

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Инженерные системы зданий и сооружений  
*кафедра*

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.И. Матюшенко  
*подпись*      *инициалы, фамилия*

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20  
\_\_ г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде \_\_\_\_\_ проекта \_\_\_\_\_

«Строительство»  
*код, наименование направления*

Разработка схемы системы водоотведения г.Саяногорск  
*тема*

Руководитель \_\_\_\_\_ доцент, докт. техн. наук, каф. ИСЗиС О.Г.Дубровская  
*подпись, дата*      *должность, ученая степень*      *инициалы, фамилия*

Выпускник \_\_\_\_\_ А.В.Аленичева  
*подпись, дата*      *инициалы, фамилия*

Красноярск 2023

Продолжение титульного листа БР по теме Разработка схемы системы водоснабжения г. Саяногорск.

Консультанты по  
разделам:

Водоснабжение поселка  
*наименование раздела*

\_\_\_\_\_  
*подпись, дата*

О.Г. Дубровская  
*инициалы, фамилия*

Водозаборные очистные сооружения  
*наименование раздела*

\_\_\_\_\_  
*подпись, дата*

О.Г. Дубровская  
*инициалы, фамилия*

Экология  
*наименование раздела*

\_\_\_\_\_  
*подпись, дата*

О.Г. Дубровская  
*инициалы, фамилия*

Экономика  
*наименование раздела*

\_\_\_\_\_  
*подпись, дата*

Т.П.Категорская  
*инициалы, фамилия*

Нормоконтролер  
*фамилия*

\_\_\_\_\_  
*подпись, дата*

А.И. Матюшенко  
*инициалы,*

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка схемы системы водоотведения г.Саяногорск» содержит 70 страниц текстового документа, 2 иллюстрации, 14 таблиц, 90 формул, 1 приложение, 12 используемых источников, 4 листа графической части.

**ВОДООТВЕДЕНИЕ, РЕЛЬЕФ, НАСЕЛЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИОННАЯ СЕТЬ, ТРУБЫ, РАСХОДЫ, ГИДРАВЛИКА, ЗАГРЯЗНЕНИЯ, КАЧЕСТВО ВОДЫ, ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.**

Цель проектирования системы водоотведения в г.Саяногорск:

- улучшение качества жизни населения частного сектора г.Саяногорск.
- проектирование рациональной и инновационной системы водоотведения и локальных очистных сооружений.
- Экономическое обоснование запроектированной системы.

В результате проектирования ВКР было выяснено, что система водоотведения и отчистки сточной воды в частных районах г.Саяногорск (Означенное, Геологи, Ай-Дай) будет востребована и эффективна, не несет больших материальных затрат, легка в монтаже и обслуживании.

Проектирование и введение в эксплуатацию систем водоотведения, для данного района, крайне актуальна. Так как количество населения частного сектора стремительно увеличивается. Так же на этой территории большое количество строящихся домов, и своевременное подключение к городской сети водоотведения всегда намного надежнее и дешевле, чем проектирование и реализация системы отведения единичной частной постройки. В связи с этим актуальность данного проекта полностью обусловлена.

В результате работы были проведены гидравлический и геодезический расчеты, подобраны материалы трубопроводов, посчитана степень отчистки сточной воды, подобрано оборудование для очистки сточной воды, до расчетных показателей, проведено социально-экономическое обоснование проектируемой системы.

## Оглавление

Введение .....	6
1 Общие сведения.....	7
1.1 Место расположение объекта строительства .....	7
1.2 Основные данные о городе.....	7
1.3 Рельеф района строительства .....	7
1.4 Инженерно - геологические и гидрологические условия .....	7
1.5 Климатологические данные .....	7
1.6 Характеристика водотока – приемника сточных вод .....	8
2 Исходные данные и технологии.....	10
2.1 Исходные данные.....	10
2.2 Система водоотведения .....	10
2.3 Расчет числа жителей .....	10
2.4 Суммарный суточный расход бытовых сточных вод районов г. Саяногорска .....	11
2.5 Трассировка канализационной сети.....	14
2.6 Выбор материала труб .....	14
2.7 Расход сточных вод на участках уличной водоотводящей сети .....	14
2.8 Гидравлический и геодезический расчёт наружной водоотводящей сети 18	
2.9 Подбор насосного оборудования для ГКНС - главной канализационной насосной станции .....	23
2.10 Концентрация загрязнений, содержащихся в бытовых сточных водах .	24
2.11 Расчет необходимой степени отчистки сточных вод.....	25
2.12 Оценка качества воды для водоемов рыбохозяйственного назначения по обобщенным гидрохимическим показателям каждого ЛПВ .....	28
3. Подбор технологической схемы для очистки сточных вод на очистных сооружениях .....	30
3.1. Технологическая последовательность обработки сточных вод .....	30
3.1.1. Решетка-дробилка .....	30
3.1.2. Горизонтальные песколовки с круговым движением воды.....	30
3.1.3. Первичный радиальный отстойник.....	32
3.1.4. Дисковый погружной биофильтр.....	34

3.1.5. Вторичный радиальный отстойник .....	36
3.1.6. Обеззараживание ультрафиолетовыми лампами .....	37
4. Охрана окружающей среды .....	42
4.1. Введение .....	42
4.2. Характеристика проектного объекта .....	42
4.3. Характеристика приемника сточных вод и оценка качества источника в соответствии с санитарными требованиями .....	42
4.4. Расчет и обоснование требуемой глубины очистки .....	43
4.5. Технологическая схема обработки сточных вод .....	44
4.6. Описание технологического процесса водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду .....	44
4.7. Количество образующихся твердых отходов .....	44
5. Экономика .....	45
5.1. Социально-экономическое обоснование строительства систем водоотведения в г. Саяногорск. ....	45
5.2. Определение сметной стоимости строительства .....	45
5.3. Расчет годовых эксплуатационных затрат .....	47
5.3.1 Расчет стоимости заработной платы .....	48
5.3.2 Расчет стоимости электроэнергии .....	50
5.3.3 Расчет стоимости водоснабжения и канализации .....	51
5.3.4. Стоимость тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение и технологические нужды.....	52
5.3.5 Амортизационные отчисления .....	53
5.3.6 Затраты на текущий ремонт и прочие расходы .....	54
5.4. Расчет себестоимости очистки .....	54
5.5. Расчет приведенных затрат .....	55
5.6. Ценовая политика .....	55
5.7. Срок окупаемости .....	56
5.8. Техничко-экономические показатели .....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	59

## **Введение**

Жилые дома и предприятия всегда располагались в непосредственной близости от пресных водоемов, которые используются в питьевых, гигиенических, сельскохозяйственных и производственных целях. В процессе использования человеком вода изменила свои природные свойства и в ряде случаев стала опасной в санитарном отношении. Позднее, с развитием инженерного оборудования городов и промышленных объектов, возникла необходимость в устройстве организованных путей отвода загрязненных сточных вод через специальные гидротехнические сооружения.

В настоящее время возрастает значение пресной воды как природного сырья. При использовании в быту и промышленности вода загрязняется минерального и органического происхождения. Такая вода называется сточной.

Комплексное развитие дренажных систем с очистными сооружениями началось после установленных в Англии в 1876 г. норм очистки сточных вод при их сбросе в реку. Достижения науки и техники способствовали благоустройству городов до уровня современной цивилизации.

Особое значение имеет разработка современной системы отвода хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, обеспечивающей высокую степень защиты окружающей природной среды от загрязнения. Наиболее значимые результаты были получены при разработке новых технологических решений в вопросах эффективного водопользования дренажных систем и очистки промышленных сточных вод.

Предпосылками успешного решения этих задач при строительстве дренажных систем являются разработки, выполненные высококвалифицированными специалистами, использующими новейшие научно-технические достижения в области строительства и реконструкции дренажных сетей и очистных сооружений.

## **1 Общие сведения**

### **1.1 Место расположение объекта строительства**

Объектом канализования являются отдельные районы г. Саяногорска, находящиеся в центральной части Республики Хакасия, в которых проживает 17 005 человека. Расположены на берегу реки Енисей в 80 км к югу от г. Абакан, в 45 км к востоку от железнодорожной станции Камышта на Южсибе.

### **1.2 Основные данные о городе**

Объектами канализования города являются жилые районы. По проекту планировки город районы имеют частный тип застройки.

### **1.3 Рельеф района строительства**

Город расположен в степной зоне, поселки Малый Карак, Большой Карак, Майна, Черемушки и Богословка находятся в горно-таежной зоне.

### **1.4 Инженерно - геологические и гидрологические условия**

В геологическом строении территории принимают участие аллювиальные отложения четвертичного возраста, представленные преимущественно галечниковыми грунтами с песчаным и супесчаным заполнителями, с включением валунов.

Локально в толще галечниковых грунтов встречаются прослойки гравийного грунта с песчаным и супесчаным заполнителями. Мощностью 0.8-2,2м, песка гравелистого и пылеватого мощностью 0.15-2,5м и суглинка гравелистого мощностью 0.70м. Эти грунты перекрыты почвеннорастительным слоем и супесью мощностью 0.05-0.50м. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов составляет 2.90 м. Грунты в зоне сезонного промерзания относятся к практически непучинистым. Подземные воды залегают на глубине 6-20 м.

Сейсмичность района, согласно СНиП II-7-81\* и изменений к нему X° 91 от 27.12.99 г., составляет 7 баллов

### **1.5 Климатологические данные**

Климат района резко континентальный, характеризуется значительными годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха минус 0,3° С., самый холодный месяц январь (- 25,5° С), самый теплый июль (+19.5° С). В течение года преобладающими являются ветры юго-западного направления. Среднегодовое значение влажности - 72 %.

Наибольших значений она достигает зимой - 78 %. Самая низкая влажность воздуха наблюдается весной - 56 %. В среднем за год выпадает 327 мм осадков. С апреля по октябрь выпадает 287 мм осадков, что составляет 88 % годовой суммы осадков.

### **1.6 Характеристика водотока – приемника сточных вод**

Отведение сточных вод г. Саяногорск осуществляется по системе напорносамотечных коллекторов. Общая протяженность канализационной сети составляет 102,8 км. Диаметр труб сети – 100-500 мм. Износ сетей по состоянию на 2012 г. составляет 77%.

На сети имеется десять насосных станций перекачки сточных вод, проектная производительность станций подкачки составляет 4,9 тыс. м<sup>3</sup> /ч.

Проектная производительность очистных сооружений составляет 35,5 тыс. м<sup>3</sup> сут. Сооружения биологической очистки сточных вод обслуживаются ООО «СКС». В настоящее время очистные сооружения находятся на балансе ООО «СКС».

Существующая технология очистки сточных вод включает в себя:

1. Роцеживание в ступенчатых решетках;
2. Задержание песка в радиальных песколовках;
3. Биологическую оценку в аэротенках;
4. Биофлокуляционное осветление во вторичных отстойниках.

В городе организована полная раздельная система канализации. Отведение производственно-бытовых сточных вод осуществляется самотечными сетями на канализационные насосные станции, расположенные в пониженных местах рельефа, от которых напорными трубопроводами подаются на очистные сооружения.

В настоящее время состав и техническое состояние имеющихся сооружений водоотведения соответствуют объему поступающих сточных вод.

Комплекс очистных сооружений г. Саяногорска расположен по адресу: Республика Хакасия, г. Саяногорск, 8-ой км. автодороги «магистраль СаяногорскАбакан» район пересечения с автодорогой «магистраль Бая-Новоенисейка» расположен на земельном участке площадью 128067 м<sup>2</sup> .

Комплекс очистных сооружений г. Саяногорска предназначен для принятия хоз-бытовых стоков от:

1. Жилого сектора;
2. Объектов соцкультбыта;
3. Промпредприятий;



#### 4. Завода СаАЗ;

и очистки, обеззараживания и транспортировки в р. Енисей.

1. Год ввода в эксплуатацию – 1982
2. Производительность 27200 м<sup>3</sup> /сут.

В состав комплекса очистных сооружений входят:

1. Приемная камера – железобетонный резервуар для приема стоков и гашения скорости воды;
2. Ручные самодельные решетки для задержания крупных механических примесей;
3. Песколовки – 2 шт., ж/б сооружение L – 6 м h – 5,5 м с конусным днищем, служат для оседания мелких частиц (песка);
4. первичные отстойники, круглые ж/б сооружения Ду-18 м - 2 шт. предназначены для механической очистки и осветления стоков;
5. Аэротенки 3–х коридорные, - ж/б сооружение, состоящее из 2-х секций, служит для биологической очистки сточных вод;
6. Вторичные отстойники – 4 шт. Ду 18 м, ж/б, радиальные, предназначены для отделения активного ила от очищенных сточных вод и уплотнения ила;
7. Стабилизатор осадка – ж/б сооружение, предназначенное для стабилизации грубодисперсных примесей и избыточного ила;
8. Илоуплотнитель – ж/б отстойники Ду-6 м для обезвоживания смеси грубодисперсных примесей и избыточного ила;
9. Насосно-воздуходувная станция (НВС) предназначена для подачи сжатого воздуха в аэротенки и стабилизаторы для перемешивания активного ила и сточной жидкости и поддержания необходимого кислородного режима в аэротенках и стабилизаторе.

## 2 Исходные данные и технологии

### 2.1 Исходные данные

- 1) Район строительства: Республика Хакасия, город Саяногорск
- 2) Название реки: р. Енисей
- 3) Грунты на территории строительства: галечниковые грунты с песчаным и супесчаным заполнителям, с включением валунов
- 4) Грунтовые воды встреченные на глубине 6-20 м

Данные о районах проектирования:

- 1) Количество жителей: 17005 чел.
- 2) Норма водоотведения города:  $n_n=250-350$  л/чел сут
- 3) Плотность заселения поселка:  $p=2362$  чел/км<sup>2</sup>
- 4) Температура хоз.-бытовых сточных вод среднезимняя  $T_b=13^{\circ}\text{C}$

### 2.2 Система водоотведения

Дренажная система представляет собой технологический прием объединения или разделения потоков сточных вод различного происхождения. На практике были распространены цельносплавные и комбинированные системы. Раздельные системы делятся на полные раздельные, неполные раздельные и полураздельные.

Полная раздельная система водоотведения имеет несколько водоотводящих сетей, каждая из которых предназначена для отведения сточных вод определённого вида.

Она имеет сети отвода бытовых вод от города и промышленных предприятий (бытовая сеть), производственных вод (производственная сеть) и дождевых вод (водостоки или дождевая сеть).

Производственные сточные воды органогенного происхождения могут отводиться по бытовой сети без ограничений при соблюдении правил сброса их в общую городскую водоотводящую сеть.

В настоящее время районы г. Саяногорска не канализован. Проектом предусмотрено строительство сети для отвода хозяйственно-бытовых стоков.

### 2.3 Расчет числа жителей

Таблица 2.1 – Население районов

Номер квартала	Площадь квартала, га	Количество жителей
1	40,7	944
2	61	1417
3	91,8	2125
4	40,7	944

Окончание таблицы 2.1

5	117,5	2125
6	91,4	2361
7	161	3779
8	128,9	3310
Итого:	733	17005

#### 2.4 Суммарный суточный расход бытовых сточных вод районов г. Саяногорска

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.1) при проектировании систем водоотведения населенных пунктов расчетное удельное среднесуточное (за год) водоотведение бытовых сточных вод от жилых зданий принимается равным расчетному удельному среднесуточному (за год) водопотреблению согласно СП 31.13330.2012 (п. 5.1, табл. 1) без учета расхода воды на полив территорий и зеленых насаждений.

Средний суточный расход бытовых сточных вод:

$$Q_{\text{сут.ср}} = \frac{\sum q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.1)$$

где  $q_{\text{ж}}$  – удельное водоотведение, л/сут. на чел.; принимается равным норме водопотребления согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.1);

$N$  – число жителей района (населённого пункта), чел.

$$Q_{\text{сут.ср}} = \frac{200 \cdot 17001}{1000} = 3401, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Средний часовой расход бытовых сточных вод:

$$q_{\text{ч.ср}} = \frac{Q_{\text{сут.ср}}}{24}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (2.2)$$

где  $Q_{\text{сут.ср}}$  – средний суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ .

$$q_{\text{ч.ср}} = \frac{3401}{24} = 141,7, \text{ м}^3/\text{час}$$

где  $q_{\text{ч.ср}}$  – средний часовой расход хозяйственно-бытовых сточных вод,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Средний секундный расход хозяйственно-бытовых сточных вод:

$$q_{c.cp} = \frac{q_{ч.cp}}{3,6}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (2.3)$$

где  $q_{ч.cp}$  – средний часовой расход хозяйственно-бытовых сточных вод,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$$q_{c.cp} = \frac{141,7}{3,6} = 39,3, \text{ л/с}$$

Расчетный максимальный суточный расход сточных вод согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.1.6) определяется как произведение среднесуточного (за год) расхода сточных вод на максимальный коэффициент суточной неравномерности, принимаемый согласно СП 31.13330.2012 (п. 5.2):

$$Q_{сут.max} = Q_{сут.cp} \cdot K_{gen.max}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.4)$$

где  $Q_{сут.cp}$  – средний суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ .

$K_{gen.max}$  - коэффициента неравномерности.

$$Q_{сут.max} = 3401 \cdot 1,25 = 4251,25, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход бытовых сточных вод от населения принят по максимальному суточному расходу  $Q_{сут.max}$  с учётом коэффициента неравномерности  $K_{gen.max}$ .

Распределение  $Q_{сут.max}$  (%) по часам суток в зависимости от принятых общих коэффициентов неравномерности (СП 32.13330.2018 табл. 1) может быть принято по справочнику «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения» под редакцией проф. Репина Б.Н. (раздел 5.3, табл. 5.5).

Коэффициенты неравномерности принимаются в зависимости от среднесекундного расхода при 5% обеспеченности притока сточных вод.

Суммарный суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод от населённого пункта рассчитывается без учета расхода воды на полив территорий и зеленых насаждений (СП 32.13330.2018, п. 5.1.1).

