

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2021г.

Проект реконструкции системы водоснабжения следственного  
изолятора ГУФСИН в Челябинской области

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.03.01.2021.305 – 04.101 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

А.А. Мельник

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель проекта

С.Е. Денисов

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор проекта  
студент группы АС-421

О.Г. Бирюков

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер  
ст. преп. К.И. Чучелов

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Челябинск  
2021

## АННОТАЦИЯ

Бирюков О.Г. Выпускная квалификационная работа «Реконструкция системы водоснабжения ФКУ СИЗО-4 ГУФСИН России по Челябинской области» – Челябинск: ЮУрГУ, АС, 2021, – 87 с. – 10 ил. – 33 табл. библ. – 23 наим. граф. часть 6 листов ф. А1.

Согласно заданию, на дипломное проектирование в данном дипломном проекте проектируются система водоснабжения, ФКУ СИЗО-4 ГУФСИН России по Челябинской области, расположенного по адресу: Челябинская область, г. Златоуст, ул. им. П. П. Аносова, д. 273.

Задачи данного дипломного проекта: - повысить навыки в проектировании; - подбор материалов и оборудования для сети водоснабжения; - описать процесс монтажа сети водоснабжения.

Наружные системы водоснабжения представляют из себя проложенную надземную и в лотках двухтрубную систему из трубы Ду 50 мм. Общая длина трубопровода составляет 360 м.п.

Система ГВС проложена от теплообменника в ЦТП до конечных потребителей.

Водоснабжение предусматривается от существующего водопровода Ø 400 мм, проходящего вдоль улицы Аносова.

Согласно выданным техническим условиям на подключение к сетям водоснабжения, источником хозяйственно-питьевого водоснабжения проектируемого объекта являются сети Златоустовского городского водоканала. В рамках данного дипломного проекта были запроектированы системы водоснабжения.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305 – 04. 101 ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Зав. каф.	Ульрих Д.В.				Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
Руковод.	Денисов С.Е.						5	87
Разраб	Бирюков О.Г.					ЮУрГУ		
Провер	Денисов С.Е.					Кафедра ГИСС		
Н. Контр	Чучелов К.И.							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Краткая характеристика района и объекта проектирования .....	9
1.1 Исходные данные для разработки проекта и описание объекта .....	9
1.2 Краткая географическая характеристика объекта проектирования.....	9
1.3 Климатическая характеристика .....	10
1.4 Гидрогеологическая характеристика .....	11
1.5 Хозяйственно – экономическая характеристика объекта проектирования	12
1.6 Результаты предпроектного обследования сетей .....	15
1.7 Цели и задачи реконструкции системы водоснабжения.....	16
1.8 Заключение по результатам обследования объекта .....	16
2 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ .....	18
2.1 Расчёт расхода водопотребления .....	18
2.2 Расчёт расхода водопотребления жилого дома для сотрудников СИЗО ...	18
2.3 Расход воды в столовой для личного состава .....	21
2.4 Расход воды банно–прачечного комплекса .....	23
2.5 Расход воды в административном здании .....	26
2.6 Расход воды в тире .....	28
2.7 Питомник служебных собак.....	29
2.8 Режимный корпус №1 с пищеблоком и кухней для заключённых, режимные корпуса №2, №3, отряд хозяйственного обеспечения.....	31
2.9 Определение диаметров трубопроводов .....	37
2.10 Подбор оборудования в системе водоснабжения .....	39
2.11 Общая характеристика трубопровода .....	40
3 РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	41
3.1 Источник водоснабжения .....	41
3.2 Сведения о существующей и проектируемой системах водоснабжения ...	41
3.2.1 Характеристика существующей и проектируемой водопроводной сети	41
3.2.2 Описание и характеристика системы водоснабжения и ее параметров...	42
4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	43
4.1 Определение параметров траншеи .....	43
4.2 Методы производства земляных и монтажных работ .....	46

4.3	Определение трудоемкостей работ .....	54
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	59
5.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов .....	61
5.2	Микроклимат производственных помещений .....	62
5.3	Вредные вещества .....	64
5.4	Освещение .....	65
5.5	Шум и вибрация .....	67
5.6	Электробезопасность .....	70
5.7	Безопасность проведения строительных работ .....	72
5.8	Техника безопасности при монтажных работах .....	73
5.9	Пожарная безопасность .....	73
6	ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДА .....	75
6.1	Организация строительной площадки .....	75
6.1.1	Обоснование потребности строительства в рабочих кадрах .....	75
6.1.2	Обоснование потребности строительства во временных зданиях .....	75
6.1.3	Обоснование потребности строительства складах .....	79
6.1.4	Обоснование потребности строительства в воде .....	80
6.1.5	Обоснование потребности строительства в электроэнергии .....	82
6.1.6	Временные дороги .....	83
6.1.7	Определение зоны ограничения рабочего крана .....	84
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	85
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	86

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ результатов эксплуатации систем водоснабжения нередко показывает необходимость их усиления. Это связано с изменениями условий функционирования систем сравнительно с исходными (проектными) данными, а также с недостатками проектных решений. Усиление достигается как новым строительством с заменой или расширением существующих объектов, так и реконструкцией. В последнем случае реализуются неиспользуемые потенциальные производственные возможности объектов и подлежат замене или разгрузке только те лимитирующие элементы, которые не способны нормально работать в требуемых более жестких условиях. Специфика реконструкции заключается в том, что она должна проводиться с учетом существующей ситуации: стесненности производственных площадей, расположения объектов, их габаритов и технического состояния, недопустимости нарушения производственных процессов и т. д. Реконструкция – наиболее эффективный способ усиления, так как она требует меньшего объема работ, чем новое строительство. Разумеется, при рассмотрении альтернативных способов усиления следует проводить технико-экономические сравнительные расчеты.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 Краткая характеристика района и объекта проектирования.

## 1.1 Исходные данные для разработки проекта и описание объекта

Проект реконструкции систем водоснабжения и водоотведения ФКУ СИЗО-4 ГУФСИН России по Челябинской области, расположенного по адресу: Челябинская область, г. Златоуст, ул. им. П. П. Аносова, д. 273 выполнен на основании:

- технического задания, выданного заказчиком
- кадастровый план территории №7400/101/13-1010739, от 30.12.2013 г., фил. ФГБУ «ФКП Росреестра» по ЧО;
- архитектурно – строительных чертежей;
- схемы прокладки трубопроводов ХВС, ГВС выданных заказчиком
- генерального плана, выданного заказчиком
- фотоматериалы.

Проект выполнен в соответствии с действующими нормами и правилами:

- СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий;
- СП 247.1325800.2016. Следственные изоляторы уголовно – исполнительной системы. Правила проектирования;
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"
- ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации;
- СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно- планировочным и конструктивным решениям;
- СП 129.13330.2019. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации;
- СП 40-102-2000. Свод правил. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов;
- Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2008г. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- СП 18.13330.2011. Свод правил. Генеральные планы промышленных предприятий;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

## 1.2 Краткая географическая характеристика объекта проектирования

Объект проектирования находится в городе Златоусте. Златоуст — город в Челябинской области России. Административный центр Златоустовского городского округа. Население составляет 163 919 чел. (2020). Расположен в европейской части России, на реке Ай (бассейн реки Уфы), в 120 км к западу от областного центра Челябинска (160 км по железнодорожной линии) и в 1750 км к востоку от Москвы (1941 км по железной дороге). Город занимает площадь 118,2 км<sup>2</sup>. Протяжённость с юга на север 15,4 км, с запада на восток 10,4 км.

Находится в горно-лесной части Челябинской области, в долине реки Ай, образованной горными хребтами Южного Урала. На востоке расположен хребет Уралтау, на западе — хребет Уреньга и горы Мышляй. С севера долину замыкают Таганай и Назминский хребет. Рельеф города типично горный, с резкими перепадами высот.

В центре города, на месте впадения реки Тесьмы в Ай расположен городской пруд.

Абсолютные отметки поверхности площадки проектируемого объекта находятся в пределах от 480 до 484 м.

Объект проектирования находится на пересечении улицы П.П Аносова и улицы Ключевская.

Участок проектирования расположен в районе с плотной жилой застройкой. Территория насыщена сетями инженерных коммуникаций.

## 1.3 Климатическая характеристика

В городе Златоуст климат умеренный континентальный. Горы влияют на климат, делая его более влажным и уменьшая годовую амплитуду температуры воздуха по среднемесячным показателям.

Согласно карте зон влажности СП 50.13330.2012 город относится к 3 зоне влажности (сухая). Согласно рекомендованной схематической карте климатического районирования для строительства г. Златоуст к району – 1В

Расчетная зимняя температура наружного воздуха  $-36^{\circ}\text{C}$ , со снеговой нормативной нагрузкой 240 кг/м<sup>2</sup> и скоростным напором ветра 30 кг/м<sup>2</sup>. Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца (июля)  $+25,3^{\circ}\text{C}$ ; средняя

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

максимальная температура наиболее холодного месяца (января) –15,0° С. Количество суток с температурой ниже 0° С – 158.

Годовая амплитуда абсолютных температур достигает 90° С.

В течение всего года преобладают южные, юго–западные ветра.

#### 1.4 Гидрогеологическая характеристика

Гидрогеологические условия Златоустовского Урала характеризуются сравнительно малой обводненностью пород и породо-трещинным типом современных подземных вод. Степень обводненности зависит от литологического состава водовмещающих пород, их структурной принадлежности, трещинной тектоники и мощности, активной трещиноватой зоны.

В пределах гидрогеологического разреза Златоустовского района распространены следующие водоносные горизонты:

1. Водоносный комплекс современных аллювиальных (речных) отложений, залегающий вдоль рек Ай, Тесьма, Киалим и их притоков. Водовмещающими породами являются русловые и пойменные валунно-галечники, мощностью не превышающие 10 метров, и галечники надпойменных террас с пылеватым заполнителем, мощностью до 20 м. Водообильность аллювия незначительна и не постоянна.

2. Водоносный комплекс метаморфических пород протерозоя, протягивающийся в виде широкой полосы через весь район.

Водовмещающими породами являются кристаллические сланцы с прослоями мраморов, доломитизированные известняки и кварциты.

Водообильность зависит от степени раскрытия трещин до глубины активной зоны 20 - 30 м: заполнение трещин глиной снижает ее; зоны приразломного дробления, наоборот, увеличивают, давая обилие родников выше отметок эрозионной сети.

Гипсометрический уровень трещинных подземных вод в пределах района отличается высокой степенью неоднородности. Крутое, в ряде мест близкое к вертикальному, залегание пластов, сложенных породами различной прочности, а, значит, имеющих различную трещинную тектонику, создает большое число крутопадающих водоупоров, блокирующих связь водоносных горизонтов.

Вскрытие скважинами подземных вод с целью водоснабжения на таких участках в одних случаях дает положительный эффект (местный напор уровня),

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в других - отрицательный (разгрузку в ниже лежащие водоносные горизонты, т. е. осушение рабочей части скважины). Питание подземных вод, в основном, инфильтрационное (за счет атмосферных осадков) и зависит как от времени года и количества выпавших осадков, так и от мощности зоны аэрации, которая представлена чехлом рыхлых отложений и коренными породами, открытые трещины которых успешно дренируют поверхностный сток.

Подземные воды перечисленных комплексов являются пресными (минерализация 0,1 - 0,4 г/литр) и даже нередко ультрапресными (ниже 0,1 г/литр), мягкими (жесткость не превышает 4,5 мг-экв/литр), по химическому составу - гидрокарбонатными, кальциево-натриевыми, реже кальциево-магниевыми.

В разрезе площадки выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

- ИГЭ-1 – суглинок серый, тугопластичный, опесчаненный с примесью органических веществ;
- ИГЭ-2 – суглинок серый, мягкопластичный, опесчаненный с примесью органических веществ;
- ИГЭ-3 – суглинки текучие с примесью органических веществ переслаиваются с песком мелким, средней плотности, насыщенным водой;
- ИГЭ-4 – суглинки текучие опесчаненные с примесью органических веществ;
- ИГЭ-5 – песок серый, мелкий, средней плотности, насыщенный водой.

Статическое зондирование выполнено глубиной до 15,0 м.

Нормативная глубина сезонного промерзания – 1,9 м.

### 1.5 Хозяйственно-экономическая характеристика объекта проектирования

Объектом проектирования являются система водоснабжения ФКУ СИЗО-4 ГУФСИН по улице Аносова, Челябинской области, города Златоуста.

Основными направлениями деятельности ФКУ СИЗО-4 ГУФСИН России по Челябинской области, являются создание условий, обеспечивающих изоляцию следующих категорий подозреваемых, обвиняемых, подсудимых и осужденных:

1. подсудимых — находящихся под следствием и ожидающих суда;
2. подсудимых — находящихся под судом;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3. осуждённых — ожидающих конвоирования или следующих транзитом, как правило, в учреждения, исполняющие наказания в виде лишения свободы: исправительные колонии, воспитательные колонии, колонии-поселения;

4. задержанных, ожидающих экстрадиции.

Работа СИЗО ведётся круглогодично. Следственный изолятор создаётся, реорганизуется и ликвидируется Министром юстиции Российской Федерации. Лимит наполнения следственного изолятора также устанавливается Министром юстиции Российской Федерации. Лимит наполнения ФКУ СИЗО-4 ГУФСИН России по Челябинской области – 1500 человек. Обслуживает северо-западные районы Челябинской области.

Состав строений:

- 1) Жилой дом для сотрудников учреждения;
- 2) Режимные корпуса и корпус отряда хозяйственного обеспечения;
- 3) Банно-прачечный комплекс;
- 4) Административное здание;
- 5) Производственные и продовольственные склады;
- 6) Столовая для личного состава;
- 7) Кухня и пищеблок для заключённых;
- 8) Тир;
- 9) Питомник для служебных собак.

Административное здание имеет следующие технико-экономические показатели (табл. 1).

Таблица 1 – Технико-экономические показатели административного здания

Класс здания	II
Степень огнестойкости	II
Количество этажей	2
Общая площадь здания	870 м <sup>2</sup>
Строительный объем	5,394 м <sup>3</sup>
Штат	150 человек

На 2-ом этаже расположены помещения руководящего состава, канцелярии, организационно – аналитического отдела, группы по боевой и специальной подготовке, психологической лаборатории, отдела коммунально-бытового обеспечения.

На 1-ом этаже расположены блок помещений дежурной службы, блок помещений КПП, площадка дежурной службы, помещения для посетителей.

