

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

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Г.В. Сакаш

подпись инициалы, фамилия

« 24 » 06 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.06 «Строительство»

08.03.01.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Канализация поселка населением 12000 человек

Пояснительная записка

Руководитель

Колова 24.06.16

подпись, дата

доцент, канд. хим. наук
должность, ученая степень

А.Ф. Колова
инициалы, фамилия

Консультант

Колова 24.06.16

подпись, дата

А.Ф. Колова
инициалы, фамилия

Выпускник

Н.О. Рекунова 24.06.16

подпись, дата

Н.О. Рекунова
инициалы, фамилия

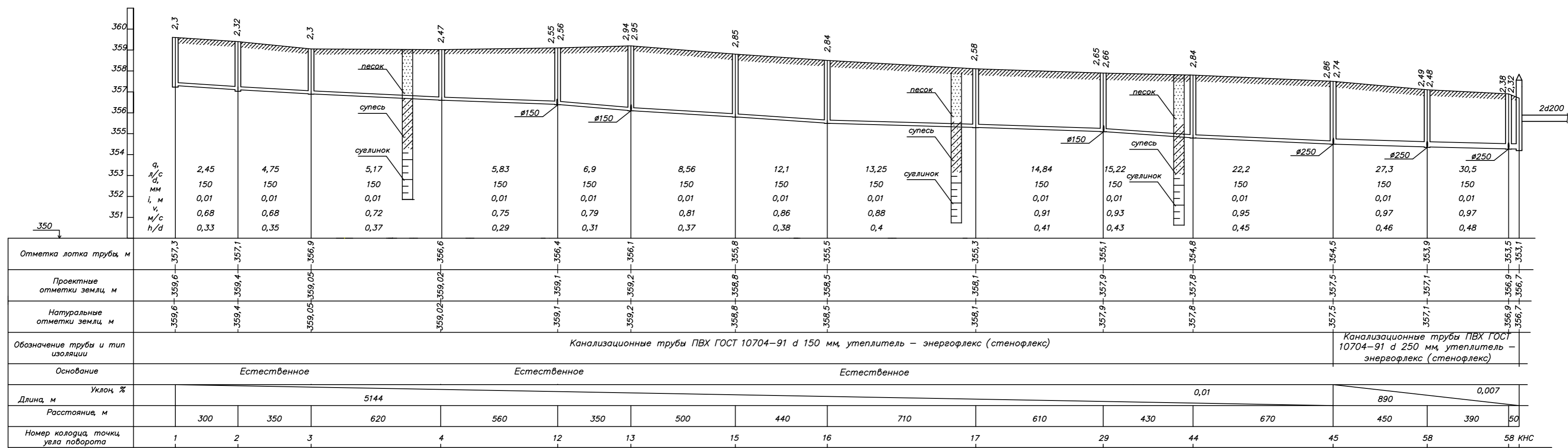
Нормоконтролер

Колова 24.06.16

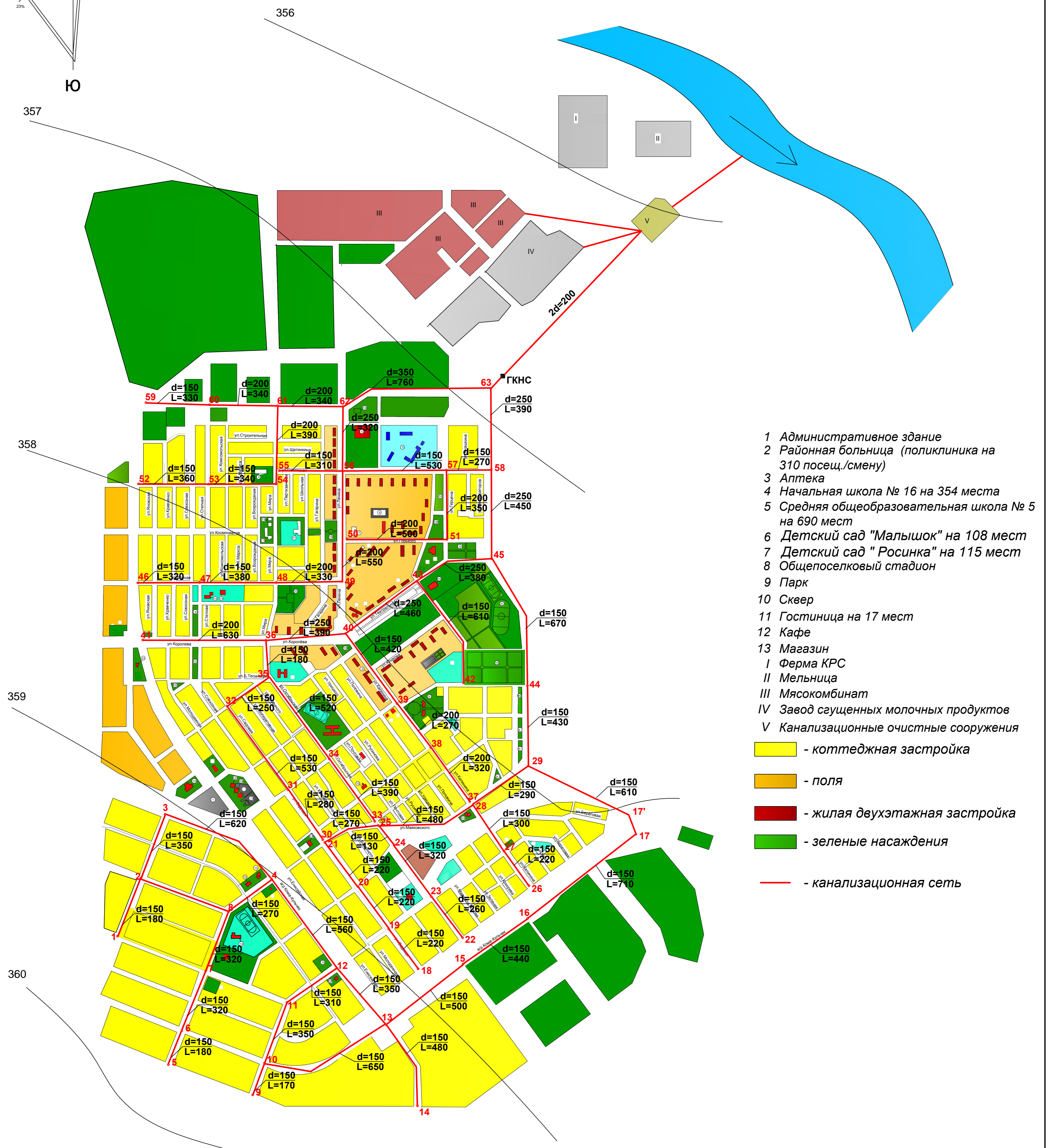
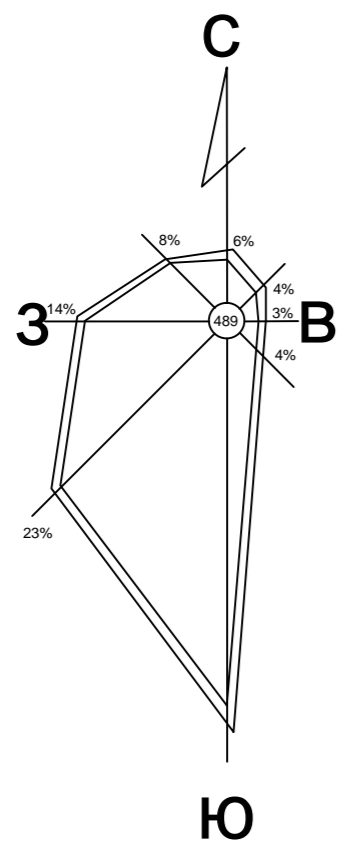
подпись, дата

А.Ф. Колова
инициалы, фамилия

Красноярск 2016



БР-08.03.01.06-2016 НК				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Дата
Разраб.	Колосова А.Ф.	Проф.	Колосова А.Ф.	
Консульт.	Колосова А.Ф.			
Н.контр.	Колосова А.Ф.			
Вед.кафедры	Савина Г.В.			
Канализация поселка населением 12000 человек			Стадия	Лист
Продольный профиль			2	5
М 1:10000			Кафедра ИСЗиС	
М 1:100				



- 1 Административное здание
 - 2 Районная больница (поликлиника) на 310 посещ./смену
 - 3 Аптека
 - 4 Начальная школа № 16 на 354 места
 - 5 Средняя общеобразовательная школа № 5 на 690 мест
 - 6 Детский сад "Малышок" на 108 мест
 - 7 Детский сад "Росинка" на 115 мест
 - 8 Общепоселковый стадион
 - 9 Парк
 - 10 Сквер
 - 11 Гостиница на 17 мест
 - 12 Кафе
 - 13 Магазин
 - I Ферма КРС
 - II Мельница
 - III Мясокомбинат
 - IV Завод сгущенных молочных продуктов
 - V Канализационные очистные сооружения
- коттеджная застройка
 - поля
 - жилая двухэтажная застройка
 - зеленые насаждения
 - канализационная сеть

БР-08.03.01.06-2016 НК				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	М.доку.	Подп.
Разраб.	Рекунова			
Пров.	Колова А.Ф.			
Консулт.	Колова А.Ф.			
Н.контр.	Колова А.Ф.			
Зав.кафедры	Сакаш Г.В.			
Канализация поселка населением 12000 человек			Стадия	Лист
Генеральный план поселка М 1:10000			1	4
Кафедра ИСЗИС				

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Канализация поселка населением 12000 человек» содержит 71 страницу текстового документа, 14 использованных источников, 4 листа графического материала.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ, СЫРОЙ ОСАДОК, АКТИВНЫЙ ИЛ, ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, НОРМА ВОДООТВЕДЕНИЯ, ГЛУБИНА ЗАЛОЖЕНИЯ, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА.

Задачей выпускной квалификационной работы является разработка проекта системы водоотведения поселка, выбор системы и схемы канализования, расчет необходимой степени очистки сточных вод перед сбросом, выбор технологической схемы, обеспечивающей требуемое качество очистки, разработка генерального плана очистных сооружений и оценка воздействия сбрасываемых сточных вод на изменение качества воды в приемнике сточных вод.

Бакалаврская работа состоит из следующих разделов: исходные данные; технологическая часть; охрана окружающей среды.

В заключении представлены основные выводы о проделанной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть.....	10
2.1 Проектирование канализационной сети.....	10
2.2 Расчет канализационной насосной станции.....	21
2.3 Расчет концентрации загрязнений в сточных водах поступающих на очистные сооружения.....	23
2.4 Расчет необходимой степени очистки и выбор технологической схемы очистки.....	28
2.5 Расчет очистных сооружений.....	33
3 Охрана окружающей среды.....	62
3.1 Характеристика приемника сточных вод и оценка качества источника в соответствии с санитарными требованиями.....	62
3.2 Расчет и обоснование требуемой глубины очистки.....	62
3.3 Технологическая схема обработки СВ.....	63
3.4 Описание технологического процесса водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду.....	64
3.5 Оценка воздействия возвратных вод на качество воды в источнике.....	65
3.6 Количество образующихся твердых отходов.....	65
3.7 Обезвреживание отходов.....	66
3.8 Определение класса токсичности твердых отходов.....	66
3.9 Использование осадков в качестве удобрений.....	67
3.10 Жидкие отходы.....	68
3.11 Обустройство иловых площадок (аварийные).....	68
3.12 Обоснование размера земельных участков.....	69
3.13 Планировочные мероприятия.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей очистных сооружений является понижение количества загрязнений, которые находятся в сточных водах, до уровня, который сделает их безопасными для отвода в водопроницаемый грунт или водоем. В процессе очистки способные к загниванию соединения органического типа, которые содержатся в стоковых водах, становятся безвредными инертными веществами. Также, до допустимого уровня понижается количество разнообразных болезнетворных организмов. Следовательно, сточные воды, которые прошли очистку, уже не опасны для окружающей среды, то есть не являются источником заражения. Однако органы санитарно-эпидемиологической службы требуют, чтобы такие воды были обеззаражены во время их сброса в водоемы. Биоагенты, которыми являются микроорганизмы и водоросли, питающиеся стоковыми водами, обеспечивают биологическую очистку. Во время этого процесса загрязненная вода становится чистой, а органические соединения превращаются в инертные вещества (активный ил).

Процесс принудительной очистки производится только в специальных установках. Там создается спецсреда, в которой содержится повышенная концентрация биоагентов. Именно это обеспечивает прекрасную очистку стоковых вод. Благодаря высокой производительности, такие установки очень компактны. Хотя при работе они требуют определенных затрат энергии для подачи воздуха. Поэтому на практике их не применяют для местных систем . Чаще всего используются естественные системы очистки сточных вод. Они используют способность почвы и грунта к самоочищению. Такая очистка состоит двух этапов. Во время первого стоковые воды попадают отстойную камеру или септик. Там происходит осветление воды при помощи отстаивания, во время которого взвешенные частицы выпадают в осадок. Второй этап – это процесс непосредственной биологической очистки воды или фильтрация.

1 Исходные данные

Данные о населенном пункте

Объект канализования находится в центральной части красноярского края и является районным центром, общая площадь территории района 3884,9 м², численность населения поселка составляет 12000 человек, поселок застроен коттеджами, двухэтажными 3-х подъездными домами. На территории поселка находится поликлиника, детские сады, школы, административные здания, дом культуры общепоселковый стадион, магазины, аптеки.

Степень благоустройства жилой застройки

Все коттеджи оснащены канализацией, холодным и горячим водоснабжением.

Таблица 1.1 – Количество водопользователей и приборов

Степень благоустройства	Число водопользователей	Число приборов	Наименования приборов
1	2	3	4
Жилая застройка	3	4	Ванна, кухонная мойка, умывальник, унитаз.
Административные здания	15	6	3 умывальника, 3 унитаза
Поликлиника	310	18	6 умывальников, 6 унитазов, 4 душа, 2 мойки
Дом культуры	15	6	3 умывальника, 3 унитаза
Школа №5	690	43	20 умывальников, 20 унитазов, 3 мойки
Школа №16	354	29	13 умывальников 13 унитазов, 3 мойки
Детский сад	108	21	9 умывальников, 9 унитазов, 1 ванна, 2 мойки
Детский сад	115	23	10 умывальников, 10 унитазов, 1 ванна, 2 мойки
Кафе	55	7	3 умывальника, 3 унитаза, 1 мойка
Гостиница	20	58	20 умывальник, 20 унитаз, 18 душевых

Данные о промышленных предприятиях

Рассматриваемый район является районом сельскохозяйственного направления строительства, на территории поселка находится 2 промышленных предприятия: завод сгущенных молочных продуктов и мясокомбинат

Завод сгущенных молочных продуктов:

Производительность завода 135 т молока/сут.

Среднегодовое количество выпускаемых в водоемы сточных вод, на единицу измерения, м³: производственных 3,5 м³, бытовых 0,4 м³.

Расход производственных сточных вод $Q_{\text{пр}} = 3,5 \cdot 135 = 472,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Режим работы завода 2-х сменный: 1 смена с 8 до 16 часов, 2 смена с 16 до 24 часов. Численность работающих 1200 человек, из них в 1 смену работает 700 человек (в холодных цехах 300 человек, в горячих – 400 человек), во 2 смену 500 человек (в холодных – 200 человек, в горячих – 300 человек), душ принимает 70% от общей численности работающих по сменам.

Мясокомбинат:

Производительность завода 15 т мяса/сут.

Среднегодовое количество выпускаемых в водоемы сточных вод, на единицу измерения, м³: производственных 16,4 м³, бытовых 1,7 м³.

Расход производственных сточных вод $Q_{\text{пр}} = 16,4 \cdot 15 = 246 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Режим работы завода односменный: с 8 до 16. Численность работающих 800 человек, из них в холодных цехах 400 человек, в горячих – 400 человек, душ принимает 80% от общей численности.

Состав промышленных стоков представлен в таблице 1.2

Таблица 1.2 – Состав промышленных стоков

Показатель	Концентрация промышленных сточных вод после механической очистки	Единица измерения
1	2	3
Мясокомбинат		
Взвешенные вещества	500	мг/л
рН	6,5 – 8,5	–
БПК _{пол.}	400	мг/л
Азот общий	150	мг/л
Азот аммонийных солей	30	мг/л
Фосфор(в пересчете на Р ₂ О ₅)	60	мг/л
Хлориды	900	мг/л
Солесодержание	10	мг/л
Жесткость общая	10	мг - экв/л
Жесткость карбонатная	10	мг - экв/л
Са ²⁺	75	мг/л
Mg ²⁺	50	мг/л
SO ₄ ²⁻	500	мг/л
ХПК	1000	мгО/л
Температура	18 – 25	°С
Завод сгущенных молочных продуктов		
Взвешенные вещества	300	мг/л
рН	6 – 8	–
БПК _{пол.}	1000	мг/л
ХПК	1200	мгО/л

Климатическая характеристика района строительства

Поселок в соответствии со СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» относится к I климатическому району с подрайоном IV.

Климат района резко континентальный, с продолжительной суровой зимой, снегопадами, частыми южными, западными и юго-западными ветрами, ведущими к заносам. Весной наблюдаются обильные паводки.

- Средняя температура самого холодного месяца - 25,6⁰С
- Средняя температура самого жаркого месяца + 24⁰С
- Абсолютная минимальная температура воздуха в январе - 56⁰С
- Абсолютная максимальная в июле + 38⁰С.
- Продолжительность отопительного периода составляет 240 дней.
- Среднее количество осадков за теплый период составляет 289 мм, за холодный - 50 мм.
- Высота снежного покрова - 29 см.
- Средняя скорость ветра 3,3 м/сек. (макс. 30м/сек).
- Максимальное число дней с пыльными бурями бывает в мае, июне месяце.

Господствующее направление ветров юго-западное и западное.

По данным метеостанции максимальная глубина промерзания 2,3м. Значительная глубина промерзания объясняется малой мощностью снегового покрова и сильными ветрами. Также, глубина сезонного промерзания, кроме силы морозов, зависит от величины снегового покрова, от обнаженности участков, направления и скорости ветра.