Сточные воды от местной промышленности учтены в размере 10% от суммарного расхода сточных вод населённого пункта (СП 32.13330.2012, п. 5.1.5).

Распределение суммарного суточного расхода хозяйственно-бытовых сточных вод по часам суток от всех категорий потребителей по часам суток приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчетный суммарный суточный расход сточных вод от районов г. Саяногорска

Часы суток	Расход бытовых сточных вод от населения		Суммарный расход сточных вод, м <sup>3</sup> /ч
	%	q, м <sup>3</sup> /ч	
0-1	2,6	110,53	110,53
1-2	2,6	110,53	110,53
2-3	2,6	110,53	110,53
3-4	2,6	110,53	110,53
4-5	2,6	110,53	110,53
5-6	2,6	110,53	110,53
6-7	2,6	110,53	110,53
7-8	2,6	110,53	110,53
8-9	2,6	110,53	110,53
9-10	2,6	110,53	110,53
10-11	2,6	110,53	110,53
11-12	2,6	110,53	110,53
12-13	2,6	110,53	110,53
13-14	2,6	110,53	110,53
14-15	2,6	110,53	110,53
15-16	2,6	110,53	110,53
16-17	2,6	110,53	110,53
17-18	2,6	110,53	110,53
18-19	2,6	110,53	110,53
19-20	2,6	110,53	110,53
20-21	2,6	110,53	110,53
21-22	2,6	110,53	110,53
22-23	2,6	110,53	110,53
23-24	2,6	110,53	110,53
Итого		4251,25	2652,72

## 2.5 Трассировка канализационной сети

Трассировкой называют начертание канализационной сети в плане. На выбор трассы сети влияет рельеф местности и вертикальная планировка, принятая система канализации и число канализационных сетей, грунтовые условия и др.

В основу проектирования принимаем самостоятельный режим движения хозяйственно - бытовых сточных вод и поверхностного стока. Разбиваем территорию города на бассейны канализования, намечаем трассу главного коллектора и трассы бассейнов канализования.

В проекте трассировку делаем по направлению к нижнему направлению рельефа.

В связи с большим заглублением некоторых участков проектом предусматриваются повысительные канализационные насосные станции, которые поднимают сточные воды на более высокую отметку в колодце.

## 2.6 Выбор материала труб

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.1.7) материал труб и каналов, применяемых в системах канализации, должен быть стойким к влиянию как транспортируемой сточной жидкости, так и к газовой коррозии в верхней части коллекторов.

Для устройства наружной водоотводящей сети применяются раструбные канализационные трубы из полипропилена и фитинги к ним. Поставщик ООО «Корсис», г.Москва, пр-д. Багратионовский д.7, к. 20в, офис 620, +7 (499) 380-80-96.

Полипропиленовые трубы имеют ряд преимуществ:

- высокие показатели устойчивости к образованию коррозии;
- повышенная износостойкость и прочность;
- отличные звукоизоляционные характеристики;
- высокий срок службы;
- экологическая безопасность;
- устойчивость к колебаниям температуры.

## 2.7 Расход сточных вод на участках уличной водоотводящей сети

Расчётные расходы сточной воды на участках уличной водоотводящей сети определены по модулю стока:

$$q_0 = \frac{q_{ж} \cdot p}{24 \cdot 3600}, \text{ л/с с 1 га} \quad (2.5)$$

где  $q_{ж}$  – удельное водоотведение л/сут на 1 человека;  
 $p$  – плотность населения чел./га.

$$q_0 = \frac{200 \cdot 23,62}{24 \cdot 3600} = 0,0546,76 \text{ , л/с с 1га}$$

Попутный расход сточных вод на участке:

$$q_n = q_0 \cdot S \text{ , л/с} \quad (2.6)$$

где  $S$  – площадь квартала (части квартала), с которого сточные воды поступают в данный участок, га.

Расчетный расход на участках водоотводящей сети:

$$q = q_n + q_{\text{бок}} + q_{\text{тр}} \text{ , л/с} \quad (2.6)$$

где  $q_n$  – попутный расход сточных вод, поступающий от объектов прилегающего квартала (или части квартала) по всей длине участка, л/с;

$q_{\text{бок}}$  – боковой расход сточных вод, поступающий в начальную точку расчетного участка с боковых присоединений (с одной или двух сторон), л/с;

$q_{\text{тр}}$  – транзитный расход сточных вод, поступающий в начальную точку расчетного участка с вышележащего участка (по прямой), л/с.

Максимальный расход сточных вод на участке:

$$q_{\text{max}} = q \cdot K_{\text{gen.max}} + q_{\text{соср}} \text{ , л/с} \quad (2.7)$$

где  $q$  – расчётный расход сточных вод на участке, л/с.

$K_{\text{gen max}}$  – общий максимальный коэффициент неравномерности, принимаемый по секундному расходу  $q$ , учитывает колебания расходов в течение суток (СП 32.13330.2018, п. 5.1.7, табл. 1);

$q_{\text{соср}}$  – расход сточных вод, поступающий от промышленного предприятия (в час максимального водопотребления), л/с.

Значения общего максимального коэффициента неравномерности притока сточных вод, принимаются при количестве производственных сточных вод, не превышающем 45 % общего расхода.

При средних расходах сточных вод менее 5 л/с максимальный коэффициент неравномерности принимается 3.

Расчеты расходов сточных вод на участках водоотводящей сети населённого пункта приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчетные расходы сточных вод на участках водоотводящей сети населённого пункта

№ участка	№ квартала (части квартала) с которого отводится попутный расход	Площадь квартала (части квартала) S, га	Модуль стока $q_0$ , л/с	Расходы сточных вод на участке, л/с				Коэф-фициент $K_{gen\ max}$	$q \cdot K_{gen\ max}$ , л/с	Максимальный расход сточных вод на участке $q_{max}$ , л/с
				попутный $q_{п}$	боковой $q_6$	транзитный $q_{тр}$	расчетный $q$			
1-3	8а	99,9	0,055	5,462			5,5	1,25	6,8	6,8
2-3	8б	29	0,055	1,586			1,6	1,25	2,0	2,0
3-5	7а	75	0,055	4,101	1,586	5,462	11,1	1,25	13,9	13,9
4-5	7б	86	0,055	4,702			4,7	1,25	5,9	5,9
5-7	6а	41,3	0,055	2,258	4,702	11,148	18,1	1,25	22,6	22,6
6-7	6б	50,1	0,055	2,739			2,7	1,25	3,4	3,4
7-8	4	40,7	0,055	2,225	2,739	18,109	23,1	1,25	28,8	28,8
8-12	3а	46,9	0,055	2,564		23,073	25,6	1,25	32,0	32,0
11-12	3б	44,9	0,055	2,455			2,5	1,25	3,1	3,1
12-13	2б	24,38	0,055	1,333	25,638	2,455	29,4	1,25	36,8	36,8
9-10	5а	62,2	0,055	3,401			3,4	1,25	4,3	4,3
14-10	5б	26,9	0,055	1,471			1,5	1,25	1,8	1,8
10-13	2а	36	0,055	1,968	1,471	3,401	6,8	1,25	8,5	8,5



Окончание таблицы 2.3

13-16	-	-	0,055	0,000	6,840	29,425	36,3	1,25	45,3	45,3
15-16	1	43,66	0,055	2,387			2,4	1,25	3,0	3,0
16-ГКНС	-	-	0,055	0,000	2,387	36,265	38,7	1,25	48,3	48,3

\*1 Боковой расход сточных вод на участке 3-5 определён с кварталов 8б.

\*2 Боковой расход сточных вод на участке 5-7 определён с кварталов 7б.

\*3 Боковой расход сточных вод на участке 7-8 определён с кварталов 6б.

\*4 Боковой расход сточных вод на участке 12-13 определён с кварталов 8а, 8б, 7а, 7б, 6а, 6б, 4, 3а.

\*5 Боковой расход сточных вод на участке 10-13 определён с кварталов 5б.

\*6 Боковой расход сточных вод на участке 13-17 определён с кварталов 5а, 5б, 2а.

\*7 Боковой расход сточных вод на участке 16-ГКНС определён с кварталов 1.

## 2.8 Гидравлический и геодезический расчёт наружной водоотводящей сети

Гидравлический расчет водоотводящих сетей заключается в определении диаметров труб ( $d$ , мм) при расчётном расходе ( $q$ , л/с) и допустимых значениях параметров гидравлического режима  $i_{min}$ ,  $h/d$ ,  $v$  (м/с), принятых с учётом требований СП 32.13330.2012.

Согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.2.1) гидравлический расчет канализационных самотечных трубопроводов выполняется на расчетный максимальный секундный расход сточных вод по таблицам, графикам и номограммам.

При выполнении гидравлического расчета наружной водоотводящей сети необходимо учитывать требования СП 32.13330.2018: наименьший диаметр уличной сети должен быть не менее 200 мм (п. 5.3.1), наименьший уклон трубопроводов для диаметра 200 мм – 0,007 (п. 5.5.1).

Расчетные скорости движения сточных вод на участках водоотводящей сети принимаются во избежание заиливания канализационных сетей в зависимости от степени наполнения труб и каналов и крупности взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах (СП 32.13330.2018, п. 5.4.1).

Минимальные скорости движения сточных вод при наибольшем расчетном наполнении труб принимаются по табл. 2 СП 32.13330.2018

Скорость движения сточных вод должна увеличиваться на каждом следующем участке по ходу движения сточных вод. Допускается снижение скорости на 15–20 %, если ее значение на предыдущем участке было более 1,5 м/с.

Наибольшие расчетные скорости движения сточных вод в трубах водоотводящей сети ограничиваются возможностью разрушения материала труб и принимаются согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.4.2) для металлических и полимерных труб 8 м/с, для неметаллических (бетонных, железобетонных и хризотилцементных) 4 м/с.

Максимально допустимое наполнение труб самотечной водоотводящей сети принимается в зависимости от диаметра согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.4.1, табл. 2). Расчетное наполнение трубопроводов и каналов любого сечения (кроме прямоугольного) согласно СП 32.13330.2018 (п. 5.4.6) принимается не более 0,7 диаметра (высоты).

Геодезический расчет уличной водоотводящей сети производится с целью определения отметок заложения лотков труб, глубины их заложения, а также возможности присоединения внутриквартальных водоотводящих сетей к уличным.

Отметки поверхности земли  $Z_{nz}$  в начале и конце участка определены по генплану населенного пункта.

Геодезический расчет участков уличной водоотводящей сети начинается с определения начальной глубины заложения в диктующей точке.

В качестве диктующей точки принимается самый высоко расположенный начальный колодец уличной сети.

Начальная глубина заложения уличной сети определяется с учетом возможности присоединения канализуемых объектов и необходимостью ее предохранения от промерзания:

$$H_{\text{нач}} = h_{\text{min}} + i \cdot (L + l) - (Z_1 - Z_2) + \Delta d, \text{ м} \quad (2.8)$$

где  $h_{\text{min}}$  – наименьшая глубина заложения лотка канализационной трубы в наиболее удаленном колодце квартала (определяется по генплану), м;

$i$  – уклон дворовой (внутриквартальной) сети, согласно СП 32.13330.2018, п;

$L$  – длина дворовой (внутриквартальной) сети на участке от наиболее отдаленного выпуска сточных вод (глубина квартала) до красной линии (красная линия показывает границу жилой застройки), м;

$l$  – длина трубы на участке от красной линии до колодца уличной (принимается равной половине ширине проезда), м;

$Z_1$  – отметка земли у наиболее удаленного колодца дворовой сети, м;

$Z_2$  – отметка земли у колодца уличной сети, м;

$\Delta d$  – разница диаметров уличной и дворовой сети, м.

Глубина заложения трубопроводов водоотведения согласно СП 32.13330.2018, п. 6.2.4 принимается на основании СП 131.13330.2018 и опыта эксплуатации сетей в районе проектируемого объекта. Для снижения глубины заложения и стоимости строительства канализационных сетей, при условии подтверждения теплотехническим расчетом, допускается применение сертифицированных строительных гидрофобных теплоизоляционных материалов.

При отсутствии данных отметку минимальной глубины заложения лотка трубопровода  $h_{\text{min}}$  допускается принимать выше отметки глубины проникания в грунт нулевой температуры на: 0,3 м для труб диаметром до 500 мм; 0,5 м для труб большего диаметра, но не менее 0,7 м до верха трубы, считая от поверхности земли или планировки (во избежание повреждения наземным транспортом).

В данном случае начальная глубина заложения уличной сети определяется:

$$h_{\text{min}} = H_{\text{пр}} - 0,3, \text{ м} \quad (2.9)$$

где  $H_{\text{пр}}$  - отметка глубины проникания в грунт нулевой температуры

$$h_{\text{min}} = 2,9 - 0,3 = 2,6, \text{ м}$$

Максимальная глубина заложения труб согласно СП 32.13330.2018 (п. 6.2.5) определяется расчетом в зависимости от материала труб, их диаметра,

грунтовых условий, материала засыпки, ширины траншеи и метода производства работ.

Отметка лотка трубы в начале участка 1-2 (в колодце 1 уличной сети):

$$Z_{л}^H = Z_{пз}^H - H_{нач}, \text{ м} \quad (2.10)$$

где  $H_{нач}$  – начальная глубина заложения трубы, м.

Отметка лотка в конце любого участка сети:

$$Z_{л}^K = Z_{л}^H - \Delta h, \text{ м} \quad (2.11)$$

где  $\Delta h$  – падение трубопровода, м.

Падение линии на участке водоотводящей сети определяется по формуле:

$$\Delta h = i \cdot l, \text{ м} \quad (2.12)$$

где  $i$  – гидравлический уклон на участке;

$l$  – длина участка, м.

Глубина заложения участка трубопровода в конце:

$$H^K =, \text{ м} \quad (2.13)$$

Поскольку соединение труб в колодце происходит по шельгам труб, отметка лотка участка внутриквартальной сети в колодце уличной сети может не совпадать с отметкой лотка в начале участка уличной сети.

Отметка лотка в начале второго и всех последующих участков:

$$Z_{л}^H = Z_{л}^K - \Delta d, \text{ м} \quad (2.14)$$

где  $Z_{л}^K$  – отметка лотка в конце предыдущего участка, м;

$\Delta d$  – разница в диаметрах труб рассчитываемого и предыдущего участков, м; (при одинаковых диаметрах  $\Delta d = 0$ ).

Основные правила подбора конструктивных и гидравлических параметров участка уличной водоотводящей сети:

- 1) подбор диаметра осуществляется по расходу;
- 2) допустимые значения максимального наполнения, минимальной скорости устанавливаются согласно СП 32.13330.2012 (табл. 2);
- 3) уклон для начального участка уличной водоотводящей сети ( $d = 200$  мм) принимается 0,007 согласно СП 32.13330.2012, п. 5.5.1;

4) скорость движения сточной жидкости по трубам при увеличении расходов должна возрастать, допускается снижение скорости на 15-20 %, если ее значение на предыдущем участке было более 1,5 м/с;

5) скорость и наполнение для участка сети не определяются, если при пропуске расхода через минимально допустимый диаметр скорость движения стоков меньше минимальной (участок называется безрасчетным).

Результаты гидравлического и геодезического расчета трассы водоотводящей сети сводятся в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Гидравлический и геодезический расчет наружной водоотводящей сети

№ участка	Длина участка $l$ , м	Максимальный секундный расход сточных вод на участке $q_{\max}$ , л/с	Диаметр трубы $d$ , мм	Скорость движения сточных вод $v$ , м/с	Степень наполнения трубы $h/d$	Уклон трубы $i$	Падение линии $\Delta h$ , м	Геодезические отметки, м				Глубина заложения $h$ , м	
								поверхности земли		лотка трубы		начало	конец
								начало	конец	начало	конец		
1-3.	1372,52	6,8	200	0,73	0,34	0,008	10,98	363	354	360,4	349,4	2,60	4,58
2-3.	1700	2,0	200	0,48	0,19	0,007	11,90	365	354	362,4	350,5	2,60	3,50
3-5.	1095	13,9	200	0,88	0,5	0,008	8,76	354	347	349,4	340,7	4,58	6,34
4-5.	1272	5,9	200	0,55	0,2	0,007	8,90	355	347	352,4	343,5	2,60	3,50
5-7.	1032	22,6	250	0,89	0,5	0,006	6,19	347	343	344,4	338,2	2,60	4,79
6-7.	792	3,4	200	0,56	0,25	0,007	5,54	348	343	345,4	339,9	2,60	3,14
7-8.	493	28,8	250	0,94	0,59	0,006	2,96	343	340	338,2	335,3	4,79	4,75
8-12.	1217	32,0	250	0,67	0,64	0,006	7,30	340	335	335,3	327,9	4,75	7,05
11-12.	599	3,1	200	0,58	0,23	0,008	4,79	342	335	339,4	334,6	2,60	0,39
12-13.	315	36,8	300	0,97	0,53	0,0055	1,73	335	334	332,4	330,7	2,60	3,33
9-10.	1046	4,3	200	0,6	0,28	0,007	7,32	345	340	342,4	335,1	2,60	4,92
14-10.	579	1,8	200	0,46	0,18	0,007	4,05	343	340	340,4	336,3	2,60	3,65
10-13.	1260	8,5	200	0,73	0,39	0,007	8,82	340	334	335,1	326,3	4,92	7,74
13-16	694	45,3	300	1,02	0,6	0,0055	3,82	334	331	331,4	327,6	2,60	3,42
15-16	1352	3,0	200	0,54	0,23	0,007	9,46	340	331	337,4	327,9	2,60	3,06
16 ГНС	250	48,3	300	1,04	0,63	0,0055	1,38	331	329	327,6	326,2	3,42	2,79

По полученным данным отметкам и диаметрам трубопровода строим профиль главного коллектора, соблюдая масштаб: - вертикальный 1:100 - горизонтальный 1:5000

## 2.9 Подбор насосного оборудования для ГКНС - главной канализационной насосной станции

Насосы необходимы для перекачки сточной жидкости на очистные сооружения города для дальнейшей очистки сточных вод.

Максимальным расходом для подбора насосного оборудования будет являться расход на участке ГКНС-КОС, который составит  $Q=48,3$  л/с.