Режимный корпус имеет следующие помещения: камеры одноместные, двухместные, четырёхместные, камера для временной изоляции подозреваемых, обвиняемых, осуждённых, у которых произошёл нервный срыв, камера для содержания женщины с ребёнком, комната для мытья и хранения посуды, кабинет оперативного работника, кабинет врача для амбулаторного приема с тамбуром и процедурной, кабинет психолога, помещение для хранения библиотечного фонда, комната для несовершеннолетних по проведению консультаций по общеобразовательной программе, досуга несовершеннолетних, просмотра телепередач и фильмов, сектор карцеров, сектор помещений осужденных к смертной казни, камерный сектор для больных туберкулёзом, ВИЧ инфицированных. Техничко-экономические показатели режимного корпуса №1 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Техничко-экономические показатели режимного корпуса №1

Класс здания	II
Степень огнестойкости	II
Количество этажей	4
Строительный объем	1768,44 м <sup>2</sup>
Осужденных	700 человек

Таблица 3 – Техничко-экономические показатели режимных корпусов №2 и №3

Класс здания	II
Степень огнестойкости	II
Количество этажей	4
Общая площадь здания	691,2 м <sup>2</sup>
Строительный объем	7188,48 м <sup>3</sup>
Осужденных	300 человек

Таблица 4 – Техничко-экономические показатели корпуса отряда хозяйственного обеспечения

Класс здания	II
Степень огнестойкости	II
Количество этажей	3
Общая площадь здания	569,94 м <sup>2</sup>
Строительный объем	4445,53 м <sup>3</sup>
Осужденных	200 человек

Система водоснабжения объединенная хозяйственно-питьевая и противопожарная. Источником водоснабжения является Златоустовский городской водоканал. Для обеспечения противопожарных требований предусмотрена емкость

с запасом воды для пожаротушения. На предварительном стадии работ по проектированию объекта был выполнен предпроектный осмотр сетей водоснабжения с целью определения технического состояния системы и комплектности исходно – разрешительной документации для проведения проектно-изыскательских работ по объекту.

Подача горячей воды в здания, расположенные на территории СИЗО осуществляется через котельную. В помещении котельной находится насосная станция второго подъема. Средний процент износа оборудования составляет 50%. Требуется замена насосного оборудования. Сети водоснабжения являются тупиковыми. Трубопроводы проложены в лотках и характеризуются высокой изношенностью водопроводных сетей. Существующие сети водоснабжения проложены из стальных трубопроводов: различного диаметра  $L = 360$  м.п. Средний процент износа сетей водопровода составляет 80%. Наибольший износ сетей приходится на наружные водопроводные сети. Значительны объемы потерь, утечек водопроводной воды, вызванные высокой степенью износа сетей и оборудования. Емкость для пожаротушения на территории СИЗО находится в неудовлетворительном состоянии. Не предусмотрены мероприятия от замерзания объема воды в целях пожаротушения и необходимый объем запаса воды согласно СП 8.13130.2009 «Источники наружного противопожарного водоснабжения». Необходима замена существующей емкости на резервуары воды для пожаротушения с необходимыми объемами запаса воды согласно нормативной документации.

#### 1.6 Результаты предпроектного обследования сетей

Основными проблемами системы водоснабжения являются:

- 1) Высокий физический износ всех видов оборудования и сетей;
- 2) Длительная эксплуатация сетей, коррозия труб ухудшают органолептические показатели качества питьевой воды;
- 3) Механические повреждения трубопроводов и элементов конструкций;
- 4) Ключевыми рисками, возникающими при эксплуатации сетей, являются попадание загрязняющих веществ через разрушенные камеры и трубопроводы, потерявшие герметичность;
- 5) Высокие потери воды в процессе транспортировки ее к местам потребления в следствии утечек.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

## 1.7 Цели и задачи реконструкции системы водоснабжения

Основные задачи реконструкции системы водоснабжения:

1) Обеспечение надежного водоснабжения СИЗО наиболее экономичным способом при минимальном воздействии на окружающую среду, а также экономического стимулирования развития систем водоснабжения и внедрения энергосберегающих технологий;

2) Обеспечение колонии питьевой водой, соответствующей требованиям безопасности и безвредности, установленным санитарно-эпидемиологическими правилами;

3) Минимизация затрат на водоснабжения в расчете на каждого потребителя в долгосрочной перспективе;

4) Снижение вредного воздействия на окружающую среду.

Предпроектное обследование объекта показало необходимость следующих мероприятий:

1) Предусмотреть устройство в здании котельной двух баков-накопителей для создания запаса холодной питьевой воды (ХВС) объемом не менее 12 м<sup>3</sup> каждый с системой автоматики управления по их заполнению;

2) Предусмотреть в здании котельной насосную станцию для подачи горячего и холодного водоснабжения в жилые и административные здания;

3) Прокладку трубопроводов водовода принять подземную;

4) Систему магистральных трубопроводов выполнить с учетом требований правил пожарной безопасности.

## 1.8 Заключение по результатам обследования объекта

Необходима реконструкция существующих сетей и замена изношенных участков и оборудования. Большой объем воды теряется в результате утечек при транспортировке в сетях. При выполнении комплекса мероприятий по реконструкции водопроводных сетей и замене арматуры возможно снижение водопотребления порядка 20-30%.

Ожидаемые результаты от реализации мероприятий по реконструкции и капитальному ремонту:

1) Поддержание в рабочем состоянии коммунальной инфраструктуры и повышение качества предоставления коммунальных услуг;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- 2) Снижение уровня износа объектов водоснабжения;
- 3) Создание благоприятных условий для привлечения средств бюджетных источников с целью финансирования проектов реконструкции объектов водоснабжения и водоотведения.

Целевые показатели развития системы водоснабжения:

- качество воды после проведения мероприятий по реконструкции должно соответствовать СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

Контроль качества»;

- обеспечение бесперебойной подачи воды потребителям;
- снижение потерь воды при транспортировке.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчёт расхода водопотребления

Системы хозяйственно–питьевого холодного и горячего водоснабжения должны обеспечивать подачу воды (расход), соответствующую расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов.

При проектировании мы делаем гидравлический расчет, выбор оборудования, расчет тепловых нагрузок для приготовления горячей воды, составление баланса водопотребления, а также определяем расчетные расходы воды, такие как:

- 1)  $q$  – максимальный секундный расход воды, л/с;
- 2)  $q_{hr}$  – максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч;
- 3)  $Q$  – суточный расход воды, м<sup>3</sup>/сут.

### 2.2 Расчёт расхода водопотребления жилого дома для сотрудников СИЗО

Исходные данные для расчета:

Для расчета принят многоквартирный 5-этажный 3-секционный жилой дом.

Для определения общего количества потребителей (жителей) здания определяю общую площадь здания,  $F$ . С учетом нормы общей площади ( $f$ ), приходящейся на одного жителя в регионе 18 м<sup>2</sup>, определяю количество потребителей воды в доме:

$$U = \frac{F}{f}, \text{ чел.} \quad (2.1)$$

$$U = \frac{10263,4 \text{ м}^2}{18} = 4,38 = 4 \text{ чел.}$$

Исходные данные:

- Количество квартир – 130.
- Количество жителей, чел. – 520.
- Количество приборов: для холодной воды, шт. – 520, для горячей воды, шт. – 390.

Данные по одной квартире:

- Количество жителей, чел. – 4.
- Количество сан.–технических приборов:
  - для холодной воды, шт. – 4.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- для горячей воды, шт. – 3.

Квартира оборудована санитарно-техническими приборами:

- смеситель для кухонной мойки;
- смеситель для ванны длиной 1700 мм;
- смеситель для умывальника;
- кран для унитаза со смывным бачком.

Таблица 5 – Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения, рассчитываемого жилого здания

Потребители	Измеритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°С	общая (в том числе горячей)	горячей при 65°С		
$q_{u,m}^{tot}$	$q_{u,m}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_{0,hr}^{tot})$	$q_0^c, q_0^h, (q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h)$			
<b>Жилые здания</b>								
оборудованные внутренним водопроводом и канализацией, с ванными и местными водонагревателями	1 житель	1,15	180	70,0	10,3	5,8	0,3 (300)	0,2 (200)

Вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети при одинаковых водопотребителях в здании (зданиях) или сооружении (сооружениях):

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{3600 q_0 N}; \quad (2.2)$$

где: P – вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети;

$q_{hr,u}$  – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, л;

U – количество водопотребителей, чел;

$q_0$  – секундный расход воды прибором, л/с;

N – количество санитарных приборов на участке сети, шт.

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^{tot}$  общая для горячей и холодной воды:

$$P^{tot} = \frac{10,3 \cdot 520}{0,3 \cdot 3600 \cdot 520} = 0,00953$$

$$NP^{tot} = 520 \cdot 0,00953 = 4,95; \alpha = 2,535$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^h$  горячей воды:

$$P^h = \frac{5,8 \cdot 520}{0,2 \cdot 3600 \cdot 390} = 0,0107$$

$$NP^h = 390 \cdot 0,0107 = 4,17; \alpha = 2,266$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^c$  холодной воды:

$$P^c = \frac{5,8 \cdot 520}{0,2 \cdot 3600 \cdot 520} = 0,008$$

$$NP^c = 520 \cdot 0,008 = 4,16; \alpha = 2,254$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, общий, горячей и холодной, л/с:

$$q = 5q_0 \alpha \quad (2.3)$$

Максимальный секундный расход воды  $q^{tot}$  общий:

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 2,535 = 3,8 \text{ л/с}$$

Максимальный секундный расход воды  $q^h$  горячей:

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,266 = 2,266 \text{ л/с}$$

Максимальный секундный расход воды  $q^c$  холодной:

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,254 = 2,254 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_0}{Q_{0,hr}}; \quad (2.4)$$

где:  $P_{hr}$  – вероятность использования санитарно-технических приборов;

$Q_{0,hr}$  – часовой расход воды прибором, л/ч.

Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}^{tot}$ , общая холодной и горячей:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,00953 \cdot 0,3}{300} = 0,034$$

$$NP_{hr}^{tot} = 520 \cdot 0,034 = 17,68; \alpha = 6,264$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}^h$ , горячей:

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,0107 \cdot 0,2}{200} = 0,038$$

$$NP^h = 390 * 0,038 = 14,82; \alpha = 5,512$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}^c$ , холодной:

$$P^c = \frac{3600 * 0,008 * 0,2}{200} = 0,028$$

$$NP^c = 520 * 0,028 = 14,56; \alpha = 5,427$$

Максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч:

$$q^{hr} = 0,005 * q_{0\ hr} * \alpha_{hr} \quad (2.5)$$

Максимальный часовой расход воды  $q_{hr}^{tot}$  общий:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 * 300 * 6,264 = 9,39 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальный часовой расход воды  $q_{hr}^h$  горячей:

$$q_{hr}^h = 0,005 * 200 * 5,512 = 5,512 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальный часовой расход воды  $q_{hr}^c$  холодной:

$$q_{hr}^c = 0,005 * 200 * 5,427 = 5,427 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды на хозяйственно–питьевые нужды, общий, горячей и холодной, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q = \frac{\sum q_{u,m} U}{1000}; \quad (2.6)$$

где  $q_{u,m}$  – норма расхода воды в сутки со средним за год водопотреблением

$$Q^{tot} = \frac{180 * 520}{1000} = 93,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{70 * 520}{1000} = 36,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{110 * 520}{1000} = 57,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы воды приводятся в сводной таблице 12.

### 2.3 Расход воды в столовой для личного состава

Исходные данные расчета столовой для личного состава:

- Столовая на 50 посадочных мест.
- Количество санитарных приборов для технологических нужд для холодной и горячей воды, шт. – 6.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- Санитарный узел для персонала: общее количество приборов, для холодной и горячей воды шт. – 3, для горячей воды шт. – 2, душевые сетки, шт. – 1.

- Санитарный узел для посетителей: общее количество приборов для холодной и горячей воды, шт. – 5, для горячей воды, шт. – 3.

Таблица 6 - Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения

Потребители	Изменитель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C		
$q_{u,m}^{tot}$	$q_{u,m}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_{0,hr}^{tot})$	$q_0^c, q_0^h, (q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h)$			
Столовая для личного состава								
Предприятия общественного питания с приготовлением пищи, реализуемой в обеденном зале	1 блюдо	1,0	12	3,4	12	3,4	0,3 (300)	0,2 (200)

На предприятиях общественного питания количество блюд, реализуемых за один рабочий день:

$$U_{сут} = 2,2nmT\Psi \quad (2.7)$$

Количество реализуемых блюд в час, шт/ч:

$$U = 2,2nm; \quad (2.8)$$

где: n – количество посадочных мест, шт;

m – количество посадок, шт;

T – время работы предприятия общественного питания, ч;

Ψ – коэффициент неравномерности посадок на протяжении рабочего дня;

$$U_{сут} = 2,2*50*3*8*0,45 = 1188 \text{ блюд}$$

Количество реализуемых блюд в час:

$$U = 2,2*50*3 = 330 \text{ блюд}$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$P^{tot} = \frac{12 \cdot 330}{0,3 \cdot 14 \cdot 3600} = 0,26$$

$$NP^{tot} = 0,26 \cdot 14 = 3,64; \alpha^{tot} = 2,07$$

$$P^h = \frac{3,4 \cdot 330}{0,2 \cdot 11 \cdot 3600} = 0,14$$

$$NP^h = 0,14 \cdot 11 = 1,54; \alpha^h = 1,228$$

$$P^c = \frac{8,6 \cdot 330}{0,2 \cdot 14 \cdot 3600} = 0,28$$

$$NP^c = 0,28 \cdot 14 = 3,92; \alpha^c = 2,18$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 2,07 = 3,105 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,228 = 1,228 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,18 = 2,18 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,26 \cdot 0,3}{300} = 0,93$$

$$NP_{hr}^{tot} = 14 \cdot 0,93 = 13,02; \alpha = 4,991$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,14 \cdot 0,2}{200} = 0,504$$

$$NP_{hr}^h = 11 \cdot 0,504 = 5,54; \alpha = 2,74$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,28 \cdot 0,2}{200} = 1,008$$

$$NP_{hr}^c = 14 \cdot 1,008 = 14,11; \alpha = 5,29$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 4,991 = 6,73 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 2,74 = 2,74 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 200 \cdot 5,29 = 5,59 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{tot} = \frac{12 \cdot 1188}{1000} = 14,25 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{3,4 \cdot 1188}{1000} = 4,03 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{8,6 \cdot 1188}{1000} = 10,21 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы воды приводятся в сводной таблице 12.

## 2.4 Расход воды банно-прачечного комплекса

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Таблица 7 – Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения

Потребители	Измеритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей)
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общая (в том числе горячей)	горячей при 5°C		
$q_{u,t}^{tot}$	$q_{u,t}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_0^{tot})_{hr}$	$q_0^c, q_0^h, (q_0^c)_{hr}, q_0^h$			
<b>Баня</b>								
для мытья в мыльной и ополаскиванием в душе	1 посетитель	1,0	180	102	180	102	0,4 (180)	0,4 (120)
<b>Прачечная</b>								
механизированные	1 кг сухого белья	1,0	75	21,3	75	21,3	0,3 (300)	0,2 (200)

**Баня**

Общее количество заключённых N = 1500.