Геологические условия

В геологическом отношении район расположен в северной части Минусинской котловины. Геологической характеристикой площадки является повсеместное залегание на всей территории четвертичных отложений, подстилаемых коренными породами среднедевонского возраста.

Преимущественным развитием на территории населенного пункта пользуются девонские породы, которые представлены песчаниками и на дневную поверхность выходят в северо-западной части площадки, достигая мощности в обнажениях 20-25м. Коренные породы представлены серыми, желтовато – коричневыми трещиноватыми песками на известковом и глинистом цементе. Мощность песчаников в обнажениях достигает 20-25м.

Четвертичные отложения представлены аллювиально - делювиальными образованиями - песками, супесями и суглинками, песчано-гравийным грунтом, налегающими и перекрывающими коренные породы. Мощность отложений колеблется от 1,0 до 10,0м.

Пески в основном, пылеватые, реже мелкозернистые. На глубине 2,0м. (местами до 8м.) от поверхности занимают почти всю центральную и северо-западную часть территории райцентра. В большей части пески перекрыты супесями, реже суглинками. Коэффициент фильтрации песков колеблется от 1,0 до 6,6 м/сут. Пески малоподвижны и плотные.

Супеси серого и желтовато – серого цвета, слабослюдистые, местами ожелезненные и известковатые с прослоями песка и суглинков. Мощность супесей достигает от 0,5м до 7,0м. Максимальная молекулярная влагоёмкость изменяется в пределах от 9,7 до 12,5%. Естественная влажность супесей в среднем 11%.

Суглинки встречаются желтовато – серые коричневые, красновато – коричневых оттенков, местами ожелезненные и известковатые с прослойками песка и включением щебёнки и песчаника. Залегают в основном на поверхности или под почвенно-растительным слоем. Суглинки распространены в основном, у подножия склонов. Мощность суглинков колеблется от 0,4 до 5,0 м.

Глубина промерзания грунта 2.2-2,5м. Вечномерзлые грунты на территории не встречены.

Рельеф площадки населённого пункта с общим уклоном на восток до 8%.

Сейсмичность до 6 баллов

Инженерно-геологические условия рассматриваемой площадки неоднородные, но в целом, благоприятные и пригодные для строительства с учётом выполнения всех требуемых условий по инженерной подготовке.

Гидрогеологические и гидрохимические условия

Приемником очищенных сточных вод является река – водоток рыбохозяйственного водопользования 1 категории

Расход реки минимальный 95% обеспеченности $Q_p=1,58 \text{ м}^3/\text{с}$

Скорость течения воды в реке в месте выпуска $V_p=1,06 \text{ м/с}$

Коэффициент извилистости русла на расстоянии от места выпуска до расчетного створа $\varphi = 1,1$

Расстояние от места выпуска до расчетного створа по прямой $L=500\text{м}$

Показатели качества речной воды в створе выше на 1 км сброса сточных вод приведены в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Показатели качества речной воды в створе выше на 1 км сброса сточных вод

Наименование ингредиентов	Фоновые концентрации, мг/л	Наименование ингредиентов	Фоновые концентрации, мг/л
1	2	3	4
Взвешенные вещества	16,1	Аммоний-ион	0,10
Прозрачность, см	34,3	Нитрит-ион	0,013
Цветность, град.	48,6	Нитрат-ион	0,31
Температура, °С	10,0	Железо общее*	0,62
рН, ед.	7,82	Медь*	0,006
Жесткость, моль-экв/л	3,79	Марганец*	0,153
Растворенный кислород	10,7	Цинк*	0,023
Магний	20,3	Фосфор общий	0,11
Калий	2,82	Фосфаты (по Р)	0,04
Кальций	49,5	Фенолы	0,000
Натрий	15,2	Нефтепродукты	0,05
Гидрокарбонаты	261,6	СПАВ	0,01
Хлориды	7,96	Сульфаты и H ₂ S	0,0003
Сульфаты	13,0		
БПК ₅	1,68		
ХПК	28,8		
* - растворимая форма			

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование канализационной сети

В проекте принята полная раздельная система канализации, выполнен проект сети для отвода хозяйственно-бытовых сточных вод. Сточные воды завода сгущенных продуктов и мясокомбината после локальной очистки сбрасываются непосредственно на поселковые очистные сооружения.

Трассировка сети выполнена с учетом рельефа местности по пониженной грани квартала

В виду малых расходов для расчета сети принята методика, приведенная в [1].

Расчетный секундный расход сточных вод q_s , л/с на участках канализационной сети при общем секундном расчетном расходе $q^{tot} \leq 8$ л/с следует определять по формуле

$$q^s = q^{tot} + q_0^s, \quad (2.1.1)$$

в других случаях

$$q^s = q^{tot},$$

где q^{tot} – общий максимальный расчет воды, л/с;

q_0^s – расход стоков от санитарно технического прибора, л/с, принимаемый согласно обязательному приложению 2 [2]

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \quad (2.1.2)$$

где q_0^{tot} – общий расход воды, л/с, санитарно техническим приборам принимаемый согласно п.3,2(2)

α – коэффициент определяемый согласно рекомендуемому приложению 4 [2] в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , вычисляемой по формуле

$$P = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0^{tot} \cdot N} \quad (2.1.3)$$

где P - вероятность действия санитарно-технических приборов;

$q_{hr,u}^{tot}$ - общая норма расхода воды, л, потребителем в час наибольшего водопотребления;

U - число водопотребителей;

q_0^{tot} - общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором;

N - число санитарно-технических приборов;

Секундный расход на участке вычисляется по формуле

$$q^s = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha_{hr} + q_0^s, \quad (2.1.4)$$

где q^s - максимальный расчетный расход сточных вод, л/с;

α_{hr} - коэффициент, определяемый в зависимости от общего числа приборов N , обслуживаемых проектируемой системой, и вероятности их использования P_{hr} ;

q_0^s - расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с;

Расчет расходов для отдельных участков сети и гидравлический расчет для участков сети производится по схеме, указанной на генплане поселка.

По расчетным расходам подбираются диаметры и уклоны труб по таблицам для гидравлического расчета [3], при этом должны соблюдаться следующие условия:

- скорость движения сточных вод v должна быть не меньше 0,7 л/с
- наполнение $H/d = 0,3 - 0,5$, из условия транспортирующей способности жидкости.

При не возможности выполнить вышеперечисленные условия трубы прокладываются со стандартным уклоном.

Расчетные расходы для отдельных участков сети сводится в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Расчетные расходы для отдельных участков сети

№ участка	L участка, м	N приборов, шт.	$q_{\text{hri}}^{(\text{tot})}$	q_0	U, человек	P	P·N	α	$q_0^{(S)}$	q_s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	300	80	15,6	0,3	60	0,014	1,12	0,894	1,6	2,455
2-3	350	268	15,6	0,3	200	0,014	3,75	2,138	1,6	3,19
3-4	620	708	15,6	0,3	530	0,014	9,91	4,097	1,6	3,73
5-6	180	164	15,6	0,3	123	0,014	2,30	1,563	1,6	2,455
6-7	320	512	15,6	0,3	384	0,014	7,17	3,275	1,6	3,274
7-8	320	844	15,6	0,3	633	0,014	11,82	4,764	1,6	4,753
8-4	270	844	15,6	0,3	633	0,014	11,82	4,764	1,6	2,455
4-12	560	1552	37	0,3	1163	0,016	24,83	8,828	1,6	3,19
9-10	170	152	15,6	0,3	114	0,014	2,13	1,479	1,6	5,887
10-11	350	500	15,6	0,3	375	0,014	7,00	3,212	1,6	2,455
11-12	310	1024	15,6	0,3	768	0,014	14,34	5,382	1,6	2,314
10-13	650	328	15,6	0,3	246	0,014	4,59	2,421	1,6	3,096
14-13	480	552	37	0,3	414	0,016	8,83	3,462	1,6	3,423
13-15	500	2140	15,6	0,3	1605	0,014	29,96	9,457	1,6	6,907
15-16	440	2504	15,6	0,3	1878	0,014	35,06	10,82	1,6	2,234
16-17	710	2972	37	0,3	2229	0,016	47,55	12,28	1,6	2,455
18-19	220	120	15,6	0,3	90	0,014	1,68	1,306	1,6	2,692
19-20	220	272	15,6	0,3	204	0,014	3,81	2,138	1,6	2,692
20-21	220	436	15,6	0,3	327	0,014	6,10	2,924	1,6	2,8
21-25	270	436	15,6	0,3	327	0,014	6,10	2,924	1,6	3,658
22-23	260	152	37	0,3	114	0,016	2,43	1,479	1,6	3,498
23-24	320	332	15,6	0,3	249	0,014	4,65	2,456	1,6	2,58
24-25	130	448	15,6	0,3	336	0,014	6,27	2,989	1,6	2,455
25-28	480	884	15,6	0,3	663	0,014	12,38	4,82	1,6	3,979
26-27	220	244	15,6	0,3	183	0,014	3,42	1,991	1,6	1,84
27-28	300	368	15,6	0,3	276	0,014	5,15	2,592	1,6	2,455
28-29	290	1252	15,6	0,3	939	0,014	17,53	6,254	1,6	3,541

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17-29	610	4224	15,6	0,3	3168	0,014	59,14	16,45	-	8,568
30-31	280	172	15,6	0,3	129	0,014	2,41	1,604	1,6	1,887
31-32	530	460	37	0,3	345	0,016	7,36	3,053	1,6	2,638
32-35	250	460	15,6	0,3	345	0,014	6,44	3,053	1,6	3,207
33-34	390	160	15,6	0,3	120	0,014	2,24	1,521	1,6	2,142
34-35	520	484	15,6	0,3	363	0,014	6,78	3,149	1,6	4,072
35-36	190	944	15,6	0,3	708	0,014	13,22	5,047	-	12,151
37-38	320	268	15,6	0,3	201	0,014	3,75	2,138	1,6	6,252
38-39	270	548	15,6	0,3	411	0,014	7,67	3,431	-	14,842
39-40	450	548	15,6	0,3	411	0,014	7,67	3,431	1,6	3,085
41-36	630	596	15,6	0,3	447	0,014	8,34	3,646	-	8,35
36-40	390	1280	3,1	0,14	1199	0,018	23,04	7,677	1,6	6,261
40-43	460	1828	9,5	0,14	1610	0,016	29,25	9,207	-	22,22
42-43	610	673	9,5	0,14	591	0,016	10,77	4,361	1,6	1,992
43-45	380	2501	15,6	0,3	2201	0,014	35,014	10,7	1,6	2,85
29-44	430	5864	15,6	0,3	4398	0,014	82,096	21,69	1,6	2,58
44-45	670	106	0,9	0,14	410	0,022	2,332	1,604	1,6	4,839
46-47	320	148	15,6	0,3	111	0,014	2,072	1,479	1,6	6,58
47-48	380	380	15,6	0,3	282	0,014	5,32	2,66	1,6	2,689
48-49	330	812	15,6	0,3	606	0,014	11,368	4,534	-	9,672
49-56	550	812	15,6	0,3	606	0,014	11,368	4,534	1,6	3,205
50-51	500	792	4	0,14	594	0,019	15,048	5,547	-	10,494
51-57	350	792	15,6	0,3	594	0,018	14,256	5,326	1,6	11,01
45-58	450	2507	15,6	0,3	2611	0,014	35,098	10,7	-	12,987
52-53	360	416	15,6	0,3	312	0,014	5,824	2,286	1,6	2,689
53-54	340	798	15,6	0,3	600	0,014	11,172	4,477	1,6	2,689
54-61	390	798	15,6	0,3	600	0,018	14,364	5,382	-	13,256
55-56	310	748	3,1	0,14	911	0,018	13,464	5,103	1,6	3,501
56-57	530	2056	37	0,14	2023	0,016	32,896	10,2	1,6	2,316
57-58	210	2848	4	0,14	2617	0,022	62,656	17,15	1,6	2,52

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
59-60	330	304	15,6	0,14	228	0,014	4,256	2,281	1,6	4,352
60-61	340	524	37	0,3	393	0,016	8,384	3,646	-	11,254
61-62	340	940	15,6	0,3	705	0,014	13,16	4,99	-	13,657
56-62	320	1560	15,6	0,3	1517	0,014	21,84	7,417	-	15,224
62-63	760	2541	8,4	0,2	2422	0,016	40,656	12,04	-	30,061
63-ГКНС	50	5048	15,6	0,3	5033	0,016	70,672	19,25	-	30,475

Определение глубины заложения трубы в начальной точке ведется по формуле

$$H_{\text{ул}} = h + i \cdot l - (z_2 - z_1) + \Delta d \quad (2.1.5)$$

где h – минимальная глубина заложения трубопровода в начальном колодце, м;

l – длина участка, м;

z_1, z_2 – отметки поверхности земли в начале и в конце участка соответственно, м;

Δd – разность диаметров труб, м;

i – уклон сети.

Результаты гидравлического расчета сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Гидравлический расчет участков сети

№ участка	L участка, м	q_s	d, мм	h/d	v, м/с	i	$i \cdot L$	Отметка Земли		Отметка лотка		Глубина заложения	
								Н	К	Н	К	Н	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	300	2,455	150	0,03	0,6	0,01	3,00	359,598	359,402	357,298	354,298	2,300	2,23
2-3	350	3,19	150	0,033	0,46	0,01	3,50	359,402	358,049	354,298	350,798	3,280	3,55
3-4	620	3,73	150	0,036	0,68	0,01	6,20	359,049	359,022	356,738	350,538	2,300	3,8
5-6	180	2,455	150	0,03	0,6	0,01	1,80	359,804	359,681	357,504	355,704	2,300	2,46
6-7	320	3,274	150	0,033	0,45	0,01	3,20	359,681	359,449	356,921	353,721	2,760	4,07
7-8	320	4,753	150	0,04	0,72	0,01	3,20	359,449	359,196	354,939	351,739	4,510	4,29
8-4	270	2,455	150	0,029	0,6	0,01	2,70	359,196	359,022	355,556	352,856	3,64	2,66
4-12	560	3,19	150	0,033	0,46	0,01	5,60	359,022	359,133	355,622	350,022	3,4	3,85
9-10	170	5,887	150	0,045	0,76	0,01	1,70	359,789	359,633	357,489	355,789	2,3	4,16
10-11	350	2,455	150	0,03	0,6	0,01	3,50	359,633	359,359	355,333	351,833	4,3	1,85
11-12	310	2,314	150	0,028	0,6	0,01	3,10	359,359	359,133	355,579	352,479	3,78	1,3
10-13	650	3,096	150	0,032	0,64	0,01	6,50	359,633	359,193	354,543	348,043	5,09	1,19
14-13	480	3,423	150	0,034	0,66	0,01	4,80	359,367	359,193	357,067	352,267	2,3	2,74
13-15	500	6,907	150	0,05	0,8	0,01	5,00	359,193	359,193	355,033	350,033	4,16	6,34
15-16	440	2,234	150	0,027	0,58	0,01	4,40	358,781	358,449	354,401	350,001	4,38	2,35
16-17	710	2,455	150	0,03	0,6	0,01	7,10	358,449	358,028	353,309	346,209	5,14	2,55
18-19	220	2,692	150	0,03	0,62	0,01	2,20	358,915	358,878	356,615	354,415	2,3	2,85
19-20	220	2,692	150	0,03	0,62	0,01	2,20	358,878	358,81	354,088	351,888	4,79	2,8
20-21	220	2,8	150	0,027	0,63	0,01	2,20	358,81	358,75	353,140	350,940	5,67	3,21
21-25	270	3,658	150	0,03	0,67	0,01	2,70	358,75	358,548	355,820	353,120	2,93	3,46
22-23	260	3,498	150	0,051	0,66	0,01	2,60	358,694	358,649	356,394	353,794	2,3	4,68
23-24	320	2,58	150	0,044	0,61	0,01	3,20	358,649	358,578	354,649	351,449	4	2,5
24-25	130	2,455	150	0,044	0,6	0,01	1,30	358,578	358,548	353,368	352,068	5,21	3,1
25-28	480	3,979	150	0,555	0,69	0,01	4,80	358,548	358,215	353,968	349,168	4,58	6,34
26-27	220	1,84	150	0,038	0,67	0,01	2,20	358,338	358,282	356,038	353,838	2,3	3,1
27-28	300	2,455	150	0,044	0,6	0,01	3,00	358,282	358,215	354,302	351,302	3,98	2,77
28-29	290	3,541	150	0,053	0,67	0,01	2,90	358,215	357,947	353,205	350,305	5,01	3,27