Напорная характеристика оборудования находится по следующему выражению:

$$H = H_r + h_B + h_H + 1, \text{ м} \quad (2.15)$$

где  $H_r$  – геометрическая высота подъёма сточной жидкости, равная разности отметок максимального уровня воды в приемной камере очистных сооружений и минимального уровня воды в приемном резервуаре;  
 $h_B$  – потери напора во всасывающем трубопроводе,  $h_B=3$ м;  
 $h_H$  – потери напора в напорном трубопроводе, м:

$$h_H = i \cdot l \cdot 1,3, \text{ м} \quad (2.16)$$

где  $i$  – уклон на последнем участке;  
 $l$  – длина последнего расчетного участка

$$h_H = 0,0055 \cdot 250 \cdot 1,3 = 1,78, \text{ м}$$

$$H_r = Z_{пз(2)}^H - Z_{л(ГКНС)}^K, \text{ м} \quad (2.17)$$

где  $Z_{пз(365)}^H$  – отметок максимального уровня воды в приемной камере очистных сооружений;  
 $Z_{л(326,2)}^K$  - минимального уровня воды в приемном резервуаре;

$$H_r = 365 - 326,2 = 38,8, \text{ м}$$

$$H = 38,8 + 3 + 1,78 + 1 = 44,58 \text{ м}$$

Принимаем трубопровод с расходом  $Q_H=48,3$ л/с,  $d=300$ мм,  $v=1,04$  м/с,  $i=0,0055$ .

По каталогу канализационных насосов подбираем насос по напору  $H=38,8$ м и  $Q_H=48,3$ л/с.

- тип марки Д 128
- мощность двигателя
- максимальный размер твердых включений

Кроме рабочих насосов предусматриваем один резервный насос. Всего в здании насосной станции размещается два насоса.

При не включении или аварийной остановке любого рабочего насоса, а также при аварийном уровне сточной жидкости в приемном резервуаре включается резервный насос.

## 2.10 Концентрация загрязнений, содержащихся в бытовых сточных водах

Концентрация загрязнений бытовых сточных вод, мг/л:

$$C_{\text{б}}^{\text{В.В.}} = \frac{a \cdot N}{Q_{\text{общ}}}, \text{ м} \quad (2.18)$$

где  $a$  – количество загрязняющих веществ от одного жителя, г/сут;

$N$  – количество жителей с данной нормой водоотведения, чел;

$Q_{\text{общ}}$  – общее количество бытовых сточных вод, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = \frac{n_H \cdot N_1}{1000} + \frac{n_H \cdot N_2}{1000} \quad (2.19)$$

где  $n_H$  – норма водоотведения, 230 л/чел сут для жителей одноэтажных домов, 300 л/чел сут для жителей коттеджей;

$Q_1$  – количество сточных вод от населения с нормой водоотведения 170 л/чел сут, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_2$  – количество сточных вод от населения с нормой водоотведения 225 л/чел сут, м<sup>3</sup>/сут;

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = \frac{170 \cdot 15304,5}{1000} + \frac{225 \cdot 1700,5}{1000} = 2984,38 \text{ м}^3/\text{сут}$$

- по взвешенным веществам:

$$C_{\text{б}}^{\text{В.В.}} = \frac{65 \cdot 17005}{2984,38} = 330,37 \text{ мг/л}$$

- по БПК<sub>полн</sub>:

$$C_{\text{б}}^{\text{В.В.}} = \frac{240 \cdot 17005}{2984,38} = 1367,52 \text{ мгО}_2/\text{л}$$

- по азоту общему:

$$C_{\text{б}}^{\text{В.В.}} = \frac{13 \cdot 17005}{2984,38} = 74,07 \text{ мг/л}$$



- по аммонийному азоту:

$$C_6^{B.B.} = \frac{10,5 \cdot 17005}{2984,38} = 59,83 \text{ мг/л}$$

- по фосфору общему:

$$C_6^{B.B.} = \frac{2,5 \cdot 17005}{2984,38} = 14,25 \text{ мг/л}$$

- по фосфатом:

$$C_6^{B.B.} = \frac{1,5 \cdot 17005}{2984,38} = 8,55 \text{ мг/л}$$

- по хлоридам:

$$C_6^{B.B.} = \frac{43,75 \cdot 17005}{2984,38} = 249,29 \text{ мг/л}$$

- по СПАВ:

$$C_6^{B.B.} = \frac{20 \cdot 17005}{2984,38} = 113,96 \text{ мг/л}$$

## 2.11 Расчет необходимой степени отчистки сточных вод

Смешение сточных вод с водой водоема.

Определяем коэффициент смешивания:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{L_\Phi}}}{1 + \frac{Q_p}{q} \cdot e^{-\alpha^3 \sqrt{L_\Phi}}} \quad (2.20)$$

где  $Q_p$  – расход воды в реке, м<sup>3</sup> /с;

$q$  – расход сточных вод, м<sup>3</sup> /с;

$L_\Phi$  – расстояние от места выпуска до расчетного створа по фарватеру, м;

$\alpha$  – коэффициент условий смешения.

$$L_\Phi = L \cdot \varphi \quad (2.21)$$

где  $L$  – расстояние от места выпуска до расчетного створа, по прямой, м;

$\varphi$  – коэффициент извилистости русла.

$$L_{\Phi} = 250 \cdot 1,4 = 350, \text{ м}$$

Коэффициент условий смешения:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{E/q} \quad (2.22)$$

где  $\xi$  – коэффициент типа выпуска,  $\xi = 1.5$ , так как по данному проекту принят русловой тип выпуска;

$E$  – коэффициент турбулентной диффузии:

$$E = v \cdot H / 200 \quad (2.23)$$

$$E = 1,9 \cdot \frac{2}{200} = 0,015$$

$$\alpha = 1,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{0,015/1,9} = 0,42$$

$$\gamma = \frac{1 - 2,72^{-0,42 \sqrt[3]{350}}}{1 + \frac{10,75}{0,0483} \cdot 2,72^{-0,42 \sqrt[3]{350}}} = 0,075$$

Кратность разбавления сточных вод:

$$n_0 = \frac{q + \gamma \cdot Q_p}{q} \quad (2.24)$$

$$n_0 = \frac{0,0483 + 0,075 \cdot 10,75}{0,0483} = 5,76$$

Необходимая степень отчистки сточных вод.

Допустимая концентрация очищенных сточных вод:

- по взвешенным веществам:

$$m = \Delta C \cdot \left( \frac{\gamma \cdot Q_p}{q} + 1 \right) + C_p \quad (2.25)$$

где  $\Delta C$  – дополнительное увеличение содержание взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод,  $\Delta C = 0,25 \text{ мг/л}$ , так как водоём 1 категории рыбохозяйственного назначения;

$C_p$  – содержание взвешенных веществ в водоеме до спуска в него сточных вод,  $C_p = 2,7 \text{ мг/л}$

$$m = 0,25 \cdot \left( \frac{0,075 \cdot 10,75}{0,0483} + 1 \right) + 2,7 = 7,12 \text{ мг/л}$$

- по БПК<sub>полн</sub>:

$$L_{\text{ст}}^{\text{БПК}} = \frac{\gamma \cdot Q_p}{q \cdot 10^{-K_c \cdot t}} \cdot (L_{n.g} - L_p \cdot 10^{-K_c \cdot t}) + \frac{L_{n.g}}{10^{-K_p \cdot t}} \quad (2.26)$$

где  $K_{c,p,t}$  – константы скорости потребления кислорода загрязнениями, содержащимися в сточной и речной воде, соответственно. Принимаем, что химическая составляющая загрязнения сточной и речной воды одинакова, следовательно

$$K_c = K_p = f(\text{TP}) = 0.$$

$L_{n.g.}$  – ПДК БПК<sub>полн</sub> в реке водохозяйственного использования,  $L_{n.g.} = 3 \text{ мгO}_2/\text{л}$ .

$L_p$  – содержание БПК<sub>полн</sub> в реке  $2,8 \text{ мгO}_2/\text{л}$ .

$$L_{\text{ст}}^{\text{БПК}} = \frac{0,075 \cdot 10,75}{0,0483 \cdot 10^{-0,07 \cdot 0,029}} \cdot (3 - 2,8 \cdot 10^{-0,07 \cdot 0,029}) + \frac{3}{10^{-0,05}} = 7 \text{ мгO}_2/\text{л}$$

- время протока до речного створа, сут:

$$t = \frac{500 \cdot \varphi}{V \cdot 86400} \quad (2.27)$$

$$t = \frac{500 \cdot 1,4}{0,2 \cdot 86400} = 0,04$$

- по растворенному кислороду в воде водоёма, мг/л:

$$L_{\text{ст}}^{\text{O}_2} = \frac{2,5 \cdot \gamma \cdot Q_p}{q} \cdot (C_{\text{O}_2p} - 0,4 \cdot L_p - 6) - 15 \quad (2.28)$$

$$L_{\text{ст}}^{\text{O}_2} = \frac{2,5 \cdot 0,075 \cdot 10,75}{0,0483} \cdot (8 - 0,4 * 2,8 - 6) - 15 = 21,7$$

## 2.12 Оценка качества воды для водоемов рыбохозяйственного назначения по обобщенным гидрохимическим показателям каждого ЛПВ

Анализ качества речной воды по обобщенным гидрохимическим показателям по каждому ЛПВ:

$$j_i^{\text{ЛПВ}} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (2.29)$$

Таблица 2.5 – Показатели состава речной воды

Таблица 2.5 – Показатели состава речной воды

Показатели состава речной воды	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ
Температура	4		Обобщ
Растворенный O <sub>2</sub>	1,81	4	-
Магний	2,7	50	С-т
Железо общее	0,11	0,3	Т
Хлориды	12,6	300	С-т
Сульфаты	9,6	500	С-т
Азот аммонийный	0,31	1,5	Т
Азот нитратный	1,15	45	С-т
Фосфор общий	0	-	С-т
Фосфор фосфатов	0	-	С-т
Взвешенные вещества	107	107,25	Обобщ
БПК <sub>полн</sub>	1,08	3	Обобщ
Нефтепродукты	0,02	0,05	Р-х

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ:

$$J_i^{\text{С-Т}} = \frac{2,7}{50} + \frac{12,6}{300} + \frac{9,6}{500} + \frac{1,15}{45} = 0,14$$

- по токсикологическому ЛПВ:

$$J_i^{\text{Т}} = \frac{0,11}{0,3} + \frac{0,31}{1,5} = 0,57$$

- по рыбохозяйственному ЛПВ:

$$J_i^{\text{Р/Х}} = \frac{0,02}{0,05} = 0,4$$

- по взвешенным веществам:

$$J_i^{\text{В-В}} = \frac{107}{107,25} = 1$$

- по БПК:

$$J_i^{\text{БПК}} = \frac{1,08}{3} = 0,36$$

Обобщенные гидрохимические характеристики допустимого состава сточных вод для каждого ЛПВ определены из условий:

$$j_{CB}^{ЛПВ} = n - (n - 1)J_P^{ЛПВ} \quad (2.30)$$

где n – кратность разбавления сточных вод.

- если  $J_P^{ЛПВ} \geq 1$ , т.е. фоновое загрязнение водоема не позволяет получить требуемое качество воды в расчетном створе, тогда  $J_P^{ЛПВ} = 1$  и устанавливается исходя из отношения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов и самим сточным водам.

- по санитарно-токсикологическому:

$$J_{CB}^{C-T} = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,14 = 4,92$$

- по токсикологическому:

$$J_{CB}^T = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,57 = 2,9$$

- по рыбохозяйственному:

$$J_{CB}^{P/X} = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,4 = 3,7$$

- по БПК:

$$J_{CB}^{БПК} = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,36 = 3,9$$

- по взвешенным веществам:

$$J_{CB}^{В.В} = 1$$

Определение состава сточных вод, допустимого к водоотведению в водный объект:

$$C_i^{ДОП} = \frac{J_{CB}^{ЛПВ}}{N_i^{ЛПВ}} \cdot ПДК_i \quad (2.31)$$

Таблица 2.6 – Показатели состава сточных вод

Показатель загрязнения	ПДК, мг/л	ЛПВ	Состав сточных вод, г/м <sup>3</sup>		
			Фактический	Допустимый (расчетный)	Принятый к проектированию
Взвешенные вещества	107,25	Обобщ	107	150	3
БПК <sub>полн</sub>	3	Обобщ	1,08	3	1,08
Азот аммонийный	1,5	Т	0,31	1,5	0,31
СПАВ	0,5	С-т	10,7	0,17	0,17
Хлориды	300	С-т	12,6	100	12,6

### 3. Подбор технологической схемы для очистки сточных вод на очистных сооружениях

#### 3.1. Технологическая последовательность обработки сточных вод

##### 3.1.1. Решетка-дробилка

Исходя из максимального расхода сточной воды подобрала марку и количество решеток-дробилок:

Марка: РД-200

Максимальная производительность: 60 м<sup>3</sup>/ч

Ширина щелевых отверстий: 8 мм

Площадь щелевых отверстий: 0,019 м<sup>2</sup>

Диаметр барабана: 180 мм

Частота вращения: 53 мин<sup>-1</sup>

Скорость движения в прозорах: 1-1,2 м/с

Мощность электродвигателя: 0,6 кВт

Определим скорость течения воды в щелевых отверстиях  $v$ :

$$v = \frac{q_{max}}{N \cdot F}, \text{ м/с} \quad (3.1)$$

где  $q_{max}$  – максимальный секундный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с;  $v_s$   
– скорость течения воды, м/с;

$$v = \frac{0,0483}{2 \cdot 0,019} = 1,19, \text{ м/с}$$

Скорость  $v$  находится в пределах, характерных для выбранной марки решетки-дробилки.

##### 3.1.2. Горизонтальные песколовки с круговым движением воды

Назначаем количество отделений песколовки  $n$  (не менее двух), исходя из расхода на одно отделение не более 15-20 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Принимаем  $n=2$

Определяем необходимую площадь живого сечения одного отделения песколовки  $\omega$ :

$$\omega = \frac{q_{max}}{n \cdot v_s}, \text{ м}^2 \quad (3.2)$$

где  $q_{max}$  – максимальный секундный расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $v_s$   
– скорость течения воды,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$$\omega = \frac{0,0483}{2 \cdot 0,3} = 0,1, \text{ м}^2$$

Рассчитываем длину песколовки  $L_s$ :

$$L_s = 1000 K_s H_s v_s / u_0, \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

где  $K_s$  – коэффициент;  
 $H_s$  – расчетная глубина песколовки,  $\text{м}$ ;  
 $u_0$  – гидравлическая крупность песка;

$$L_s = (1000 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,3) / 24,2 = 16,1, \text{ м}^2$$

Определяем средний диаметр песколовки  $D_0$ :

$$D_0 = L_s / \pi, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$D_0 = \frac{16,1}{\pi} = 5,1, \text{ м}$$

Рассчитываем продолжительность протекания сточных вод в песколовке при максимальном потоке  $T$ :

$$T = \pi D_0 / v_s, \text{ с} \quad (3.5)$$

Продолжительность протока должна быть не менее 30 с.

$$T = (3,14 \cdot 5,1) / 0,3 = 53,4, \text{ с}$$

В зависимости от пропускной способности принимаем ширину кольцевого желоба песколовки  $B_{ж}$ :

Принимаем  $B_{ж} = 800 \text{ мм}$

Определяем наружный диаметр песколовки  $D$ :

$$D = D_0 + B_{ж}, \text{ м} \quad (3.6)$$

$$D = 5,1 + 0,8 = 5,9, \text{ м}$$

Принимаем к проектированию песколовку диаметром  $D = 6 \text{ м}$ .

Находим суточный объем осадка, накапливаемого в песколовке  $w_{сут}$ :

$$w_{\text{сут}} = N_{\text{пр}} q_{\text{ос}} / 1000, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.7)$$

где  $N_{\text{пр}}$  – приведенное население, чел;

$q_{\text{ос}}$  – удельное количество песка, л/(сут чел);

Приведенное население  $N_{\text{пр}}$ :

$$N_{\text{пр}} = 1000Q/a, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.8)$$

где  $a$  – норма водоотведения, л/(сут чел);

$Q$  – суточный расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$$N_{\text{пр}} = (1000 \cdot 4173,12) / 245 = 17033, \text{ чел}$$

Следовательно:

$$w_{\text{сут}} = \frac{17033 \cdot 0,02}{1000} = 0,34, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Рассчитываем объем бункера одного отделения песколовки  $W$ :

$$W = w_{\text{сут}} T_{\text{ос}} / n, \text{ м}^3 \quad (3.9)$$

где  $T_{\text{ос}}$  – интервал времени между выгрузками осадка из песколовки, сут, (не более двух суток)

$$W = \frac{0,34 \cdot 2}{2} = 0,34, \text{ м}^3$$

Определяем высоту бункера (конической части) песколовки  $h_k$ :

$$h_k = \frac{12W}{\pi(D_0^2 + d^2 + D_0d)}, \text{ м} \quad (3.10)$$

где  $d$  – диаметр нижнего основания бункера, равный 0,4 м.

$$h_k = \frac{12 \cdot 0,34}{\pi(5,9^2 + 0,4^2 + 5,9 \cdot 0,4)} = 0,03, \text{ м}$$

Рассчитываем полную строительную высоту песколовки  $H_{\text{стр}}$ :

$$H_{\text{стр}} = H_s + h_k + 0,5, \text{ м} \quad (3.11)$$

$$H_{\text{стр}} = 1 + 0,03 + 0,5 = 1,53, \text{ м}$$

### 3.1.3. Первичный радиальный отстойник

Рассчитываем необходимый эффект осветления в проектируемом отстойнике:



$$\Xi = 100 \cdot \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}}, \% \quad (3.12)$$

где  $C_{en}$  – начальная концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в отстойник, мг/л;

$C_{ex}$  – допустимая конечная концентрация взвешенных веществ в осветленной воде, мг/л;

$$\Xi = 100 \cdot \frac{330,37 - 150}{330,37} = 54,53 \%$$

Из необходимой степени осветления делаем вывод, что глубина проточной части в отстойнике  $H_{set}=4$  м, коэффициент использования объема проточной части отстойника  $K_{set}=0,45$

С помощью интерполяции находим продолжительность отстаивания при эффекте осветления  $\Xi \approx 60\%$ . Принимаем время отстаивания  $t_{set}=3326,67$  с.