Количество посещающих баню в сутки 215 человек

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^{tot}$  общая для горячей и холодной воды:

$$NP^{tot} = \frac{180 \cdot 215}{0,4 \cdot 3600} = 37,21 \quad \alpha = 11,25$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^h$  горячей воды:

$$NP^h = \frac{102 \cdot 215}{0,4 \cdot 3600} = 15,22 \quad \alpha = 5,612$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^c$  холодной воды:

$$NP^c = \frac{78 \cdot 215}{0,4 \cdot 3600} = 11,64 \quad \alpha = 4,598$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, общий, горячей и холодной, л/с:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,4 \cdot 11,25 = 22,5 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 \cdot 0,4 \cdot 5,612 = 11,22 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5 \cdot 0,4 \cdot 4,598 = 9,19 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = \frac{3600 \cdot 37,21 \cdot 0,4}{180} = 297,68 \quad \alpha = 69,5$$

$$NP_{\text{hr}}^h = \frac{3600 \cdot 15,22 \cdot 0,4}{120} = 182,64 \quad \alpha = 44,5$$

$$NP_{\text{hr}}^c = \frac{3600 \cdot 11,64 \cdot 0,4}{120} = 139,68 \quad \alpha = 34,71$$

Максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 180 \cdot 69,5 = 62,55 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^h = 0,005 \cdot 120 \cdot 44,5 = 26,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^c = 0,005 \cdot 120 \cdot 34,71 = 20,82 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, общий, горячей и холодной, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{\text{tot}} = \frac{180 \cdot 1500}{1000} = 270 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{102 \cdot 1500}{1000} = 153 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{78 \cdot 1500}{1000} = 117 \text{ м}^3/\text{сут}$$

### *Прачечная*

Общее количество кг сухого белья  $n_{\text{с.б.}} = 150$  кг.

Единовременно – 19 кг.

Вероятность действия санитарно-технических приборов общая для горячей и холодной воды:

$$NP^{\text{tot}} = \frac{75 \cdot 19}{0,3 \cdot 3600} = 1,31 \quad \alpha = 1,13$$

$$NP^h = \frac{21,3 \cdot 19}{0,2 \cdot 3600} = 0,37 \quad \alpha = 0,588$$

$$NP^c = \frac{53,7 \cdot 19}{0,2 \cdot 3600} = 0,94 \quad \alpha = 0,937$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Максимальный секундный расход воды:

$$q^{\text{tot}} = 5 * 0,3 * 1,31 = 1,69 \text{ л/с}$$

$$q^{\text{h}} = 5 * 0,2 * 0,588 = 0,58 \text{ л/с}$$

$$q^{\text{c}} = 5 * 0,2 * 0,937 = 0,93 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{\text{hr}}^{\text{tot}}$ , общая холодной и горячей:

$$NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = \frac{3600 * 1,31 * 0,3}{300} = 4,71 \quad \alpha = 2,46$$

$$NP_{\text{hr}}^{\text{h}} = \frac{3600 * 0,37 * 0,2}{200} = 1,332 \quad \alpha = 1,12$$

$$NP_{\text{hr}}^{\text{c}} = \frac{3600 * 0,94 * 0,2}{200} = 3,38 \quad \alpha = 1,96$$

Максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 * 300 * 2,46 = 3,69 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{h}} = 0,005 * 200 * 1,12 = 1,12 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{c}} = 0,005 * 200 * 1,96 = 1,96 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, общий, горячей и холодной, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{\text{tot}} = \frac{75 * 150}{1000} = 11,25 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^{\text{h}} = \frac{21,3 * 150}{1000} = 3,19 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^{\text{c}} = \frac{53,7 * 150}{1000} = 8,05 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы воды приводятся в сводной таблице 12.

## 2.5 Расход воды в административном здании

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 8 - Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения

Потребители	Из-меритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления			
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			$q_{u,m}^{tot}$	$q_{u,m}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_0^{tot})$	$q_0^c, q_0^h, (q_0^c, q_0^h)$
<b>Административное здание</b>								
Административные здания	1 работник	1,2	15	5,1	4	1,7	0,14 (80)	0,1 (60)

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^{tot}$  общая для горячей и холодной воды:

$$NP^{tot} = \frac{15 \cdot 150}{0,14 \cdot 3600} = 4,46 \quad \alpha = 2,35$$

$$NP^h = \frac{5,1 \cdot 150}{0,1 \cdot 3600} = 2,12 \quad \alpha = 1,47$$

$$NP^c = \frac{9,9 \cdot 150}{0,1 \cdot 3600} = 4,12 \quad \alpha = 2,24$$

Максимальный секундный расход воды:

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,14 \cdot 2,35 = 1,64 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 \cdot 0,1 \cdot 1,47 = 0,73 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5 \cdot 0,1 \cdot 2,24 = 1,12 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов  $P_{hr}^{tot}$ , общая холодной и горячей:

$$NP_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 4,46 \cdot 0,14}{80} = 28,09 \quad \alpha = 8,955$$

$$NP_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 2,12 \cdot 0,1}{60} = 12,72 \quad \alpha = 4,904$$

$$NP_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 4,12 \cdot 0,1}{60} = 25,2 \quad \alpha = 8,19$$

Максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 80 \cdot 8,955 = 3,58 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 60 \cdot 4,904 = 1,47 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 60 \cdot 8,19 = 2,45 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды на хозяйственно–питьевые нужды, общий, горячей и холодной, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{tot} = \frac{15 \cdot 150}{1000} = 2,25 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{5,1 \cdot 150}{1000} = 0,76 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{9,9 \cdot 150}{1000} = 1,48 \text{ м}^3/\text{сут}$$

## 2.6 Расход воды в тире

Таблица 9 - Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения

Потребители	Измеритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C		
$q_{u,t}^{tot}$	$q_{u,t}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_0^{tot})_{hr}$	$q_0^c, q_0^h, (q_0^c, q_0^h)_{hr}$			
Тир								
Тир	1 занимающийся в тире	1,0	50	30	4,5	2,5	0,2 (80)	0,14 (50)

Режим работы тира – односменный. Продолжительность одного занятия – 2 часа. Количество занимающихся в тире за одно занятие – 5 человек. В сутки проходит по 4 занятия.

Вероятность действия санитарно-технических приборов: общая для горячей и холодной воды:

$$NP^{\text{tot}} = \frac{4,5 \cdot 5}{0,2 \cdot 3600} = 0,03 \quad \alpha = 0,237$$

$$NP^{\text{h}} = \frac{2,5 \cdot 5}{0,14 \cdot 3600} = 0,024 \quad \alpha = 0,224$$

$$NP^{\text{c}} = \frac{2 \cdot 5}{0,14 \cdot 3600} = 0,019 \quad \alpha = 0,212$$

Максимальный секундный расход воды:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,237 = 0,237 \text{ л/с}$$

$$q^{\text{h}} = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,224 = 0,15 \text{ л/с}$$

$$q^{\text{c}} = 5 \cdot 0,14 \cdot 0,212 = 0,14 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов, общая холодной и горячей:

$$NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,03 \cdot 0,2}{80} = 0,27 \quad \alpha = 0,51$$

$$NP_{\text{hr}}^{\text{h}} = \frac{3600 \cdot 0,024 \cdot 0,14}{50} = 0,24 \quad \alpha = 0,485$$

$$NP_{\text{hr}}^{\text{c}} = \frac{3600 \cdot 0,019 \cdot 0,14}{50} = 0,19 \quad \alpha = 0,439$$

Максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 80 \cdot 0,51 = 0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{h}} = 0,005 \cdot 50 \cdot 0,485 = 0,12 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^{\text{c}} = 0,005 \cdot 50 \cdot 0,439 = 0,10 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, общий, горячей и холодной, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{\text{tot}} = \frac{50 \cdot 20}{1000} = 1 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^{\text{h}} = \frac{30 \cdot 20}{1000} = 0,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^{\text{c}} = \frac{20 \cdot 20}{1000} = 0,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

## 2.7 Питомник служебных собак

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

В питомнике содержится 12 собак. Численность вожатых – кинологов – 3 человека.

Таким образом имеется два вида потребителей воды: сотрудники питомника и собаки. Характеристика водопотребителей, приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения

Потребители	Измеритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления			
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общая (в том числе горячей)	горячей при 5°C	общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			$q_{u,t}^{tot}$	$q_{u,t}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_{0,hr}^{tot})$	$q_0^c, q_0^h, (q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h)$
<b>Питомник для служебных собак</b>								
Питомник для служебных собак	1 работающий	1,0	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
	1 собака	1,0	15	6	2,6	1,2	0,2 (80)	0,14 (60)

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $R^{tot}$  общая для горячей и холодной воды:

$$NR^{tot} = \frac{4 \cdot 3}{0,14 \cdot 3600} = 0,02$$

$$NR^{tot} = \frac{2,6 \cdot 12}{0,2 \cdot 3600} = 0,04$$

$$\sum NR^{tot} = 0,02 + 0,04 = 0,06 \quad \alpha = 0,289$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $R^h$  горячей воды:

$$NR^h = \frac{2 \cdot 3}{0,1 \cdot 3600} = 0,016$$

$$NP^h = \frac{1,2*12}{0,14*3600} = 0,028$$

$$\sum NP^h = 0,016+0,028 = 0,044 \alpha = 0,263$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов  $P^c$  холодной воды

$$NP^c = \frac{2*3}{0,1*3600} = 0,016$$

$$NP^c = \frac{1,4*12}{0,14*3600} = 0,03$$

$$\sum NP^c = 0,016+0,03 = 0,046 \alpha = 0,266$$

Максимальный секундный расход воды:

$$q^{\text{tot}} = 5*0,17*0,289 = 0,245 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5*0,12*0,263 = 0,15 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5*0,12*0,266 = 0,16 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов, общая холодной и горячей:

$$NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = \frac{3600*0,02*0,14}{80} = 0,126$$

$$NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = \frac{3600*0,04*0,2}{80} = 0,36$$

$$\sum NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,126+0,36 = 0,48 \alpha = 0,665$$

$$NP_{\text{hr}}^h = \frac{3600*0,016*0,1}{60} = 0,096$$

$$NP_{\text{hr}}^h = \frac{3600*0,028*0,14}{60} = 0,23$$

$$\sum NP_{\text{hr}}^h = 0,096+0,21 = 0,306 \alpha = 0,534$$

$$NPhr^c = \frac{3600*0,016*0,1}{60} = 0,096$$

$$NPhr^c = \frac{3600*0,03*0,14}{60} = 0,25$$

$$\sum NPhr^c = 0,096+0,25 = 0,346 \alpha = 0,565$$

Максимальный часовой расход воды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005*80*0,665 = 0,26 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^h = 0,005*60*0,534 = 0,16 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^c = 0,005*60*0,565 = 0,17 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды, общий, горячей и холодной,  $\text{м}^3/\text{сут}$ :

$$Q^{\text{tot}} = \frac{3*16+12*15}{1000} = 0,228 \text{ м}^3/\text{сут}$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$Q^h = \frac{3 \cdot 7 + 12 \cdot 6}{1000} = 0,09 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{3 \cdot 9 + 12 \cdot 9}{1000} = 0,13 \text{ м}^3/\text{сут}$$

2.8 Режимный корпус №1 с пищеблоком и кухней для заключённых, режимные корпуса №2, №3, отряд хозяйственного обеспечения

Таблица 11 - Характеристика потребителей, обслуживаемых системами холодного, горячего водоснабжения

Потребители	Измеритель	Повышающий коэффициент для климатических районов III и IV	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
			в сутки со средним за год водопотреблением		в час наибольшего водопотребления			
			общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общая (в том числе горячей)	горячей при 65°C	общий (холодной и горячей)	холодной или горячей
			$q_{u,m}^{tot}$	$q_{u,m}^h$	$q_{hr,u}^{tot}$	$q_{hr,u}^h$	$q_0^{tot}, (q_{0,hr}^{tot})$	$q_0^c, q_0^h, (q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h)$
<b>Режимный корпус №1</b>								
Режимный корпус	1 заключённый	1,0	90	42,5	10,4	5,4	0,2 (100)	0,14 (60)
<b>Пищеблок с кухней для заключённых</b>								
Пищеблок	1 условное блюдо	1,0	12	3,4	12	3,4	0,3 (300)	0,2 (200)

На предприятиях общественного питания количество блюд, реализуемых за один рабочий день:

$$U_{сут} = 2,2 \cdot 1500 \cdot 1 \cdot 3 = 9900 \text{ блюд}$$

Количество реализуемых блюд в час:

$$U = 2,2 * 1500 * 1 = 3300 \text{ блюд}$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$NP^{tot} = \frac{12 * 3300}{0,3 * 3600} = 36,6 \alpha^{tot} = 11,07$$

$$NP^h = \frac{3,4 * 3300}{0,2 * 3600} = 15,58 \alpha^h = 5,71$$

$$NP^c = \frac{8,6 * 3300}{0,2 * 3600} = 39,41 \alpha^c = 11,8$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{tot} = 5 * 0,3 * 11,07 = 16,6 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 * 0,2 * 5,71 = 5,71 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5 * 0,2 * 11,8 = 11,8 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$NP_{hr}^{tot} = \frac{3600 * 36,6 * 0,3}{300} = 131,76 \alpha = 33,15$$

$$NP_{hr}^h = \frac{3600 * 15,58 * 0,2}{200} = 56,08; \alpha = 15,74$$

$$NP_{hr}^c = \frac{3600 * 39,41 * 0,2}{200} = 141,87 \alpha = 35,41$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 * 300 * 33,15 = 49,72 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^h = 0,005 * 200 * 15,74 = 15,74 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^c = 0,005 * 200 * 35,41 = 35,41 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{tot} = \frac{12 * 9900}{1000} = 118,8 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{3,4 * 9900}{1000} = 33,66 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{8,6 * 9900}{1000} = 85,14 \text{ м}^3/\text{сут}$$

*Режимный корпус №1*

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$NP^{tot} = \frac{10,4 * 700}{0,2 * 3600} = 10,11 \alpha^{tot} = 4,126$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$NP^h = \frac{5,4 \cdot 700}{0,14 \cdot 3600} = 7,5 \alpha^h = 3,369$$

$$NP^c = \frac{5 \cdot 700}{0,14 \cdot 3600} = 6,94 \alpha^c = 3,181$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,2 \cdot 4,126 = 4,126 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 \cdot 0,14 \cdot 3,369 = 2,35 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5 \cdot 0,14 \cdot 3,181 = 2,22 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$NP_{\text{hr}}^{\text{tot}} = \frac{3600 \cdot 4,126 \cdot 0,2}{100} = 29,7; \alpha = 9,33$$

$$NP_{\text{hr}}^h = \frac{3600 \cdot 3,369 \cdot 0,14}{60} = 28,29; \alpha = 8,95$$

$$NP_{\text{hr}}^c = \frac{3600 \cdot 3,181 \cdot 0,14}{60} = 26,72; \alpha = 8,57$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{\text{hr}}^{\text{tot}} = 0,005 \cdot 100 \cdot 9,33 = 4,66 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^h = 0,005 \cdot 60 \cdot 8,95 = 2,68 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{hr}}^c = 0,005 \cdot 60 \cdot 8,57 = 2,57 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{\text{tot}} = \frac{90 \cdot 750}{1000} = 67,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{42,5 \cdot 750}{1000} = 31,87 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{47,5 \cdot 750}{1000} = 35,62 \text{ м}^3/\text{сут}$$