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17-29	610	8,568	150	0,086	0,84	0,01	6,10	358,028	357,947	354,368	348,268	3,66	2,51
30-31	280	1,887	150	0,045	0,62	0,01	2,80	358,535	358,669	356,235	353,435	2,3	2,31
31-32	530	2,638	150	0,045	0,62	0,01	5,30	358,669	358,571	355,099	349,799	3,57	3,54
32-35	250	3,207	150	0,05	0,65	0,01	2,50	358,571	358,394	352,431	349,931	6,14	3,27
33-34	390	2,142	150	0,041	0,58	0,01	3,90	358,614	358,516	356,314	352,414	2,3	3,64
34-35	520	4,072	150	0,056	0,69	0,01	5,20	358,516	358,394	355,186	349,986	3,33	2,31
35-36	190	12,151	200	0,098	0,8	0,007	1,33	358,394	358,379	354,184	352,854	4,21	4,46
37-38	320	6,252	200	0,088	0,77	0,007	2,24	358,293	358,179	355,993	353,753	2,3	4,9
38-39	270	14,842	200	0,11	0,84	0,007	1,89	358,179	358,113	352,489	350,599	5,69	2,08
39-40	450	3,085	150	0,048	0,64	0,01	4,50	358,113	358,087	353,243	348,743	4,87	4,87
41-36	630	8,35	200	0,112	0,85	0,007	4,41	358,618	358,379	356,318	351,908	2,3	2,72
36-40	390	6,261	150	0,071	0,77	0,01	3,90	358,378	358,087	353,348	349,448	5,03	6,87
40-43	460	22,22	250	0,123	0,9	0,007	3,22	358,087	357,749	353,867	350,647	4,22	1,87
42-43	610	1,992	150	0,039	0,57	0,01	6,10	357,856	357,749	355,556	349,456	2,3	3,64
43-45	380	2,85	150	0,047	0,63	0,01	3,80	357,749	357,468	353,389	349,589	4,36	1,86
29-44	430	2,58	150	0,044	0,61	0,01	4,30	357,947	357,824	353,377	349,077	4,57	4,3
44-45	670	4,839	150	0,062	0,73	0,01	6,70	357,824	357,468	352,194	345,494	5,63	3,66
46-47	320	6,58	150	0	0,78	0,01	3,20	358,335	358,275	356,035	352,835	2,3	4,33
47-48	380	2,689	150	0,045	0,62	0,01	3,80	358,275	358,075	353,905	350,105	4,37	1,53
48-49	330	9,672	200	0,086	0,75	0,007	2,31	358,075	357,879	353,455	351,145	4,62	1,84
49-56	550	3,205	200	0,05	0,65	0,007	3,85	357,879	357,645	354,329	350,479	3,55	3,47
50-51	500	10,494	200	0,09	0,77	0,007	3,50	357,847	357,548	355,547	352,047	2,3	4,11
51-57	350	11,01	200	0,092	0,78	0,007	2,45	357,548	357,324	351,228	348,778	6,32	3,06
45-58	450	12,987	200	0,102	0,81	0,007	3,15	357,468	357,214	352,128	348,978	5,34	3,4
52-53	360	2,689	150	0,045	0,62	0,01	3,60	357,987	357,854	355,687	352,087	2,3	5,09
53-54	340	2,689	150	0,045	0,62	0,01	3,40	357,854	357,769	353,504	350,104	4,35	2,76
54-61	390	13,256	200	0,104	0,82	0,007	2,73	357,769	357,605	353,789	351,059	3,98	2,97
55-56	310	3,501	150	0,051	0,66	0,01	3,10	357,798	357,658	355,498	352,398	2,3	5,67
56-57	530	2,316	150	0,042	0,59	0,01	5,30	357,658	357,264	352,018	346,718	5,64	4
57-58	210	2,52	150	0,044	0,6	0,01	2,10	357,264	357,214	353,174	351,074	4,09	6,14

Окончание таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
59-60	330	4,352	150	0,056	0,69	0,01	3,30	357,736	357,701	355,436	352,136	2,3	5,565
60-61	340	11,254	200	0,104	0,82	0,007	2,38	357,701	357,609	352,031	349,651	5,67	2,79
61-62	340	13,657	200	0,118	0,86	0,007	2,38	357,609	357,387	351,729	349,349	5,88	3,39
56-62	320	15,224	250	0,108	0,87	0,007	2,24	357,658	357,387	351,628	349,388	6,03	6,11
62-63	760	30,061	350	0,2	0,94	0,004	3,04	357,387	356,922	351,037	347,997	6,35	7,24
63-ГКНС	50	30,475	350	0,42	0,78	0,004	0,20	356,922	356,864	351,582	351,382	5,34	5,48

Определение расчетных расходов от промышленных предприятий

$$q_{\text{быт}}^{\text{хол}} = \frac{n \cdot Q_{\text{быт}}^{\text{хол}} \cdot 3}{8 \cdot 3600} \quad (2.1.6)$$

где n – количество рабочих в смену, $n = 500$ чел;

$Q_{\text{быт}}^{\text{хол}} = 25$ л/чел норма водоотведения в смену для холодных цехов;

$8ч$ – количество часов в смене.

$$q_{\text{быт}}^{\text{хол}} = \frac{500 \cdot 25 \cdot 3}{8 \cdot 3600} = 0,65 \text{ л/с}$$

Расчетный расход бытовых стоков для горячих цехов определяем по формуле

$$q_{\text{быт}}^{\text{гор}} = \frac{n \cdot Q_{\text{быт}}^{\text{гор}} \cdot 2,5}{8 \cdot 3600} \quad (2.1.7)$$

где n – количество рабочих в смену, $n = 700$ чел;

$Q_{\text{быт}}^{\text{гор}} = 45$ л/чел норма водоотведения в смену для горячих цехов;

$8ч$ – то же, что и в формуле (2.1.4)

$$q_{\text{быт}}^{\text{гор}} = \frac{700 \cdot 45 \cdot 2,5}{8 \cdot 3600} = 1,23 \text{ л/с}$$

Расход душевых стоков находим по формуле

$$q_{\text{душ}} = \frac{Q_{\text{душ}} \cdot C}{3600} \quad (2.1.8)$$

где $C = 18$ шт – количество душевых сеток,;

$Q_{\text{душ}}$ – норма водоотведения от одной душевой сетки, $Q_{\text{душ}} = 500$ л/ч.

$$q_{\text{душ}} = \frac{500 \cdot 18}{3600} = 2,5 \text{ л/с}$$

Общий расход стоков от промышленного предприятия находим по формуле

$$q_{\text{ПП}_1}^{\text{общ}} = q_{\text{быт}}^{\text{хол}} + q_{\text{быт}}^{\text{гор}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пр}} \quad (2.1.9)$$

где $q_{\text{быт}}^{\text{хол}}$ – расчетный расход бытовых стоков для холодных цехов, л/с;

$q_{\text{быт}}^{\text{гор}}$ – расчетный расход бытовых стоков для горячих цехов, л/с;

$q_{душ}$ – расход душевых стоков, л/с;

$q_{пр}$ – расход производственных стоков, л/с;

$$q_{III}^{общ} = 0,65 + 1,23 + 2,5 + 5,47 = 8,85 \text{ л/с}$$

Завод по переработке мяса работает в одну смену с 8 до 16 часов. На заводе работает 800 человек (400 человек – холодные цеха и 400 человек – горячие цеха). Душ принимают 80 % от количества всех работающих на заводе.

Расчетный расход бытовых стоков для холодных цехов определяем по формуле

$$q_{быт}^{хол} = \frac{n \cdot Q_{быт}^{хол} \cdot 3}{8 \cdot 3600} \quad (2.1.10)$$

где n – то же, что и в формуле (2.1.4);

$Q_{быт}^{хол}$ – то же, что и в формуле (2.1.4);

$8ч$ – то же, что и в формуле (2.1.4);

$$q_{быт}^{хол} = \frac{400 \cdot 25 \cdot 3}{8 \cdot 3600} = 1,04 \text{ л/с}$$

Расчетный расход бытовых стоков для горячих цехов определяем по формуле

$$q_{быт}^{гор} = \frac{n \cdot Q_{быт}^{гор} \cdot 2,5}{8 \cdot 3600} \quad (2.1.11)$$

где n – то же, что и в формуле (2.1.5),

$Q_{быт}^{гор}$ – то же, что и в формуле (2.1.5) ;

$8ч$ – то же, что и в формуле (2.1.4);

$$q_{быт}^{гор} = \frac{400 \cdot 45 \cdot 2,5}{8 \cdot 3600} = 1,17 \text{ л/с}$$

Расход душевых стоков находим по формуле

$$q_{душ} = \frac{Q_{душ} \cdot C}{3600} \quad (2.1.12)$$

где C – то же, что и в формуле (2.1.6);

$Q_{душ}$ – то же, что и в формуле (2.1.6);

$$q_{\text{душ}} = \frac{500 \cdot 18}{3600} = 2,5 \text{ л/с}$$

Общий расход стоков от промышленного предприятия находим по формуле

$$q_{\text{ПП}_2}^{\text{общ}} = q_{\text{быт}}^{\text{хол}} + q_{\text{быт}}^{\text{гор}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пр}} \quad (2.1.13)$$

где $q_{\text{быт}}^{\text{хол}}$ – то же, что и в формуле (2.1.7)

$q_{\text{быт}}^{\text{гор}}$ – то же, что и в формуле (2.1.7)

$q_{\text{душ}}$ – то же, что и в формуле (2.1.7)

$q_{\text{пр}}$ – то же, что и в формуле (2.1.7)

$$q_{\text{ПП}_2}^{\text{общ}} = 1,04 + 1,17 + 2,5 + 2,85 = 6,36 \text{ л/с}$$

Общий расход стоков поступающих на очистные сооружения находим по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{н.п.}} + Q_{\text{ПП}_1}^{\text{общ}} + Q_{\text{ПП}_2}^{\text{общ}} = 30,5 + 8,85 + 6,36 = 45,71 \text{ л/с} \quad (2.1.14)$$

2.2 Расчет канализационной насосной станции

Главные канализационные насосные станции предназначены для подачи сточных вод от всей территории канализируемого объекта на очистные сооружения.

Подбор насосного оборудования КГНС.

Напор насосов в канализационных насосных станциях определяем по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_z + h_e + h_n + 1 \quad (2.2.1)$$

где H_z – геометрическая высота подъема воды, равная разности отметок максимального уровня воды в приемной камере очистных сооружений Z_{oc} (верхнем коллекторе) и минимального уровня воды в приемном резервуаре Z_p , м. Ориентировочно принимают Z_{oc} на $1,5 \div 2$ м выше естественной отметки площадки очистных сооружений, Z_p на $1,5 \div 2$ м ниже отметки лотка подводящего самотечного коллектора, м.;

h_n – потери напора во всасывающих водоводах при расходах, соответствующих максимальной подаче насосной станции, м.;

h_g – потери напора в напорных коммуникациях насосной станции и в напорных водоводах при расходах, соответствующих максимальной подаче насосной станции, $h_n = 3$ м;

1 – запас напора на истечение воды из трубы, м.

$$H_z = Z_{oc} - Z_p = 358,1 - 349,382 = 8,72 \text{ м.} \quad (2.2.2)$$

Потери напора во всасывающих водоводах находим по формуле

$$h_n = l \cdot i \cdot 1,3 \quad (2.2.3)$$

где l – длина всасывающего водовода, м;

i – уклон на участке, м.

$$h_n = 1020 \cdot 0,008 \cdot 1,13 = 10,6 \text{ м.}$$

$$H_{mp} = 8,72 + 3 + 10,6 + 1 = 23,32 \text{ м.}$$

Принимаем 2 рабочих насоса, с производительностью одного насоса 15,25 л/с и требуемым напором 23,32 м. Подбираем насосы производимые компанией GRUNDFOS SI 124 BM. Обеспечивает максимальный напор в 110 метров для воды температурой в пределах от 0 до 40 градусов Цельсия, при этом оптимальный расход воды равен 44 м3/ч., электропитание от сети переменного тока напряжением 220В, 50 Гц

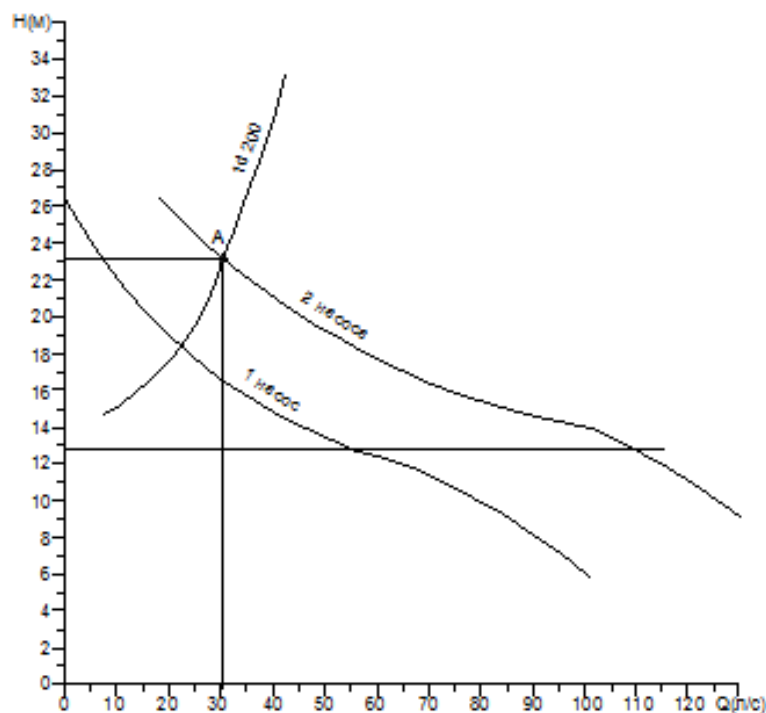


Рисунок 2.1 – Характеристика работы двух насосов в один напорный трубопровод d 200

2.3 Расчет концентрации загрязнений в сточных водах поступающих на очистные сооружения

Расчет произведен для одной очереди производительностью 4000 м³/сутки. Исходные данные для технологического расчета очистных сооружений приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Исходные данные для расчета

Наименование	Единица измерения	Количество
1	2	3
Суточный расход	м ³ /сут	3910
Норма водоотведения	л/чел	250
Приведенное количество жителей	чел.	12000
Средний часовой расход	м ³ /ч	162,9
Средний секундный расход	л/с	45,25
Скорость течения реки	м/с	1,06
Ширина реки	м	0,58
Расход реки	м ³ /с	1,58

Концентрация загрязнений бытовых сточных вод, мг/л определяем по формуле

$$C_{\sigma} = \frac{B}{n_n} \cdot 1000, \quad (2.3.1)$$

где B – количество загрязнений, поступающих от одного жителя в сутки, г/чел·сут;

n_n – норма водоотведения, л/сут.

По формуле (2.3.1) определяем концентрации бытовых сточных вод по таким показателям как: взвешенные вещества, БПК_{полн.}, азот аммонийных солей, фосфатам (в пересчете на P_2O_5), СПАВ, хлордам (Cl^-)

по взвешенным веществам:

$$C_{\sigma} = \frac{65}{250} \cdot 1000 = 260 \text{ мг/л}$$

по БПК_{полн.}:

$$C_{\sigma} = \frac{72}{250} \cdot 1000 = 288 \text{ мг/л}$$

по БПК в неосветленной воде:

$$C_{\sigma} = \frac{60}{250} \cdot 1000 = 240 \text{ мг/л}$$

по азоту аммонийных солей:

$$C_{\sigma} = \frac{10,5}{250} \cdot 1000 = 42 \text{ мг/л}$$

по азоту общему:

$$C_{\sigma} = \frac{13}{250} \cdot 1000 = 52 \text{ мг/л}$$

по фосфору общему:

$$C_{\sigma} = \frac{2,5}{250} \cdot 1000 = 10 \text{ мг/л}$$

по фосфатам (в пересчете на P_2O_5):

$$C_{\sigma} = \frac{3,3}{250} \cdot 1000 = 13,2 \text{ мг/л}$$

по СПАВ:

$$C_{\sigma} = \frac{2,5}{250} \cdot 1000 = 10 \text{ мг/л}$$

по хлоридам (Cl^-):

$$C_{\sigma} = \frac{9}{250} \cdot 1000 = 36 \text{ мг/л}$$

Полученные расчеты сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 –Количество загрязняющих веществ на одного жителя

Показатель	Количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут	C_{σ} , мг/л
1	2	3
Взвешенные вещества	65,0	260
БПК _{неосв.воде}	60,0	240
БПК _{осв.воде}	72,0	288
Азот общий	13,0	52
Азот аммонийных солей	10,5	42
Фосфор общий	2,5	10
Фосфор(в пересчете на P_2O_5)	3,3	13,2
Хлориды	9,0	36
СПАВ	2,5	10
Температура	°C	18

Концентрацию смеси бытовых и производственных сточных вод находим по формуле

$$C_{см} = \frac{C_{б} \cdot Q_{б} + C_{п} \cdot Q_{п}}{Q_{б} + Q_{п}}, \quad (2.3.2)$$

где $Q_{п}$ – суточный расход промышленных сточных вод, м³/сут ;

$Q_{б}=2597$ м³/сут – суточный расход бытовых сточных вод;

$C_{п}$, $C_{б}$ – концентрация загрязнений в промышленном и бытовом стоке соответственно, мг/л;

Концентрация смеси бытовых сточных вод и сточных вод мясокомбината:

по взвешенным веществам:

$$C_{см} = \frac{260 \cdot 2597 + 500 \cdot 549}{2597 + 549} = 234,2 \text{ мг/л}$$

по БПК₅:

$$L_{см} = \frac{240 \cdot 2597 + 0 \cdot 549}{2597 + 549} = 198,1 \text{ мгO}_2/\text{л}$$

по температуре:

$$T_{см} = \frac{18 \cdot 2597 + 20 \cdot 549}{2597 + 549} = 18,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

По Cl⁻:

$$C_{см} = \frac{36 \cdot 2597 + 900 \cdot 549}{2597 + 549} = 186,7 \text{ мг/л}$$

По SO₄²⁻:

$$C_{см} = \frac{0 \cdot 2597 + 500 \cdot 549}{2597 + 549} = 87,3 \text{ мг/л}$$

По N_{общ}:

$$C_{см} = \frac{52 \cdot 2597 + 150 \cdot 549}{2597 + 549} = 69,1 \text{ мг/л}$$

по фосфатам (в пересчете на P₂O₅):

$$C_{см} = \frac{13,2 \cdot 2597 + 60 \cdot 549}{2597 + 549} = 21,4 \text{ мг/л}$$

По N-NH₄⁺:

$$C_{см} = \frac{42 \cdot 2597 + 30 \cdot 549}{2597 + 549} = 39,9 \text{ мг/л}$$

По СПАВ:

$$C_{см} = \frac{10 \cdot 2597 + 0 \cdot 549}{2597 + 549} = 8,3 \text{ мг/л}$$

По Ca²⁺:

$$C_{см} = \frac{0 \cdot 2597 + 75 \cdot 549}{2597 + 549} = 13,1 \text{ мг/л}$$

По: Mg²⁺

$$C_{см} = \frac{0 \cdot 2597 + 50 \cdot 549}{2597 + 549} = 8,7 \text{ мг/л}$$

Концентрация смеси бытовых сточных вод и сточных вод завода сгущенных молочных продуктов:

по взвешенным веществам:

$$C_{см} = \frac{260 \cdot 2597 + 300 \cdot 764}{2597 + 764} = 216,9 \text{ мг/л}$$

