы по проекту	10
3. Оформление курсового проекта	
3.1 Оформление расчетно-пояснительной записки в соответствии с ГОСТ	10
3.2 Оформление графической части курсового проекта в соответствии с требованиями ГОСТ	10
Итого	100

100 - 90 баллов – «отлично»

89-70 баллов – «хорошо»

69-50 баллов – «удовлетворительно»

менее 50 баллов – «неудовлетворительно».

Критерии выставления зачета:

Отметка «зачтено» выставляется студенту, который в течение семестра:

1. Посещал лекционные, практические и лабораторные занятия (при наличии пропусков занятий – предоставил преподавателю все выполненные задания по теме занятия).

2. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам работы на практических занятиях.
 3. Не имеет оценок «не зачтено» по итогам выполнения заданий для самостоятельной работы.
 4. Выполнил и защитил все лабораторные работы.
 5. Написал итоговые проверочные работы на оценку «зачтено».
 6. Выполнил в полном объеме и защитил курсовой проект.
- Зачет выставляется студенту при выполнении всех указанных критериев.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Лямаев Б.Ф. Системы водоснабжения и водоотведения зданий : учебное пособие / Лямаев Б.Ф., Кириленко В.И., Нелюбов В.А.. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 305 с. — ISBN 978-5-7325-1091-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94837.html>
2. Курочкин, Е. Ю. Инженерные системы водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения : учебное пособие для вузов / Е. Ю. Курочкин, Е. П. Лашкинский. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 151 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14904-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/485416>
3. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение : учебник и практикум для вузов / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 380 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00626-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468626> (дата обращения: 13.10.2021).
4. Кабанова И.А., Дюндин А.В. Водоснабжение и водоотведение: методические указания к лабораторным работам для студентов направления подготовки 408.03.01 «Строительство». – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2017.- 28 с.
5. Кабанова И.А., Дюндин А.В. Водоснабжение и водоотведение: методические указания к курсовому проекту для студентов направления подготовки 408.03.01 «Строительство». – Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2017.- 44 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Водоснабжение: учебник для студентов по спец. "Водоснабжение и водоотведение" направления "Стр-во" : в 2-х т. — М. : Издательств-во Ассоциации строительных вузов, 2010. Т. 1: Системы забора, подачи и распределения воды / авт. : М. А. Сомов, М. Г. Журба, К. П. Вишневский и др ; под общ. ред. М. А. Сомова .— 2010.
2. Сомов М.А. Водоснабжение : учебник для студентов сред. спец. учеб. заведений по спец. 270112(2912) "Водоснабжение и водоотведение" / М. А. Сомов, Л. А. Квитка .— М. : Инфра-М, 2012 .
3. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 380 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00813-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471257>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://norm-load.ru/> - база документов в свободном доступе.
2. <http://rusnasos.ru/> - каталоги насосного оборудования.
3. <http://www.wilo-spb.ru/company.php> - каталоги насосного оборудования.
4. <http://cov35.ru/katalog/> - каталог оборудования систем водоснабжения.

8. Материально-техническое обеспечение

Лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студентов проводятся в ауд. № 06 уч. корпуса №3, оборудованной интерактивной доской и компьютерами с установленным пакетом *MSOffice*, выходом в Интернет и доступом к ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

1. При выполнении курсового проекта используется табличный редактор MSExcel и один из графических пакетов AutoCAD, MSVisio.

2. При выполнении заданий на практических занятиях, лабораторных работах, а также при выполнении курсового проекта студенты используют ресурсы сети «Интернет», а также ЭБС СмолГУ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022