*Режимные корпуса №2 и №3*

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$NP^{\text{tot}} = \frac{10,4 \cdot 300}{0,2 \cdot 3600} = 4,33; \alpha^{\text{tot}} = 2,317$$

$$NP^h = \frac{5,4 \cdot 300}{0,14 \cdot 3600} = 3,21 \alpha^h = 1,917$$

$$NP^c = \frac{5 \cdot 300}{0,14 \cdot 3600} = 2,97 \alpha^c = 1,802$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,317 = 2,317 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 \cdot 0,14 \cdot 3,21 = 2,24 \text{ л/с}$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$q^c = 5 * 0,14 * 3,181 = 2,22 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$NP_{hr}^{tot} = \frac{3600 * 2,317 * 0,2}{100} = 16,68 \quad \alpha = 5,98$$

$$NP_{hr}^h = \frac{3600 * 1,97 * 0,14}{60} = 16,54 \quad \alpha = 5,93$$

$$NP_{hr}^c = \frac{3600 * 1,802 * 0,14}{60} = 15,13 \quad \alpha = 5,602$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 * 100 * 5,98 = 2,99 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^h = 0,005 * 60 * 5,93 = 1,77 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^c = 0,005 * 60 * 5,602 = 1,68 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{tot} = \frac{90 * 300}{1000} = 27 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{42,5 * 300}{1000} = 12,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{47,5 * 300}{1000} = 14,25 \text{ м}^3/\text{сут}$$

*Корпус отряда хозяйственного обеспечения*

Вероятность действия санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях в здании:

$$NP^{tot} = \frac{10,4 * 200}{0,2 * 3600} = 2,88 \quad \alpha^{tot} = 1,802$$

$$NP^h = \frac{5,4 * 200}{0,14 * 3600} = 2,14 \quad \alpha^h = 1,479$$

$$NP^c = \frac{5 * 200}{0,14 * 3600} = 1,98 \quad \alpha^c = 1,416$$

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с:

$$q^{tot} = 5 * 0,2 * 1,802 = 1,802 \text{ л/с}$$

$$q^h = 5 * 0,14 * 1,479 = 1,03 \text{ л/с}$$

$$q^c = 5 * 0,14 * 1,416 = 0,99 \text{ л/с}$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов в течение часа:

$$NPhr^{tot} = \frac{3600 * 1,802 * 0,2}{100} = 12,97; \quad \alpha = 4,99$$

$$NPhr^h = \frac{3600 * 1,479 * 0,14}{60} = 12,42; \quad \alpha = 4,82$$

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$N_{Phr^c} = \frac{3600 * 1,416 * 0,14}{60} = 11,89; \alpha = 4,65$$

Максимальный часовой расход воды на расчетном участке сети, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 * 100 * 4,99 = 2,49 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^h = 0,005 * 60 * 4,82 = 1,44 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{hr}^c = 0,005 * 60 * 4,65 = 1,39 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суточный расход воды, на хозяйственно-питьевые нужды, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q^{tot} = \frac{90 * 200}{1000} = 18 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^h = \frac{42,5 * 200}{1000} = 8,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Q^c = \frac{47,5 * 200}{1000} = 9,5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Таблица 12 – Сводная таблица расходов воды

Наименование	Секундный расход	Часовой расход	Суточный расход
1	2	3	3
<b>Жилое здание</b>			
Общий	3,8	9,34	93,6
Горячей	2,226	5,512	36,4
Холодной	2,254	5,42	57,2
<b>Столовая для личного состава</b>			
Общий	3,105	6,73	14,25
Горячей	1,228	2,74	4,03
Холодной	2,18	5,59	10,21
<b>Баня</b>			
1	2	3	4
Общий	22,5	62,55	270
Горячей	11,22	26,7	153
Холодной	9,19	20,82	117
<b>Прачечная</b>			
Общий	1,69	3,69	11,25
Горячей	0,58	1,12	3,19

Продолжение таблицы 12

Холодной	0,93	1,96	8,05
Административное здание			
Общий	1,64	3,58	2,25
Горячей	0,73	1,47	0,76
Холодной	1,12	2,45	1,48
Тир			
Общий	0,237	0,2	1
Горячей	0,15	0,12	0,6
Холодной	0,14	0,1	0,4
Питомник служебных собак			
Общий	0,245	0,26	0,228
Горячей	0,15	0,16	0,09
Холодной	0,16	0,17	0,13
Пищеблок с кухней для заключённых			
Общий	16,6	49,72	118,8
Горячей	5,71	15,74	33,66
Холодной	11,8	35,41	84,14
Режимный корпус №1			
Общий	4,12	4,66	67,5
Горячей	2,35	2,68	31,87
Холодной	2,22	2,57	35,62
Режимный корпус №2,3			
Общий	2,31	2,99	27
Горячей	2,24	1,77	12,75
Холодной	2,22	1,68	14,25
Корпус отряда хозяйственного обеспечения			
Общий	1,802	2,49	18
Горячей	1,03	1,44	8,5
Холодной	0,99	1,39	9,5

### 2.9 Определение диаметров трубопроводов

Определение диаметров трубопроводов системы водоснабжения выполнено согласно таблицам Шевелёва.

Диаметры трубопроводов на различных участках приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Диаметры трубопроводов системы водоснабжения

Участок	Расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм
ХВС		
ВК-1 – ЦТП	60,37	250
ЦТП – жилой дом	2,25	50
ЦТП – режимный корпус 1	14,02	110
ЦТП – режимный корпус 2	4,44	50
РК 2 – РК 3	2,22	50
ЦТП – здание БПК	12,3	110
ЦТП – КХО	2,41	50
КХО – админ. здание	1,42	50
Админ. здание – тир	0,3	50
Тир – питомник	0,16	50
ГВС		
ЦТП – жилой дом	2,22	50
ЦТП – режимный корпус 1	8,06	110
ЦТП – режимный корпус 2	4,48	50
РК 2 – РК 3	2,24	50
ЦТП – здание БПК	13,02	110
ЦТП – КХО	2,06	50
КХО – админ. здание	1,03	50
Админ. здание – тир	0,3	50
Тир – питомник	0,15	50

*Потери напора*

Величина напора, необходимая для подачи воды потребителю, определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = \sum i_t l + \sum h_{\text{м.с}} + h_{\text{геом}} + h_{\text{св}}, \quad (2.9)$$

где -  $i_t$  потери напора на единицу длины трубопровода, м/м;

$l$ - длина участка трубопровода, м;

$h_{\text{м.с}}$  – потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях, м;

$h_{\text{геом}}$  - геометрическая высота (отметка самой высокой точки расчетного участка трубопровода), м;

$h_{св}$  - свободный напор на изливе из трубопровода, м

Примечание - Допускается  $\sum h_{м.с}$  принимать равной 20-30%

Таблица 14 – Потери напора

Участок	Потери напора, м	Диаметр трубопровода, мм
ХВС		
ВК-1 – ЦТП	0,4	250
ЦТП – жилой дом	18,44	50
ЦТП – режимный корпус 1	10,94	110
ЦТП – режимный корпус 2,3	11,27	50
ЦТП – здание БПК	4,27	110
ЦТП – питомник	5,35	50
ГВС		
ЦТП – жилой дом	18,44	50
ЦТП – режимный корпус 1	10,94	110
ЦТП – режимный корпус 2,3	11,27	50
ЦТП – здание БПК	4,27	110
ЦТП – питомник	5,35	50

## 2.10 Подбор оборудования в системе водоснабжения

Необходимый напор в точке подключения зданий к сетям водоснабжения – 25,0 м (гарантированный напор). Требуемый напор для водоснабжения жилого здания – 44,84 м., требуемый напор для режимных корпусов 32, 94 и 33,27 м. Для обеспечения напора запроектированы повысительные установки для обеспечения хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения.

Общая характеристика насосов расположенных в ЦТП. Насосы расположена в здание теплового пункта, которая работает в автоматическом режиме. Все данные о работе насосов выведены на пункт управления в диспетчерскую, находящуюся в котельной. Насосное оборудование установлено фирмы «Calpeda» и «Saer».

Технические характеристики насосов:

Calpeda NM6/A - расход 3,5 м<sup>3</sup>/ч; напор 35,12м; - мощность электродвигателя 1,1 кВт. Calpeda NM 3/A/B - расход 7,5 м<sup>3</sup>/ч; напор 45 м; - мощность электродвигателя 2,2 кВт. Saer IR – 40 – 160 NA - расход 40 м<sup>3</sup>/ч; напор 33 м; - мощность электродвигателя 5,5 кВт.

Установка повышения давления включает нормально всасывающие насосы в комплекте с шкафом управления. В комплект насосной станции входят: - центробежные насосы; - всасывающий и напорный коллектора; - рама-основание на регулируемых по высоте виброопорах; - комплект запорной арматуры на всасывающих и напорных патрубках насосов, обратные клапаны на напорных патрубках; - манометры, датчики давления, мембранный бак на 8 литров; - защита от «сухого» хода; - шкаф управления. Насосная установка устанавливается на горизонтальном бетонном полу. Рама установки на регулируемых по высоте амортизаторах обеспечивает шумогашение по конструкциям. Технологические трубопроводы в здании насосной станции запроектированы трубами стальными электросварными по ГОСТ 10704-2001.

## 2.11 Общая характеристика трубопровода

Сети наружного водопровода прокладываются из напорных полиэтиленовых труб ПЭ100 SDR 17 – 110x9,5; 50x6,6; 75x4,5 питьевая по ГОСТ18599-2001 с укладкой на песчаное основание толщиной 100 мм. Засыпка траншеи производится несжимаемым грунтом (под асфальтовым покрытием). Ввод водопровода на объект из полиэтиленовых труб ПЭ100SDR17 – 250x4,5 питьевая ГОСТ 18599-2001. Проектируемый водопровод прокладывается совместно с теплотрассой в лотке подземно. В камерах на проектируемой сети водопровода и теплотрассы предусматривается отключающая арматура.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата		

## 3 РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

### 3.1 Источник водоснабжения

Водоснабжение ФКУ СИЗО – 4 ГУФСИН по Челябинской области осуществляется от трубопровода Златоустовского городского водоканала.

### 3.2 Сведения о существующей и проектируемой системах водоснабжения

#### 3.2.1 Характеристика существующей и проектируемой водопроводной сети

Участок под проектирование и строительство водопровода расположен на территории ФКУ СИЗО – 4 ГУФСИН по Челябинской области. Существующие водопроводные сети проложены из стальных труб различного диаметра общей протяжённостью 500 погонных метров имеющих сплошные и очаговые коррозионные повреждения. Сети водоснабжения являются тупиковыми. Трубопроводы проложены подземно совместно с теплотрассой. Имеются значительные объёмы потерь и утечек водопроводной воды, вызванные высокой степенью износа сетей и оборудования. Для исключения потерь и утечек, промерзания трубопровода и увеличения срока службы сетей водоснабжения при реконструкции принята подземная прокладка трубопроводов. В здании ЦТП расположена повысительные насосные установки. Вода на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды поступают в повысительную насосную станцию водоснабжения по трубопроводу D250 мм (протяжённостью 75 м). В ЦТП установлены существующие насосных агрегаты, нуждающиеся в замене. В связи с высокой изношенностью существующего насосного оборудования предусмотрена замена оборудования и установка следующего оборудования:

- 1) Существующие насосы заменяются на насосные агрегаты, приведённые выше;
- 2) Замена задвижек и обратных клапанов;
- 3) Замена всех технологических трубопроводов.

Технологические трубопроводы запроектированы трубами стальными электросварными по ГОСТ 1074-2001 с окраской масляной краской за 2 раза. На площадке ФКУ СИЗО – 4 запроектирована объединенная система хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода, предназначенная для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд, внутреннего пожаротушения коло-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

нии и насосная станция второго подъема. Расход воды на наружное пожаротушение - 20,0 л/с. Расход воды на внутреннее пожаротушение - 2,5 л/с. Источником наружного пожаротушения является пожарный резервуар объемом 280 м<sup>3</sup>.  
Общий расход воды на наружное пожаротушение объекта с учетом требований СП 8.13130.2009 принимаем: 25,0 л/с, 90 м<sup>3</sup> /ч, 270 м<sup>3</sup> /сут.

### 3.2.2 Описание и характеристика системы водоснабжения и ее параметров

Для обеспечения надежного водоснабжения колонии питьевой водой и поддержания вышеуказанных водопроводных сетей в технически исправном состоянии выполнен проект реконструкции существующих водопроводных сетей. Реконструируемые сети водопровода проложены совместно с теплотрассой подземно, в зоне старой прокладки существующих сетей водопровода и теплотрассы. Трассы водопровода на своем пути пересекают существующие коммуникации: теплотрассу, силовые электрокабели низкого и высокого напряжения; прокладываются вдоль опор линии освещения, на нормативном расстоянии. Вода на нужды горячего водоснабжения поступает от теплообменников, расположенных в тепловом пункте и далее в систему горячего водоснабжения к потребителям.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Исходя из технических условий водоснабжение зданий СИЗО должно быть предусмотрено от существующего городского водопровода (условный диаметр 400 мм). Точка врезки – водопроводный колодец ВК–1. Наружные сети водопровода выполнены из полиэтиленовых труб низкого давления диаметром 250 мм.

В данном разделе приведена технология прокладки трубопровода от камеры ВК–1 до теплового пункта из напорных полиэтиленовых питьевых труб низкого давления диаметром 250 мм длиной 13 м и толщиной стенок 9,5 мм.

### 4.1 Определение параметров траншеи

Наружный диаметр трубопровода  $D = 250$  мм.

Глубина заложения труб  $h_{тр}$  считая до низа, должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры. Нормативная глубина сезонного промерзания для города Златоуст – 1,9 м. Тогда  $h_{тр} = 2,4$  м.

Крутизна откосов при глубине выемки 2,4 м для суглинков составляет 1:0,5 (коэффициент откоса  $m = 0,5$ ).

Монтаж трубопровода принимаем отдельными трубами.