по БПК₅:

$$L_{см} = \frac{240 \cdot 2597 + 0 \cdot 764}{2597 + 764} = 185,5 \text{ мгO}_2/\text{л}$$

по температуре:

$$T_{см} = \frac{18 \cdot 2597 + 15 \cdot 764}{2597 + 764} = 17,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

По N_{общ}:

$$C_{см} = \frac{52 \cdot 2597 + 50 \cdot 764}{2597 + 764} = 51,5 \text{ мг/л}$$

по фосфатам (в пересчете на P_2O_5):

$$C_{см} = \frac{13,2 \cdot 2597 + 7 \cdot 764}{2597 + 764} = 11,8 \text{ мг/л}$$

Смешение сточных вод с водой водоема

Коэффициент смешения

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{L_\phi}}}{1 + \frac{Q_p}{q} \cdot e^{-\alpha^3 \sqrt{L_\phi}}}, \quad (2.3.3)$$

где Q_p – расход речной воды, m^3/c ;

q - расход сточной воды, m^3/c ;

L_ϕ – расстояние от места выпуска до расчетного створа по фарватеру, м;

$$\gamma = \frac{1 - 2,27^{-0,67^3} \sqrt{550}}{1 + \frac{1,58}{0,045} \cdot 2,27^{-0,67^3} \sqrt{550}} = 0,86$$

Коэффициент условий смешения

$$\alpha = \varphi \cdot \zeta \sqrt[3]{\frac{E}{q}}, \quad (2.3.4)$$

где ζ – коэффициент типа выпуска, 1,5;

φ – коэффициент извилистости русла, 1,1;

E – коэффициент турбулентной диффузии.

$$\alpha = 1,1 \cdot 1,5 \sqrt[3]{\frac{0,003}{0,045}} = 0,67$$

Коэффициент турбулентной диффузии

$$E = \frac{\nu \cdot H}{200} \quad (2.3.5)$$

где ν – средняя скорость потока, м/с;

H – глубина реки в месте выпуска, м.

$$E = \frac{1,06 \cdot 0,58}{200} = 0,003$$

2.4 Расчет необходимой степени очистки и выбор технологической схемы очистки

Допустимая концентрация очищенных сточных вод:

По взвешенным веществам

$$m = \Delta C \left(\frac{Q_p \cdot \gamma}{q} + 1 \right) + C_p, \quad (2.4.1)$$

где ΔC - допустимое санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод, 0,25 мг/л;

C_p - содержание взвешенных веществ в водоеме до спуска в него сточных вод, мг/л.

$$m = 0,25 \left(\frac{1,58 \cdot 0,86}{0,045} + 1 \right) + 16,1 = 23,89 \text{ мг/л.}$$

По БПК_{полн}, мгО₂/л

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{\gamma \cdot Q_p}{q \cdot 10^{-k_{cm}t}} (L_{n\delta} - L_p 10^{-k_p t}) + \frac{L_{n\delta}}{10^{-k_p t}}, \quad (2.4.2)$$

где k_c , k_p - константы скорости потребления кислорода загрязнениями, содержащимися в сточной и речной воде соответственно;

L_p - БПК_{полн} речной воды, мгО₂/л;

t - время потока от места выпуска до расчетного створа, сут.

$$k_c \cong k_p = f(T_p), \quad (2.4.3)$$

$$k_c \cong k_p = 0,1 \cdot 1,047^{(T_p - 20^\circ)} = 0,1 \cdot 1,047^{(10 - 20^\circ)} = 0,063$$

$$t = \frac{L_\phi \cdot \varphi}{v_p \cdot 86400}, \quad (2.4.4)$$

$$t = \frac{550 \cdot 1,1}{1,06 \cdot 86400} = 0,007$$

$$L_{cm}^{БПК} = \frac{0,86 \cdot 1,58}{0,045 \cdot 10^{-0,063 \cdot 0,007}} \left(3 - 1,68 \cdot 10^{-0,63 \cdot 0,007} \right) + \frac{3}{10^{-0,063 \cdot 0,007}} = 7,05 \text{ мгО}_2/\text{л.}$$

По температуре очищенных сточных вод, °С

$$T_{CT} = \Delta T \left(\frac{\gamma \cdot Q_p}{q} + 1 \right) + T_p, \quad (2.4.5)$$

где T_p – температура речной воды, °С; $\Delta T = 3^\circ\text{C}$.

$$T_{CT} = 3 \left(\frac{0,86 \cdot 1,58}{0,045} + 1 \right) + 10 = 104 \text{ }^\circ\text{C}$$

По растворенному кислороду в воде водоема, мг/л.

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5\gamma \cdot Q_p}{q} \cdot (Q_p - 0,4L_p - 6) - 15, \quad (2.4.6)$$

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5\gamma \cdot Q_p}{q} \cdot (Q_p - 0,4L_p - 4) - 10, \quad (2.4.7)$$

где Q_p – содержание растворенного кислорода в речной воде, для водоемов культурно-бытового водопользования. Для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \cdot 0,86 \cdot 1,58}{0,045} \cdot (10,7 - 0,41,68 - 6) - 15 = 286,96 \text{ мгO}_2/\text{л}.$$

$$L_{cm}^{O_2} = \frac{2,5 \cdot 0,86 \cdot 1,58}{0,045} \cdot (10,7 - 0,41,68 - 4) - 10 = 288,40 \text{ мгO}_2/\text{л}.$$

Кратность разбавления сточных вод водой водоема

$$n_0 = \frac{q + \gamma \cdot Q_p}{q}, \quad (2.4.8)$$

$$n_0 = \frac{0,045 + 0,86 \cdot 1,58}{0,045} = 31,2 \text{ раза}$$

Выписываем гидрохимические характеристики водного объекта с нахождением ПДК и ЛПВ в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Гидрохимические показатели качества воды водного объекта по каждому ЛПВ и ПДК.

Показатели состава речной воды	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ
1	2	3	4
Взвешенные вещества	16,10	4,45	Обобщенный
Температура	10 °С		
Растворенный кислород	10,70	4,00	-

Окончание таблицы 2.6

1	2	3	4
Магний	20,30	40,00	Санитарно-токсикологический
Калий	2,82	30,00	Санитарно-токсикологический
Кальций	49,50	180,00	Санитарно-токсикологический
Натрий	15,20	200,00	Санитарно-токсикологический
Хлориды	7,96	300,00	Санитарно-токсикологический
Сульфаты	13,00	100,00	Санитарно-токсикологический
БПК ₅	1,68	3,00	Обобщенный
ХПК	28,80	15,00	Обобщенный
Амоний-ион	0,10	0,50	Токсикологический
Нитрит-ион	0,013	3,30	Токсикологический
Нитрат-ион	0,31	45,00	Санитарно-токсикологический
Железо общее	0,62	0,30	Токсикологический
Медь	0,006	0,001	Токсикологический
Марганец	0,153	0,01	Санитарно-токсикологический
Цинк	0,023	0,01	Токсикологический
Фосфаты (по Р)	0,04	0,20	Санитарно-токсикологический
Фенолы	0,000	0,001	Рыбохозяйственный
Нефтепродукты	0,05	0,05	Рыбохозяйственный
СПАВ	0,01	0,10	Санитарно-токсикологический
Сульфиды и H ₂ S	0,0003	100,00	Санитарно-токсикологический
БПК _{полн}	2,88	3,00	Обобщенный
pH	7,82	6,5 – 8,5	

Определение обобщенных гидрохимических показателей качества воды водного объекта по каждому ЛПВ:

По санитарно-токсикологическому

$$J_P^c = \frac{20,3}{40,0} + \frac{2,82}{30,0} + \frac{49,5}{180,0} + \frac{15,2}{200,0} + \frac{7,96}{300,0} + \frac{13,0}{100,0} + \frac{0,31}{45,0} + \frac{0,153}{0,01} + \frac{0,01}{0,1} + \frac{0,04}{0,2} + \frac{0,0003}{100,0} = 16,7;$$

По токсикологическому

$$J_p^T = \frac{0,10}{0,5} + \frac{0,013}{3,3} + \frac{0,62}{0,3} + \frac{0,006}{0,001} + \frac{0,023}{0,01} = 10,57;$$

По рыбохозяйственному

$$J_p^{p/x} = \frac{0,05}{0,05} + \frac{0,000}{0,001} = 1.$$

Определение обобщенных гидрохимических показателей допустимого состава сточных вод по каждому ЛПВ:

По санитарно-токсикологическому

$$J_{CB}^{c/m} = 31,2 - (31,2 - 1) \cdot 16,7 = 16,7;$$

По токсикологическому

$$J_{CB}^m = 31,2 - (31,2 - 1) \cdot 10,57 = 10,57;$$

По рыбохозяйственному

$$J_{CB}^{p/x} = 31,2 - (31,2 - 1) \cdot 1 = 1$$

Так как по всем ЛПВ гидрохимические характеристики реки превышают 1, то принимаем гидрохимическую характеристику качества воды допустимую к загрязнению и равной 1.

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

Состав сточных вод по токсикологическому ЛПВ:

$$C_i^m = \frac{J_{CB}^m}{N} \cdot \text{ПДК}, \quad (2.4.9)$$

где N – количество показателей одноименного ЛПВ.

$$C_i^m = \frac{1}{1} \cdot 0,39 = 0,39;$$

Состав сточных вод по санитарно-токсикологическому ЛПВ:

$$C_{P-PO4}^{c/T} = \frac{1}{3} \cdot 0,2 = 0,07;$$

$$C_{\text{Хлориды}}^{c/т} = \frac{1}{3} \cdot 300 = 100;$$

$$C_{\text{СПАВ}}^{c/т} = \frac{1}{3} \cdot 0,5 = 0,17.$$

Требуемая степень снижения концентраций загрязнений на очистных сооружениях и масса сброса загрязняющих веществ, для производительности 4000 м³/сутки приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Требуемая степень очистки

Показатели загрязнения	C _{см} , мг/л	ПДК, мг/л	ЛПВ	Состав сточных вод (фактический), мг/л	Состав сточных вод допустимый (расчетный) мг/л
1	2	3	4	5	6
Взвешенные вещества	3	4,45	-	260	23,89
БПК _{полн}	3	3	Обобщ.	288	7,05
Азот аммонийных солей	0,5	0,39	Т	42	0,39
Фосфор фосфатов P-PO ₄	0,2	0,2	с/т	6	0,07
Хлориды	300	300	с/т	36	100
СПАВ	0,1	0,5	с/т	10	0,17
Температура	± 5 °С		с/т		18 °С

Технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка

Выбор технологической схемы очистных сооружений осуществляется на основе производительности очистных сооружений и допустимых концентраций загрязнений.

Производительность очистных сооружений 4000 м³/сут. Учитывая высокие природоохранные требования, предъявляемые к качеству очищенных сточных вод, в данном проекте разработана комбинированная технологическая схема, сочетающая глубокую биологическую и физико-химическую очистку, доочистку и последующее обеззараживание сточных вод. Качество очищенной сточной воды удовлетворяет условиям сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения, а так же позволяет повторно использовать очищенные сточные воды на собственные технологические нужды. В предлагаемой схеме очистки сточных вод используется готовое, прогрессивное промышленное оборудование.

Процесс очистки на каждой стадии осуществляется на модульных установках полной заводской готовности, обработка осадка производится на

ленточном фильтр-прессе с предварительной стадией промежуточного уплотнения на барабанном сгустителе.

Для обеспечения равномерного в течение суток поступления сточных вод на очистные сооружения проектом предусмотрено устройство регулирующего резервуара, объемом $V = 2 \times 700$ м³.

Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка приведена на чертеже.

Данная схема предусматривает новое строительство на свободных от застройки площадях.

В комплекс проектируемых очистных сооружений входит:

- Регулирующий резервуар (2 секции х 700 м³)
- Производственный корпус (4000 м³/сутки) - 4 шт.
- Песковые площадки;
- Аварийные иловые площадки;
- Площадка временного хранения обезвоженного осадка и отбросов с решеток

2.5 Расчет очистных сооружений

Технологическая последовательность обработки сточных вод

Резервуары – усреднители с насосной станцией

Для равномерной подачи стоков на очистку и усреднения концентрации сточных вод, предусматриваются резервуары усреднители $V=2 \times 700$ м³ с насосной станцией.

На 1 очередь в насосной установлены вертикальные насосы стационарной сухой установки марки ГРУНДФОС S1104BM3B511 (1раб.1рез.) $Q=180$ м³ час, $H=12.0$ м, $N=12.5$ квт.

На расчетный срок в насосной дополнительно устанавливаются вертикальные насосы стационарной сухой установки марки ГРУНДФОС S2224AL3B511 (1раб.1рез.) $Q=500$ м³ час, $H=11.0$ м, $N=22.0$ квт.

Управление насосами "сухой" установки происходит автоматически от прибора управления канализационными насосами Wilo DrainControl 2(0.5-10)A.

Функции ПУ насосами:

- поочередное включение рабочего насоса при достижении верхнего рабочего уровня;
- выключение при достижении нижнего рабочего уровня;
- включение резервного насоса при выходе из строя рабочего;
- защита от "сухого хода";
- обобщенная сигнализация, в том числе и сигнализация "Перелива";

Обобщенная сигнализация неисправности о работе насосов вынесена в комнату диспетчера в АБК КОС.

Для предотвращения осаждения взвешенных веществ, в усреднителях устанавливаются погружные мешалки марки Amamix C 3231/26 UDG/YDG $N=3.43$ квт.

Мешалки устанавливаются с возможностью вертикального перемещения по направляющим и крепятся без болтовых соединений.

Управление мешалкой осуществляется с панели управления, поставляемого комплектно с мешалкой.

Обобщенная сигнализация аварийной ситуации о работе мешалки вынесена в комнату диспетчера в АБК КОС.

Для взмучивания осадка в резервуарах в помещении насосной предусматривается установка компрессора КВ-15 $Q=0.63\text{ м}^3/\text{мин}$, $H=1.0\text{ МПа}$, $N=5.5\text{ кВт}$. (1раб., 1на складе)

Подключение компрессора осуществляется через реле времени УТ24, который включает компрессор на 5 минут каждые 2 часа.

Сети подачи стоков проектируются из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91. Трубопроводы подачи воздуха предусматриваются из напорных полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599-83.

В помещении насосной запроектирована тупиковая система противопожарного водопровода с одним вводом $\text{Ø} 50\text{ мм}$.

Внутреннее пожаротушение осуществляется пожарным краном $\text{Ø} 50\text{ мм}$ с рукавом длиной 20м. Шкаф пожарного крана оснащен огнетушителем марки ОП-5 по ТУ 22-4720-80.

Сети пожаротушения монтируются из стальных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75*

Необходимый напор воды на пожаротушение обеспечивается напором в наружных сетях.

Прием сточных вод

Сточные воды по двум напорным трубопроводам поступают в производственный корпус, в отделение механической очистки.

Для оперативного контроля и учета объема поступающих сточных вод на напорных трубопроводах установлены электромагнитные датчики расхода.

Механическая очистка

Механическая очистка входящего стока осуществляется на 2-х автоматических модульных установках закрытого типа, максимальной производительностью $120\text{ м}^3/\text{ч}$ каждая, (см. Технологическую схему, поз.1,2).

Каждая из 2-х установок состоит из:

1. Автоматическая барабанная решетка FW-PMT1500/4;
2. Автоматическая песколовка FW-PMT-120.

Очистка поступающих стоков от мусора, отбросов, грубодисперсных примесей и части взвешенных веществ осуществляется на автоматической решетке закрытого типа с прозором 4 мм. (поз.1). Уловленные и обезвоженные отбросы по шнековому транспортеру сбрасываются в передвижной контейнер-накопитель.

Далее, очищенная от отбросов и грубодисперсных примесей сточная вода поступает в автоматическую песколовку (поз.2), оборудованную шнековым и сепаратором-обезвоживателем песка.

Обезвоженный песок из песколовки так же сбрасывается в передвижной контейнер и далее вывозится на песковые площадки.

Работа решеток и песколовок предусматривается в автоматическом режиме, с управлением от локальных щитов, входящих в комплект оборудования. В соответствии с нормативными требованиями, каждая установка снабжена ручной резервной решеткой.

Первичное отстаивание

Очищенный от отбросов и песка сток по закрытому самотечному коллектору поступает в приемную камеру первичных отстойников (поз.3.1), конструктивно входящих в блок биологической очистки.

Отстойники предназначены для изъятия мелкодисперсных взвешенных веществ, а так же улавливания плавающих (н/продуктов, жиров), присутствие которых в сточной воде негативно отражается на работе аэротенков с прикрепленным биоценозом.

Осадок из первичных отстойников периодически насосом (поз.7) перекачивается в резервуар-накопитель осадка (поз.6.2).

Удаление осадка – автоматическое, периодичность открытия электроздвижек и продолжительность откачки осадка программируется таймером.

Биологическая очистка

Для биологической очистки осветленных сточных вод предусматривается многоступенчатый процесс аэробной очистки с прикрепленным биоценозом микроорганизмов.

В качестве основы биологической очистки предусмотрен многокамерный аэротенк – вытеснитель, оснащенный пластмассовой биоагрузкой (поз.3.2).

Поступающие органические вещества в загрязненной воде последовательно минерализуются изолированными биоценозами микроорганизмов, удерживаемых в каждой секции.

Прикрепленные на носителях микроорганизмы характеризуются высокой устойчивостью при изменении гидравлических нагрузок, входных концентраций, температуры.

Прикрепленный биоценоз, особенно в многоступенчатых системах, при отсутствии внешнего вмешательства быстро адаптируется ко всем названным изменениям без ухудшения качества очистки.

Многоступенчатый процесс позволяет осуществлять очистку сточных вод в режиме высоких нагрузок на первых ступенях, до низких – на последующих.

Прикрепленные биоценозы характеризуются формированием богатого и разнообразного видового состава простейших.

Благодаря балансу между бактериальным приростом ила и формированием простейших, объем избыточного ила минимален. Высокий возраст прикрепленного ила обеспечивает высокий эффект нитрификации.