Определяем значение гидравлической крупности  $u_0$ :

$$u_0 = \frac{100 H_{set} K_{set}}{t_{set} \left( \frac{K_{set} H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \text{ мм/с} \quad (3.13)$$

где  $H_{set}$  – глубина проточной части в отстойнике, м;

– коэффициент использования объема проточной части отстойника;

продолжительность отстаивания;

глубина слоя;

показатель степени;

$K_{set}$

$t_{set}$  –

$h_1$  –

$n_2$  –

$$u_0 = \frac{100 \cdot 4 \cdot 0,45}{3326,76 \left( \frac{0,45 \cdot 4}{0,5} \right)^{0,28}} = 0,038 \text{ , мм/с}$$

Принимаем скорость турбулентной составляющей  $v_{tb}=0$  мм/с. Принимаем количество отделений отстойников  $n=2$  (не менее двух).

Определяем диаметр отстойника  $D_{set}$ :

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4000 q_{max}}{\pi n K_{set} (u_0 - v_{tb})}}, \text{ м} \quad (3.14)$$

где  $v_{tb}$  – скорость турбулентной составляющей, мм/с

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4000 \cdot 0,0483}{\pi \cdot 2 \cdot 0,45 \cdot (0,038 - 0)}} = 42,4 \text{ м}$$

Принимаем стандартный диаметр отделений, равный  $D_{set}=40$  м.

Рассчитываем скорость на середине радиуса отстойника:

$$v = \frac{2q_{max}}{\pi n D_{set} H_{set}}, \text{ м/с} \quad (3.15)$$

$$v = \frac{2 \cdot 0,0483}{\pi \cdot 2 \cdot 40 \cdot 4} = 9,6, \text{ мм/с}$$

Определяем общую высоту отстойников:

$$H = H_{set} + H_1 + H_2, \text{ м} \quad (3.16)$$

$$H = 4 + 0,3 + 0,3 = 4,6, \text{ м}$$

Определяем количество осадка  $Q_{mud}$ , выделяемого при отстаивании за сутки:

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{en} - C_{ex})}{(100 - p_{mud}) \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.17)$$

$$Q_{mud} = \frac{4173,12(330,37 - 150)}{(100 - 94) \cdot 1 \cdot 10^4} = 12,5, \text{ м}^3/\text{сут}$$

### 3.1.4. Дискový погружной биофильтр

По графику (рисунок 1) определяем допустимую нагрузку по БПК<sub>полн</sub>:

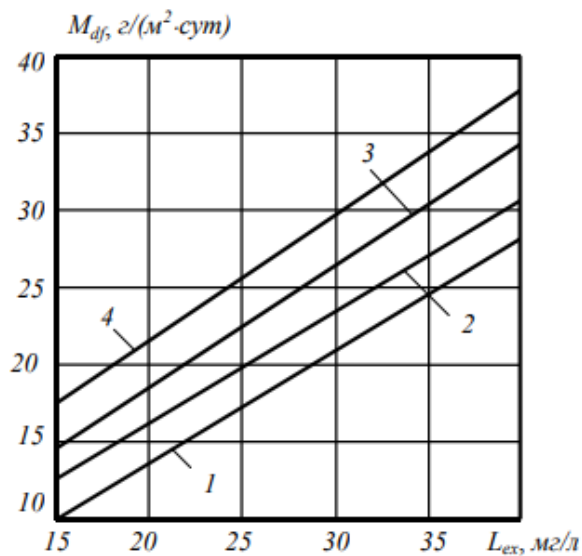


Рисунок 1 – Зависимость допустимой нагрузки по БПК<sub>5</sub> на 1 м<sup>2</sup> площади поверхности дисков в сутки  $M_{df}$  от БПК<sub>5</sub> поступающей  $L_{en}$  и очищенной  $L_{ex}$  сточной воды.

$$M_{df} = 17 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$$

По графику (рисунок 2) находим температурный коэффициент  $K_T$ :

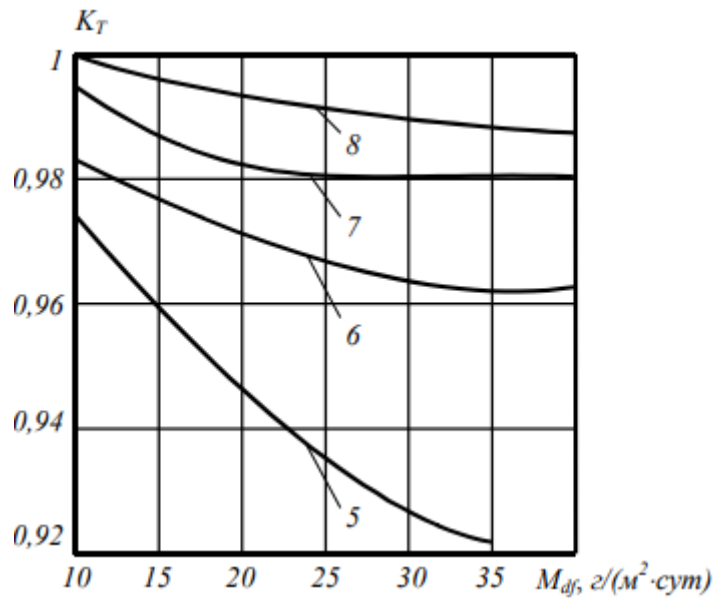


Рисунок 2 –Зависимость температурного коэффициента  $K_T$  от нагрузки  $M_{df}$  и среднезимней температуры сточной воды  $T_w$ .

$$K_T=0,972$$

Рассчитываем общую площадь поверхности дисков  $F_{общ}$ :

$$F_{общ} = \frac{L_{en}Q_w}{M_{df}K_T}, \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

$$F_{общ} = \frac{210 \cdot 800}{17 \cdot 0,972} = 10167, \text{ м}^2$$

Принимаем диаметр диска биофильтра  $D_{df}=2$  м

Рассчитываем рабочую поверхность диска биофильтра с обеих сторон  $F_{df}$ :

$$F_{df} = \pi D_{df}^2 / 2, \text{ м}^2 \quad (3.19)$$

$$F_{df} = 3,1415 \cdot 2 / 2 = 6,3, \text{ м}^2$$

Определяем необходимое количество дисков биофильтра  $n_{df}$ :

$$n_{df} = F_{общ} / F_{df} \quad (3.20)$$

$$n_{df} = 10167 / 6,3 = 1614$$

Принимаем количество секций  $n_s$ , ступеней в каждой секции  $n_{ss}$  и определяем число дисков в отпусковой системе  $n$ :

$$n_s=2; n_{ss}=8$$

$$n = n_{df}/(n_s n_{ss}) \quad (3.21)$$

$$n = 1614/(2 \cdot 8) = 101$$

В качестве материала диска принимаем полистирол толщиной  $\delta_1 = 0,01$  м, расстояние между дисками  $\delta_2 = 0,015$  м.

Находим ширину секции В:

$$B = 0,1 + \delta_1 n + \delta_2 (n - 1) , \text{ м} \quad (3.23)$$

$$B = 0,1 + 0,01 \cdot 101 + 0,015(101 - 1) = 2,61, \text{ м}$$

Находим длину секции биофильтра L:

$$L = n_{ss}(0,2 + D_{df}) , \text{ м} \quad (3.24)$$

$$L = 8(0,2 + 2) = 17,6, \text{ м}$$

Рабочая глубина секции составляет  $H=0,5D_{df}=1$  м, частота вращения вала с дисками  $n_0=2$  мин<sup>-1</sup> и расстояние от нижней части дисков до дна секции  $\delta_3 = 0,05$  м.

### 3.1.5. Вторичный радиальный отстойник

Принимаем рабочую глубину отстойной части  $H_{set}=2$  м

Рассчитываем нагрузку воды на поверхность отстойника  $q_{ssb}$ :

$$q_{ssb} = 3,6K_{set}u_0 , \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч}) \quad (3.25)$$

где  $u_0$  – гидравлическая крупность, при полной биологической очистке равная 1,4 мм/с;

$K_{set}$  – коэффициент использования объема отстойника.

$$q_{ssb} = 3,6 \cdot 0,45 \cdot 1,4 = 2,268, \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{ч})$$

Принимаем количество отделений отстойников (не менее 2)  $n=2$ .

Определяем площадь одного отделения отстойника F:

$$F = \frac{q_w(1+K_{rec})}{nq_{ss}}, \text{ м}^2 \quad (3.26)$$

где  $q_w$  – максимальный часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

$K_{rec}$  – коэффициент циркуляции.

$$F = \frac{173,88 \cdot (1+3,2)}{2 \cdot 2,268} = 160,1, \text{ м}^2$$

Рассчитываем диаметр отстойника  $D_{set}$ :

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \text{ м} \quad (3.27)$$

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4 \cdot 160,1}{3,14}} = 14,28, \text{ м}$$

Принимаем стандартный диаметр  $D_{set}=20$  м.

Определяем общую высоту отстойников  $H$ :

$$H = H_{set} + H_1 + H_2 + H_3, \text{ м} \quad (3.28)$$

где  $H_1$  – высота борта над слоем воды, равная 0,3-0,5 м;

$H_2$  – высота нейтрального слоя, равная 0,3 м;

$H_3$  – высота слоя ила, равная 0,3-0,5 м.

$$H = 3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 = 3,9, \text{ м}$$

Определяем количество осадка, выделяемого при отстаивании:

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{en} - C_{ex})}{(100 - p_{mud}) \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (3.29)$$

где  $Q$  – суточный расход вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;

$p_{mud}$  – влажность осадка, 94-96%;

$\gamma_{mud}$  – плотность осадка,  $1 \text{ г}/\text{см}^3$

$$Q_{mud} = \frac{4173,12(107-3)}{(100-96)1 \cdot 10^4} = 10,85, \text{ м}^3/\text{сут}$$

### 3.1.6. Обеззараживание ультрафиолетовыми лампами

С целью обеспечения микробиологической безопасности воды и предотвращения вторичного биообрастания трубопроводов рекомендуется введение в эксплуатацию на промышленных объектах – бактерицидных облучателей. Этот способ полностью автоматичен, не требует введения в воду

дополнительных реагентов, не влияет на органолептические свойства воды и действует не только на вегетативные бактерии, но и на бактериальные споры. Действие бактерицидного облучателя практически мгновенно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать в промышленный цикл.

Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии, находящиеся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергией, излучаемой специальными лампами.

Расход электроэнергии на обеззараживание 1 м<sup>3</sup> воды из подземных источников бактерицидным излучением, составляет до 15 втч.

Основными факторами, влияющими на процесс обеззараживания воды бактерицидными облучателями, являются: а) бактерицидный поток используемых источников облучения; б) поглощение излучения водой; в) сопротивляемость бактерий воздействию бактерицидных лучей.

Для обеззараживания воды могут быть использованы аргоно-ртутные лампы низкого давления, типа БУВ-30 и БУВ-60П, ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ПРК-7 и РКС-2,5.

Таблица 3.1 - Характеристика ламп для бактерицидного облучения

Тип ламп	Потребляемая мощность электрической энергии, Вт	Номинальная мощность лампы втч	Напряжение, В		Сила тока на лампе, А	Бактерицидная облученность, мкВт/см <sup>2</sup> ·м	Бактерицидный поток в лампе, Вт	
			В сети	На лампе			Номинальный	Расчетный
БУВ-15	19	15	127	57	0,3	12	1,2	0,8
БУВ-30	36	30	220	110	0,32	30	3,2	2
БУВ-30П	38	30	127	46	0,65	21	2,5	1,7
БУВ-60П	72	60	220	100	0,65	100	6	4
ПРК-7	1000	1000	220	135	8	-	50	35
РКС-2,5	2500	2500	220	850	3,4	-	125	50-75

Применение бактерицидного излучения для обеззараживания воды возможно, как при размещении этих источников в воздухе над свободной поверхностью облучаемой воды, так и при погружении их в воду в кварцевых

чехлах, защищающих их от влияния температуры воды. Установки для обеззараживания воды делятся на два типа: с не погруженными и погруженными источниками бактерицидного излучения. В проекте рекомендована установка с погруженным источником бактерицидного облучения.

В конструктивном отношении она представляет собой несколько последовательно соединенных герметических камер, в которых размещены несколько бактерицидных ламп в кварцевых чехлах (модулях). Эти установки предназначены для обеззараживания воды в напорной системе водоводов с рабочим давлением до 5 атмосфер.

Обеззараживаемая вода проходит непрерывным потоком через несколько камер, подвергаясь бактерицидному воздействию ламп. Лампы размещены в кварцевых чехлах. Внутри каждой камеры находится по четыре перегородки, при помощи которых вода дважды приближается к источнику бактерицидного излучения, занимающему центральную часть камеры. Установка при помощи переходных патрубков присоединяется к напорному трубопроводу.

Каждая секция производительностью 201,5 м<sup>3</sup>/час состоит из последовательно соединенных камер. По расчетным данным принимаем 1 модуль на 2 лампы, секций в модуле – 4, тип лампы – РКС-2,5.

Расчетный бактерицидный поток, Вт, рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{б}} = - \frac{Q_{\text{ч}} \cdot \alpha \cdot k \cdot \log\left(\frac{p}{p_0}\right)}{1563,4 \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_0} \quad (3.30)$$

где  $Q_{\text{ч}}$  – расчетный расход обеззараживаемой воды в м<sup>3</sup>/ч;

$\alpha$  – коэффициент поглощения облучаемой воды см<sup>-1</sup>, для карьерных вод 0,15 см<sup>-1</sup>.

$k$  – коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500 ;

$P_0$  – количество бактерий в 1 л воды до облучения, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли - индексу  $P_0=1000$  ед/л;

$P$  – количество бактерий после облучения, не более 3ед/л;

$\eta_n$  – коэффициент использования бактерицидного потока, для установок с погруженным источником погружения 0,9;

$\eta_0$  – коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

$$F_6 = - \frac{173,9 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \log\left(\frac{2}{1000}\right)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 138,9$$

Потребляемое количество ламп определяем по формуле:

$$n = \frac{F_6}{F_l} \quad (3.31)$$

где  $F_l$  – расчетный бактерицидный поток ламп после 4000-5000 ч горения, Вт. Для ламп РКС-2,5 – 75Вт

$$n = \frac{138,9}{75} = 2$$

(принимаем 1 модуль (кассет) на 2 лампы)

Расход электроэнергии на обеззараживание воды, Вт·ч/м<sup>3</sup>, вычисляется по формуле:

$$S = \frac{Nn}{Q_ч} \quad (3.32)$$

где N – мощность, потребляемая одной лампой, Вт·ч;

n – количество ламп, шт.

$$S = \frac{250 \cdot 2}{173,9} = 3$$

Длина канала установки составляет:

$$L = lN \quad (3.33)$$

$$L = 0,4 \cdot 1 = 0,4$$



Эффективность обеззараживания предложенной установки составляет 96-98,9%.

В связи с необходимостью работы УФ-установки в условиях частичной изоляции от внешней окружающей среды, производим расчет павильона.

Павильон устраивают в точке наименьшего удаления от потребителя очищенной карьерной воды. Он предназначен для размещения оборудования бактерицидного обеззараживания, предотвращения несанкционированного доступа к оборудованию, защиты от неблагоприятных погодных условий.

Павильон устанавливается на подготовленном основании, выровненном и укрепленном слоем щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона состоит из следующих составляющих:

$$H_{\text{п}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,3 \quad (3.34)$$

где  $h_1$  – высота монорельса грузоподъемного оборудования; 0,5 м;

$h_2$  – минимальное расстояние от тали до крюка 0,75 м;

$h_3$  – высота строповки груза, 0,35 м;

$h_4$  – высота груза, 1,5 м высота УФ-установки;

$h_5$  – минимальное расстояние от груза до пола, 0,35 м;

0,3 м – расстояние от монорельса до перекрытия.

$$H_{\text{п}} = 0,5 + 0,75 + 0,35 + 1,5 + 0,35 + 0,3 = 3,75 \text{ , м}$$

Площадь основания павильона определяется, исходя из длины канала УФ-установки и расстояния между основным оборудованием и регулировочно-запорной арматурой (не менее 0,75 м от каждой единицы оборудования).

### 3. Охрана окружающей среды

#### 4.1. Введение

Раздел выпускной квалификационной работы по охране окружающей среды был выполнен в соответствии с:

- действующими нормами и техническими условиями на проектирование систем водоотведения;
- техническими требованиями пособия по составлению раздела проекта «Охрана окружающей природной среды».

#### 4.2. Характеристика проектного объекта

В проекте разработана система водоотведения сточных вод поселка с численностью населения – 17005 человек. Норма водоотведения – 230 л/чел.сут – для жителей одноэтажных домов; 300 л/чел.сут – для жителей коттеджей.

Процент канализования – 100%.

На очистные сооружения поступает сточная вода от населенного пункта. Объектами канализования являются частный сектор города Саяногорска.

#### 4.3. Характеристика приемника сточных вод и оценка качества источника в соответствии с санитарными требованиями

Приемником очищенных сточных вод является река Енисей. Вид водопользования приемника – рыбохозяйственный первой категории. Гидрохимические и гидрологические характеристики реки приведены в разделе 2.

Произведен анализ качества речной воды по обобщенным гидрохимическим показателям по каждому лимитирующему показателю вредности:

$$j_i^{\text{ЛПВ}} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (4.1)$$

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ:

$$J_i^{C-T} = \frac{2,7}{50} + \frac{12,6}{300} + \frac{9,6}{500} + \frac{1,15}{45} = 0,14$$

- по токсикологическому ЛПВ:

$$J_i^T = \frac{0,11}{0,3} + \frac{0,31}{1,5} = 0,57$$

- по рыбохозяйственному ЛПВ:

$$J_i^{p/x} = \frac{0,02}{0,05} = 0,4$$

- по взвешенным веществам:

$$J_i^{B-B} = \frac{107}{107,25} = 1$$

- по БПК:

$$J_i^{БПК} = \frac{1,08}{3} = 0,36$$

Обобщенные гидрохимические характеристики допустимого состава сточных вод для каждого ЛПВ определены из условий:

$$j_{CB}^{ЛПВ} = n - (n - 1)J_P^{ЛПВ} \quad (4.2)$$

где n – кратность разбавления сточных вод.