Минимальная ширина траншеи понизу под трубопроводы  $D + 300$  мм — для трубопроводов диаметром до 700 мм, но не менее 0,7 метров

Тогда минимальная ширина траншеи  $b$  по дну будет равна:

$$b = 250 + 300 = 0,55 \text{ м} - \text{принимаем } 1,0 \text{ м.}$$

Перед устройством траншеи необходимо срезать растительный слой. Принимаем толщину срезки растительного слоя  $h_{раст} = 0,3$  м. Тогда глубина траншеи после срезки растительного слоя составит:

$$h_{тр}' = 2,4 - 0,3 = 2,1 \text{ м.}$$

Ширина траншеи поверху  $B$  составит:

$$B = b + 2 * h_{тр}' * m, \quad (4.1)$$

$$B = 1 + 2 * 2,1 * 0,5 = 3,1 \text{ м.}$$

Площадь снятия растительного слоя:

$$S_{раст} = B \cdot L_{тр}, \quad (4.2)$$

где  $B_{раст}$  – ширина полосы срезки;

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата		43

L<sub>тр</sub> – длина трассы трубопровода;

$$S_{\text{раст}} = 3,1 * 75 = 232,5 \text{ м}^2$$

Объем траншеи определяется по формуле:

$$V_{\text{тр}} = \frac{F_1 + F_2}{2} * L, \quad (4.2)$$

где L – длина траншеи, м;

F<sub>1</sub> – площадь сечения траншеи в начале участка, равная 4,31 м<sup>2</sup>;

F<sub>2</sub> – площадь сечения траншеи в конце участка, равная 4,31 м<sup>2</sup>.

$$V_{\text{тр}} = \frac{4,31 + 4,31}{2} * 75 = 323,25 \text{ м}^3$$

Поперечный разрез трассы представлен на рисунке 1

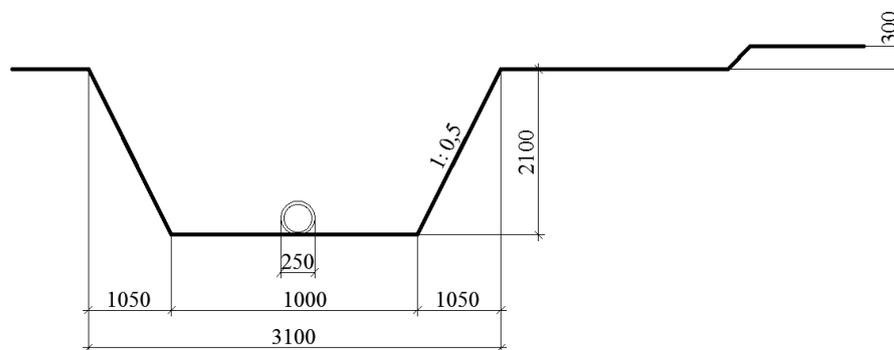


Рисунок 1 – Поперечный разрез трассы

Грунт из траншеи выгружается в рядом расположенную насыпь. Часть грунта вывозится, а часть идет на обратную засыпку траншеи. Расстояние от верхней бровки траншеи до основания откоса насыпи 1 м.

Площадь поперечного сечения насыпи:

$$S_{\text{нас}} = k_{\text{пр}} (S_{\text{транш}} - S_{\text{труб}}), \quad (4.3)$$

где  $k_{\text{пр}}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта, который показывает во сколько раз увеличился объем грунта при разработке  $k_{\text{пр}} = 1,18$ .

$$S_{\text{нас}} = 1,18 (4,31 - 0,04) = 5,03 \text{ м}^2.$$

$$\text{Тогда } h_{\text{нас}} = \sqrt{5,03} = 2,24 \text{ м, } b_{\text{нас}} = 2 * 2,24 = 4,48 \text{ м.}$$

Поперечный разрез насыпи представлен на рисунке 2

Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата



$V_{гр}$  – объем грунта, вытесненного трубопроводом м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$V_{гр} = \frac{\pi d^2}{4} * L * 1,05 \quad (4.5)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м;

$L$  – длина участка сети, м;

$$V_{гр} = \frac{3,14 * 0,25 * 0,25}{4} * 75 * 1,05 = 3,86 \text{ м}^3$$

$$V_{засып} = 323,25 - 3,86 - 7,5 - 22,5 = 289,39 \text{ м}^3$$

С учетом коэффициента разрыхления грунта, объем обратной засыпки составит:

$$V_{засып} = 1,18 * 289,39 = 341,18 \text{ м}^3$$

где:  $k_{пр}$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта,  $k_{пр}=1,18$

Полученные объемы работ представлены в таблице 15

Таблица 15 – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ
1.Срезка растительного слоя	1000 м <sup>2</sup>	0,23
2.Разработка грунта для траншеи	100 м <sup>3</sup>	3,23
3.Разработка грунта с погрузкой в транспортное средство	100 м <sup>3</sup>	0,11
4.Ручная подчистка дна траншеи	100 м <sup>2</sup>	0,75
5.Устройство песчаного основания	м <sup>3</sup>	7,5
6.Укладка труб в траншею	м	75
7.Присыпка трубопроводов	м <sup>3</sup>	22,5
8.Гидравлические испытания	м	75
9.Обратная засыпка	100 м <sup>3</sup>	3,41
10. Уплотнение грунта	100 м <sup>3</sup>	0,51

#### 4.2 Методы производства земляных и монтажных работ

Срезка растительного слоя и обратная засыпка траншеи после испытания производится экскаватором JCB – JS160W приведён на рисунке – 3. Технические характеристики которого приведены в таблице 16

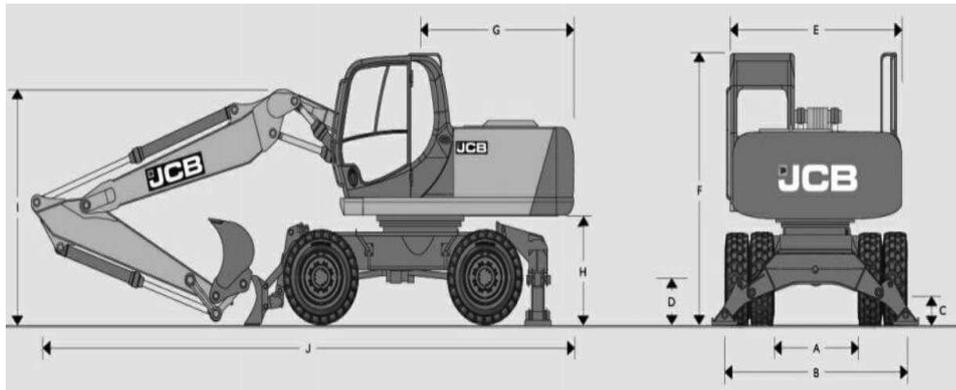


Рисунок 3 – Экскаватор JCB – JS160W

Разработка траншеи экскаватором.

На рисунке 4 представлена схема разработки траншеи экскаватором

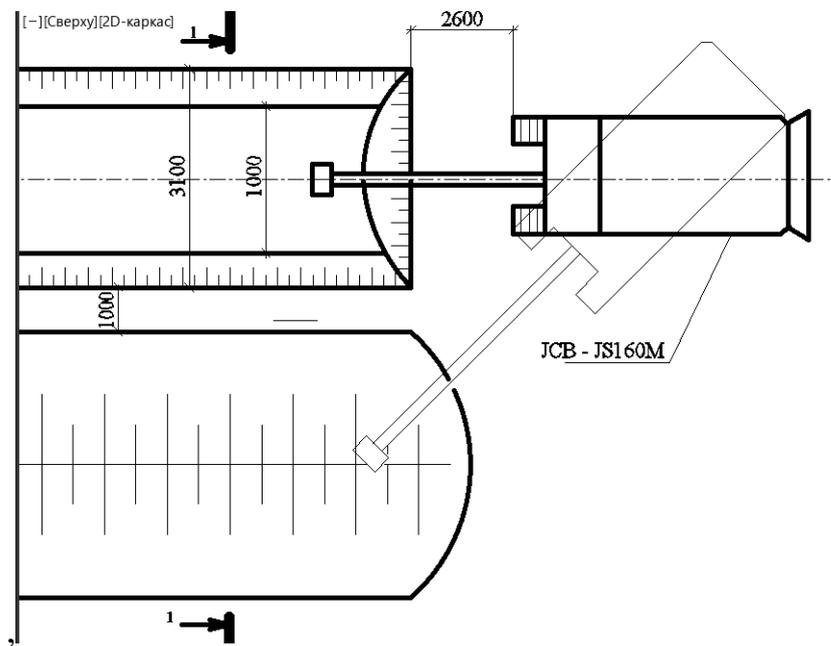


Рисунок 4 – Схема разработки траншеи экскаватором

На рисунке 5 представлен разрез 1 – 1.

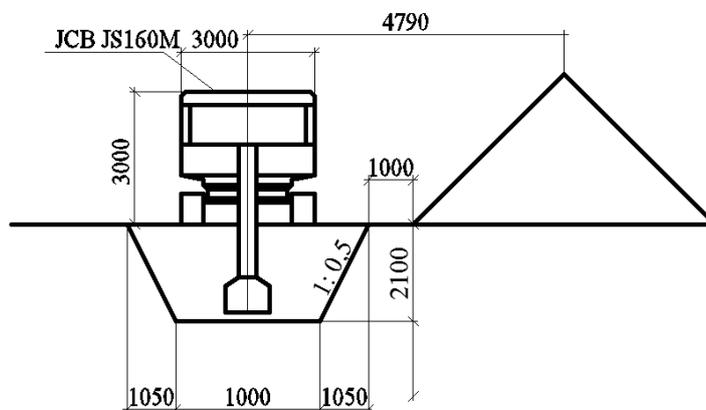


Рисунок 5 – Разрез 1 – 1

Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата

Для разработки траншеи используем одноковшовый экскаватор с гидравлическим приводом с оборудованием обратная лопата. При разработке траншеи применяется лобовая проходка.

Если ширина выемки по верху составляет  $B_b < 1,5R$ , то экскаватор перемещается по оси забоя. При погрузке грунта в автосамосвалы, расположенные, ширину торцевой (лобовой) проходки по верху определяют:

$$B_x = 2(R_a - 0,5b_a - 1) \quad (4.6)$$

где  $R$  - радиус выгрузки грунта экскаватором, м; Для экскаваторов с гидравлическим приводом радиус выгрузки принимается равным оптимальному радиусу копания ( $R_b=0,8R$ ). Радиус копания принимается по справочным данным.

$l_p$  - длина рабочей передвигки экскаватора, м. (1,55 м – при вместимости ковша 0,65 м)

$b_a$  – ширина автомобиля

$$B_l = 2(8,5 - 0,5*2,5 - 1) = 12,5 \text{ м}$$

Требуемы радиус выгрузки в автомобиль

$$R_{\text{выгр}} = \frac{B_{\text{выем}}/2 + a_{\text{зап}} + b_{\text{авт}}/2}{\cos \alpha} \quad (4.7)$$

$$R_{\text{выгр}} = \frac{3,1/2 + 1,0 + 2,5/2}{\cos 90} = 6,75 \text{ м}$$

Требуемая высота выгрузки экскаватора

$$H_{\text{выгр}} = H_{\text{авт}} + h_{\text{зап}} \quad (4.8)$$

$$H_{\text{выгр}} = 2,92 + 1 = 3,92 \text{ м}$$

Принимаем одноковшовый экскаватор марки JCB – JS160W

Характеристики экскаватора приведены на рисунке 6

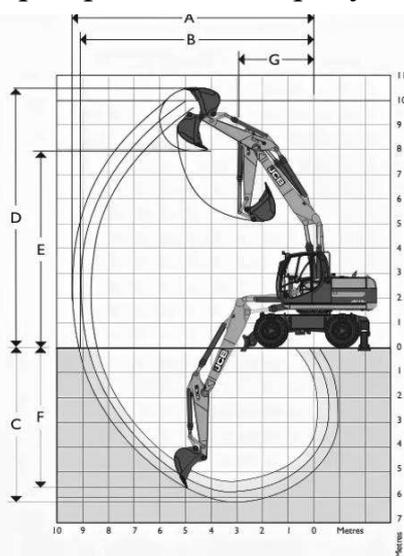


Рисунок 6 – Характеристики экскаватора JSB – JS160M

Установка труб монтажным краном.

На рисунке 7 приведена схема установки труб монтажным краном.

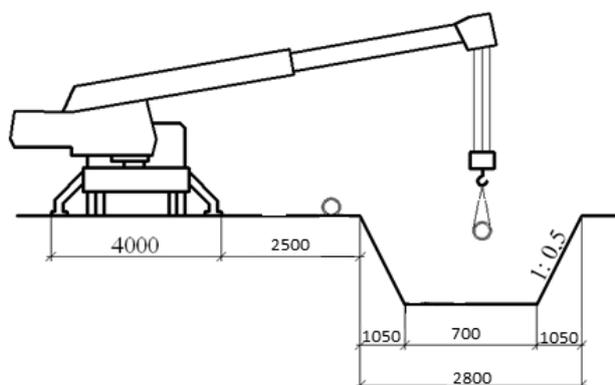


Рисунок 7 – Схема установки труб монтажным краном

Требуемый вылет стрелы:  $L_c = 2 + 3,55 + 1/2 = 6,05$  м.

Принимаем автомобильный стреловой кран КС–3575Б с характеристиками, приведенными на рисунке 8

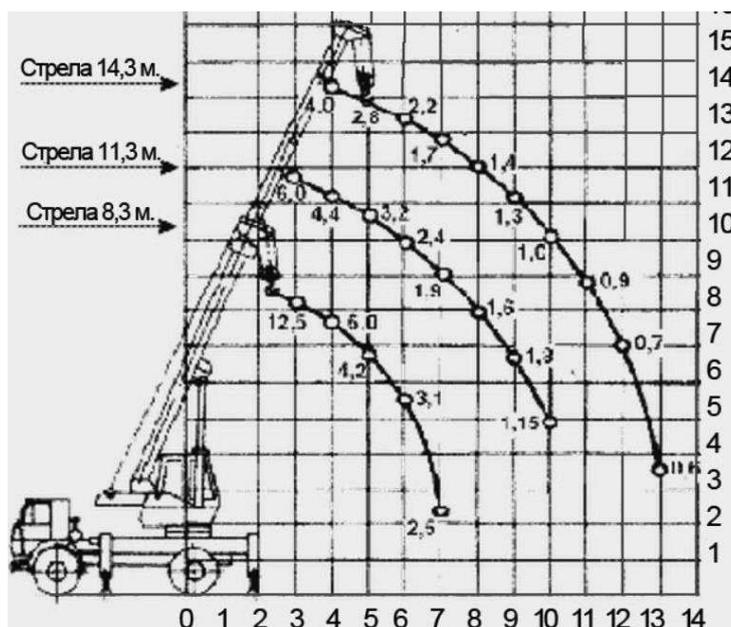


Рисунок 8 – Характеристики крана КС – 3575Б

Для уплотнения грунта применяем электротрамбовку ИЭ–4505, технические характеристики которой приведены в таблице 15.

Выбор транспортного средства для транспортирования труб.

Трубы диаметром 250 мм, выпускаемые в отрезках, связывают в пакеты массой до 1 т, скрепляя их не менее чем в двух местах таким образом, чтобы расстояние между местами скрепления было от 2 до 2,5 м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Допускается по согласованию с потребителем трубы в отрезках не упаковывать.

Трубы транспортируют любым видом транспорта в соответствии с нормативно–правовыми актами и правилами перевозки грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

При транспортировании и хранении трубы следует укладывать на ровную поверхность транспортных средств, без острых выступов и неровностей во избежание повреждения труб.

Длина трубы 13 м, диаметр(наружный) 0,25 м, масса 140 кг.

Для доставки всех 6 труб на площадку необходимо сделать 1 рейс.