Специфика условий, возникающих в толще биопленки, позволяет денитрификации происходить одновременно с денитрификацией. На внешнем слое (граница вода-биопленка) в присутствии кислорода воздуха ведется окисление азота аммонийных солей (нитрификация).

Одновременно в толще биопленки, где доступ кислорода затруднен, идет процесс денитрификации. При благоприятных условиях, процент единовременной денитрификации составляет 55 – 65%.

Прикрепленные на носителях микроорганизмы характеризуются высокой устойчивостью при изменении гидравлических нагрузок, входных концентраций, температуры.

Прикрепленный биоценоз, особенно в многоступенчатых системах, при отсутствии внешнего вмешательства быстро адаптируется ко всем названным изменениям без ухудшения качества очистки.

Многоступенчатый процесс позволяет осуществлять очистку сточных вод в режиме высоких нагрузок на первых ступенях, до низких – на последующих. Прикрепленные биоценозы характеризуются формированием богатого и разнообразного видового состава простейших. Благодаря балансу между бактериальным приростом ила и формированием простейших, объем избыточного ила минимален.

Высокий возраст прикрепленного ила обеспечивает высокий эффект нитрификации.

Специфика условий, возникающих в толще биопленки, позволяет денитрификации происходить одновременно с денитрификацией.

На внешнем слое (граница вода-биопленка) в присутствии кислорода воздуха ведется окисление азота аммонийных солей (нитрификация), в то же время в толще биопленки, где доступ кислорода затруднен, идет процесс денитрификации.

При благоприятных условиях, процент единовременной денитрификации составляет 55 – 65%. Насыщение очищаемой сточной жидкости кислородом воздуха для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов, а так же эффективное перемешивание в каждой секции осуществляется за счет пневматической системы аэрации.

Для удаления фосфатов после биологической очистки предусмотрена подача низкоконцентрированного раствора коагулянта – сернокислого алюминия.

Ввод реагента предусматривается в специальную камеру в последней секции аэротенка. Наличие дополнительного коагулированного хлопка создает условия для интенсификации процесса отстаивания во вторичных отстойниках.

Приготовление рабочего раствора сернокислого алюминия предусматривается в автоматической установке приготовления и дозирования коагулянта (поз.15). В установке процесс дозирования сухого реагента, его растворения и дозирования полностью автоматизирован.

Окончательный выбор марки реагента и его оптимальных концентраций в рабочем растворе производится после проведения пробной коагуляции в процессе пуско-наладочных работ.

Вторичное отстаивание

Биологически очищенные сточные воды из аэротенка поступают в вторичный отстойник (поз.3.3). Каждая технологическая линия оборудована 3-мя параллельными отстойниками.

Во вторичном отстойнике происходит осаждение небольшого прироста взвешенного ила и биопленки, выносимой из аэротенков.

В многокамерных аэротенках-вытеснителях с стационарно прикрепленным биоценозом основная часть осадка, образующегося в процессе осаждения во вторичном отстойнике представляет на 85-95% с минерализованную биопленку и 5-15% биохимически активного ила. Кроме того, биопленка и активный взвешенный ил содержат сорбированные компоненты, неподверженные биодеструкции.

В связи с вышеизложенным, в данной технологической схеме отсутствует циркуляция активного ила из вторичных отстойников в «голову» очистных сооружений.

В отличие от традиционных схем очистки с непрерывной циркуляцией иловой смеси, в данной схеме весь образующийся осадок выводится из системы.

Для интенсификации процесса вторичные отстойники оборудованы ламинарными модулями, позволяющими вести осветление воды при высоких гидравлических нагрузках.

Уплотненный осадок из конусной части вторичных отстойников периодически насосом (поз.8) перекачивается в резервуар-накопитель осадка (поз.6.2). Удаление осадка – автоматическое, периодичность открытия электродвигателей и продолжительность откачки программируется таймером.

Биологическая доочистка

Биореактор доочистки представляет собой 2-х секционный аэротенк с затопленной биоагрузкой (поз.3.4). Доочистка происходит в результате биофльтрации иммобилизованными микроорганизмами в аэробных условиях. Бактериальная составляющая биоценозов доочистки осуществляет глубокую доочистку по органическим соединениям, азотной группе, а так же на 99%

очистку от патогенных микроорганизмов. Для гарантированного достижения проектных показателей качества воды предусматривается ввод в 1 секцию биореактора суспензии сорбента (порошкообразного природного цеолита).

Проектная доза сорбента – 5 мг/дм³.

После биореактора, очищенные сточные воды направляются в резервуар биологически очищенной воды (поз.3.5), совмещенный с последней секцией биореактора, откуда насосами (поз.17) подаются на напорные фильтры доочистки.

В режиме напорной фильтрации на поверхности загрузки образуется дополнительный фильтрующий слой сорбента, что так же повышает эффективность очистки на данной стадии.

Доочистка на фильтрах

Доочистка на фильтрах (поз.14) осуществляется путем напорной фильтрации сточной жидкости через слой сорбционно-каталитической загрузки типа АС+МС (производитель ЗАО «АЛСИС» г.Екатеринбург). Блок доочистки включает 5 фильтров Ф 2.6 м. Принятая суммарная производительность насосов фильтрации (поз.17) – 210 м³/ч.

Расчетная скорость фильтрации при данной производительности составляет 8 м/ч, что соответствует рекомендованным скоростям фильтрования (8-10 м/ч). Обратная промывка осуществляется очищенной и обеззараженной водой насосом (поз.18) производительностью 210 м³/ч в течение 6-10 мин, что обеспечивает требуемую интенсивность и продолжительность промывки фильтра.

Промывные воды по трубопроводу сбрасываются в резервуар возвратных технологических вод (поз.6.1), откуда по самотечному внутриводоочисточному коллектору возвращаются в регулирующий резервуар.

Обеззараживание сточных вод

Для обеспечения требований СанПиН 2.1.5.980-00 по микробиологическому составу сточные воды подвергаются обеззараживанию на 2-х установках УФ-обеззараживания Лазурь М250 (поз.5), (1 рабочая, 1 резервная), номинальной производительностью 250 м³/ч, работающих в автоматическом режиме с локального щита управления. После обработки в УФ-установках вода поступает в проточный резервуар-накопитель доочищенной воды (поз.3.6) и далее на выпуск с очистных сооружений.

Технологическая последовательность обработки осадка сточных вод

В соответствии с технологической схемой осадок в процессе обработки воды выводится из первичных и вторичных отстойников.

Общий суточный объем смеси сырого осадка и избыточного ила (биопленки) составляет 44,76 м³.

Для уменьшения объемов резервуара – накопителя осадка и повышения технологической эффективности процесса обезвоживания, предусмотрена 2-х ступенчатая обработка осадка:

- Предварительное уплотнение на барабанном сгустителе;
- Финишное обезвоживание на фильтр-прессе

Предварительное сгущение (уплотнение) осадка до влажности 95-97% производится на барабанном сгустителе (поз. 10) в автоматическом режиме. При этом первоначальный объем осадка снижается в 2,66 раза и составляет 16,8 м³. Промежуточное накопление сгущенного осадка происходит в 2-х секционном резервуаре-накопителе (поз.6.3).

- Финишное обезвоживание осадка до влажности 70-75% осуществляется на ленточном фильтр-прессе (поз.13). Суточный объем обезвоженного осадка при влажности 75% составляет 1,88 м³

Таким образом, объем обезвоженного после фильтр-пресса осадка снижается в 23 раза по сравнению с первоначальным объемом.

- Для улучшения влагоотдающих свойств, осадок в процессе обезвоживания обрабатывается флокулянтном.

Рабочий раствор реагента производится на автоматической установке приготовления и дозирования флокулянта (поз.14).

Ориентировочный расход флокулянта 6-8 г/ кг осадка по сухому веществу.

Отходы производства

Правила размещения, временного хранения и утилизации для отходов производства и потребления регламентируются СанПин 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

На очистных сооружениях образуются отходы 3-х наименований третьего класса опасности (мусор, песок, обезвоженный осадок очистных сооружений). Перечень и характеристика образующихся отходов приведены в Таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Характеристика отходов образующихся на очистных сооружениях

Цех, установка, сооружение	Узел технологической схемы (наименование отходов, ТУ или ГОСТ)	Количество отходов м ³ /год		Физическое состояние, влажность, %	Химические загрязнения и примеси в отходах, их содержание и класс опасности
		4000 м ³ /сут	16000 м ³ /сут		
1	2	3	4	5	6
Очистные сооружения хоз-бытовых сточных вод	Обезвоженный мусор, отбросы	128	512	Твердые	4 класс опасности
Очистные сооружения бытовых сточных вод	Обезвоженный песок	117	468	Твердые	4 класс опасности
Очистные сооружения бытовых сточных вод	Обезвоженный осадок с очистных сооружений	686	2744	Пастообразные 75%	3 класс опасности

В соответствии с п. 3.6 СанПин 2.1.7.1322-03 условия сбора и накопления определяются классом опасности отходов, способом упаковки и отражаются в Техническом регламенте (проекте, паспорте предприятия) с учетом агрегатного состояния и надежности тары.

Проектом предусматривается временное хранение образующихся отходов в специальных герметичных контейнерах на асфальтобетонной площадке с навесом для защиты от атмосферных осадков.

Вывоз мусора и обезвоженного осадка на утилизацию производится по Договору между эксплуатирующей организацией и специализированной организацией, имеющей лицензию на вывоз промышленных и бытовых отходов.

Утилизация осадка по согласованию с Органами Государственного санитарного надзора и природоохранными организациями производится на специальном полигоне с гидроизоляцией дна и боковых стенок, либо вместе с ТБО в соотношении не более 30% от массы ТБО.

Компоновочные решения

Основное вспомогательное и технологическое оборудование канализационных очистных сооружений производительностью 4000 м³/сут. Размещается в одном производственном корпусе.

На полную производительность 16000 м³/сут предусматривается строительство четырех сблокированных производственных корпусов.

Производственный корпус – предназначен для размещения основного и вспомогательного технологического оборудования для биологической очистки,

доочистки, обеззараживания сточных вод и механического обезвоживания осадка.

Размеры в плане 52,5 × 39 м.

На отметке 0.000 размещается следующее технологическое оборудование:

- Блок биологической очистки (ББО), - 2 шт.

Каждый ББО состоит из 2-х сблокированных технологических линий (поз.3), в которые входят первичные отстойники, аэротенки-вытеснители, вторичные отстойники, биореакторы и резервуары очищенной воды заводского изготовления;

- Фильтры доочистки (поз.4) Ф2.6 м. – 5 шт;
- Установки УФ-обеззараживания (поз.5) – 2 шт;
- Резервуар-накопитель возвратных технологических вод (поз.6.1) – 1 шт;
- Резервуар-накопитель осадка (поз.6.2) – 1 шт;
- Резервуар-накопитель уплотненного осадка (поз.6.3) – 2 шт;
- Насос откачки сырого осадка из первичных отстойников (поз.7) – 2 шт;
- Насос откачки избыточного ила (биопленки) из вторичных отстойников (поз.8) – 2 шт;
- Насос подачи осадка в барабанный сгуститель (поз.9) – 1 шт;
- Барабанный сгуститель в комплексе с резервуаром-смесителем (поз.10) – 1 шт;

Насос пода уплотненного осадка на фильтр-пресс (поз.11) – 1 шт;

- Насос подачи уплотненного осадка на аварийные иловые площадки (поз.12) – 1 шт;
- Установка приготовления и дозирования флокулянта (обезвоживание осадка) (поз.14) – 1 шт;
- Установка приготовления и дозирования коагулянта (поз.15) – 1 шт;
- Установка приготовления и дозирования сорбента (поз.16) – 1 шт;
- Насос фильтрации (поз.17) – 4 шт;
- Насос промывки фильтров (поз.18) – 1 шт;
- Воздуходувка (поз.19) – 3 шт;
- Насосная станция технологического водоснабжения (поз.20) – 1 шт.

На отметке 3.600 (технологическая площадка) размещается следующее оборудование:

- Установка механической очистки (поз.1.2) – 2 шт;
- Барабанный сгуститель (поз.10) – 1 шт;
- Ленточный фильтр-пресс (поз.13) -1 шт.

Для производства монтажных работ во время строительства, а так же для производства необходимых работ в период эксплуатации, в производственном корпусе предусматривается установка 3-х подвесных кранов г/п 5 т.

Производственный контроль

Для организации производственного контроля за качеством очистки сточных вод и за состоянием водного объекта в контрольных створах (500 м. выше и 500 м. ниже выпуска очищенных сточных вод) проектом предусматривается устройство лаборатории, размещенной в административно-бытовом блоке и оснащенной оборудованием для проведения анализов по полному перечню ПДС.

В период постоянной эксплуатации канализационных очистных сооружений эксплуатирующей службой должен быть разработан и согласован с контролирующими органами план-график проведения лабораторных анализов, в котором указывается следующее:

- место отбора проб;
- вид пробы (среднесуточная/разовая);
- контролируемые показатели;
- периодичность отбора проб.

Предусматриваются следующие места отбора проб:

- На входе в очистные сооружения - периодичность 1 раз в декаду;
- На выходе из очистных сооружений (контрольный колодец за территорией КОС) – периодичность 1 раз в декаду;
- В месте выпуска – периодичность 1 раз в месяц;
- 500 м. выше выпуска – периодичность 1 раз в месяц;
- 500 м. ниже выпуска – периодичность 1 раз в месяц.

Производственная программа, а так же состав водоохраных мероприятий и сроки их выполнения уточняются после годового мониторинга за состоянием приемника сточных вод и качества очистки.

Указания по эксплуатации очистных сооружений

Эксплуатация технологического оборудования и сооружений должна осуществляться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации».

Эксплуатационный персонал обеспечивает:

- соблюдение проектных параметров очистки, доочистки и обеззараживания сточных вод и обезвоживания осадка в соответствии технологическим регламентом;
- контроль за состоянием сооружений и оборудования, выявление отклонений от нормального режима работы;
- проведение необходимых работ по оперативному устранению неполадок, переключение оборудования и его регулирование;

- профилактическое обслуживание оборудования (смазка, замена отдельных изношенных узлов и т.п.);
- систематический лабораторно-производственный контроль на всех стадиях очистки сточных вод.

Расчет решеток

Количество отбросов, задержанных решеткой принимаем $n_{отб} = 8$ л/год·чел., табл.23 [1]. Количество уловленных отбросов составляет:
по объему:

$$V_{отб.сут} = \frac{N_{пр} \cdot n_{отб}}{1000 \cdot T} \quad (2.5.1)$$

где $N_{пр}$ – приведенное количество жителей, чел.=12000 при принятой в расчетах норме водоотведения=250 л.чел/сутки,

T – число дней в году, сут;

$$V_{отб.сут} = \frac{12000 \cdot 8}{1000 \cdot 365} = 0,34 \text{ м}^3/\text{сут или } 125 \text{ м}^3/\text{год}$$

по весу:

$$G_{отб.сут} = 0,75 \cdot V_{отб.сут} , \quad (2.5.2)$$

где 0,75 – средняя плотность задержанных отбросов ($\text{т}/\text{м}^3$) при влажности 60%

$$G_{отб.сут} = 0,75 \cdot 0,34 = 0,26 \text{ т/сут или } 95 \text{ т/год}$$

Концентрация загрязнений по БПК_п после барабанной решетки составляет:

$$L_{ен}^1 = K_{ен}^1 \cdot L_{ен} , \quad (2.5.3)$$

где $K_{ен}^1 = 0,8$ – коэффициент снижения концентрации по БПК_п после барабанной решетки при принятом эффекте –20%;

$L_{ен} = 314$ мг/л – исходная концентрация БПК_п с учетом загрязнений в возвратных технологических водах;

$$L_{ен}^1 = 0,8 \cdot 314 = 251 \text{ мг/л} ,$$

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде после барабанной решетки составляет

$$C_{\text{cdp}}^1 = K_{\text{cdp}}^1 \cdot C_{\text{cdp}}, \quad (2.5.4)$$

где $K_{\text{cdp}}^1 = 0,7$ – коэффициент снижения концентрации взвешенных веществ после барабанной решетки при принятом эффекте – 30%;

$C_{\text{cdp}} = 288$ мг/л – исходная концентрация взвешенных веществ с учетом загрязнений в возвратных технологических водах;

$$C_{\text{cdp}}^1 = 0,7 \cdot 288 = 201,6 \text{ мг/л},$$

Расчет песколовок

Количество песка, задержанного в песколовке влажностью 60% и плотностью $1,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ принимаем $n_{\text{п}} = 0,02 \text{ л/сут} \cdot \text{чел}$, табл. 28 [1].

Количество уловленного песка составляет:
по объему:

$$W_{\text{п.сут.}} = N_{\text{пр}} \cdot n_{\text{п}} / 1000, \quad (2.5.5)$$

где $N_{\text{пр}}$ – то же, что и в формуле (2.5.1)

$$W_{\text{п.сут.}} = 12000 \cdot 0,02 / 1000 = 0,23 \text{ м}^3/\text{сут.} \text{ (84 м}^3/\text{год)};$$

по весу:

$$G_{\text{п.сут.}} = 1,5 \cdot W_{\text{п.сут.}}, \quad (2.5.6)$$

$$G_{\text{п.сут.}} = 1,5 \cdot 0,23 = 0,35 \text{ т/сут (128 т/год)}$$

Концентрация загрязнений по БПК_п после песколовки составляет:

$$L_{\text{ен}}^2 = K_{\text{ен}}^2 \cdot L_{\text{ен}}^1, \quad (2.5.7)$$

$$L_{\text{ен}}^2 = 0,8 \cdot 251 = 200,8 \text{ мг/л},$$

где $K_{\text{ен}}^1 = 0,9$ – коэффициент снижения концентрации по БПК_п после песколовки;

$L_{\text{ен}}^1 = 251$ мг/л – концентрация БПК_п на входе в песколовку после барабанной решетки.