- если  $J_P^{ЛПВ} \geq 1$ , т.е. фоновое загрязнение водоема не позволяет получить требуемое качество воды в расчетном створе, тогда  $J_P^{ЛПВ} = 1$  и устанавливается исходя из отношения нормативных требований к составу и свойствам воды водных объектов и самим сточным водам.

- по санитарно-токсикологическому:

$$J_{CB}^{C-T} = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,14 = 4,92$$

- по токсикологическому:

$$J_{CB}^T = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,57 = 2,9$$

- по рыбохозяйственному:

$$J_{CB}^{p/x} = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,4 = 3,7$$

- по БПК:

$$J_{CB}^{БПК} = 5,56 - (5,56 - 1) \cdot 0,36 = 3,9$$

- по взвешенным веществам:

$$J_{CB}^{B-B} = 1$$

#### 4.4. Расчет и обоснование требуемой глубины очистки

Для обоснования требуемой глубины очистки выполнен расчет допустимого состава сточных вод к водоотведению в р.Енисей.

Расчет произведен из условия обеспечения концентраций контролируемых веществ, не превышающих нормативных требований к составу и свойствам воды в расчетном створе после смешения с речной водой. Расчет выполнен в разделе 2 и сведен в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Показатели состава сточных вод

Показатель загрязнения	ПДК, мг/л	ЛПВ	Состав сточных вод, г/м <sup>3</sup>		
			Фактический	Допустимый (расчетный)	Принятый к проектированию
Взвешенные вещества	107,25	Обобщ	107	150	3
БПК <sub>полн</sub>	3	Обобщ	1,08	3	1,08
Азот аммонийный	1,5	Т	0,31	1,5	0,31
СПАВ	0,5	С-т	10,7	0,17	0,17
Хлориды	300	С-т	12,6	100	12,6

#### 4.5. Технологическая схема обработки сточных вод

Для необходимой степени очистки сточных вод разработана технологическая схема:

1. Механическая очистка (решетка-дробилка, горизонтальные песколовки с круговым движением).
2. Биологическая очистка (первичный радиальный отстойник, дисковый погружной биофильтр, вторичный радиальный отстойник).
3. Обеззараживание обеспечивают ультрафиолетовые установки.

#### 4.6. Описание технологического процесса водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В процессе очистки сточных вод образуются:

- 1) газообразные отходы (выбросы при работе очистных сооружений);
- 2) жидкие отходы (очищенные сточные воды, оказывающие воздействие на водоем);
- 3) твердые (осадки выделенных загрязнений).

#### 4.7. Количество образующихся твердых отходов

Твердые отходы образуются на всех стадиях очистки сточных вод и представляют собой отходы жилищ, задержанные на решетках КНС, стабильные осадки минеральных веществ, задержанные в песколовке, нестойкие осадки, задержанные в первичном и вторичном отстойнике.

Расчет нормативного количества образования отходов при очистке сточных вод от населенного пункта произведен в технологической части проекта.

## **5. Экономика**

### **5.1. Социально-экономическое обоснование строительство систем водоотведения в г. Саяногорск.**

Саяногорск является одним из крупнейших городов Республики Хакасия. Он уже давно приобрел статус туристического центра, и путешествие по Хакасии часто начинается именно с посещения достопримечательностей Саяногорска. Также в Саяногорске представлены такие промышленные предприятия как Саяногорский алюминиевый завод, завод «Русал Саянал», Хакасский алюминиевый завод, филиал ПАО «Россети» — «ФСК ЕЭС „Хакасское“ ПМЭС Сибири», завод «Саянмолоко». С учетом всего вышесказанного можно сделать вывод, что Саяногорск стремительно развивается, население и туристический потенциал города только растёт, с ростом населения развивается и сам город.

Численность населения 47 983 человека. Площадь 19 км<sup>2</sup>. При таких показателях в городе есть районы не оборудованные централизованной системой водоотведения. Это районы коттеджной застройки, такие как Южный Ай-Дай, КСРЗ, УОС, Летник. В настоящее время системы водоотведения являются обязательным пунктом качественной жизни любого человека. Развитие этих систем поможет городу активнее развиваться и привлекать новых жителей.

Таким образом, строительство водоотводящих сетей отдельных районов г. Саяногорска экономически обоснованно, исходя из анализа потребностей и спроса населения.

Источником финансирования может являться Национальный проект экология, Федеральный проект «Чистая вода».

### **5.2. Определение сметной стоимости строительства**

В выпускной квалификационной работе составлен локальный сметный расчет на устройство системы водоотведения в г.Саяногорске.

Для определения сметной стоимости отдельных работ использована сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки) на строительные работы.

При составлении локального сметного расчета использован базисно-индексный метод, сущность которого заключается в определении сметной стоимости на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, с последующим переводом сметной стоимости в текущий уровень путем применения индексов.

Для перевода базисных цен в текущий уровень цен использованы индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ по объектам строительства, определяемых с применением федеральных и территориальных единичных расценок, на I квартал 2023 г. в соответствии с Письмом

Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 01.06.2023 № 31799-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства во II квартале 2023 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ»

Размер накладных расходов (110 %) определен в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21.12.2020 №812/пр «Об утверждении методики по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства».

Размер сметная прибыль (69 %) определен в процентах от фонда оплаты труда рабочих и машинистов в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11.12.2020 № 774/пр «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства».

Размер затрат на строительство и разборку временных зданий и сооружений принят 1,8 % в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 № 332/пр «Об утверждении Методики определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства».

Размер дополнительных затрат на производство строительно-монтажных работ в зимний период принят 3 % в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.05.2021 № 325/пр приложение 1 пункт 85 «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время».

Резерв средств на непредвиденные расходы и затраты принят в размере 2 % для непромышленных зданий в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.08.2020 № 421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации».

Налог на добавленную стоимость (НДС) составляет 20 % от суммарной стоимости всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные, в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации.

Локальный сметный расчет представлен в приложении А.

### 5.3. Расчет годовых эксплуатационных затрат

Годовые эксплуатационные затраты складываются по отдельным элементам годовых затрат, тыс.руб./год:

$$C = C_{з/пл} + C_{эл} + C_{ам} + C_{пр} + C_{кр} + C_{в} + C_{т} \quad (5.1)$$

где  $C_{з/пл}$  – заработная плата обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование, тыс.руб./год;

$C_{эл}$  – стоимость электроэнергии, тыс.руб./год;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления, тыс.руб./год;

$C_{пр}$  – прочие затраты, тыс.руб./год;

$C_{кр}$  – прочие затраты, тыс.руб./год;

$C_{в}$  – стоимость воды, использованной на собственные нужды, тыс.руб./год;

$C_{т}$  – затраты на отопление тыс.руб./год;

Расчет отдельных элементов затрат эксплуатационных расходов базируется на исходных данных, разрабатываемых в различных разделах проекта:

- технологического - годовая потребность в отдельных видах реагентов, материалов, воды на собственные нужды, численность обслуживающего персонала по отдельным категориям работающих;

- электротехнического - годовой расход электроэнергии, расчетная величина присоединяемой и заявленной мощности энергоприемников.

При расчете отдельных составляющих эксплуатационных расходов используются такие данные, полученные от заказчика:

Стоимость единицы потребляемых реагентов, материалов, тепловой и электрической энергии, воды, средняя месячная заработная плата по отдельным категориям работающих, районный коэффициент на заработную плату, месторасположение поставщиков реагентов и топлива, вид транспорта и расстояние перевозки каждым видом транспорта от поставщика до объекта.

Себестоимость, определенная в проекте, исходя из расчета годовых эксплуатационных затрат, не может служить основанием для расчета с другими потребителями, пользующимися услугами системы водоснабжения и канализации.

Фактическая себестоимость определяется организацией, осуществляющей эксплуатацию системы водоснабжения и канализации, в зависимости от условий эксплуатации.

### 5.3.1 Расчет стоимости заработной платы

Заработная плата – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условия выполняемой работы, а так же компенсационные выплаты и стимулирующие выплаты.

Стоимость заработной платы в год на всех сотрудников, тыс.руб./год:

$$C_{з/п(год)} = \text{ФОТ}_{\text{год}} = \text{МРОТ} \cdot n_{\text{м}} \cdot n \cdot K_{\text{есн}} \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot Ч \quad (5.2)$$

где  $\text{ФОТ}_{\text{год}}$  – годовой фонд оплаты труда, руб.;

МРОТ – минимальный размер оплаты труда, МРОТ = 14375 руб.;

$n_{\text{м}}$  – количество месяцев в год;

$n$  – коэффициент, зависящий от квалификации сотрудников,  $n$ :

МОП (младший обслуживающий персонал) =  $0,5 \div 0,75$ ;

ТС (технические службы) =  $1 \div 3$ ;

ЛТС (лаборанты технической службы) =  $1 \div 2$ ;

ИТР (инженерно-технический рабочий) = 2;

$K_{\text{есн}}$  – коэффициент единого социального налога,  $K_{\text{есн}} = 27\%$  (1,27);

$K_{\text{р}}$  – районный коэффициент,  $K_{\text{р}} = 30\%$  (1,3);

$K_{\text{пр}}$  – коэффициент, определяющий прочие затраты,  $K_{\text{пр}} = 20\%$  (1,2)  $\div$  50% (1,5);

$Ч$  – число сотрудников, работающих на предприятии, принимается в зависимости от расхода, чел.

Расчет сведен в таблицу 5.1 и в таблицу 5.2.

Стоимость заработной платы в месяц одного сотрудника, тыс.руб./год:

$$\text{ФОТ}_{\text{мес}} = \frac{\text{ФОТ}_{\text{год}}}{12Ч} \quad (5.3)$$

где  $\text{ФОТ}_{\text{год}}$  – стоимость заработной платы в год всех сотрудников одной квалификации, тыс. руб. /год.



Таблица 5.1 - Стоимость заработной платы сотрудников в календарные дни в году

Квалификация сотрудников	Число сотрудников	Квалификационный коэффициент, n	ФОТ <sub>мес</sub> , тыс.руб./мес	ФОТ <sub>год</sub> , тыс.руб./год
МОП	2	0,5	17,8	427,2
ТС	10	2	71,1	8543,9
ЛТС	2	1	35,6	854,4
ИТР	2	2	71,2	1708,8
Итого	16		195,7	11534,3

Стоимость заработной платы всех сотрудников одной квалификации в год, тыс. руб./год:

$$\text{ФОТ}_{real} = C_{з/п} = \frac{\text{ФОТ}_{год} \cdot n'_{real}}{n'_{max}} \quad (5.4)$$

где  $n'_{max}$  – количество календарных дней в году;

$n'_{real}$  – количество рабочих дней в году.

Таблица 5.2 - Стоимость заработной платы сотрудников в рабочие дни в году

Персонал	$n'_{max}$	ФОТ <sub>год</sub> = $C_{з/п}$ , тыс.руб./год	$n'_{real}$	ФОТ <sub>real</sub> , тыс.руб./год
МОП	365	427,2	144	168,5
ТС	365	8543,9	240	5617,9
ЛТС	365	854,4	240	561,8
ИТР	365	1708,8	240	1123,6
Итого		11534,3		7471,8

Стоимость капитала со всех сотрудников (60%), тыс. руб. /год:

$$\text{ФОТ}_{э.к.} = (\text{ФОТ}_{год} - \text{ФОТ}_{real}) \cdot 0,6 \quad (5.5)$$

$$\text{ФОТ}_{э.к.} = (11534,3 - 7471,8) \cdot 0,6 = 2437,5$$

Стоимость бонусов со всех сотрудников (40%), тыс. руб. /год:

$$\text{ФОТ}_{э.к.} = (\text{ФОТ}_{год} - \text{ФОТ}_{real}) \cdot 0,4 \quad (5.6)$$

### 5.3.2 Расчет стоимости электроэнергии

Потребляемая мощность электрооборудования – это расчетная единица мощности электродвигателей основных приборов, с учетом коэффициента трансформаторного резерва и коэффициента осветительной нагрузки.

Расчет стоимости электроэнергии производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и данных по потребляемой мощности электросилового оборудования.

Показатели мощности электросилового оборудования приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Потребляемая мощность электросилового оборудования

Наименование электроприемника	Количество рабочих агрегатов, шт	Мощность одного электроприемника, кВт.	Общая потребляемая мощность, кВт.
Решетка-дробилка	1	0,75	0,75
Горизонтальная песколовка с круговым движением воды	1	1,1	1,1
Первичный радиальный отстойник	1	1,4	1,4
Дисковый погружной биофильтр	1	11,2	11,2
Вторичный радиальный отстойник	1	1,4	1,4
УФ-лампы	2	3,5	7
Насос подачи воды на песколовку	1	2,2	2,2

Расчет затрат по электроэнергии определенных групп потребителей осуществляется по одноставочному или двухставочному тарифу. По одноставочному тарифу рассчитываются затраты на электроэнергию при суммарной присоединенной мощности менее 750 кВт.

$$N = \frac{P \cdot K_0 \cdot \sum N_i}{\cos \varphi} \quad (5.7)$$

где P – коэффициент, учитывающий трансформаторный резерв, P=0,5÷0,8;

K<sub>0</sub> – коэффициент, учитывающий электросветильную нагрузку, K<sub>0</sub>=1,5;

∑N<sub>i</sub> – сумма мощностей всех рабочих электроприемников, кВт;

cos φ – коэффициент мощности электродвигателя, cos φ=0,9.

$$N = \frac{0,5 \cdot 1,5 \cdot 23,65}{0,9} 19,5$$

Годовой расход потребляемой электроэнергии, кВт·год:

$$W = 365 \cdot 24 \cdot N \quad (5.8)$$

$$W = 365 \cdot 24 \cdot 19,5 = 166608 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Так как  $N < 750$  кВт, то стоимость электроэнергии считается по одноставочному тарифу, тыс.руб./год:

$$C_{\text{эл}} = \frac{T_1 \cdot W}{10^6} \quad (5.9)$$

где  $T_1$  – ставка за электроэнергию для потребителей с присоединенной мощностью менее 750 кВт,  $T_1 = 1290$  руб./кВт·ч;

$W$  – годовой расход потребляемой электроэнергии, кВт·ч.

$$C_{\text{эл}} = \frac{1290 \cdot 166608}{10^6} = 214,9$$

### 5.3.3 Расчет стоимости водоснабжения и канализации

Затраты на воду определяются из расчетного годового расхода на собственные нужды и тарифов на воду, тыс.руб./год:

$$C_B = \frac{Q_{\text{соб}} \cdot C_B}{1000} \quad (5.10)$$

где  $Q_{\text{соб}}$  – расход воды на собственные нужды, м<sup>3</sup> /год;

$C_B$  – стоимость одного м<sup>3</sup> холодной, горячей воды и водоотведения,  $C_B^{\text{хол}} = 25,37$  руб/м<sup>3</sup>,  $C_B^{\text{гор}} = 170,62$  руб/м<sup>3</sup>,  $C_B^{\text{водоотв}} = 26,41$ руб/м<sup>3</sup>.

Годовой расход воды на собственные нужды, м<sup>3</sup> /год:

$$Q_{\text{соб}} = \frac{q \cdot N_{\text{раб}} \cdot 365}{1000} \quad (5.11)$$

где  $q$  – норма водопотребления и водоотведения на одного сотрудника, для холодной воды:  $q_{\text{хол}} = 25$  л/сут, для горячей воды:  $q_{\text{гор}} = 12,5$  л/сут, для водоотведения:  $q_{\text{водоотв}} = 25+12,5 = 37,5$  л/сут.

$N_{\text{раб}}$  – число работающих, чел.

Расчет приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет стоимости водоснабжения и канализации

Наименование	q, л/сут	N <sub>раб</sub> , чел	Q <sub>соб</sub> , м <sup>3</sup> /год	T <sub>Вив</sub> , руб/м <sup>3</sup>	C <sub>в</sub> , тыс.руб./год
Холодная вода	25	16	106	25,37	2,7
Горячая вода	12,5		53	170,62	9
Водоотведение	37,5		159	26,41	4,2
Итого:					15,9

$$C_B = 15,9 \text{ тыс.руб./год}$$

### 5.3.4. Стоимость тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение и технологические нужды

Стоимость тепловой энергии, потребляемой на отопление, горячее водоснабжение и технологические нужды, определяется из расчетного годового тепла и тарифов на тепловую энергию, тыс.руб./год:

$$C_T = \frac{Q_T \cdot C_T}{1000} \quad (5.12)$$

где  $Q_T$  – годовой расход тепла на отопление зданий, Гкал/год;

$C_T$  – стоимость одной Гкал соответствующего теплоносителя,  $C_T = 2413,08$  руб./Гкал

Годовой расход тепла на отопление зданий, Гкал/год:

$$Q_T = \frac{24 \cdot T_0 \cdot \sum_{i=1}^m x_i \cdot a_i \cdot V_i (t_{cp} - t_n)}{10^6} \quad (5.13)$$

где  $T_0$  – отопительный период в сутках;

$x_i$  – удельная тепловая характеристика здания, ккал/(м<sup>3</sup> · °С · ч);

$a_i$  – поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий,  $a_i=1,08$ ;

$V_i$  – объем нагреваемых помещений, м<sup>3</sup>;

$t_{cp}$  – температура отапливаемого помещения, °С;

$t_n$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С.

В таблице 5.5 приведены удельные тепловые характеристики зданий.