#### Сварка труб

При прокладке наружных водопроводов из полиэтилена основным способом соединения труб является их сварка нагревательным инструментом встык.

Сварка встык заключается в нагреве торцов свариваемых труб или деталей до вязкотекучего состояния полиэтилена в результате контакта с нагревателем и последующим соединением торцов под давлением после удаления нагревателя. Встык можно сваривать только трубы и фитинги одинакового диаметра и SDR, изготовленные из одной марки полиэтилена. Рекомендуемая толщина стенки трубы при стыковой сварке должна быть не менее 4,5 мм. Стыковую сварку разрешено проводить при температуре воздуха от -15°С до +45°С. Сварка в стык – достаточно сложный технологический процесс, требующий высокой квалификации персонала и высококачественного оборудования. Вместе с тем, данный способ обладает рядом несомненных преимуществ: Для сварки полиэтиленовых труб не требуется тяжелая техника; Сваривать полиэтиленовые трубы может бригада из 1 — 2 человек. Значительно ниже потребление электроэнергии (либо топлива) по сравнению со сваркой стальных труб. При применении так называемых “длинномерных труб” (на катушках или в бухтах) снижает количество сварных соединений в 50 — 100 раз. Все это значительно ускоряет строительство трубопровода и снижает стоимость монтажа.

В этом процессе свариваемые поверхности труб выравниваются таким образом, чтобы достигался идеальный контакт, затем нагреваются до температуры плавления. После этого расплавленные поверхности труб соединяются под давлением. Сварочное давление, температура и длительность регулируются таким образом, чтобы сохранить физические и химические свойства исходного материала.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Нагревательный элемент (сварочное зеркало) – служит для нагрева и оплавления свариваемых поверхностей труб и соединительных деталей. Его стороны, контактирующие с свариваемыми поверхностями покрыты тефлоном для предотвращения прилипания полиэтилена. Нагревательный элемент снабжен встроенным термометром.

Гидравлический привод – обеспечивает постоянный уровень давления, необходимого для работы сварочной машины с возможностью ее точной регулировки на всех стадиях процесса сварки. Давление автоматически поддерживается во время цикла остывания при выключенном двигателе.

Редукционные вкладыши – набор вставных полуколец для сварки труб различного диаметра в пределах заявленных изготовителем размеров труб, свариваемых данной моделью сварочной машины.

Электронный блок регистрации – поставляется опционально для машин высокой степени автоматизации.



Рисунок 10 – элементы сварочного аппарата Pro Aqua АК 250

Аппарат спроектирован для работы с одним оператором и представляют готовый к работе, мобильный комплект оборудования. Требуется короткое время на установку и подготовку к сварочным работам. Механизм для фиксирования частей труб позволяет точно центрировать свариваемые детали, что гарантирует высокую прочность соединений. Машины не нуждаются постоянной технической поддержке и предназначены для работы как в цехе, так и на стройплощадке. Технические характеристики приведены в таблице 16

Перед укладкой трубы тщательно осматривают и отбраковывают. Количество раскладываемых вдоль траншеи труб зависит от достигнутой сменной выработки. Трубы на берме траншеи часто сваривают в секции или плети, которые затем опускают в траншею. Однако в производственных условиях, особенно в

зимний период, монтаж трубопроводов ведут из отдельных труб и соединяют их в траншее.

Трубы доставляют к траншее и раскладывают вдоль неё. В траншею опускают вручную (при небольшом диаметре труб) или с помощью кранов. Опускают ее в траншею плавно, сбрасывать на дно траншеи не допускается.

Длина трассы трубопровода  $L_{тр} = 75$  м с уклоном 0,001 по направлению к выпуску.

Таблица 16 – Ведомость машин и механизмов

Наименование	Марка	Кол-во	Технические характеристики
Одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой	JSB-JX170W	1	Вместимость ковша 0,65 м <sup>3</sup> Наибольшая глубина копания 5,68 м Наибольший радиус копания 8,8 м Наибольшая высота выгрузки 7,4 м Масса экскаватора 17 т Ширина отвала 2,4 м
Автомобильный стреловой кран	КС-3575Б	1	Максимальная грузоподъемность 10 т Масса 16 т Длина основной стрелы 8,3-14,3 м Вылет крюка 2,85-14,0 м Высота подъема крюка 10,2-16,5 м
Электротрамбовка	ИЭ-4505	1	Глубина уплотнения( за 2 проходки) 20 см Диаметр трамбуемого башмака 200 см Габариты 265×440×785 см Масса 27 кг

Продолжение таблицы 16

Автомобиль	КАМАЗ–43255	1	<p>Грузоподъемность 7 т          База 3,5 м          Размеры платформы (внутренние):          длина – 6090 мм,          ширина – 2500 мм,          высота бортов – 500 мм.          Погрузочная высота 2920 мм          Наиб. скорость движения 90 км/ч          Масса 20,7 т</p>
Сварочный аппарат	PRO AQUA AK 250	1	<p>Для сварки ПЭ труб диаметром от 75 до 250 мм;          Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 — 41,5 мм;          Нагревательный элемент 220 В — 3000 Вт с электронным регулятором температуры;          Торцеватель с электроприводом 220 В — 750 Вт;          Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 220 В – 550 Вт, давление до 140 бар;          Используется один комплект сварочного зеркала для всего диапазона размеров свариваемых труб;          Зажимные вкладыши: 75 — 90 — 110 — 125 — 140 — 160 — 180 — 200 — 225 — 250 мм.</p>

#### 4.3 Определение трудоемкостей работ

Трудоемкость – это затраты рабочего времени на производство какого-либо вида продукции. Определение трудоемкости и продолжительности работ производится по ЕНиР. Результаты расчетов сводятся в таблицу 17 – Калькуляция трудовых затрат.  $H_{вр}$

Трудоемкость Т, чел-дн. определяется по формуле:

$$T = \frac{K \cdot N_{вр} \cdot V}{8} \text{ (чел-см)}, \quad (4.9)$$

где:  $K_{попр.}$  – поправочные коэффициенты;

$N_{вр}$  – норма времени, определяема по ЕНиР;

$V$  – объем работ;

Таблица 17 – Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Обоснование ЕНиР	Единицы измерения	Объем работ	$N_{вр}$ , чел-ч	Т, чел-см
Срезка растительного слоя	Е2-1-5	1000 м <sup>2</sup> очищенной поверхн.	0,23	1,1	0,03
Разработка грунта в траншее навывмет	Е2-1-13	100 м <sup>3</sup> грунта	3,23	4,15	1,67
Разработка грунта в траншее с погрузкой в транспортное средство	Е2-1-13	100 м <sup>3</sup> грунта	0,11	5,1	0,07
Разработка грунта в траншее вручную с выкидкой	Е2-1-47	100 м <sup>3</sup> грунта	0,75	2,3	0,21
Устройство песчаного основания	Е9-2-7	1 м <sup>3</sup>	7,5	0,86	0,8
Укладка полиэтиленовых труб в траншее со сваркой	Е9-2-7	1 м трубопр.	75	0,87	8,15
Засыпка грунтом траншеи перед испытанием	Е2-1-58	м <sup>3</sup>	22,5	0,86	2,41
Испытание трубопровода*	Е9-2-7	1 м трубопр.	75	0,1	0,93

Продолжение таблицы 17

Засыпка траншеи	E2-1-34	100 м <sup>3</sup> грунта	3,41	0,47	0,2
Уплотнение грунта электротрамбовкой	E2-1-59	100 м <sup>3</sup> грунта	0,51	1,9	0,12

Продолжительность работ определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (4.10)$$

где m – количество рабочих по ЕНиР

n – число смен в день.

Таблица 18 – Определение продолжительности работ.

Наименование работ	T, чел–см	Состав звена	Продолжит. смены, см
Срезка растительного слоя. Разработка грунта навывмет и с погрузкой в ТС	0,03+1,67+0,07= =1,77	Машинист бр-1 чел	(1,77)2
Разработка грунта в траншее вручную с выкидкой	1,67	Землекопы: 2 разр – 1 1 разр – 1	(0,83)1
Устройство песчаного основания	0,8	Землекопы: 2 разр – 1 1 разр – 1	(0,4)1
Укладка полиэтиленовых труб в траншею со сваркой	8,15	Монтажник 4р- 1, 3р-2	(2,71)3
Засыпка грунтом траншеи с трамбованием перед испытанием	2,41	Землекоп 2р-1, 1р-1	(1,2)1
Испытание трубопровода*	0,93	Монтажники: 5 разр – 1; 4 разр – 1; 3 разр - 2	0,23(1)

Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 18

Засыпка грунта с трамбованием после испытания	0,2	Машинист бр-1 чел	(0,2)1
Уплотнение грунта электротрамбовкой и разравнивание растительного слоя	0,12	Землекоп 2р-1	(0,12)1

Операционный контроль

Таблица 19 – Карта операционного контроля

№№ пп	Параметры	Величина предельных отклонений
1	Правильность трассировки сети	$\pm 0,5$ м
2	Минимальное заложение труб, м	$0,5 \pm 0,05$
3	Допустимая утечка, л, при приемочных испытаниях из трубопровода длиной 100 м за 0,5 час	Не более 16 л
4	Предельные отклонения по длине труб	$\pm 0,8$ %
5.	Предельные отклонения по наружному диаметру не должны превышать	$\pm 0,65$
6.	Предельные отклонения по толщине стенки труб не должны превышать значений	$\pm 12,5\%$
7.	Отклонение от перпендикулярности торцов отрезанных труб	не более 2 градусов

Продолжение таблицы 19

8	Отклонение температуры в сварочном аппарате	$\pm 5$ градусов
9	Укладка песчаного основания	$\pm 50$ мм
10	Разработка грунта для траншеи экскаватором с обратной лопатой(отклонение отметки дна выемки от проектной)	+ 10 см
11	Отклонение давления при гидравлическом испытании	$\pm 5\%$

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности людей обеспечивается не только за счет грамотного расчета и проектирования зданий и сооружений. В проекте уделено внимание анализу опасных и вредных факторов, воздействующих на человека в процессе работы и производства строительного–монтажных работ. Определены мероприятия по обеспечению безопасности труда.

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации и законах и иных нормативных правовых актах субъектов Российской Федерации, устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя.

Работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение сертифицированных средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;
- приобретение и выдачу за счет собственных средств сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной за-

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

щиты, смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;

– недопущение к работе лиц, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда, стажировку и проверку знаний требований охраны труда;

– в случаях, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, организовывать проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований работников, внеочередных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований;

– недопущение работников к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров (обследований), обязательных психиатрических освидетельствований, а также в случае медицинских противопоказаний;

– обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

Работник обязан согласно трудовому кодексу Российской Федерации:

– соблюдать требования охраны труда;

– правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты;

– проходить обучение безопасным методам и приемами выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда;

– немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР					

несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о проявлении признаков острого профессионального заболевания (отравления);

– проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования), а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами.

### 5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Производственные факторы делятся на вредные и опасные.

В данной дипломной работе разработан проект реконструкции сетей водоснабжения СИЗО в городе Златоусте. В процессе работы и производства строительных – монтажных работ могут возникнуть опасные и вредные факторы. Опасные факторы – факторы, являющиеся причиной травматизма и нарушения здоровья. Опасные факторы и их последствия представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Опасные факторы и их действие на человека

Опасные факторы	Действие на человека
движущиеся машины и механизмы (бульдозер, строительный кран)	ранения, ушибы, переломы, остановка сердца
подвижные части производственного оборудования (стрела крана)	ранения, ушибы, переломы, остановка сердца
обрушение откосов котлована	ушибы, переломы
падение строительной техники в котлован	ушибы, переломы, остановка сердца
попадание посторонних предметов в глаза	ослабление зрения, потеря глаза
обрыв троса крана	ушибы, переломы
расположение рабочего места на значительной глубине относительно поверхности земли (пола)	ушибы, переломы, остановка сердца
поражение электрическим током	повреждения, разрывы тканей, ожоги, остановка сердца, металлизация поверхности кожи тела человека
острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	ушибы, ранения, повреждения, разрывы тканей

К вредным относятся факторы, которые при определённых условиях становятся источником заболеваний и снижения работоспособности. Вредные факторы и их последствия представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Вредные факторы и их действие на человека

Вредные факторы	Действие на человека
повышенная температура поверхности предметов (трубопроводы при сверке, сварочный аппарат)	нагрев, ожоги
повышенная температура окружающей среды (летом)	выделение пота, приток крови, тепловой удар
повышенная влажность	выделение пота, тепловой удар
повышенная подвижность воздуха	простудные заболевания
повышенный уровень шума на рабочем месте (от работы техники и потока воды)	ухудшение памяти, повышение кровяного давления, тугоухость, преждевременная старость, сердечно-сосудистые заболевания, язвенная болезнь
повышенный уровень вибрации (от работы техники)	нарушение кровоснабжения, анемия, гангрена конечностей, снижение мышечной массы, нарушение процессов отложения солей, виброблезнь
недостаток освещения (монтажные работы в подвальном помещении)	ослабление зрения, быстрая утомляемость, повышенная близорукость
повышенная запыленность	силикоз

## 5.2 Микроклимат производственных помещений

В данном разделе рассматриваются мероприятия по содержанию и обеспечению оптимальных условий производственной среды.

В подвальном помещении ведутся работы по монтажу насосного оборудования.

К показателям, характеризующим микроклимат, относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают комфорт в течении 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, повышают работоспособность.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека. Они не вызывают отклонения в состоянии здоровья, но могут приводить к возникновению дискомфорта, ухудшению самочувствия и работоспособности.

Оптимальные и допустимые показатели должны соответствовать значениям указанным в таблице 22.

Таблица 22 – Оптимальные и допустимые показатели

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения	
		оптим	допус	оптим	допус	оптим	допус
Холодный	Средней тяжести – Па	18–20	15–24	40–60	75	0,2	менее 0,3
	Средней тяжести – Пб	17–19	13–23	40–60	75	0,2	менее 0,4
Теплый	Средней тяжести – Па	21–23	17–29	40–60	65	0,3	0,2–0,4
	Средней тяжести – Пб	20–22	15–29	40–60	50	0,3	0,2–0,5

К категории работ Па относятся работы, производимые стоя, при ходьбе и сопровождаются переносом тяжести до 1 кг.

Категории работ Пб относятся работы, производимые стоя, при ходьбе и сопровождаются переносом тяжести до 10 кг.

Оптимальные температуры для проведения работ на открытом воздухе – выше нуля. При скорости ветра 15 м/с и более не допускается выполнять монтажные работы. При неблагоприятных природных условиях: грозе, тумане, снегопаде, исключающих видимость фронта работы, проведение строительных работ не рекомендуется.

Предлагаются следующие мероприятия:

– в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от радиационного охлаждения, от стеклянных поверхностей оконных проемов;

– в теплый период года следует применять средства защиты рабочих мест от попадания прямых солнечных лучей;

– в холодный период года при работе на открытом воздухе обеспечение рабочих теплой одеждой.