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде после песколовки составляет:

$$C_{\text{cdp}}^2 = K_{\text{cdp}}^2 \cdot C_{\text{cdp}}^1, \quad (2.5.8)$$

$$C_{\text{cdp}}^2 = 0,7 \cdot 201,6 = 141,1 \text{ мг/л,}$$

где $K_{\text{cdp}}^1 = 0,7$ – коэффициент снижения концентрации взвешенных веществ после барабанной решетки;

$C_{\text{cdp}}^1 = 201,6$ мг/л – концентрация взвешенных веществ на входе в песколовку после барабанной решетки.

Песковые площадки

Необходимая площадь песковых площадок при нагрузке $q = 2 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в год, принимаю по [1] составляет:

$$S_{\text{п.п}} = W_{\text{п.сут}} \cdot 365 / q, \quad (2.5.9)$$

$$S_{\text{п.п}} = 0,23 \cdot 365 / 2 = 42 \text{ м}^2 \text{ (на полную производительность).}$$

Первичное отстаивание

Для обеспечения устойчивой и эффективной работы аэрационных сооружений предусматривается использование первичного отстаивания сточных вод с принятой проектной эффективностью задержания взвешенных веществ – 30%.

Гидравлическая крупность задерживаемых частиц при первичном отстаивании при принятой эффективности определяется по формуле 30 [1]:

$$u_0 = 1000 \cdot H_{\text{set}} \cdot K_{\text{set}} / t_{\text{set}} \cdot ((K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}) / h_1)^{n_2}, \quad (2.5.10)$$

где $H_{\text{set}} = 1,8$ м. – глубина проточной части отстойника (конструктивный параметр);

$K_{\text{set}} = 0,65$ – для отстойника с нисходяще-восходящим потоком, табл.31 [1];

$t_{\text{set}} = 924$ сек, определен интерполяцией по табл.30, [1];

$n_2 = 0,3$ – показатель агломерации взвеси, черт.2 [1];

$h_1 = 0,5$ м.- табл.30, [1].

$$u_0 = 1000 \cdot 1,6 \cdot 0,65 / 924 \cdot ((0,65 \cdot 1,6) / 0,5)^{0,38} = 0,97 \text{ мм/сек.}$$

Суточный прирост избыточного ила:

$$\text{ПР}_{\text{сут.}} = 4125 \cdot 35 = 144 \text{ кг/сут}$$

где 4125 – расход сточных вод с учетом возвратных вод.

Фактический возраст прикрепленного ила составляет:

$$\theta = a_i \cdot T / \text{ПР}_{\text{уд.}} \cdot 24, \quad (2.5.11)$$

где $a_i = 10 \text{ г/дм}^3$ – средняя доза ила(прикрепленной биопленки) в аэротенке;
 $T = 3,34 \text{ ч}$ – период аэрации при принятой подаче насосов $= 50 \text{ м}^3/\text{ч}$;
 $\text{ПР}_{\text{уд.}} = 0,035 \text{ г/дм}^3$ – удельный прирост ила

$$\theta = 10 \cdot 3,34 / 0,035 \cdot 24 = 40 \text{ сут},$$

При высоком возрасте ила $\theta > 20 \text{ сут.}$ происходит не только полная нитрификация, но и единовременная денитрификация, т.к. в части биопленки аэробные микроорганизмы экранируют анаэробные денитрификаторы от воздействия кислорода, и процессы нитрификации-денитрификации протекают параллельно. Показатель единовременной денитрификации составляет 50-65%, т.е. 50-65% нитратного азота в толще прикрепленной биопленке переходит в газообразный азот (по N), [4].

Вторичные отстойники.

Нагрузка на поверхность вторичных отстойников $q_{\text{ssb}}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, после биофильтров всех типов следует рассчитывать по формуле

$$q_{\text{ssb}} = 3,6 \cdot K_{\text{set}} \cdot u_o, \quad (2.5.12)$$

где u_o – гидравлическая крупность биопленки, при полной биологической очистке $u_o = 1,4 \text{ мм/с}$.

K_{set} – то же, что и в формуле (2.5.10)

Вторичные отстойники всех типов после аэротенков надлежит рассчитывать по гидравлической нагрузке $q_{\text{ssa}}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, с учетом концентрации активного ила в аэротенке a_i , г/л, его индекса J_i , $\text{см}^3/\text{г}$, и концентрация ила в осветленной воде a_t , мг/л, по формуле

$$q_{\text{ssa}} = \frac{4,5 K_{\text{ss}} H_{\text{set}}^{0,8}}{(0,1 J_i a_i)^{0,5-0,01 a_t}}, \quad (2.5.13)$$

где K_{ss} – коэффициент использования объема зоны отстаивания, принимаемых для радиальных отстойников – 0,9, вертикальных – 0,35, вертикальных с периферийным выпуском – 0,5, горизонтальных – 0,45;

a_t – следует принимать не менее 10 мг/л, a_i – не более 15 г/л.

$$q_{\text{ssa}} = \frac{4,5 \cdot 0,45 \cdot 2^{0,8}}{(0,1 \cdot 70 \cdot 10)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 0,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Удаление фосфатов

Для снижения концентрации фосфатов в очищаемой воде предусматривается использование реагентной обработки сточной воды Аква-Аурат 30

Массовая доля (Al_2O_3) – 30%.

Содержание фосфора в исходной воде составляет:

$$C_{\text{исх}} = 6_{(PO_4)} \cdot 0,33 = 1,98 \text{ мг/л,}$$

где 0,33 – коэффициент пересчета $PO_4 \rightarrow P$

6 – исходная концентрация общего фосфора, мг/л

Суточное поступление фосфора составляет:

$$G_p = (3910 \cdot 1,98 \cdot 1,1 \cdot 0,85) / 1000 = 7,22 \text{ кг/сут}$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий возрастание содержания фосфора (10%) за счет дополнительного его поступления с возвратными технологическими водами.

0,85 – коэффициент, учитывающий снижение содержания фосфатов после первичного отстаивания в течение 1-1,5 часа (15-18%), принимаем 15%, табл.1 [10].

Расход фосфора на построение иловых клеток:

$$G_p^1 = 1,5 \times 148 / 100 = 2,22 \text{ кг/сут,}$$

где 148 – прирост ила в течение суток (кг/сут);

1,5 – процентное содержание фосфора в составе биопленки (1 – 2,5%), в расчете принимаем 1,5%.

Таким образом, из сточной воды изымается 2,22 кг. фосфора в сутки на построение клеточной массы, что составляет ~14%

Остаточное количество фосфора, подлежащего удалению реагентным способом:

$$G_p^2 = 7,22 - 2,22 - 0,845 = 4,16 \text{ кг/сут,}$$

где 0,845 – количество выносимого фосфора (кг/сут) после очистных сооружений, при остаточной концентрации = 0,2 мг/л.

При максимально возможной технологической эффективности изъятия фосфатов реагентным способом, (до 95%), доза реагента составляет:

– изъятие аммонийного азота в процессе нитрификации,

$$\Delta C_{N-NH_4} = 1,1 \cdot C_{NH_4 \text{ вх}} - \Delta C_{NH_4}^1 - C_{NH_4 \text{ вых}}, \quad (2.5.14)$$

где 1,1- коэффициент, учитывающий дополнительное поступление азота с возвратными технологическими водами;

$C_{NH_4 \text{ вх}} = 42$ – начальная концентрация N-NH₄ (мг/л);

$C_{NH_4 \text{ вых}} = 1$ – принятая концентрация N-NH₄ (мг/л) на выходе из аэротенков;

$\Delta C_{NH_4}^1$ – азот, удаляемый на сооружениях механической очистки (мг/л).

$$\Delta C_{NH_4}^1 = 0,05 \cdot (L_{\text{ен}} - L_{\text{ен}}^3) = 0,05 \cdot (314 - 200,8) = 5,66 \text{ мг/л}$$

$$\Delta C_{N-NH_4} = 1,1 \cdot 42 - 1 - 5,66 = 39,54 \text{ мг/л}$$

$\Delta C_{N- \text{Len}}$ - изъятие органического азота,

$$\Delta C_{N- \text{Len}} = \frac{1,43 \cdot (L_{\text{ен}}^2 - L_{\text{вых}})}{2} \cdot 1,2 \cdot 0,05 \text{ (мг/л)}, \quad (2.5.15)$$

где 1,43 – коэффициент пересчета БПКп в ХПК;

2 – удельная ХПК органического вещества сточной воды (мг/мг);

0,05 – содержание азота в органическом веществе (5%);

1,2 – коэффициент, учитывающий неполное окисление.

$$\Delta C_{N- \text{Len}} = [1,43 \cdot (200,8 - 15) \cdot 1,2 \cdot 0,05 \cdot 1,1 \cdot 0,91] / 2 = 7,98 \text{ мг/л}$$

$$\Delta C_N = 39,54 + 7,94 - 1,75 = 45,77 \text{ мг/л}$$

Часовой расход воздуха на окисление и нитрификацию составляет:

$$Q_{\text{air}}^1 = q_{\text{air}} \cdot x q_w, \quad (2.5.16)$$

$$Q_{\text{air}}^1 = q_{\text{air}} \cdot x q_w = 16,08 \cdot 210 = 3377 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Часовой расход воздуха на 1 секцию аэротенка составляет:

$$q_{\text{air}}^1 = q_{\text{air}} \cdot x q_w, \quad (2.5.17)$$

$$q_{\text{air}}^1 = 3377 / 32 = 105,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Потребность в воздухе для биореакторов доочистки принята аналогично аэротенкам, учитывая одинаковые конструктивные характеристики:

$$Q^2_{\text{air}} = 105,5 \times 8 = 844 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где 8 – количество биореакторов.

Общее необходимое количество воздуха составляет:

$$Q_{\text{air}} = Q^1_{\text{air}} + Q^2_{\text{air}}, \quad (2.5.18)$$

$$Q_{\text{air}} = Q^1_{\text{air}} + Q^2_{\text{air}} = 3377 + 844 = 4221 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (70 м}^3/\text{мин)}.$$

Принимаем 2 рабочие воздуходувки RSR-150, мощностью 37 кВт, производительностью 35 м³/мин каждая (по 1 шт. на каждую технологическую линию).

Суммарная производительность воздуходувок составляет 4221 м³/ч (70 м³/мин).

Фильтры доочистки

Проектом предусматривается 1 группа из 5-ти напорных фильтров типа ФОВ-2,6-0,6.

Расчетная скорость фильтрации - не более 8-10 м/ч. по данным производителя окислительно-сорбционной загрузки типа АС+МС (производитель ЗАО «АЛСИС» г.Екатеринбург).

Принятая суммарная производительность насоса фильтрации – 210 м³/ч;

H = 18 м.

Количество установленных насосов – 4 шт. + (2 рабочих + 2 резервных)

Количество установленных фильтров – 5 шт.

Фактическая скорость фильтрации для 1 группы фильтров составляет:

$$V = 2 \cdot 105 / 5 \cdot 0,785 \cdot 2,6^2 = 8 \text{ м/ч.}$$

где 2 – количество работающих насосов, шт.;

105 – производительность по воде 1 насоса фильтрации, м³/ч;

5 – количество работающих фильтров, шт.;

2,6 – диаметр фильтра, м.

Забор воды насосами фильтрации осуществляется из резервуара биологически очищенной сточной воды.

Скорость обратной промывки - 35-40 м³/ч, продолжительность 6-10 мин.
- по данным производителя окислительно-сорбционной загрузки (ЗАО «АЛСИС» г.Екатеринбург).

Для дальнейших расчетов продолжительность промывки принимаем 10 мин.

Объем воды на промывку фильтра в течение 10 мин. с рекомендованной скоростью составляет:

$$V = 10 \cdot 40 \cdot 0,785 \cdot 2,6^2 / 60 = 35 \text{ м}^3.$$

Принимаем 2 резервуара с промывной водой, суммарным объемом 70 м³ – с учетом объема воды на 2 промывки.

Принятая производительность насоса промывки – 210 м³/ч, Н=15 м.

Количество установленных насосов- 2 шт. (1 рабочий, 1 резервный).

Фактическая скорость фильтрации – 39,6 м/ч.

Промывка фильтров осуществляется последовательно с минимальным технологическим интервалом, что позволяет промыть все фильтры в течение 1 часа.

Обезвоживание осадка

Количество осадка образующегося при первичном отстаивании при принятой эффективности 30%:

$$Q_1 = \frac{C_{см} \cdot \mathcal{E} \cdot Q_{сут}}{10^6}, \quad (2.5.19)$$

где \mathcal{E} – эффективность осветления сточной воды, %.

$$Q_1 = \frac{260 \cdot 0,3 \cdot 3910}{10^6} = 0,3 \text{ т/сут.}$$

Объем удаляемого осадка из первичных отстойников при влажности 94%:

$$W_{ос.1} = \frac{P_{ос} \cdot 100}{(100-W)\rho}, \quad (2.5.20)$$

где $\rho = 1,03 \text{ т/м}^3$;

$W = 94\%$.

$$W_{ос.1} = \frac{0,3 \cdot 100}{(100-94)1,03} = 4,85 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Общее количество осадка образующегося при вторичном отстаивании:

$$Q_2 = 144 \text{ т/сут.}$$

Объем удаляемого осадка из вторичных отстойников при влажности 99.2%:

$$W_{\text{ос.2}} = \frac{0,144 \cdot 100}{(100-99,2)1,01} = 17,8 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Общее суточное количество осадка по сухому веществу составляет:

$$Q_{\text{ос}} = 0,3 + 0,144 = 0,444 \text{ т}$$

Общий суточный объем осадка составляет:

$$W_{\text{ос.}} = 4,85 + 17,8 = 22,65 \text{ м}^3$$

Обезвоживание осадка предусматривается в 2 стадии:

- Предварительное обезвоживание на барабанном сгустителе до влажности 95-97%;

- Финишное обезвоживание на фильтр-прессе до влажности 75%

Объем уплотненного до влажности 95% осадка

$$W = \frac{0,44 \cdot 100}{(100-95)1,02} = 8,63 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Количество отделяемой иловой воды – 14,02 м³/сут.

Кол-во обезвоженного на фильтр-прессе осадка до влажности 75% составляет:

$$W_{\text{обезв.}} = \frac{0,144 \cdot 100}{(100-75)0,8} = 2,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Годовое кол-во обезвоженного осадка – 719,4 м³/год

Количество фильтрата после мех. обезвоживания 6,43 м³/сут

Суммарное кол-во иловой воды и фильтрата, возвращаемой в регулирующий резервуар ~ 45 м³/сут.

Для улучшения влагоотдачи при механическом обезвоживании в осадок добавляется раствор флокулянта.

Расход флокулянта по сухому веществу составляет 6 ÷ 8 г/кг осадка по сухому веществу, что составляет 3,2 – 4,25 кг/сут (96 – 127,5 кг/мес.)

Аэротенк

Аэротенки различных типов следует применять для биологической очистки городских и производственных сточных вод.

Аэротенки, действующие по принципу вытеснителей, следует применять при отсутствии залповых поступлений токсичных веществ, а так же на второй ступени двухступенчатых схем.

Комбинированные сооружения типа аэротенков-отстойников (аэрокселераторы, окситенки, флототенки, аэротенки-осветлители и др.) при обосновании допускается применять на любой ступени биологической очистки.

Регенерацию активного ила необходимо предусматривать при БПК_{полн} поступающей в аэротенки воды свыше 150 мг/л, а также при наличии в воде вредных производственных примесей.

Вместимость аэротенков необходимо определять по среднечасовому поступлению воды за период аэрации в часы максимального притока.

Расход циркулирующего активного ила при расчете вместимости аэротенков без регенераторов и вторичных отстойников не учитывается.

Период аэрации t_{atm} , ч, в аэротенках, работающих по принципу смесителей, следует определять по формуле

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i (1-s)\rho}, \quad (2.5.21)$$

где L_{en} – БПК_{полн} поступающей в аэротенк сточной воды (с учетом снижения БПК при первичном отстаивании), мг/л;

L_{ex} – БПК_{полн} очищенной воды, мг/л;

a_i – доза ила, г/л, определяемая технико-экономическим расчетом с учетом работы вторичных отстойников;

s – зольность ила;

ρ – удельная скорость окисления, мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в 1 ч, определяется по формуле

$$\rho = \rho_{max} \frac{L_{ex} C_o}{L_{ex} C_o + K_1 C_o + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_i}, \quad (2.5.22)$$

где ρ_{max} – максимальная скорость окисления, мг/(г · ч);

C_o – концентрация растворенного кислорода, мг/л;

K_1 – константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, мг БПК_{полн} /л;

K_0 – константа характеризующая влияние кислорода, мг O₂/л;

φ – коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, л/г.

$$\rho = 85 \frac{8 \cdot 10,7}{8 \cdot 10,7 + 33 \cdot 10,7 + 0,625 \cdot 8} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 10} = 9,65 \text{ мг БПК}_{полн} \text{ на 1 г.}$$

Степень рециркуляции активного ила R_i в аэротенках следует рассчитывать по формуле

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} a_i}, \quad (2.5.22)$$

где a_i – доза ила в аэротенке, г/л;
 J_i – иловый индекс, $\text{см}^3/\text{г}$.

Нагрузка на ил q_i , мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в сутки, надлежит рассчитывать по формуле

$$q_i = \frac{24 (L_{en} - L_{ex})}{q_i (1-s)t_a}, \quad (2.5.23)$$

где t_a – период аэрации, ч, для аэротенков любого типа;

$$q_i = \frac{24 (240 - 8)}{10 \cdot (1-0,3) \cdot 9,42} = 84,4 \text{ мг БПК}_{\text{полн}} \text{ на 1 г.}$$

При проектировании аэротенков с регенераторами продолжительность окисления органических загрязнений веществ t_o , ч, надлежит определять по формуле

$$t_o = \frac{(L_{en} - L_{ex})}{R_i a_r (1-s)\rho}, \quad (2.5.24)$$

$$t_o = \frac{(240 - 8)}{2,3 \cdot 12 (1-0,3)9,65} = 1,3 \text{ ч.}$$

Доза ила в регенераторе, г/л, определяется по формуле

$$a_r = a_r \left(\frac{1}{1R_i} + 1 \right), \quad (2.5.25)$$

$$a_r = 10 \left(\frac{1}{1 \cdot 2,3} + 1 \right) = 12 \text{ г/л.}$$

где ρ – удельная скорость окисления для аэротенков – смесителей и вытеснителей.