Таблица 5.5 – Удельные тепловые характеристики зданий

Помещение	V <sub>i</sub> , тыс.м <sup>3</sup>	a <sub>i</sub>	∑x <sub>i</sub> , ккал/м <sup>3</sup> °Сч	T <sub>ср</sub> , °С	T <sub>н</sub> , °С	T <sub>0</sub> , руб
Насосная станция	1,2	1,08	0,37	7,5	-23	240
Административное здание	1		0,43	18		
Помещение биологической очистки	3		0,6	12,5		
Механическая мастерская	0,25		0,58	18		
Котельная	0,25		0,43	18		
Проходная	0,12		0,37	10		

$$Q_T = (24 \cdot 240 \cdot (0,37 \cdot 1,08 \cdot 1200 \cdot (7,5 + 23)) + (0,43 \cdot 1,08 \cdot 1000 \cdot (18 + 23)) + (0,6 \cdot 1,08 \cdot 3000 \cdot (12,5 + 23)) + (0,58 \cdot 1,08 \cdot 250 \cdot (18 + 25)) + (0,43 \cdot 1,08 \cdot 250 \cdot (18 + 23)) + (0,37 \cdot 1,08 \cdot 120 \cdot (10 + 23))) / 10^6 = 666,74 \text{ Гкал/год}$$

$$C_T = \frac{666,74 \cdot 2413,08}{1000} = 1608,9 \text{ тыс.руб./год}$$

### 5.3.5 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов очистных сооружений, тыс.руб./год:

$$C_{ам} = \sum \frac{H \cdot K}{100} \quad (5.14)$$

где H - амортизационный коэффициент, для зданий и сооружений: H = 2,5%, для трубопроводов: H = 4,5%;

K – стоимость фондов (зданий и сооружений, трубопроводов);

100 – перевод из процентов в доли.

$$C_{ам} = \frac{4,5 \cdot 108552689,95}{100 \cdot 1000} = 4884,87 \text{ тыс.руб./год}$$

#### 5.4.6 Затраты на текущий ремонт и прочие расходы

Затраты на текущий ремонт принимаются в размере 1% от сметной стоимости строительства объекта, тыс.руб./год:

$$C_{\text{тр}} = 0,01 \cdot K \quad (5.15)$$

где  $K$  – сумма капитальных вложений в канализационные очистные сооружения, тыс.руб.

$$C_{\text{тр}} = 0,01 \cdot 108552,3 = 1085,52 \text{ тыс.руб./год}$$

Прочие расходы принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений и заработной платы обслуживающего персонала, тыс.руб. /год:

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (C_{\text{ам}} + C_{\text{з/п}}) \quad (5.16)$$

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (4884,87 + 11534,3) = 3283,8 \text{ тыс.руб.}$$

Годовые эксплуатационные затраты, тыс.руб./год:

$$C_{\text{э}} = 11534,3 + 214,9 + 1608,9 + 3283,8 = 16641,8 \text{ тыс.руб./год}$$

#### 5.4. Расчет себестоимости очистки

Себестоимость очистки 1 м<sup>3</sup> воды, руб/м<sup>3</sup>:

$$C/C = \frac{C_{\text{э}}}{Q_{\text{год}}} \cdot 1000 \quad (5.17)$$

где  $Q_{\text{год}}$  – годовой расход сточных вод, м<sup>3</sup>/год:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сут}} \cdot 365 \quad (5.18)$$

$$Q_{\text{год}} = 4173,12 \cdot 365 = 1523188,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$C/C = \frac{16641,8}{1523188,8} \cdot 1000 = 10,92 \text{ руб./м}^3$$

### 5.5. Расчет приведенных затрат

Приведенные затраты показывают экономическую эффективность реализуемого проекта.

Приведенные затраты, тыс.руб.:

$$\Pi = (K_B \cdot E) + C_3 \quad (5.19)$$

где  $K_B$  – капитальные вложения, тыс.руб.;

$E$  – абсолютный показатель экономической эффективности капитальных вложений,  $E = 0,12$ ;

$C_3$  – эксплуатационные затраты, тыс. руб./год.

$$\Pi = (108552,7 \cdot 0,12) + 16641,8 = 29668,1 \text{ тыс.руб.}$$

### 5.6. Ценовая политика

Цена продукта, руб.:

$$\text{Ц} = C/C \cdot \Pi/\Pi \cdot \text{НДС} \quad (5.20)$$

где  $C/C$  – окупаемая себестоимость воды, руб.;

$\Pi/\Pi$  – планируемая прибыль, д.е.;

$\text{НДС}$  – налог на добавленную стоимость, д.е.,  $\text{НДС} = 20\% = 1,20$  д.е.

$$\Pi/\Pi = \text{ФОТ}_{\text{год}} - \text{ФОТ}_{\text{real}} \quad (5.21)$$

где  $\text{ФОТ}_{\text{год}}$  – годовой фонд оплаты труда, руб.;

$\text{ФОТ}_{\text{REAL}}$  – годовой фонд оплаты труда фактический, руб.

$$\Pi/\Pi = 11534,3 - 7471,8 = 4062,5$$

11534,3 тыс.руб./год – 100%

4062,5 тыс.руб./год –  $x\%$

$$x = 100 \cdot \frac{4062,5}{11534,3} = 35,2 \text{ д.е.}$$

$$\text{Ц} = 10,92 \cdot 1,352 \cdot 1,20 = 17,7 \text{ тыс.руб.}$$

Чистая прибыль, руб.:

$$C_{FR} = (Ц - C/C) \cdot Q_{год} \quad (5.22)$$

где Ц – цена продукции, руб.;

C/C - окупаемая себестоимость воды, руб.;

Q<sub>год</sub> – годовой расход сточных вод, м<sup>3</sup> /год.

$$C_{FR} = (17,7 - 10,92) \cdot 4173,12 = 28293,75 \text{ тыс.руб.}$$

### 5.7. Срок окупаемости

Для определения сроков окупаемости узнаем через, сколько лет общая прибыль начнет превышать капитальные вложения, лет:

$$O = K/C_{FR} \quad (5.23)$$

где к – капитальные вложения, руб.;

C<sub>FR</sub> – чистая прибыль, тыс. руб.

$$O = \frac{1085502,7}{28293,75} = 6 \text{ лет}$$

### 5.8. Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Единицы измерения	Количество
Производительность	тыс.м <sup>3</sup> /год	1523,189
Обслуживающий персонал	чел.	16
Капитальные вложения	тыс.руб.	108552,7
Эксплуатационные затраты	тыс.руб./год	16641,8
В том числе:		
Заработная плата	тыс.руб./год	11534,3
Электроэнергия	тыс.руб./год	214,9
Вода	тыс.руб./год	15,9
Тепло	тыс.руб./год	1608,9
Капитальный ремонт	тыс.руб./год	1085,52
Прочие затраты	тыс.руб./год	3283,8
Амортизация	тыс.руб./год	4884,87
Себестоимость очистки 1 м <sup>3</sup> сточных вод	руб./м <sup>3</sup>	10,92
Наименование показателей	Единицы измерения	Количество
Приведенные затраты	тыс.руб./год	29668,1
Цена продукта	руб.	17,7
Чистая прибыль	тыс.руб.	28293,75
Срок окупаемости	лет	6



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выпускная квалификационная работа была выполнена согласно теме:  
«Разработка схемы системы водоотведения в г.Саяногорск»

В ходе проведенной работы было установлено:

1. Количество сточных вод с данных районов – 4173,12 м<sup>3</sup>/сут
2. Запроектированы трубы диаметром – 200, 250, 300 мм
3. Материал труб полипропилен
4. Степень очистки сточной воды
5. Состав локальных очистных сооружений:
  - 5.1. Решетка-дробилка РД
  - 5.2. Горизонтальная песколовка с ркруговым движением воды
  - 5.3. Первичный радиальный отстойник
  - 5.4. Дисковый погружной биофильтр
  - 5.5. Вторичный радиальный отстойник
  - 5.6. УФ-лампы
6. Условия охраны окружающей среды
7. Технико-экономические показатели данной работы

Благодаря всем выше перечисленным данным удалось запроектировать систему водоотведения и качественной очистки сточных вод легкой в эксплуатации, монтаже и выгодной с точки зрения экономики.

Задачи, поставленные при выполнении бакалаврской работы, выполнены в полном объеме. Полученные решения обеспечивают эффективный отвод и очистку сточной воды.

Теоретическая и проектная ценность полученных результатов заключается в применении новых решений, направленных на создание комфортных условий для жизни жителей районов частного сектора г.Саяногорск.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. - Введ. 26.06.2019.
2. Водоотведение сточных вод: учебное пособие / сост.: О.Г.Дубровская, Л.В.Приймак – Красноярск : Сиб.федер. ун-т, 2021. - 172 с.
3. Механическая очистка сточных вод: Учебное пособие / сост.: А.Г.Гудков – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.
4. Биологическая очистка городских сточных вод: Учебное пособие / сост.: А.Г.Гудков – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.
5. Правила по охране труда при эксплуатации коммунального водопроводно-канализационного хозяйства – Введ. 01.11.1998.
6. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / сост.: Ф.А.Шевелев, А.Ф.Шевелев – 6-е изд., доп. и перераб. – М.Стройиздат, 1984. – 116 с.
7. Укрупненные номативы цены строительства (УНЦС). Сборник №14 «Наружные сети водоснабжения и канализации» / Госстрой России – М.: МинСтрой. 2023. – 213 с.
8. Методика по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства : Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11.12.2020 № 774/пр
9. Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.05.2021 № 325/пр
10. Российская Федерация. Законы. Налоговый кодекс Российской Федерации. В 2 ч.: НК : текст с изменениями и дополнениями на 25 октября 2021 года : [принят Государственной думой 16 июля 1998 года : одобрен Советом Федерации 17 июля 1998 года] – Москва : Проспект, 2021. – 1232 с. – (Актуальное законодательство).
11. Экономика строительства. Для курсового проектирования: учебно-методическое пособие / сост.: И.А. Саенко, В.И. Сарченко, С.А. Хиревич, Н.О. Дмитриева, Е.В. Крелина, В.В. Пухова, О.Р. Толочко ; Сибирский федеральный университет. Инженерно-строительный институт, 2021.
12. СТУ 7.5–07–2021 СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТРОЕНИЮ, ИЗЛОЖЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ДОКУМЕНТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ/ Введ. 07.12.2021 №1301

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) №

1,1

(наименование работ и затрат)

Состав базисно-индексным методом  
лен

Основание

(проектная и (или) иная техническая документация)

**Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен**

**Сметная стоимость** 108 552,69 (11 394,87) тыс.руб.

в том числе:

**строительных работ** 90 401,86 (9 493,43) тыс.руб.

**монтажных работ** 58,72 (2,29) тыс.руб.

**оборудования** 0,00 (0) тыс.руб.

**прочих затрат** 0,00 (0) тыс.руб.

Средства на оплату труда рабочих	4 102,51	(108,33)	тыс.руб.
Нормативные затраты труда рабочих	12 894,98		чел.час.
Нормативные затраты труда машинистов	2 625,36		чел.час.

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество			Сметная стоимость в базисном уровне цен (в текущем уровне цен (гр. 8) для ресурсов, отсутствующих в ФРСН), руб.	Индекс	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.		
				на единицу	коэффициенты	всего с учетом коэффициентов					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Раздел 1. Земляные работы</b>											
1	ФЕР01-01-009-01	Разработка грунта в траншеях экскаватором «обратная лопата» с ковшом вместимостью 1 (1-1,2) м3, группа грунтов: 1 Объем=94011,12 / 1000	1000 м3			94,01112					

2		ЭМ				1 597,70		150 201,57		
3		в т.ч. ОТм				175,50		16 498,95	37,87	624 815,24
		ЗТм	чел.-ч	13		1222,14456				
		Итого по расценке				1 597,70		150 201,57		
		ФОТ						16 498,95		624 815,24
Пр/812-001.1-1		НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92	92			15 179,03		574 830,02
Пр/774-001.1		СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46	46			7 589,52		287 415,01
		<b>Всего по позиции</b>						<b>172 970,12</b>		
<b>2</b>	<b>ФЕР01-02-057-01</b>	<b>Разработка грунта вручную в траншеях глубиной до 2 м без креплений с откосами, группа грунтов: 1</b>			<b>100 м3</b>	<b>11,213</b>				
		Объем=1121,3 / 100								
1		ОТ				920,40		10 320,45	37,87	390 835,44
		ЗТ	чел.-ч	118		1323,134				
		Итого по расценке				920,40		10 320,45		
		ФОТ						10 320,45		390 835,44
Пр/812-001.2-1		НР Земляные работы, выполняемые ручным способом	%	89	89			9 185,20		347 843,54
Пр/774-001.2		СП Земляные работы, выполняемые ручным способом	%	40	40			4 128,18		156 334,18
		<b>Всего по позиции</b>						<b>23 633,83</b>		
<b>3</b>	<b>ФЕР01-02-061-01</b>	<b>Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 1</b>			<b>100 м3</b>	<b>31,2411</b>				
		Объем=3124,11 / 100								
1		ОТ				663,75		20 736,28	37,87	785 282,92
		ЗТ	чел.-ч	88,5		2764,83735				
		Итого по расценке				663,75		20 736,28		
		ФОТ						20 736,28		785 282,92
Пр/812-001.2-1		НР Земляные работы, выполняемые ручным способом	%	89	89			18 455,29		698 901,80
Пр/774-001.2		СП Земляные работы, выполняемые ручным способом	%	40	40			8 294,51		314 113,17
		<b>Всего по позиции</b>						<b>47 486,08</b>		
<b>4</b>	<b>ФССЦ-02.3.01.02-0016</b>	<b>Песок природный для строительных работ средний с крупностью зерен размером свыше 5 мм-до 5% по массе</b>			<b>м3</b>	<b>3436,521</b>	<b>55,26</b>	<b>189 902,15</b>		
		Объем=3124,11*1,1								
		<b>Всего по позиции</b>						<b>189 902,15</b>		

<b>5</b>	<b>ФЕР01-02-005-01</b>	<b>Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2</b> Объем=3124,11 / 100	<b>100 м3</b>		<b>31,241</b>				
1		ОТ			106,88	3 339,04	37,87	126 449,44	
2		ЭМ			241,58	7 547,20			
3		в т.ч. ОТм			26,36	823,51	37,87	31 186,32	
		ЗТ	чел.-ч	12,53	391,44973				
		ЗТм	чел.-ч	2,62	81,85142				
		Итого по расценке			348,46	10 886,24			
		ФОТ				4 162,55		157 635,76	
Пр/812-001.1-1		НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92	92	3 829,55		145 024,90	
Пр/774-001.1		СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46	46	1 914,77		72 512,45	
		<b>Всего по позиции</b>				<b>16 630,56</b>			
<b>6</b>	<b>ФЕР01-01-034-04</b>	<b>Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 121 кВт (165 л.с.), группа грунтов 1</b> Объем=90887,01 / 1000	<b>1000 м3</b>		<b>90,88701</b>				
2		ЭМ			261,94	23 806,94			
3		в т.ч. ОТм			28,89	2 625,73	37,87	99 436,40	
		ЗТм	чел.-ч	2,14	194,4982014				
		Итого по расценке			261,94	23 806,94			
		ФОТ				2 625,73		99 436,40	
Пр/812-001.1-1		НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92	92	2 415,67		91 481,49	
Пр/774-001.1		СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46	46	1 207,84		45 740,74	
		<b>Всего по позиции</b>				<b>27 430,45</b>			
<b>7</b>	<b>ФЕР01-02-005-01</b>	<b>Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2</b> Объем=10005,50 / 100	<b>100 м3</b>		<b>100,055</b>				
1		ОТ			106,88	10 693,88	37,87	404 977,24	
2		ЭМ			241,58	24 171,29			
3		в т.ч. ОТм			26,36	2 637,45	37,87	99 880,23	
		ЗТ	чел.-ч	12,53	1253,68915				
		ЗТм	чел.-ч	2,62	262,1441				
		Итого по расценке			348,46	34 865,17			
		ФОТ				13 331,33		504 857,47	

Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92	92	12 264,82	464 468,87
Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46	46	6 132,41	232 234,44
<b>Всего по позиции</b>					<b>53 262,40</b>	
<b>8</b>	<b>ФЕР01-02-003-06</b>	<b>Уплотнение грунта вибрационными катками 2,2 т на первый проход по одному следу при толщине слоя: 60 см</b>	<b>1000 м3</b>	<b>80,88151</b>		
		Объем=(90887,01-10005,5) / 1000				
2	ЭМ			408,23	33 018,26	
3	в т.ч. ОТм			65,17	5 271,05	37,87
	ЗТм	чел.-ч	4,98	402,7899198		199 614,66
Итого по расценке					408,23	33 018,26
ФОТ					5 271,05	199 614,66
Пр/812-001.1-1	НР Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	92	92	4 849,37	183 645,49
Пр/774-001.1	СП Земляные работы, выполняемые механизированным способом	%	46	46	2 424,68	91 822,74
<b>Всего по позиции</b>					<b>40 292,31</b>	
<b>Итого по разделу 1 Землянные работы :</b>						
Итого прямые затраты (справочно)					473 737,06	
в том числе:						
Оплата труда рабочих					45 089,65	
Эксплуатация машин					238 745,26	
в том числе оплата труда машинистов (ОТм)					27 856,69	
Материалы					189 902,15	
Строительные работы					571 607,90	
Строительные работы					381 705,75	
в том числе:						
оплата труда					45 089,65	
эксплуатация машин и механизмов					238 745,26	
в том числе оплата труда машинистов (ОТм)					27 856,69	
накладные расходы					66 178,93	
сметная прибыль					31 691,91	
Транспортные расходы (перевозка), относимые на стоимость строительных работ					189 902,15	
Итого ФОТ (справочно)					72 946,34	
Итого накладные расходы (справочно)					66 178,93	
Итого сметная прибыль (справочно)					31 691,91	
<b>Итого по разделу 1 Землянные работы</b>					<b>571 607,90</b>	