Защиту от теплового излучения осуществляют применением теплоизоляционных материалов, устройством экранов, водяных завес, воздушного душирования рабочих мест.

Необходимы следующие мероприятия:

– исключение контакта рабочих с вредными веществами (автоматизация производства);

– общеобменная вентиляция помещений;

– обработка, мокрая уборка стен, полов;

– применение спецодежды.

### 5.3 Вредные вещества

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны нормируется. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), приведенных в таблице 23.

В процессе монтажа трубопроводов и сварочных работ образуются минеральные и неорганические пыли.

Фиброгенное, раздражающее и токсическое действия пыли зависят от ее физико–механических и химических свойств. Одним из основных вредных воздействий пыли является ее способность вызывать профессиональные заболевания легких – пневмокониозы. Под действием пыли могут развиваться болезни глаз и поражения кожи .

Предельно допустимое содержание пыли в рабочей зоне колеблется в пределах от 1 до 10 мг/м<sup>3</sup>.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 23 – ПДК вредных веществ в воздухе

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Кремния диоксид кристаллический (кварц, кристобелит, тридимит) при содержании в пыли более 70% (кварцит, диас и др.)	1*	а	III	Ф
Пыль с примесью диоксида кремния от 2 до 10%	4	а	IV	А, Ф

#### 5.4 Освещение

Освещение – это неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. Неудовлетворительное освещение вызывает утомление, глазные болезни, головные боли и может быть причиной производственного травматизма.

Назначение производственного освещения – обеспечение нормальных зрительных условий для выполнения соответствующего вида работ в производственном помещении.

Неудовлетворительная организация системы производственного освещения может привести к появлению ошибок, допущенных при выполнении технологических операций работником, а также несчастных случаев, связанных с обслуживанием оборудования.

Повреждения зрения, связанные с недостатками системы освещения, являются частым явлением. При недостатке солнечного света у человека развивается солнечное голодание, появляются нарушения деятельности нервной системы: ухудшаются память и сон, снижается работоспособность. Человек, испытывающий солнечное голодание, чаще заболевает простудными и другими инфекционными заболеваниями. Учитывая степень благотворного влияния естественного света на организм человека, гигиена труда требует максимального использования естественного освещения.

Нормируемым параметром естественного освещения является коэффициент естественной освещенности (КЕО). Нормируемыми параметрами искусственного освещения являются: освещенность рабочей поверхности (Е, лк), показатель ослепленности (Р, %) и коэффициент пульсации освещенности (Кп, %).

Требования к освещению помещений приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Требования к освещению помещения

Характеристика зрительной работы	Искусственное освещение, ЛК	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КЕО, ен, %			
		При верхнем	При боковом	При верхнем	При боковом
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: периодическое при периодическом пребывании людей в помещении	50	0,7	0,2	0,5	0,2

Для строительных площадок и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение, которое должно быть не менее 2 лк, за исключением автодорог. Нормы освещенности для участков строительных площадок и работ приведены в таблице 24.

Для общего равномерного освещения строительной площадки применяется светильник с лампами типа ДРЛ (лампы ртутные газоразрядные высокого давления) и типа НЛВД (лампы натриевые высокого давления)– при ширине площадки от 20 до 150 м. Для освещения мест производства строительных и монтажных работ внутри здания должны применяться светильники с лампами накаливания общего назначения.

Таблица 24 – Нормы освещенности

Участки строительных площадок и работ	Наименьшая освещенность, лк	Плоскость, в которой нормируется освещение	Уровень поверхности, на которой нормируется освещенность
Работы внутри технологического оборудования, емкостей, резервуаров, бункеров и др.	30*	Вертикальная	На всех уровнях производства работ
Испытание технологического оборудования	50	Вертикальная	На рабочих местах
Немеханизированная разгрузка и погрузка конструкций, деталей, материалов и кантовка	2	Горизонтальная	На площадках приема и подачи грузов

\* Предусмотреть повышение уровней освещенности при производстве работ в дневное время до 100 лк.

Электрическое освещение строительных площадок и участников должно питаться от сети переменного тока частотой 50 Гц и постоянного тока:

а) для светильников стационарного местного освещения, установленных на доступной для случайных прикосновений высоте, – 42 В (на строительной площадке вне здания);

б) для ручных переносных светильников – 12 В (на строительной площадке внутри здания).

Для охраны строительных площадок освещение должно быть около 0,5 лк, аварийное – 3 лк, эвакуационное внутри здания – 0,5 лк, вне здания – 0,2 лк.

### 5.5 Шум и вибрация

Уровень шума нормируется. Причиной возникновения шумов в подвальном помещении служит работа насосов повышения давления, поток воды. Причиной возникновения шумов на строительной площадке может быть работа стро-

ительной техники (бульдозер, строительный кран). Следствиями вредного воздействия шума могут быть утомление, усталость, изменение кровяного давления, бессонница, изменение частоты дыхания, неспособность сосредоточиться.

Допустимые уровни звука приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Допустимые уровни звука для широкополосного постоянного шума

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ (по шкале А)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, рабочие места в административном здании	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Средства коллективной защиты бывают следующими:

- звукоизоляция ограждающих конструкций;
- рациональное размещение оборудования и рабочих мест;
- создание шумозащищенных зон в местах нахождения человека;
- оснащение шумных машин (насосов) средствами дистанционного управления;
- использование рациональных режимов труда и отдыха работников;

- применение малошумных машин. Средства индивидуальной защиты:
- противошумные наушники;
- вкладыши;
- каски.

Вибрация нормируется. Причиной возникновения вибрации является работа строительных машин, имеющих неуравновешенные и несбалансированные вращающиеся органы или органы с движением возвратно–поступательного характера. Следствиями вредного воздействия вибрации на организм человека могут быть поражение ЦНС, головные боли, шум в ушах, сонливость, ухудшение памяти, нарушение координации движения, вибрационная болезнь.

Допустимые значения скорости и ускорения для различных типов вибрации приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Нормативные значения в направлениях			
	виброускорения		виброскорости	
	м·с <sup>-2</sup>	дБ	м·с <sup>-1</sup> ·10 <sup>-2</sup>	дБ
Общая вибрация – транспортная (бульдозер)				
1,0	1,10/0,39	121/112		
2,0	0,79/0,42	118/113		
4,0	0,57/0,8	115/118		
8,0	0,6/1,62	116/124		
16,0	1,13/3,2	121/130		
31,5	2,25/6,4	127/136		
63,0	4,5/12,8	133/142		
Общая вибрация – транспортно–технологическая (строительный кран)				
2,0	0,4	112	3,5	117
4,0	0,285	109	1,3	103
8,0	0,3	110	0,63	102
1	2	3	4	5
16,0	0,57	115	0,56	101
31,5	1,13	121	0,56	101
63,0	2,25	127	0,566	101
Местная (локальная) вибрация				

Продолжение таблицы 27

8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85,0	159	1,4	109

При выполнении технологических процессов и монтажных работ, должны быть:

- выбраны машины с минимальной вибрацией;
- разработаны схемы размещения машин с учетом создания минимальных уровней вибрации на рабочих местах.

Вибробезопасность труда на предприятиях должна обеспечиваться:

- соблюдением правил и условий эксплуатации машин и ведения технологических процессов;
- исключение контакта работающих с вибрирующими поверхностями за пределами рабочего места или зоны, введением ограждений, предупреждающих знаков, использование предупреждающих надписей, окраски, сигнализации и т.п.;
- улучшение условий труда;
- введение и соблюдение режимов труда и отдыха, в наибольшей мере снижающих неблагоприятное воздействие вибрации на человека;
- применение средств индивидуальной защиты.

### 5.6 Электробезопасность

Напряжения прикосновения и токи нормируются. Электротравма возникает при работе под напряжением, одно– и двухфазном прикосновении человека к незаземленным частям оборудования, нахождение человека в зоне растекания тока замыкания на землю, разряде атмосферного электричества. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном

(неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 28.

Ручной электроинструмент и переносные светильники эксплуатируются в более тяжелых условиях, чем большинство других электроустановок. Ручные электрические машины – светильники и переносные устройства – могут подвергаться перегрузке, ударам, воздействию влаги, солнечной радиации, резким перепадам температуры, поэтому они должны быть полностью безопасны. Питающее их напряжение должно соответствовать классу электрической опасности помещения. Допускаемое напряжение переносного электрооборудования представлено в таблице 29.

Таблица 28 – Напряжения прикосновения и токи

Род тока	Не более	
	U, В	I, mA
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Таблица 29 – Допускаемое напряжение переносного электрооборудования

Условия работ	Местное стационарное освещение	Ручные светильники	Электроинструмент
	Напряжение, В, не более		
Особо опасные	42	12	42

Временная электропроводка на строительной площадке выполняется изолированным проводом и подвешивается на тросе на опорах на высоте 2,5 м над рабочим местом, 3,5 м над проходами и 6,0 м над проездами. Переносные светильники в условиях стройки питаются напряжением не выше 42 В.

Для защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо:

- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляция токоведущих частей;
- защитное отключение;
- предупредительные знаки.

Защита от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим токоведущим частям:

- защитное заземление;

- зануление;
- изоляция нетоковедущих частей;
- средства индивидуальной защиты (перчатки, электроизолируемые инструменты, очки, рукавицы, невоспламеняющиеся костюмы).

Места производства электросварочных работ на данном, а также на ниже-расположенных ярусах (при отсутствии несгораемого защитного настила или настила, защищенного несгораемым материалом) должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) – не менее 10 м.

Рабочие места сварщиков в помещении при сварке открытой дугой должны быть отделены от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения.

При производстве сварочных работ в плохо проветриваемых помещениях малого объема, в закрытых емкостях, колодцах и т.п. необходимо применение средств индивидуальной защиты глаз и органов дыхания.

В электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы, находящиеся под напряжением, должны быть закрыты оградительными устройствами.

## 5.7 Безопасность проведения строительных работ

При производстве строительно-монтажных работ следует соблюдать нормы и правила.

Крутизна откосов выемок глубиной более 5 м во всех случаях должны устанавливаться проектом. Крутизну откосов принимаем 1:1.

Грунт, извлеченный из котлована или траншеи, следует размещать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки выемки.

Работа кранов и других машин на свеженасыпном грунте не допускается.

Перемещение, работа и установка машин вблизи выемок (котлованов, траншей и т.д.) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта, на расстоянии установленном проектом производства работ. В данном проекте это расстояние принято 1,0 м от бровки выемки.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Кабина машиниста должна быть защищена от возможного попадания отколовшихся частиц, а рабочие должны быть обеспечены защитными очками.

Погрузочно–разгрузочные операции с сыпучими, пылевидными и опасными материалами должны производиться с применением средств механизации и использованием средств индивидуальной защиты, соответствующих характеру выполняемых работ.

В процессе производства земляных работ следует соблюдать технику безопасности:

- котлованы и траншеи, разрабатываемые в местах, где происходит движение людей или транспорта, должны быть ограждены защитными ограждениями. На ограждении необходимо устанавливать предупредительные надписи и знаки, в ночное время – сигнальное освещение;
- перед допуском рабочих в котлованы или траншеи глубиной более 1,3 м должна быть проверена устойчивость откосов;
- места прохода людей через траншеи должны быть оборудованы переходными мостиками, освещаемыми в ночное время.

#### 5.8 Техника безопасности при монтажных работах

При монтажных работах следует соблюдать технику безопасности:

- на участке (захватке), где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц;
- очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи и наледи следует производить до их подъема;
- во время перерыва в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкции и оборудования на весу;
- до выполнения монтажных работ необходимо установить порядок обмена условными сигналами между лицом, руководящим монтажом и машинистом.

#### 5.9 Пожарная безопасность

По степени пожарной опасности все здания СИЗО относятся к категории «Д», степень огнестойкости зданий – II. Степень огнестойкости II – здание с

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

несущими конструкциями из бетона с применением листовых и плиточных негорючих материалов, в покрытиях зданий допускается применять незащищенные конструкции.

Противопожарная защита, должна достигаться:

- применением средств пожаротушения и соответствующих видов техники;
- применением автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- устройством противопожарных преград;
- применением средств противодымной защиты (дымовых люков);
- в зданиях необходимо предусмотреть технические средства (лестничные клетки, противопожарные стены, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т.д.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость конструкций не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре и расчетного времени пожара.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

## 7 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДА

### 7.1 Организация строительной площадки

#### 7.1.1 Обоснование потребности строительства в рабочих кадрах

Потребность строительства в рабочих определяем по графику движения рабочей силы. Категории работающих принимаем по учебному пособию [45, стр.327]. Определение потребности строительства в рабочих кадрах приведено в таблице 30.

Таблица 30 – Калькуляция потребности строительства в категориях работающих

Состав рабочих кадров	Соотношение категорий	Количество рабочих кадров
Всего работающих	100 %	11
Рабочие	85 %	8
ИТР	8 %	1
Служащие	5 %	1
МОП и охрана	2 %	1
Женщин	30 %	3
Мужчин	70 %	8

#### 7.1.2 Обоснование потребности строительства во временных зданиях

Временные здания и сооружения применяются для обеспечения производства строительного-монтажных работ, организации бытового обслуживания строителей и управления строительным комплексом.

Состав подсобных зданий для строительной площадки зависит от организационно-технических условий строительства; продолжительности строительного-монтажных работ на возводимом объекте; характера привлекаемых ресурсов, степени развития строительства и состояния его материальной базы и бытового обслуживания работающих. Рабочие, руководители, специалисты и служащие, занятые на строительных объектах, должны быть обеспечены санитарно-бытовыми помещениями (гардеробной, сушилками для одежды и обуви,

душевыми, помещениями для приема пищи, отдыха и обогрева, комнатами гигиены женщин и туалетами) в соответствии с действующими нормами, номенклатурой инвентарных зданий, сооружений, и установок и их комплексов для строительных и монтажных организаций.

Бытовые городки размещаются на строительной площадке или в непосредственной близости от неё, в зоне наибольшей концентрации работающих с максимальным приближением к основным маршрутам их приближения на строительстве либо со строительства к жилым комплексам. Удалённость бытовых городков от места производства работ не должно превышать 500 м.

Для нашего строительства выберем здания культурно-бытового и санитарного назначения (помещение для приёма пищи, гардеробные, душевые, уборные).

Потребность строительства во временных зданиях определяется из расчёта численности рабочих.

Максимальное количество рабочих – 8 человек.

Определим необходимую площадь зданий культурно–бытового и санитарного назначения по следующей формуле:

$$F = L \cdot N, \quad (7.1)$$

где – L нормативный показатель на одного человека, м<sup>2</sup>/чел;

N количество людей, работающих на объекте.

Площадь гардероба:

$$F = 0,9 \cdot 8 = 7,2 \text{ м}^2.$$

Принимаем гардеробную с сушилкой на базе системы «Нева» 7150–1 на 12 человек с размерами в плане: 3×9 м. Здание имеет электрическую систему отопления, автономную систему водоснабжения из встроенных баков с электроподогревом.