Продолжительность обработки воды в аэротенке t_{at} , ч, необходимо определять по формуле

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}, \quad (2.5.26)$$

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{10}} \lg \frac{240}{8} = 0,93 \text{ ч.}$$

Продолжительность регенерации t_r , ч, надлежит определять по формуле

$$t_r = t_0 - t_{at}, \quad (2.5.27)$$

$$t_r = 1,3 - 0,93 = 0,37 \text{ ч.}$$

Вместимость аэротенка W_{at} , м^3 , следует определять по формуле

$$W_{at} = t_{at} (1 + R_i) q_w, \quad (2.5.28)$$

где q_w - расчетный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$W_{at} = 0,93 (1 + 2,3) \cdot 162,5 = 499 \text{ м}^3.$$

Вместимость регенераторов W_r , м^3 следует определять по формуле

$$W_r = t_r R_i q_w, \quad (2.5.29)$$

$$W_r = 0,37 \cdot 2,3 \cdot 499 = 425 \text{ м}^3.$$

Прирост активного ила P_i , мг/д , в аэротенках надлежит определять по формуле

$$P_i = 0,8 C_{cdr} + K_g L_{en}, \quad (2.5.30)$$

$$P_i = 0,8 \cdot 260 + 0,3 \cdot 240 = 280 \text{ мг/л.}$$

где C_{cdr} – концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л ;

K_g – коэффициент прироста; для городских и близких к ним по составу производственных сточных вод $K_g = 0,3$; При очистке сточных вод в окситенках величина K_g снижается до 0,25.

Необходимо предусматривать возможность работы аэротенков с переменным объемом регенераторов.

Для аэротенков и регенераторов надлежит принимать:

Число секций – не менее двух;

Рабочую глубину – 3-6 м, свыше – при обосновании;

Отношение ширины коридоров к рабочей глубине – от 1:1 дл 2:1.

Удельный расход воздуха q_{air} , м³/ м³ очищаемой воды, при пневматической системе аэрации надлежит определять по формуле

$$q_{air} = \frac{q_O (L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_O)}, \quad (2.5.31)$$

где q_O – удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК_{полн}, принимаемый при очистке до БПК_{полн} 15 – 20 м -1,1, при очистке до БПК_{полн} свыше 20 мг/л – 0,9;

K_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора и принимаемый для мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей аэрируемой зоны и аэротенка.

K_2 – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов h_a .

K_T – коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, который следует определять по формуле

K_3 – коэффициент качества воды, принимаемый для городских сточных вод 0,85.

C_O – средняя концентрация кислорода в аэротенке, мг/л;

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л, определяется по формуле

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T, \quad (2.5.32)$$

где C_T – растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления;

h_a – глубина погружения аэратора, м;

$$C_a = \left(1 + \frac{2,8}{20,6}\right) 10,7 = 12,2 \text{ мг/л.}$$

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20), \quad (2.5.33)$$

где T_w – среднемесячная температура воды за летний период, °С;

Площадь аэрационной зоны для пневматических аэраторов включает просветы между ними до 0,3 м.

Интенсивность аэрации J_a , м³/(м² · ч), надлежит определять по формуле

$$J_a = \frac{q_{air} H_{at}}{t_{at}}, \quad (2.5.34)$$

где H_{at} – рабочая глубина аэротенка, м;

t_{at} – период аэрации, ч.

Число аэраторов $N_{ма}$ для аэротенков и биологических прудов следует определять по формуле

$$N_{ma} = \frac{q_0 (L_{en} - L_{ex}) W_{at}}{1000 K_1 K_3 \left(\frac{C_a - C_0}{C_a} \right) t_{at} Q_{ma}}, \quad (2.5.35)$$

где W_{at} - объем сооружения, м³;

Q_{ma} - производительность аэратора по кислороду, кг/ч, принимается по паспортным данным;

t_{at} - продолжительность пребывания жидкости в сооружении, ч.

Аэротенк-нитрификатор в присутствии биоразлагающих органических веществ

Исходные данные:

- расход сточных вод 3910 м³/сут;
- БПК сточных вод $L_{en} = 240$ мг/л;
- Аммонийный азот $C_{nen} = 42$ мг/л;
- В очищенной воде ($L_{en} = 8$ мг/л);
- Концентрация $C_{nex} = 2$ мг/л;
- Температура жидкости 10 °С;
- Концентрация кислорода в аэротенке – 2 мг/л;

Удельная скорость роста тарификаторов μ , сут⁻¹, определяется по формуле

$$\mu = K_{pH} \cdot K_T \cdot K_{OC} \mu_{max} N / (K_{II} + N), \quad (2.5.36)$$

где K_{pH} - коэффициент, учитывающий влияние рН;

K_T – коэффициент, учитывающий влияние температуры жидкости;

K_{OC} – коэффициент, учитывающий влияние токсичны компонентов; \

μ_{max} - максимальная скорость роста нитрифицирующих микроорганизмов, равная 1,77 сут⁻¹ при рН = 8,4 и температура 10°С.

K_{II} – константа полунасыщения, мг N – NH₄ /л;

N – концентрация аммонийного азота в очищенной жидкости;

C_0 – концентрация растворенного кислорода в иловой смеси, мг/л;

K_0 – константа полунасыщения, равна 2 мг O₂/л.

Коэффициент K_0 определяется по формуле

$$K_0 = J / (J + C_i), \quad (2.5.37)$$

где C_i – концентрация ингибитора, мг/л;

$$\mu = 0,8 \cdot 0,32 \frac{4}{2+2} 1 \cdot 1,77 \frac{0,5}{25+0,5} = 0,007 \text{ сут}^{-1}.$$

Минимальный возраст нитрифицирующего ила θ определяется по формуле

$$\theta = 1 / \mu, \quad (2.5.38)$$

$$\theta = 1 / 0,007 = 137,9 \text{ сут.}$$

Удельная скорость окисления органических веществ ρ , мг/(г · ч), определяется по формуле

$$\rho = K_{\theta} + 0,0417 K_p / \theta, \quad (2.5.39)$$

где K_{θ} - энергетический физиологический коэффициент, мг БПК_{полн}/(г·ч);

K_p – физиологический коэффициент роста микроорганизмов активного ила, мг БПК_{полн}/г;

θ - возраст ила, сут.

$$\rho = 3,7 + (864 \cdot 0,0417)/137,9 = 3,96 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г}\cdot\text{ч}).$$

Зная ρ , находим концентрацию беззольной части активного ила при $L_{\text{ex}} = 8$ мг/л

$$3,96 = 70 \frac{8 \cdot 2}{8 \cdot 2 + 65 \cdot 2 + 0,625 \cdot 8} \cdot \frac{1}{1 + 0,14 a_i},$$

$$3,96 + 5,54 \cdot 0,14 a_i,$$

$$a_i = \frac{7,41 - 3,96}{3,96 \cdot 0,14} = 6,22 \text{ г/л.}$$

Продолжительность аэрации сточных вод t_{atm} , ч, в аэротенке смесителе с нитрификацией аммонийного азота определяется по формуле

$$t_{\text{atm}} = (L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})/a_i \cdot \rho, \quad (2.5.40)$$

$$t_{\text{atm}} = (240 - 8)/ 6,22 \cdot 3,96 = 9,42 \text{ ч.}$$

Концентрация нитрифицирующего ила в иловой смеси при возврате ила 19,6 сут. определяется по формуле

$$a_{\text{in}} = 1,2 \cdot a_{\text{is}} \frac{\Delta C_n}{t}, \quad (2.5.41)$$

$$a_{\text{in}} = 1,2 \cdot 0,055 \frac{50-2}{9,42} = 0,34 \text{ г/л.}$$

Общая концентрация беззольного ила в иловой смеси аэротенков составляет $a_{in} + a_i = 6,22 + 0,3 = 6,52$ г/л, с учетом 30% зольности доза ила по сухому веществу составит $a = 6,52/0,7 = 10$ г/л.

Удельный прирост избыточного ила K_g определяется по формуле

$$K_g = 41,7a t_{atm} / (L_{en} - L_{ex}) \theta , \quad (2.5.42)$$

где a - концентрация ила по сухому веществу, г/л.

$$K_g = 41,7 \cdot 10 \cdot 9,42 / (240 - 8)137,9 = 0,11 \text{ мг / (мг} \cdot \text{БПК}_{\text{полн}}).$$

Суточное количество избыточного ила G , кг/сут, определяется по формуле

$$G = K_g / (L_{en} - L_{ex})Q/1000, \quad (2.5.43)$$

$$G = 0,11 / (240 - 8)3910/1000 = 99,55 \text{ кг/сут.}$$

Объем аэротенков-нитрификаторов:

$$W = 3910 \cdot 9,42 / 24 = 1531 \text{ м}^3.$$

Принимаем аэротенк – вытеснитель с четырьмя линиями в каждом аэротенке, состоит из 7 камер, шириной 2344 м, длиной 6864 м, высотой 2,8м.

Аварийные иловые площадки

Иловые площадки предусматриваются как аварийные для обезвоживания и сушки осадка .Осадок наливается небольшим слоем на иловые карты и просушивается.Влага частично испаряется, а частично организованно отводится через дрена,заложенные в основании иловых площадок, в канализационную сеть.

Площадь иловых площадок рассчитана в зависимости от количества осадка, климатических условий, а также от структуры осадка.

Годовой объем осадка,перекачиваемого на аварийные иловые площадки, составит на 1 очередь-735м³/год,на полную производительность-2940м³/год.

Исходя из этого запроектированы иловые площадки,состоящие из 2 карт размерами по дну каждая 30х12м.(1 очередь).

На полную производительность предусматривается 8 карт.

Для засыпки дренажа применять только отмытый и сортированный материал.

Для складирования песка предусматриваются песковые площадки.

Количество уловленного песка составит на 1 очередь-43.8м³/год,на полную производительность-175м³/год.

Исходя из этого запроектированы песковые площадки,состоящие из 2 карт размерами по дну каждая 12х9м.

Вода с иловых и песковых площадок отводится на сливную станцию и далее на станцию очистки.

Для обогрева самотечных дренажных и напорных подводящих труб предусмотрен электрический кабель.

При отключении фильтр-пресса предусмотрен сброс на иловые площадки существующих очистных сооружений. Объем сброса рассчитан на 20% годового количества осадка согласно п. 6.386, [1].

Годовой объем составит:

$$V_{ил.пл} = 8,63 \times 0,2 \times 365 = 630 \text{ м}^3$$

Сводные технологические показатели

Основные технологические показатели, полученные по результатам вышеприведенного технологического расчета на производительность 4000 м³/сутки, сведены в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Сводные технологические показатели

Наименование	Единица измерения	Показатель
1	2	3
Механическая очистка		
Комбинированная установка механической очистки по удалению отбросов, песка	шт.	2
Установленная мощность	кВт	2.2
Количество отбросов:		
- по объему	м ³ /сут (м ³ /год)	0.35 (128)
- по весу	т/сут (т/год)	0.26 (96)
Количество песка:		
- по объему	м ³ /сут (м ³ /год)	0.32 (117)
- по весу	т/сут (т/год)	0.48 (175)
Необходимая площадь песковых площадок при нагрузке 2 м ³ /м ²	м ²	58.4
Первичное отстаивание		
Количество первичных отстойников (на 1 технологическую линию)	шт.	4 (1)
Габаритные размеры в плане (Д х Ш х В)	м	6864х2334х2783

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3
Эффективность отстаивания	%	30
Количество осадка при влажности 94%	м ³ /сут (м ³ /год)	2.95 (1077)
Количество насосов откачки сырого осадка (на 1 технологическую линию)	шт.	2 (1)
Установленная мощность насоса	кВт	1.5
Биологическая очистка		
Число технологических линий	шт.	4
Общее количество секций	шт.	32
Количество секций в одной технологической линии	шт.	8
Габаритные размеры секции (Д x Ш x В)	м	6864x2344x2783
Количество биоагрузки «BIOBЛОК-200» на 1 технологическую линию, (на 1 секцию)	м ²	132 (22)
Период аэрации при контакте с биоагрузкой	ч	3.4
Суточное, (месячное) количество коагулянта Аква-Аурат-30	т	0.191(5.75)
Количество рабочих установок приготовления и дозирования коагулянта	шт.	1
Установленная мощность установки	кВт	6.7
Вторичное отстаивание		
Общее количество вторичных отстойников (на 1 технологическую линию)	шт.	12 (3)
Габаритные размеры в плане (Д x Ш x В)	м	4.624x2284x2783
Количество образующегося осадка при влажности 99.2%	м ³ /сут (м ³ /год)	44.67 (16304)
Количество насосов откачки сырого осадка (на 1 технологическую линию)	шт.	2 (1)
Установленная мощность насоса	кВт	1.5
Биореактор доочистки		
Количество биореакторов (на 1 технологическую линию)	шт.	8 (2)
Габаритные размеры в плане (Д x Ш x В)	м	6.864x2344x2783
Период аэрации	ч	0.78
Суточное, (месячное) количество сорбента, вводимого в биореактор	кг	20 (600)
Количество рабочих установок приготовления и дозирования сорбента	шт.	1
Установленная мощность установки	кВт	3,7
Система аэрации		
Необходимое количество воздуха для осуществления аэрации	м ³ /ч	3925
Принятое число воздуходувок	шт.	2 рабочие, 1 резервная
Производительность по воздуху 1 воздуходувки	м ³ /ч	2100
Установленная мощность 1 воздуходувки	кВт	37

Окончание таблицы 2.8

1	2	3
Фильтры доочистки		
Число рабочих фильтров	шт.	5
Диаметр фильтра	м.	2.6
Объем загрузки (на 1 фильтр)	м ³	26.5 (5.3)
Количество установленных насосов фильтрации	шт.	2 раб. +2 рез.
Производительность насоса фильтрации	м ³ /ч	105
Установленная мощность	кВт	11
Скорость фильтрования	м/ч	8
Скорость обратной промывки	м/ч	39.6
Количество установленных насосов промывки	шт.	1 (+ 1 на складе)
Производительность насоса промывки	м ³ /ч	210
Установленная мощность	кВт	15
Объем промывного резервуара	м ³	2 x 35
Механическое обезвоживание осадка		
Число рабочих установок по сгущению осадка	шт.	1
Установленная мощность	кВт	2
Производительность по исходной иловой смеси	м ³ /ч	10
Количество обезвоженного осадка при влажности 95% в сутки (год)	м ³	10.62 (3876)
Количество насосов подачи осадка на сгуститель	шт.	1
Установленная мощность насоса	кВт	1.5
Количество фильтр-прессов	шт.	1
Производительность по исходной иловой смеси	м ³ /ч	4-8
Установленная мощность фильтр-пресса	кВт	3.7
Установленная мощность подающего насоса	кВт	2.2
Количество обезвоженного осадка при влажности 75% в сутки (год)	м ³	2.12 (693.5)
Число рабочих установок приготовления и дозирования флокулянта	шт.	1
Установленная мощность установки	кВт.	3.7
Доза вводимого флокулянта при механическом обезвоживании осадка	г/кг сух.в.	6 ÷ 8
Суточный (месячный) расход флокулянта	кг	3.2 – 4.25 (96–127.5)
Аварийные иловые площадки		
Годовой объем аварийно сбрасываемого уплотненного до влажности 95% осадка	м ³ /год	775

3 Охрана окружающей среды

3.1 Характеристика приемника сточных вод и оценка качества источника в соответствии с санитарными требованиями

Вид водопользования приемника - рыбохозяйственный I категории. Гидрохимические и гидрологические характеристики реки приведены в главе 1.

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

$$J_i^{ЛПВ} = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1 \quad (3.1.1)$$

- по санитарно-токсикологическому ЛПВ:

$$J_p^{cm} = \frac{20,3}{40} + \frac{2,82}{30,0} + \frac{49,5}{180} + \frac{15,2}{200} + \frac{7,96}{300} + \frac{13}{100} + \frac{0,31}{45} + \frac{0,153}{0,01} + \frac{0,01}{0,1} + \frac{0,04}{0,2} + \frac{0,0003}{100} = 16,7$$

- по токсикологическому ЛПВ:

$$J_p^m = \frac{0,1}{0,5} + \frac{0,013}{3,3} + \frac{0,62}{0,3} + \frac{0,006}{0,001} + \frac{0,023}{0,01} = 10,57$$

- по рыбохозяйственному ЛПВ:

$$J_p^{p/x} = \frac{0,05}{0,05} + \frac{0,000}{0,001} = 1$$

- по БПК:

$$J_i^{БПК} = \frac{2,88}{3} = 1$$

Анализ качества речной воды свидетельствует о высокой степени загрязненности вод по рыбохозяйственному и токсикологическому ЛПВ.

3.2 Расчет и обоснование требуемой глубины очистки

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

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 кратности разбавления выполнен в главе 2. Кратность разбавления рассчитана по методу Родзилера-Фролова и составляет 8,1.

Установление допустимых концентраций загрязняющих веществ произведено на основании действующих нормативных документов и условий смешения по формуле

$$C_i^{CB} = n \cdot (ПДК_i - C_i^p) + C_i^p, \quad (3.2.1)$$

где $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³;

n – кратность разбавления;

C_i^p – фоновая концентрация речной воды.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.1

Таблица 3.1 - Состав сточных вод, допустимый к водоотведению

Показатели состава сточных вод	Фон речной воды, мг/л, C_i^p	Нормативные требования		Требования к водоотведению, мг/л, НДСрасч.
		ПДКр/х	Класс опасности	
2	3	4	5	6
Взвешенные вещества	16,1	4,45	-	3
БПКполн	2,88	3	-	3
Азот аммонийных солей	0,1	0,39	4	0,5
Фосфор фосфатов P-PO ⁴	0,04	0,2	4	0,2
Хлориды	7,96	300	4	300
СПАВ	0,01	0,5	4	0,1

3.3 Технологическая схема обработки СВ.