<b>Раздел 2. Наружные канализационные сети</b>									
<b>9</b>	<b>ФЕР23-01-001-02</b>	<b>Устройство основания под 10 м3</b>			<b>235,02</b>				
		<b>трубопроводы: щебеночного</b> Объем=2350,2 / 10							
	1	ОТ			83,33	19 584,22	37,87	741 654,41	
	2	ЭМ			42,30	9 941,35			
	3	в т.ч. ОТм			4,73	1 111,64	37,87	42 097,81	
		ЗТ		чел.-ч	10,2	2397,204			
		ЗТм		чел.-ч	0,47	110,4594			
		Итого по расценке				125,63		29 525,57	
		ФОТ						20 695,86	783 752,22
	Пр/812-018.0-1	НР Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода		%	117	117		24 214,16	916 990,10
	Пр/774-018.0	СП Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода		%	74	74		15 314,94	579 976,64
		<b>Всего по позиции</b>						<b>69 054,67</b>	
<b>10</b>	<b>ФССЦ-02.2.05.04-0031</b>	<b>Щебень гравийный, фракция 5-20 мм м3</b>			<b>2938</b>	<b>183,70</b>		<b>539 710,60</b>	
		<b>Всего по позиции</b>						<b>539 710,60</b>	
<b>11</b>	<b>ФЕР23-01-020-02</b>	<b>Укладка канализационных безнапорных 100 м</b>			<b>110,6752</b>				
		<b>раструбных труб из поливинилхлорида (ПВХ) диаметром: 200 мм</b> Объем=11067,52 / 100							
	1	ОТ			228,03	25 237,27	37,87	955 735,41	
	2	ЭМ			11,52	1 274,98			
	3	в т.ч. ОТм			1,62	179,29	37,87	6 789,71	
	4	М			7,66	847,77			
		ЗТ		чел.-ч	24,84	2749,171968			
		ЗТм		чел.-ч	0,13	14,387776			
		Итого по расценке				247,21		27 360,02	
		ФОТ						25 416,56	962 525,12
	Пр/812-018.0-1	НР Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода		%	117	117		29 737,38	1 126 154,39
	Пр/774-018.0	СП Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода		%	74	74		18 808,25	712 268,59
		<b>Всего по позиции</b>						<b>75 905,65</b>	
<b>12</b>	<b>ФССЦ-24.3.03.13-0082</b>	<b>Трубы полиэтиленовые ПЭ63, SDR11, м</b>			<b>11067,52</b>	<b>445,78</b>	<b>1,02</b>	<b>5 032 352,65</b>	
		<b>диаметр 200 мм</b> Транспортные расходы МАТ=2%							
		<b>Всего по позиции</b>						<b>5 032 352,65</b>	

13	ФЕР23-01-020-03	Укладка канализационных безнапорных		100 м	27,42						
		раструбных труб из поливинилхлорида									
		(ПВХ) диаметром: 250 мм									
		Объем=2742 / 100									
		1	ОТ					248,96	6 826,48	37,87	258 518,80
		2	ЭМ					477,23	13 085,65		
		3	в т.ч. ОТм					56,42	1 547,04	37,87	58 586,40
		4	М					11,96	327,94		
			ЗТ			чел.-ч	27,12	743,6304			
			ЗТм			чел.-ч	4,2	115,164			
Итого по расценке					738,15	20 240,07					
ФОТ						8 373,52		317 105,20			
Пр/812-018.0-1	НР	Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	117	117	9 797,02		371 013,08			
Пр/774-018.0	СП	Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	74	74	6 196,40		234 657,85			
<b>Всего по позиции</b>						<b>36 233,49</b>					
14	ФССЦ-24.3.03.13-0083	Трубы полиэтиленовые ПЭ63, SDR11,		м	2742	562,83	1,02	1 574 145,46			
		диаметр 250 мм									
		Транспортные расходы МАТ=2%									
<b>Всего по позиции</b>								<b>1 574 145,46</b>			
15	ФЕР23-01-020-04	Укладка канализационных безнапорных		100 м	12,59						
		раструбных труб из поливинилхлорида									
		(ПВХ) диаметром: 315 мм									
		Объем=1259 / 100									
		1	ОТ					272,46	3 430,27	37,87	129 904,32
		2	ЭМ					522,71	6 580,92		
		3	в т.ч. ОТм					61,98	780,33	37,87	29 551,10
		4	М					19,03	239,59		
			ЗТ			чел.-ч	29,68	373,6712			
			ЗТм			чел.-ч	4,62	58,1658			
Итого по расценке					814,20	10 250,78					
ФОТ						4 210,60		159 455,42			
Пр/812-018.0-1	НР	Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	117	117	4 926,40		186 562,84			
Пр/774-018.0	СП	Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	74	74	3 115,84		117 997,01			
<b>Всего по позиции</b>						<b>18 293,02</b>					
16	ФССЦ-24.3.03.13-0084	Трубы полиэтиленовые ПЭ63, SDR11,		м	1259	1 102,08	1,02	1 415 269,09			
		диаметр 315 мм									
		Транспортные расходы МАТ=2%									



		<b>Всего по позиции</b>					<b>1 415 269,09</b>
17	ФЕР23-03-001-07	Устройство круглых сборных железобетонных канализационных колодцев диаметром: 2 м в сухих грунтах Объем=100,5 / 10	10 м3		10,05		
	1	ОТ			731,22	7 348,76	37,87 278 297,54
	2	ЭМ			1 520,51	15 281,13	
	3	в т.ч. ОТм			201,05	2 020,55	37,87 76 518,23
	4	М			3 939,59	39 592,88	
		ЗТ	чел.-ч	80,62	810,231		
		ЗТм	чел.-ч	15,75	158,2875		
		Итого по расценке			6 191,32	62 222,77	
		ФОТ				9 369,31	354 815,77
	Пр/812-018.0-1	НР Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	117	117	10 962,09	415 134,45
	Пр/774-018.0	СП Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	74	74	6 933,29	262 563,67
		<b>Всего по позиции</b>					<b>80 118,15</b>
18	ФССЦ-05.1.01.11-0005	Плита днища доборная	шт		16	337,98	1,02 5 515,83
		Транспортные расходы МАТ=2%					
		<b>Всего по позиции</b>					<b>5 515,83</b>
19	ФССЦ-05.1.01.09-0071	Кольцо стеновое смотровых колодцев КС20.6, бетон В15 (М200), объем 0,39 м3, расход арматуры 13,04 кг Объем=16*2	шт		32	593,85	1,02 19 383,26
		Транспортные расходы МАТ=2%					
		<b>Всего по позиции</b>					<b>19 383,26</b>
20	ФССЦ-05.1.01.12-0005	Плита перекрытия бетон В25 (М350), объем 1,03 м3, расход арматуры 43,4 кг Транспортные расходы МАТ=2%	шт		16	2 195,55	1,02 35 831,38
		<b>Всего по позиции</b>					<b>35 831,38</b>
21	ФССЦ-05.1.01.09-0042	Кольцо опорное КО-6 /бетон В15 (М200), объем 0,02 м3, расход арматуры 1,10 кг Транспортные расходы МАТ=2%	шт		16	31,43	1,02 512,94
		<b>Всего по позиции</b>					<b>512,94</b>
22	ФССЦ-08.1.02.06-0031	Люк чугунный тяжелый (ГОСТ 3634-99) марка Т(С250)-В-1-60 Транспортные расходы МАТ=2%	шт		16	596,04	1,02 9 727,37
		<b>Всего по позиции</b>					<b>9 727,37</b>

Изготовление металлических стремянок в колодец										
23	ФЕРм38-01-006-08	Сборка с помощью лебедок ручных (с установкой и снятием их в процессе работы) или вручную (мелких деталей): стремянки, связи, кронштейны, тормозные конструкции и пр.(прим.) Объем=0,0326*16*1,01*1,03	т		0,54262					
	1	ОТ				1 222,00	663,08	37,87	25 110,84	
	2	ЭМ				1 843,00	1 000,05			
	3	в т.ч. ОТм				20,60	11,18	37,87	423,39	
	4	М				214,93	116,63			
		ЗТ	чел.-ч	130	70,5406					
		ЗТм	чел.-ч	1,8	0,976716					
		Итого по расценке					3 279,93	1 779,76		
		ФОТ						674,26	25 534,23	
	Пр/812-080.0-1	НР Изготовление технологических металлических конструкций в условиях производственных баз	%	66	66		445,01		16 852,59	
	Пр/774-080.0	СП Изготовление технологических металлических конструкций в условиях производственных баз	%	10	10		67,43		2 553,42	
		<b>Всего по позиции</b>						<b>2 292,20</b>		
24	ФССЦ-08.3.08.02-0052	Уголок горячекатаный, марка стали ВСт3кп2, размер 50x50x5 мм Объем=0,01*16*1,01*1,03*1,06 Транспортные расходы МАТ=2%	т		0,176435	5 763,00	1,02	1 037,13		
		<b>Всего по позиции</b>						<b>1 037,13</b>		
25	ФССЦ-08.4.03.04-0001	Сталь арматурная, горячекатаная, класс А-I, А-II, А-III Объем=0,0226*16*1,01*1,03*1,06 Транспортные расходы МАТ=2%	т		0,398743	5 650,00	1,02	2 297,96		
		<b>Всего по позиции</b>						<b>2 297,96</b>		
26	ФЕР06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки Объем=(0,3*16) / 100	100 м3		0,048					
	1	ОТ				1 053,00	50,54	37,87	1 913,95	
	2	ЭМ				1 566,06	75,17			
	3	в т.ч. ОТм				244,39	11,73	37,87	444,22	
	4	М				909,27	43,64			
		ЗТ	чел.-ч	135	6,48					
		ЗТм	чел.-ч	18,12	0,86976					

		Итого по расценке			3 528,33	169,35		
		ФОТ				62,27		2 358,17
Пр/812-006.0-1		НР Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	102	102	63,52		2 405,33
Пр/774-006.0		СП Бетонные и железобетонные монолитные конструкции и работы в строительстве	%	58	58	36,12		1 367,74
		<b>Всего по позиции</b>						<b>268,99</b>
<b>27</b>	<b>ФССЦ-04.1.01.01-0047</b>	<b>Смеси бетонные легкого бетона (БСЛ) класс В15 (М200)</b>			<b>4,896</b>	<b>812,61</b>		<b>3 978,54</b>
		<b>Всего по позиции</b>						<b>3 978,54</b>
<b>28</b>	<b>ФЕР46-03-010-02</b>	<b>Пробивка в бетонных стенах и полах толщиной 100 мм отверстий площадью: свыше 20 см2 до 100 см2</b>			<b>100 отверстий</b>	<b>0,16</b>		
		Объем=16 / 100						
1		ОТ				256,39	41,02	37,87 1 553,43
2		ЭМ				402,00	64,32	
		ЗТ	чел.-ч	26,96	4,3136			
		Итого по расценке				658,39	105,34	
		ФОТ					41,02	1 553,43
Пр/812-040.1-1		НР Работы по реконструкции зданий и сооружений: усиление и замена существующих конструкций, возведение отдельных конструктивных элементов	%	103	103	42,25		1 600,03
Пр/774-040.1		СП Работы по реконструкции зданий и сооружений: усиление и замена существующих конструкций, возведение отдельных конструктивных элементов	%	59	59	24,20		916,52
		<b>Всего по позиции</b>						<b>171,79</b>
<b>29</b>	<b>ФЕР22-03-002-01</b>	<b>Установка полиэтиленовых фасонных частей: отводов, колен, патрубков, переходов</b>			<b>10 шт</b>	<b>1,6</b>		
		Объем=16 / 10						
1		ОТ				37,55	60,08	37,87 2 275,23
2		ЭМ				226,03	361,65	
3		в т.ч. ОТм				30,50	48,80	37,87 1 848,06
		ЗТ	чел.-ч	4,14	6,624			
		ЗТм	чел.-ч	2,26	3,616			
		Итого по расценке				263,58	421,73	
		ФОТ					108,88	4 123,29
Пр/812-018.0-1		НР Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	117	117	127,39		4 824,25

Пр/774-018.0	СП Наружные сети водопровода, канализации, теплоснабжения, газопровода	%	74	74	80,57	3 051,23
<b>Всего по позиции</b>						<b>629,69</b>
30	КСР1-22.21.29.130.59.1.24.03-0746-000	Муфта защитная полиэтиленовая для прохода труб сквозь стену, номинальный наружный диаметр 225 мм Цена=708,33/8,33 Транспортные расходы МАТ=2%	шт	16	85,03	1,02
<b>Всего по позиции</b>						<b>1 387,69</b>
<b>Итого по разделу 2 Наружные канализационные сети :</b>						
Итого прямые затраты (справочно)						8 793 225,29
в том числе:						
Оплата труда рабочих						63 241,72
Эксплуатация машин						47 665,22
в том числе оплата труда машинистов (Отм)						5 710,56
Материалы						8 682 318,35
Строительные работы						8 921 825,35
Строительные работы						280 675,45
в том числе:						
оплата труда						62 578,64
эксплуатация машин и механизмов						46 665,17
в том числе оплата труда машинистов (Отм)						5 699,38
материалы						41 051,82
накладные расходы						79 870,21
сметная прибыль						50 509,61
Транспортные расходы (перевозка), относимые на стоимость строительных работ						8 641 149,90
Монтажные работы						2 292,20
в том числе:						
оплата труда						663,08
эксплуатация машин и механизмов						1 000,05
в том числе оплата труда машинистов (Отм)						11,18
материалы						116,63
накладные расходы						445,01
сметная прибыль						67,43
Итого ФОТ (справочно)						68 952,28
Итого накладные расходы (справочно)						80 315,22
Итого сметная прибыль (справочно)						50 577,04
<b>Итого по разделу 2 Наружные канализационные сети</b>						<b>8 924 117,55</b>

<b>Итого по смете:</b>				
	Итого прямые затраты (справочно)		9 266 962,35	81 797 316,39
	в том числе:			
	Оплата труда рабочих		108 331,37	4 102 508,97
	Эксплуатация машин		286 410,48	3 789 210,65
	в том числе оплата труда машинистов (ОТм)		33 567,25	1 271 191,77
	Материалы		8 872 220,50	73 905 596,77
	Строительные работы		9 493 433,25	90 401 855,92
	Строительные работы		662 381,20	16 839 192,34
	в том числе:			
	оплата труда		107 668,29	4 077 398,13
1	эксплуатация машин и механизмов		285 410,43	13,23 3 775 979,99
	в том числе оплата труда машинистов (ОТм)		33 556,07	1 270 768,38
1	материалы		41 051,82	8,33 341 961,66
	накладные расходы		146 049,14	5 530 880,58
	сметная прибыль		82 201,52	3 112 971,98
1	Транспортные расходы (перевозка), относимые на стоимость строительных работ		8 831 052,05	8,33 73 562 663,58
	Монтажные работы		2 292,20	58 719,04
	в том числе:			
	оплата труда		663,08	25 110,84
1	эксплуатация машин и механизмов		1 000,05	13,23 13 230,66
	в том числе оплата труда машинистов (ОТм)		11,18	423,39
1	материалы		116,63	8,33 971,53
	накладные расходы		445,01	16 852,59
	сметная прибыль		67,43	2 553,42
	<b>Итого</b>		<b>9 495 725,45</b>	<b>90 460 574,96</b>
	Итого ФОТ (справочно)		141 898,62	5 373 700,74
	Итого накладные расходы (справочно)		146 494,15	5 547 733,17
	Итого сметная прибыль (справочно)		82 268,95	3 115 525,40
	НДС 20%		1 899 145,09	18 092 114,99
	<b>ВСЕГО по смете</b>		<b>11 394 870,54</b>	<b>108 552 689,95</b>

Составил:

\_\_\_\_\_

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

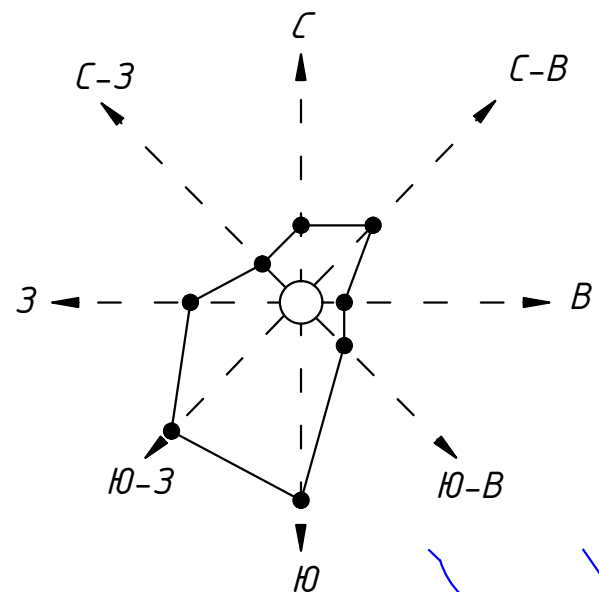
Проверил:

\_\_\_\_\_

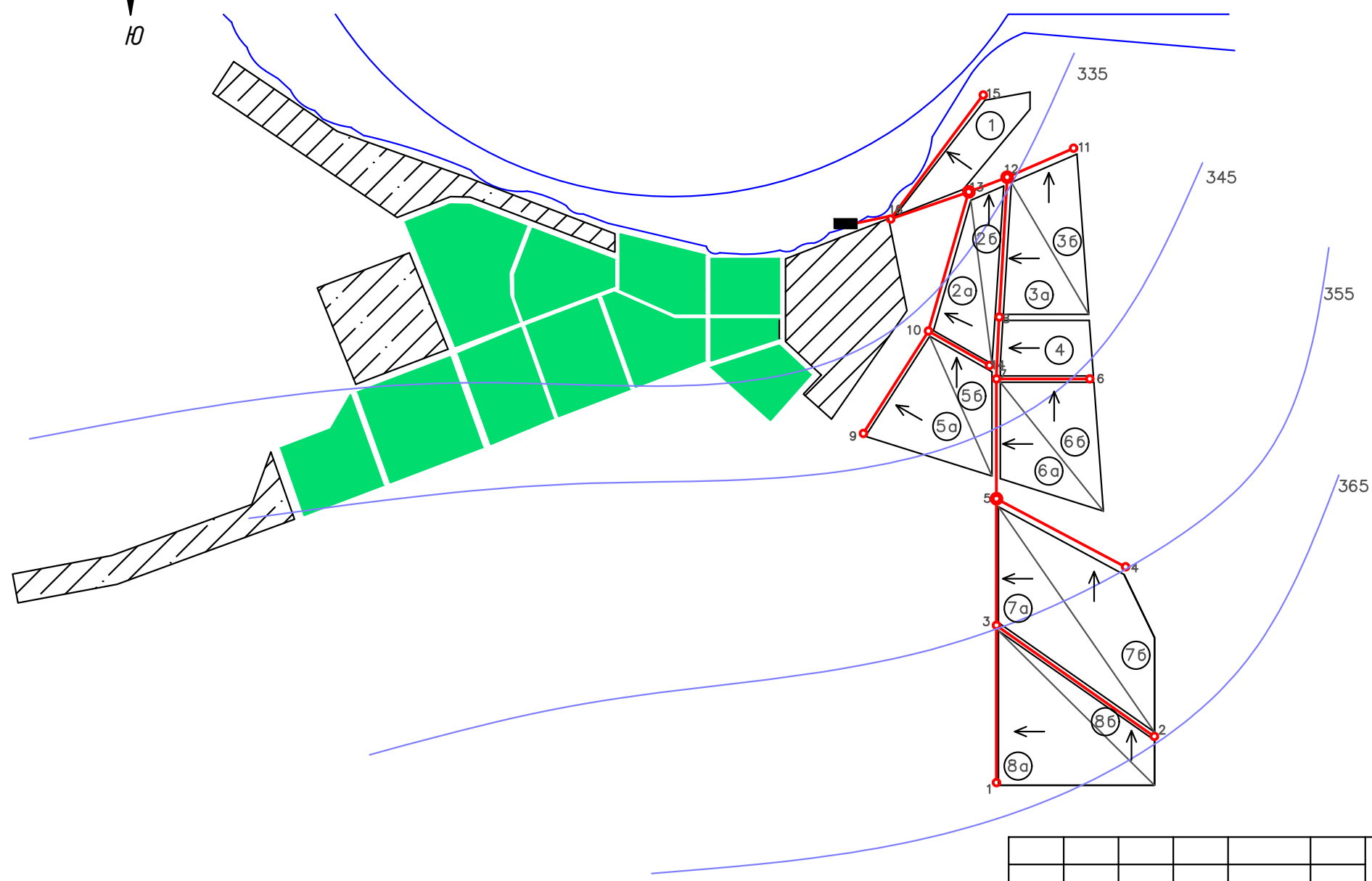
---

*[должность, подпись (инициалы, фамилия)]*

# Генплан г.Саяногорск М 1:5000

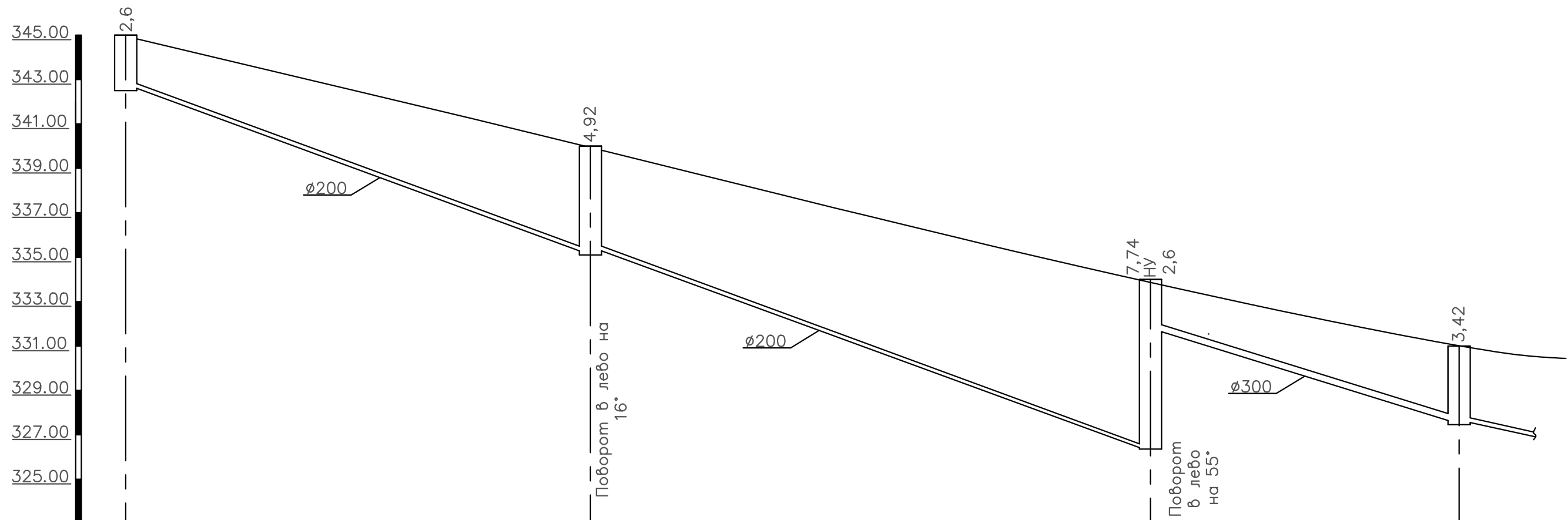


- ### Условные обозначения
- Горизонтали
  - Колодцы
  - Номер района
  - Направление течения сточной воды района
  - Река Енисей
  - Самотечный трубопровод
  - Локальные очистные сооружения (ЛОС)
  - Повысительная насосная станция
  - Районы с существующей центральной канализацией
  - Территория предприятия Хакасэнерго
  - Районы без центральной канализации



						БР 08.03.01–2023			
						ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм	Кол.уч	Лист	грок	Погр	Дата	Проектирование системы водоотведения г.Саяногорск	Стадия	Лист	Листов
							БР	1	4
Разработал						Генплан г.Саяногорск М 1:5000, Условные обозначения		ИСЗиС	
Аленичева А.В.									
Проверил						Генплан г.Саяногорск М 1:5000, Условные обозначения		ИСЗиС	
Дубровская О.Г.									
Н. контр						Генплан г.Саяногорск М 1:5000, Условные обозначения		ИСЗиС	
Зав. кафедры									
Матюшенко А.И.						Генплан г.Саяногорск М 1:5000, Условные обозначения		ИСЗиС	

# Продольный профиль главного коллектора

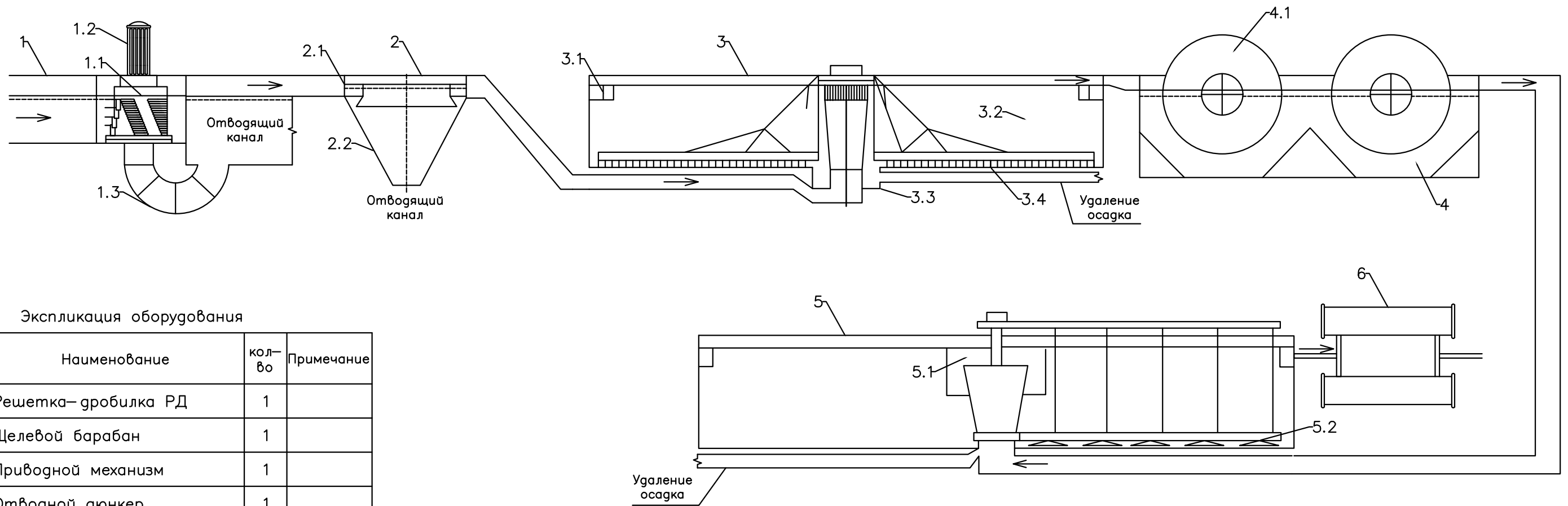


Проектная отметка низа лотка колодца, м	342,4	335,1	326,3	327,6
Проектная отметка земли, м	345	340	334	331
Натуральная отметка земли, м	345	340	334	331
Обозначение трубы	Раструбные канализационные трубы из полипропилена ГОСТ 54475–2011			
Основание	Естественное			
Уклон, %				
Длина, м	1046	1260	694	
Расстояние, м	1046	1260	694	
Номер колодца, точки, угла поворота	ГКК–9	ГКК–10	ГКК–13	ГКК–16

БР 08.03.01–2023					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный университет" Инженерно строительный институт					
Изм	Кол.уч	Лист	гок	Погр	Дата
Разработал	Аленичева А.В.				
Проверил	Дубровская О.Г.				
Проектирование системы водоотведения г.Саяногорск					Стадия
					БР
Продольный профиль главного коллектора					Лист
					2
Продольный профиль главного коллектора					Листов
					4
Н. контр					ИСЗиС
Заб. кафедры	Матюшенко А.И				



# Технологическая схема локальных очистных сооружений



Экспликация оборудования

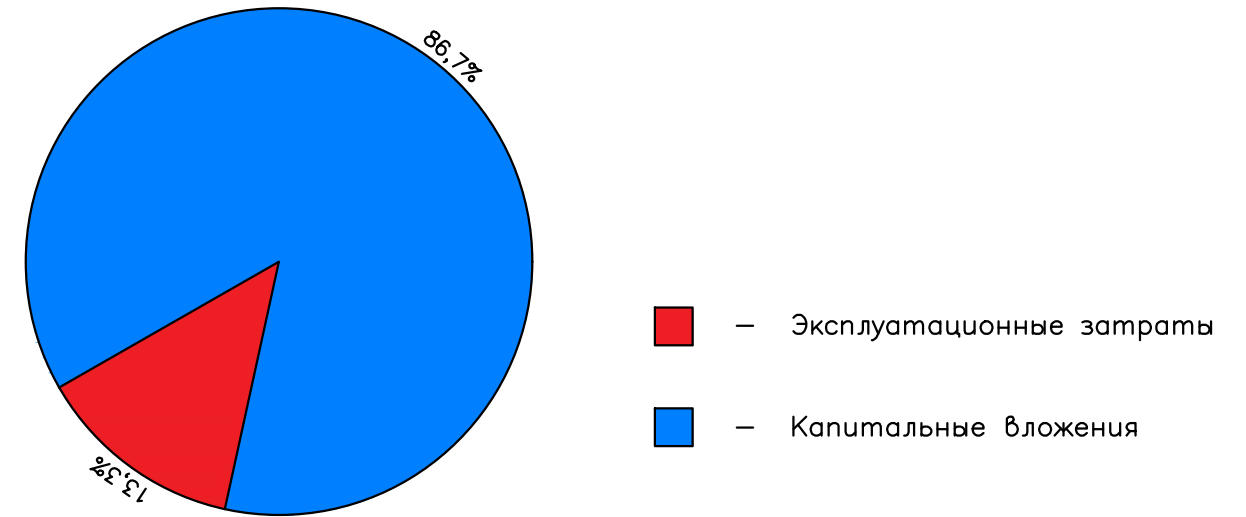
Позиция	Наименование	кол-во	Примечание
1	Решетка-гробилка РД	1	
1.1	Щелевой барабан	1	
1.2	Приводной механизм	1	
1.3	Отводной гюнкер	1	
2	Горизонтальная песколовка	1	
2.1	Кольцевой желоб	1	
2.2	Осадочный конус	1	
3	Первичный рад. отстойник	1	
3.1	Сборный лоток	1	
3.2	Отстойная зона	1	
3.3	Иловый приямок	1	
3.4	Скребокый механизм	1	
4	Дисковый погруж. биофильтр		П 3.1.4
4.1	Ступени биофильтра	1	
5	Вторичный рад. отстойник	1	
5.1	Распределительный кожух	1	
5.2	Илосос	1	
6	УФ- лампы	2	

БР 08.03.01–2023					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм	Кол.уч	Лист	грок	Погр	Дата
Разработал	Аленичева А.В.				
Проверил	Дубровская О.Г.				
Проектирование системы водоотведения г.Саяногорск				Стадия	Лист
				БР	3
Технологическая схема локальных очистных сооружений, Экспликация оборудования				Листов	
				ИСЗиС	
Н.контр					
Зав.кафедры	Матюшенко А.И.				

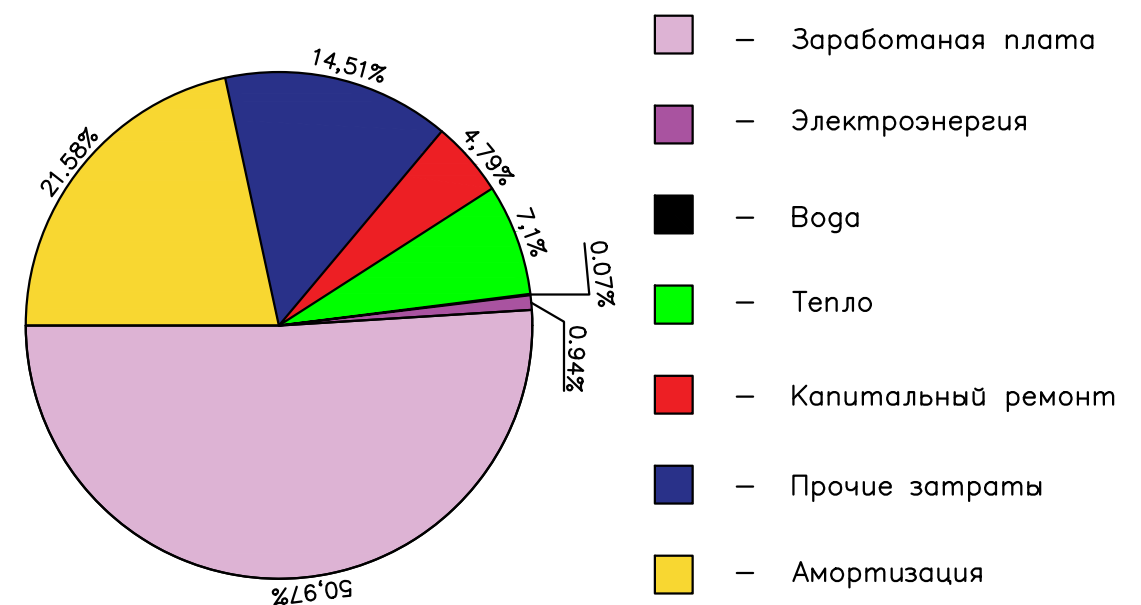
Технико–экономические показатели

Позиция	Наименование	Единицы измерения	Количество
1	Производительность	тыс. м3/год	1523,189
2	Обслуживающий персонал	чел	16
3	Капитальные вложения	тыс. руб.	108552,7
4	Эксплуатационные затраты	тыс. руб./год	16641,8
В том числе:			
5	Заработанная плата	тыс. руб./год	11534,3
6	Электроэнергия	тыс. руб./год	214,9
7	Вода	тыс. руб./год	15,9
8	Тепло	тыс. руб./год	1608,9
9	Капитальный ремонт	тыс. руб./год	1085,52
10	Прочие затраты	тыс. руб./год	3283,8
11	Амортизация	тыс. руб./год	4884,87
12	Себестоимость очистки 1м3 вод	руб./м3	10,92
13	Приведенные затраты	тыс. руб./год	29668,1
14	Цена продукта	руб.	17,7
15	Чистая прибыль	тыс. руб.	28293,75
16	Срок окупаемости	лет	3

Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении



Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении




БР 08.03.01–2023										
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный университет" Инженерно строительный институт										
Изм	Кол.уч	Лист	год	Погн	Дата	Проектирование системы водоотведения г.Саяногорск		Стадия	Лист	Листов
	Разработал	Аленичева А.В.						БР	4	4
	Проверил	Дубровская О.Г								
	Н.контр					Технико–экономические показатели, Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении, Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении		ИСЗиС		
	Зав.кафедры	Матюшенко А.И								

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
А.М. Матюшенко  
подпись      инициалы, фамилия

«23» 06 2023.


**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде \_\_\_\_\_ проекта \_\_\_\_\_

08.03.01. «Строительство»  
код, наименование направления

Разработка схемы системы водоотведения г.Саяногорск  
тема

Руководитель  22.06.23 доцент, докт. техн. наук, каф. ИСЗиС О.Г. Дубровская  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник  22.06.2023 А.В.Аленичева  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Красноярск 2023

Продолжение титульного листа БР по теме Разработка схемы системы водоотведения в г.Саяногорск


Консультанты по  
разделам:

Гидравлика и геодезия  
наименование раздела

  
подпись, дата

О.Г. Дубровская  
инициалы, фамилия

Технология очистки  
наименование раздела

  
подпись, дата

О.Г. Дубровская  
инициалы, фамилия

Охрана окружающей среды  
наименование раздела

  
подпись, дата

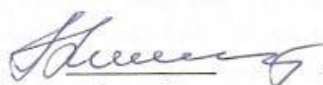
О.Г. Дубровская  
инициалы, фамилия

Экономика  
наименование раздела

  
подпись, дата

Т.П.Категорская  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

А.И. Матюшенко  
инициалы, фамилия