Площадь душевой с преддушевой и раздевалкой:

$$F = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ м}^2.$$

Принимаем душевую на базе системы «Комфорт» Д–6 на 6 сеток с размерами в плане: 3×9 м. Здание имеет электрическую систему отопления с помощью колориферов, автономную систему водоснабжения из встроенных баков с электроподогревом.

Площадь буфета:

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						76
Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата		

$$F = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ м}^2.$$

Принимаем буфет на базе системы «Комфорт» Б–8 на 8 посадочных мест с размерами в плане: 3×6 м. Здание имеет электрическую систему отопления с помощью колориферов, автономную систему водоснабжения из встроенных баков с электроподогревом.

Площадь помещения для обогрева, отдыха и приема пищи:

$$F = 1 \cdot 8 = 8 \text{ м}^2.$$

Принимаем здание для отдыха и обогрева рабочих на базе системы «ЦУБ» 1875 на 12 человек с размерами в плане: 3,2×6 м. Здание имеет автономную водяную систему отопления, автономную систему водоснабжения из встроенного бака 800л.

Площадь уборной:

$$F = 0,07 \cdot 8 = 0,56 \text{ м}^2.$$

Принимаем здание уборной на 4 очка на базе системы «Днепр» Д–10–К с размерами в плане: 3×6 м. Здание имеет электрическую систему отопления, систему водоснабжения из встроенных баков.

Площадь конторы–прорабской:

$$F = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}^2.$$

Принимаем контору прораба на базе системы «Нева» 7150–4 на 5 рабочих мест с размерами в плане: 3×9 м. Здание имеет электрическую систему отопления, автономную систему водоснабжения из встроенных баков с электроподогревом.

В таблице 31 приведена номенклатура помещений по функциональному назначению.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Таблица 31 – Номенклатура помещений по функциональному назначению

Шифр здания или номер проекта	Назначение, вместимость, количество блок-контейнеров, размеры, площадь	Трудоёмкость, чел.-час./м2	Инженерное оборудование	
			системы отопления	системы водоснабжения
На базе системы “Комфорт” Б–8	Столовая-раздаточная (буфет) на 8 посадочных мест; размер, м: 3х6х2,9; общая площадь, м2: 15,6	0,3...0,6 0,1...0,2	Электрическое с помощью колориферов или водяное от внешних сетей	От внешней сети или из встроенного бака с электроподогревом
На базе системы “Днепр” Д–10–К	Уборная на 4 очка с комнатой для гигиены женщин; размер, м: 3х6х2,9; общая площадь, м2: 15,7	0.2...0,3 0,02...0,6	Электрическая	От внешней сети или из встроенного бака
На базе системы “Нева” 7150–4	Контора прораба на 5 рабочих мест; размер, м: 3х9х3; общая площадь, м2: 24,6	0,05...0,1 0,01...0,03	Электрическая	Автономная из встроенных баков с электроподогр.
На базе системы “Комфорт” Д–6	Душевая на 6 сеток; размер, м: 3х9х2.9; общая площадь, м2: 24,3	0,3...0,6 0,2...0,2	Электрическое с помощью колориферов или водяное от внешних сетей	От внешней сети или из встроенного бака с электроподогревом

Продолжение таблицы 31

На базе системы “Нева” 7150–1	Гардеробная на 12 человек; размер, м: 3х9х3; общая площадь, м2: 24,6	0,05...0,1 0,01...0,03	Электрическая	Автономная из встроенных баков с электороподогрев.
На базе системы “ЦУБ” 1875	Здание для отдыха и обогрева рабочих на 12 человек; размер, м: 3,2х6х4,2; общая площадь, м2: 27,5	0.4...0,8 0,1...0,2	Автономная водяная	Централизованное или автономное из встроенного бака 800 л

### 7.1.3 Обоснование потребности строительства складах

Приобъектные склады организуются на строительных площадках для временного хранения материалов, конструкций, технологического оборудования в объеме, обеспечивающем непрерывность строительно–монтажных работ на данном объекте при прерывистом характере поставок материально–технических ресурсов. Склады могут быть открытыми, полужакрытыми и закрытыми. Принимаем открытые приобъектные склады.

#### Определение запасов основных строительных материалов

На стадии разработки ПОС объем производственных материалов рассчитывается по расчетным нормативам (показателям), разработанным ЦНИИОМТП:

$$P_{\text{нec}} = \frac{P_{\text{ia}}}{T} \cdot n \cdot m \cdot l, \quad (7.2)$$

где:  $P_{\text{обц}}$  – общее количество материала, необходимое для выполнения работы в период времени  $T$ ;

$T$  – продолжительность потребления материала, определяемая по календарному плану ( $T = 29$  дней);

$n$  – норматив запаса материала на складе в днях потребления

$m$  – коэффициент неравномерности потребления материалов и изделий

1 – коэффициент неравномерности поступления материалов и изделий на склады строительства, зависит от местных условий снабжения и может применяться для материалов, поставляемых автомобильным транспортом

$P_{\text{общ}}$  определяется как отношение длины трасы к длине одной трубы:

$$P_{\text{тáñ}} = \frac{227}{6} \cdot 2 = 76 \text{ шт.}$$

Тогда

$$P_{\text{нëë}} = \frac{76}{29} \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 45 \text{ шт/день.}$$

Расчет площади склада

Площадь склада зависит от вида, способа хранения, количества материала и состава обслуживающих производств (сортировка, затаривание, взвешивание, комплектация и другое).

На стадии ПОС площадь склада определяют по расчетным нормативам.

Для основных материалов и изделий расчет площади склада производится по удельным нагрузкам по следующей формуле:

$$S = P_{\text{нëë}} \cdot q, \quad (7.3)$$

где –  $q$  норма площади пола склада на единицу складированного ресурса, принятая по расчетным нормативам

Норма площади на 1 м длины для полиэтиленовых труб диаметром 250 мм массой 0,0654 т  $q = 2 \text{ м}^2/\text{т}$ .

Площадь склада водопроводных труб:

$$S = 45 \cdot 0,0654 \cdot 2 = 6 \text{ м}^2 \rightarrow (2 \text{ м} \times 3 \text{ м}).$$

Открытые склады располагают в непосредственной близости от дорог общего назначения, предусмотрев их местное расширение для подъезда и разгрузки транспортных средств. Для удобства организации охраны склады следует расположить сосредоточенно с соблюдением правил пожарной безопасности СНиП 11 – 89 – 80.

#### 7.1.4 Обоснование потребности строительства в воде

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Временное водоснабжение на строительной площадке предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно–бытовых нужд. Расход воды определяется как сумма потребностей по формуле:

$$Q_{\text{дд}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{оіс}} , \quad (7.4)$$

где:  $Q_{\text{пр}}$  – расход воды соответственно на производственные

$Q_{\text{хоз}}$  – хозяйственные нужды, л/с.

Расход воды на производственные нужды в подготовительный период не учитывается. Расход воды на хозяйственные нужды определяется по формуле:

$$Q_{\text{оіс}} = \sum \frac{q_{\text{оа}} \cdot n_{\text{д}} \cdot k_{\text{ч}}}{3600 \cdot t} + \frac{q_{\text{а}} \cdot n_{\text{а}}}{60 \cdot t_1} , \quad (7.5)$$

где  $q_{\text{хб}}$  – удельный расход воды на хозяйственно–бытовые нужды по [48, приложение 19];

$n_{\text{р}}$  – число работающих в наиболее загруженную смену (8 чел.);

$k_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды [48, приложение 18] ( $k_{\text{ч}} = 1,5$ );

$t$  – число часов в смену, учитываемых расчётом (8 час);

$q_{\text{д}}$  – расход воды на прием душа одного работающего;

$n_{\text{д}}$  – число пользующихся душем до 80% (6 чел.);

$t_1$  – продолжительность использования душевой установки, мин (принимается 45 мин);

Диаметр труб водонапорной наружной сети определяем по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{\text{дд}}}{\pi \cdot v}} , \quad (7.6)$$

где  $v$  – скорость движения воды в трубах (0,6 м/с).

В таблице 32 приведена калькуляция потребности строительства в воде.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 32 – Калькуляция потребности строительства в воде

№	Строительные нужды	Ед. изм.	Кол-во потреб.	Удельный расход, л.	Коэффициент нерав. потребл.	Число часов в смену	Расход воды, л/с
1	Прием душа	80% раб.	6	50	–	0,75	0,11
2	Умывальники	1 раб.	8	4	1,5	8	0,002
3	Уборные	1 раб.	8	6	1,5	8	0,0022
Хозяйственные нужды							0,114

$$D = 2 \sqrt{\frac{1000 \cdot 0,114}{3,14 \cdot 0,6}} = 15 \text{ мм.}$$

Так как потребность в воде небольшая, предусматриваем обеспечение водой строительства от существующего водопровода.

#### 7.1.5 Обоснование потребности строительства в электроэнергии

Для временного электроснабжения в качестве источника электроэнергии берем существующую трансформаторную подстанцию с напряжением 0,4 кВт.

Ориентировочное количество прожекторов, подлежащее установке, для создания на площади S требуемой освещенности определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{m \cdot E_{\delta} \cdot S}{P_{\epsilon}}, \quad (7.7)$$

где m – коэффициент, учитывающий световую отдачу источников света, КПД прожекторов и коэффициент использования светового потока, принимается по [48, таблица 2];

$P_{\text{л}}$  – мощность лампы применяемых типов прожекторов;

$E_{\text{р}}$  – требуемая освещенность, определяемая по формуле:

$$E_{\delta} = K \cdot E_{i}, \quad (7.8)$$

где  $K$  – коэффициент запаса, принимаемый по [48, таблица 2];

$E_{н}$  – нормируемая освещенность, принимаемая по [48, приложение 8].

Для охранного освещения:

$$m = 1,5;$$

$$K = 1,5;$$

$$E_{н} = 5 \text{ лк};$$

$$P_{л} = 1000 \text{ Вт}.$$

$$E_{\delta} = 1,5 \cdot 5 = 7,5;$$

$$n = \frac{1,5 \cdot 7,5 \cdot 6000}{1000} = 68$$

Для освещения санитарно–бытового комплекса:

$$m = 1,3;$$

$$K = 1,3;$$

$$E_{н} = 2 \text{ лк};$$

$$P_{л} = 1500 \text{ Вт}.$$

$$E_{\delta} = 1,3 \cdot 2 = 2,6;$$

$$n = \frac{1,3 \cdot 2,6 \cdot 87}{1500} = 1$$

### 7.1.6 Временные дороги

Автомобильный транспорт используется на строительной площадке для подачи строительных материалов, конструкций, технологического и другого оборудования к местам производства строительного–монтажных работ или складирования, а также для обслуживания бытовых городков.

Для нужд строительства используют постоянные дороги, существующие дороги и построенные в подготовительный период, и временные автодороги, которые размещаются на постоянных трассах или вне их в зависимости от принятой схемы движения автотранспорта, которая может варьироваться в течение строительства.

Принимаем временную дорогу в месте строительства с покрытием из минеральных материалов (песок, щебень, гравий или шлак вдавливаются катками в поверхность дороги) с параметрами, приведенными в таблице 33.

Таблица 33 – Параметры временной дороги

Ширина, м:	
полосы движения	3,5
проезжей части	3,5
земляного полотна	6
Наибольшие продольные уклоны	10
Наименьшие радиусы кривых в плане	15...30
Наименьшая расчетная видимость, м:	50
Поверхности дороги	100
Встречного автомобиля	
Длина участка перехода к площадке для разъезда	15

#### 7.1.7 Определение зоны ограничения рабочего крана

При размещении строительных машин определяются и обозначаются на СГП зоны, в пределах которых постоянно или потенциально действуют опасные производственные факторы. Размеры этих опасных зон определяются на основании [46] и должны быть ограждены и обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы. Используем для монтажа трубопроводов автомобильный стреловой кран марки КС-3575Б, максимальный вылет стрелы (при монтаже водоводов) 15000 мм, грузоподъемность 10 т.

Определим опасную зону трубоукладчика, радиус границы определим по формуле:

$$R_i = R_{\delta} + B_{\text{макс}} + P, \quad (7.9)$$

где  $R_p$  – максимальный рабочий вылет стрелы (15,5 м);

$B_{\text{макс}}$  – максимальный размер поднимаемого груза (250 мм);

$P$  – величина отлета грузов при падении, при подъеме груза до 10 м составляет 4 м.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработан проект систем водоснабжения комплекса зданий СИЗО в городе Златоусте. Водоснабжение комплекса зданий было предусмотрено согласно техническим условиям от существующего городского водопровода. Наружные сети системы водоснабжения были выполнены из полиэтиленовых питьевых труб ПЭ100.

В результате работы над дипломным проектом я посетил объект проектирования ФКУ СИЗО – 4 ГУФСИН России по Челябинской области в городе Златоусте и изучили структуру существующих в нем на данный момент системы водоснабжения.

В результате выполнения проекта:

- 1) Обеспечена надежность водоснабжения следственного изолятора наиболее экономичным способом при минимальном воздействии на окружающую среду;
- 2) Решен вопрос обеспечения следственного изолятора питьевой водой, соответствующей требованиям безопасности и безвредности, установленным санитарно – эпидемиологическими правилами;
- 3) Минимизированы затраты на водоснабжение и водоотведение в расчете на каждого потребителя в долгосрочной перспективе.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2002. – 111 с.
- 2 СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий;
- 3 СП 247.1325800.2016. Следственные изоляторы уголовно – исполнительной системы. Правила проектирования;
- 4 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов"
- 5 ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации;
- 6 СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно- планировочным и конструктивным решениям;
- 7 СП 129.13330.2019. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации;
- 8 СП 40-102-2000. Свод правил. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов;
- 9 Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2008г. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- 10 СП 18.13330.2011. Свод правил. Генеральные планы промышленных предприятий;
- 11 Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1995. – 176 с.
- 12 ГОСТ 12.0.003 – 80 ССТБ Опасные и вредные производственные факторы. – М.: Изд–во стандартов, 1980. – 81с.
- 13 ГОСТ 12.1.005 – 88. Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд–во стандартов, 1988. – 49с.
- 14 ГОСТ 12.0.005 – 84 ССБТ Метрологическое обеспечение в области безопасности труда. – М.: Изд–во стандартов, 1984. – 68с.
- 15 ГОСТ 12.4.0011 – 87 ССБТ Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Изд–во стандартов, 1987. – 103с.
- 16 СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» М.: Стройиздат 1995. – 126 с.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

17 Ефремова, О.С. Охрана труда в строительстве/ О.С. Ефремова. – Часть 3. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2006. – 300 с.

18 ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 68с.

19 ГОСТ 12.1.029 – 80 ССБТ Средства и методы защиты от шума. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 59с.

20 ГОСТ 12.1.012 – 90 ССБТ Вибрация. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 73с.

21 ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновений и токов. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 53с.

22 ГОСТ 12.1.019-91 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Изд-во стандартов, 1991. –74с.

23 СНиП 12–03–2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть1. Общие требования» М.: Стройиздат, 2001. – 47с.

					ЮУрГУ 08.03.01.2021.305-04.101 ПЗ ВКР	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		