Для достижения требуемой глубины очистки в проекте разработана технологическая схема включающая:

- механическую очистку - решетки дуговые, песколовки аэрируемые, первичные отстойники;

- биологическую очистку в аэротенках с нитрификацией и денитрификацией с добавлением реагента перед вторичными отстойниками (для удаления фосфатов) и отделением активного ила на вторичных отстойниках.

Изменение концентраций загрязнений по сооружениям приведены в таблице 3.2.

Концентрации загрязнений на выходе из очистных сооружений (по выбранной схеме очистки) приняты на основании опыта при эксплуатации аналогичных сооружений и рекомендаций «Современные технологии очистки сточной воды».

Разработанная технология позволяет получить требуемую глубину очистки по всем компонентам.

Изменения концентраций загрязнений по сооружениям приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Концентрации загрязнений на выходе из очистных сооружений

Показатели состава сточных вод	Фактическая концентрация	Изменение концентраций загрязнений по стадиям очистки			
		Механическая очистка		БО с реагентной обработкой	
		Э, %	С _к , г/м ³	Э, %	С _к , г/м ³
2	3	4	5	6	7
Взвешенные вещества	260	50	130	97,6	3
БПКполн	288	20	57,6	95,3	3
Азот аммонийных солей	42	10	42	88,1	0,5
Фосфор фосфатов Р-РО ⁴	6	-	11,97	98,3	0,2
Хлориды	36	-	3,9	0	300
СПАВ	10	10	1,0	100	0,1

После ступенчатой очистки, наблюдается значительное уменьшение концентраций загрязняющих веществ на выходе из очистных сооружений.

Состав сточных вод, допустимый к водоотведению с учетом проектируемой технологии приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Состав сточных вод, допустимый к водоотведению

Показатели состава	Состав сточных вод, мг/л			
	Фактически	Принимаемый к проектированию	Допустимый расчетный, НДС расч.	Согласованный, НДС согл.
1	2	3	4	5
Взвешенные вещества	260	3	23,89	3
БПКполн	288	3	7,05	3
Азот аммонийных солей	42	0,5	0,39	0,5
Фосфор фосфатов Р-РО ⁴	6	0,2	0,07	0,2
Хлориды	36	300	100	300
СПАВ	10	0,1	0,17	0,1

Таким образом, требования к качеству загрязненной воды соответствуют нормам ПДК.

3.4 Описание технологического процесса водоочистки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В процессе очистки СВ образуются:

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

3.5 Оценка воздействия возвратных вод на качество воды в источнике

Расчет концентраций загрязнений в контрольном створе

Прогноз качества водотока в контрольном створе определен по формуле

$$C_{n.в} = [C_{o.c} + (n-1) \cdot C_{\phi}] / n, \quad (3.5.1)$$

где $C_{n.в}$ - концентрация ингредиента в контрольном створе, мг/л;

$C_{o.c}$ - проектные концентрации состава на выпуске из очистных сооружений, мг/л;

C_{ϕ} - фоновые концентрации речной воды, мг/л;

n - кратность разбавления.

Результаты расчета представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Прогноз качества водного источника в контрольном створе

Наименование ингредиентов	$C_{o.c}$, мг/л	$C_{ПДК_{р/х}}$, мг/л	C_{ϕ} , мг/л	$C_{n.в}$, мг/л	$C_i/ПДК_{рх}$	
					до сброса	после сброса
1	2	3	4	5	6	7
Взвешенные вещества	3	260,25	260	251,76	0,99	0,96
БПК _{полн}	3	288,25	288	278,86	0,99	0,97
Азот аммонийных солей	0,5	42,25	42	40,67	0,99	0,96
Фосфор фосфатов P-PO ⁴	0,2	6,25	6	5,81	0,96	0,93
Хлориды	300	36,25	36	44,46	0,99	1,23
СПАВ	0,1	10,25	10	9,68	0,98	0,94

Вывод: после водоотведения очищенных сточных вод в расчетном створе произойдет незначительное увеличение, хлоридов, но концентрации этих компонентов не нарушат нормативных требований к водоемам рыбохозяйственного назначения. А так же, происходит уменьшение концентрации взвешенных веществ, БПК_{полн}, азота аммонийных солей, фосфора фосфатов P-PO⁴ и СПАВ.

3.6 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 количества твердых отходов и способ их утилизации приведен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Способ утилизации и размещения отходов

Узел технологической схемы, где образуются отходы	Количество твердых отходов		Физико-химические свойства отходов (влажность, зольность, плотность)	Способ утилизации или хранения
	м ³ /год	т/год		
1	2	3	4	5
Решетки	1715,5	1277,5	Плотность 750 кг/м ³	На полигон ТБО
Песколовки	477,98	716,97	Влажность 60% Плотность 1500 кг/м ³	Песок отмывается, обеззараживается и используется при отсыпке дорог
Первичный отстойник		3358	Плотность 1030 кг/м ³	Осадок направляется в барабанный сгуститель
Вторичный отстойник		1303,05	Плотность 1010 кг/м ³	Осадок направляется в барабанный сгуститель
Уплотнение осадка	18490,9	14792,7	Плотность 800 кг/м ³	Осадок направляется в барабанный сгуститель
Барабанные сгустители	18490,9	14792,7	Плотность 800 кг/м ³	Осадок направляется на ленточный фильтрпрес
Ленточные фильтрпрессы (кек)	13500,0	12856,89	Плотность 800 кг/м ³	Осадок направляется на компостирование

Применение данных сооружений позволяет сократить объем иловых площадок, и соответственно, площадь в 5 раз – 120 % от отходов.

3.7 Обезвреживание отходов

Обработка отходов, имеющая целью исключение их опасности или снижение ее уровня до допустимого значения.

Обезвреживание и обеззараживание осадка сточных вод осуществляется компостированием (с опилками, сухими листьями, соломой, торфом, другими водопоглощающими средствами) в течение 6 месяцев.

3.8 Определение класса токсичности твердых отходов

Образующиеся твердые отходы не содержат ионов тяжелых металлов.

Отход извлеченных загрязнений принимается 5 класса опасности и классифицируется как очень низкий, практически неопасный. При размещении отходов 5 класса экологическая система практически не нарушается.

3.9 Использование осадков в качестве удобрений

Обезвреженный и обеззараженный осадок может быть использован в качестве удобрения или для биологической рекультивации нарушенных земель.

В настоящее время разработан ГОСТ [7], который устанавливает основные требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Этот стандарт распространяется на осадки, образующиеся в процессе очистки хозяйственно-бытовых, городских (смеси хозяйственно-бытовых и производственных), а также близких к ним по составу производственных сточных вод и продукцию (удобрения) на основе осадков.

Требования стандарта обязательны для коммунальных служб муниципальных и ведомственных предприятий, имеющих право поставлять и использовать осадки в качестве удобрений в сельском хозяйстве, промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, в лесных и декоративных питомниках, а также для биологической рекультивации нарушенных земель и для полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

Осадки, применяемые в качестве органических или комплексных органоминеральных удобрений, должны соответствовать требованиям:

- по агрохимическим показателям (табл. 3.6);
- по допустимому валовому содержанию тяжелых металлов в осадках;
- по санитарно – бактериологическим и санитарно – паразитологическим показателям (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Агрохимические показатели осадков

Наименование показателя	Норма	Метод определения
1	2	3
Массовая доля органических веществ, % на сухое вещество, не менее	20	ГОСТ 26213
Реакция среды (рН _{сол})	5,5 - 8,5*	ГОСТ 26483
Массовая доля общего азота (N), % на сухое вещество, не менее	0,6	ГОСТ 26715
Массовая доля общего фосфора (P ₂ O ₅), % на сухое вещество, не менее	1,5	ГОСТ 26717

Осадки, имеющие значение реакции среды (рН вытяжки) более 8,5, могут использоваться на кислых почвах в качестве известковых удобрений.

Вывод: осадок, образующийся на очистных сооружениях, не содержит ионов тяжелых металлов и может быть отнесен к I группе, осадки могут использоваться под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов и земляники, а также в промышленном цветоводстве, зеленом

строительстве, лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов ТБО.

Таблица 3.7–Санитарно–бактериологические и санитарно – паразитологические показатели осадков

Наименование показателя	Норма для осадков группы	
	I	II
1	2	3
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/г осадка фактической влажности	100	1000
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	Отсутствие	Отсутствие
Яйца геогельминтов и цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг осадка фактической влажности, не более	Отсутствие	Отсутствие

Не допускается применять осадки:

- в водоохраных зонах и зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий;

- поверхностно в лесах, лесопарках, на сенокосах и пастбищах;

- на затопляемых и переувлажненных почвах;

- на территориях с резко пересеченным рельефом, а также на площадках, которые имеют уклон в сторону водоема более 3°.

3.10 Жидкие отходы

Образуются после центрифугирования (фугат) и после уплотнения на иловых площадках (иловая вода). Фугат (261,74 м³/сут) из бункера перекачивается насосами в голову очистных сооружений. Иловые воды отводятся в лоток перед решетками.

3.11 Обустройство иловых площадок (аварийные)

Расчет иловых площадок уточнен по []

Площадка складирования отходов соответствует следующим требованиям:

- санитарным правилам проектирования, строительства и эксплуатации полигонов не утилизированных отходов;

- имеет слабофильтрующиеся грунты при стоянии грунтовых вод не выше 2 м от дна емкости с уклоном на местности не более 1,5° в сторону водоема, сельскохозяйственных угодий, леса и пр.;

- размещается с подветренной стороны относительно населенного пункта и ниже по направлению потока подземных вод;

- размещается на местности, не затапливаемой паводковыми и ливневыми

водами;

- поверхностный сток с отвалных площадок не попадает в открытые водные объекты. Предусматривается инженерная защита территории от подтопления и заболачивания мокрого хранения осадка в соответствии со [СНиП 2.05.15-86],

- имеет ограждение и озеленение по периметру, имеет подъездные пути с твердым покрытием.

В настоящее время иловые площадки используются для аварийных ситуаций.

3.12 Обоснование размера земельных участков

- общая площадь изымаемых земель 115905,1 м², в том числе иловые площадки - 25339,1 м², площадки компостирования – 12158,4 м²;

- иловые площадки подлежат рекультивации (опорожняются: перегнивший ил вывозится и используется как удобрение под зеленые насаждения, после опорожнения демонтируются).

После прокладки водоводов предусматривается рекультивация земель

- засыпка траншей;
- уборка строительного мусора;
- общая планировка полосы отвода;
- восстановление растительного покрова посевом трав-фитомелиорантов (тимофеевки луговой, овсяницы красной, клевера белого, костра безостого и др.).

3.13 Планировочные мероприятия

Площадка очистных сооружений располагается на расстоянии 1000 м от границ зданий жилой застройки. Площадка располагается с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже города по течению реки, на расстоянии 500 м от уреза воды.

Размеры водоохраной зоны для заданного водного объекта в соответствие с [статьей 65 Водного кодекса] составляет 50 м.

Нормативный размер санитарно – защитной зоны в соответствие с производительностью и технологической схемой существующих сооружений составляет 400м [п.7.1.13.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03]. Таким образом, размещение очистных сооружений соответствует гигиеническим требованиям.

Площадка под строительство расположена на территории, не затопляемой талыми водами, с низким уровнем грунтовых вод.

Вывод: В данном проекте учитываются все мероприятия по охране окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектом предполагается 100 % канализование объекта, система канализации полная раздельная, сеть трассирована по пониженной грани квартала, по пересеченной схеме.

Приняты трубопроводы ПВХ, в главной канализационной насосной станции установлены насосы производимые компанией GRUNDFOS S1 124 ВМ.

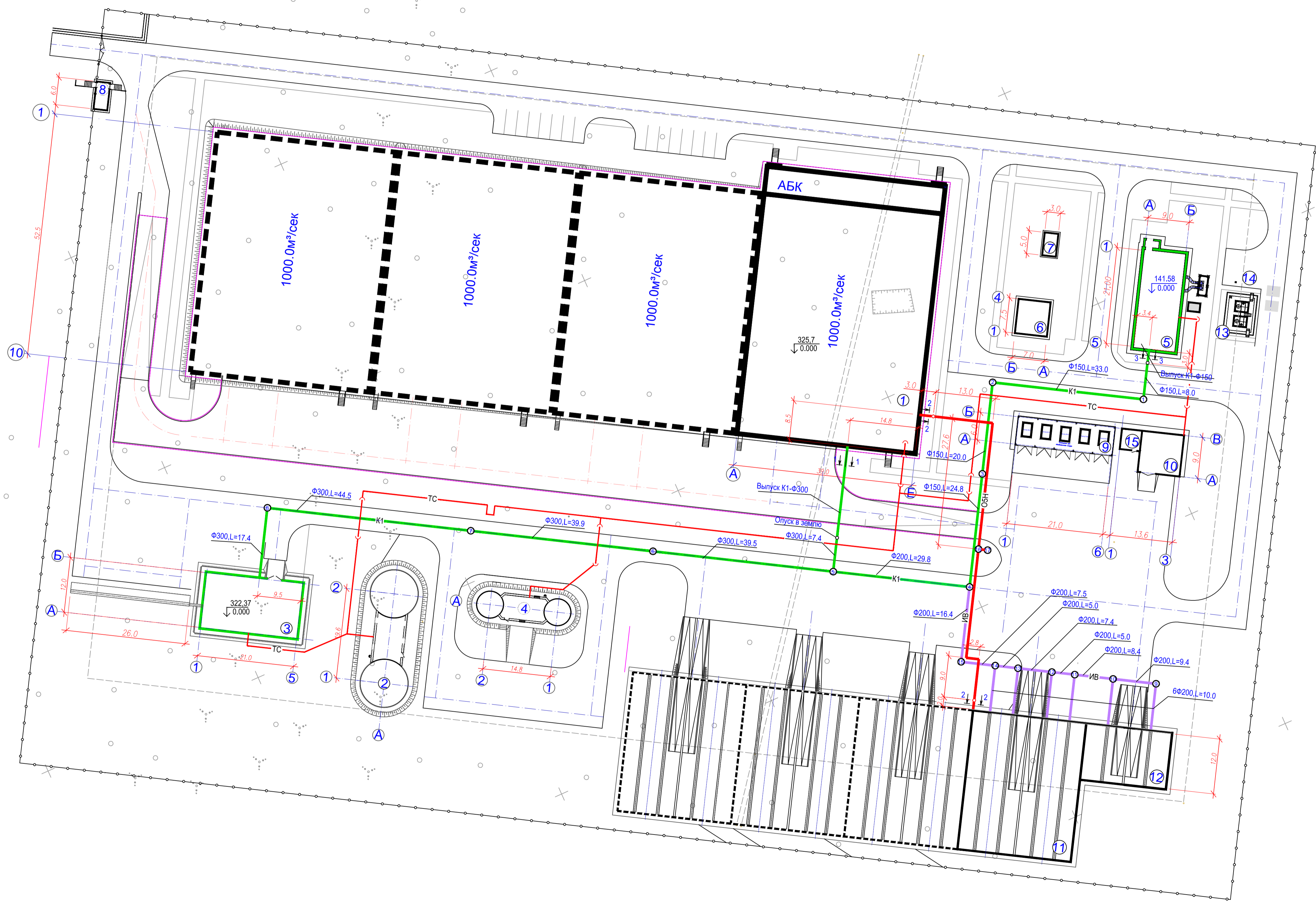
Принята технологическая схема, включающая:

- Регулирующий резервуар (2 секции x 700 м³)
- Производственный корпус (4000 м³/сутки) - 4 шт.
- Песковые площадки;
- Аварийные иловые площадки;
- Площадка временного хранения обезвоженного осадка и отбросов с решеток

Качество очищенной сточной воды удовлетворяет условиям сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*. – Введ. 01.01.2013. – Москва : ОАО «СантехНИИпроект», 2013. – 125 с.
- 2 СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. – Введ. 01.01.2013. – Москва : ООО «РОСЭКОСТРОЙ», 2013 – 85 с.
- 3 Репин, Б. Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения : справочник / Б. Н. Репин, С. С. Запорожец, В. Н. Ереснов. – Москва : Высш. школа, 1995. – 431 с.
- 4 Лукиных, А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского.: справ. пособие. – Изд. 4-е, перераб. и доп. / А.А. Лукиных. – Москва : Стройиздат, 1974. – 156 с.
- 5 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2–07–2012 ; введ. 30.12.2013. – Красноярск : ИПК СФУ, 2013. – 60 с.
- 6 Ласков, Ю. М. Примеры расчетов канализационных сооружений : учебное пособие для вузов / Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов, В. И. Калицун. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва: ИД «Альянс», 2008. — 255 с.
- 7 Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – Москва : АСВ, 2006. - 704 с.
- 8 Лихачев, Н. И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий : справочник / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин и др. под общ. ред. В. Н. Самохина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1981. – 639 с.
- 9 Жмур, Н. С. Технологические и биологические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками : учебное пособие / Н. С. Жмур. – Москва : АКВАРОС, 2003. – 506 с.
- 10 Кармазинов, Ф. В. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга : учебное пособие / Ф. В. Кармазинов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург : ГУП Водоканал, 2002. -821 с.
- 11 Колова, А. Ф. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб.-метод. пособие / А.Ф. Колова, Т.Я. Пазенко. Красноярск : СФУ, 2012. - 47 с
- 12 Колова, А. Ф. Водоснабжение и водоотведение жилого дома : учеб. – метод. пособие[Электронный ресурс] / А.Ф. Колова, Т.Я. Пазенко, Т.А. Курилина. – Красноярск : СФУ, 2014. - 56 с.
- 13 Колова, А. Ф. Обработка осадков городских сточных вод : учеб.-метод. пособие для студентов / А. Ф. Колова, А.Г. Пчелкин, Т. Я. Пазенко. - Красноярск : СФУ, 2012, -28 с.
- 14 Колова, А. Ф. Современное состояние технологии очистки бытовых сточных вод, обработки и использования осадка : учеб. –метод. Пособие / А.Ф. Колова, Т.Я. Пазенко Красноярск : СФУ, 2013, - 50 с.



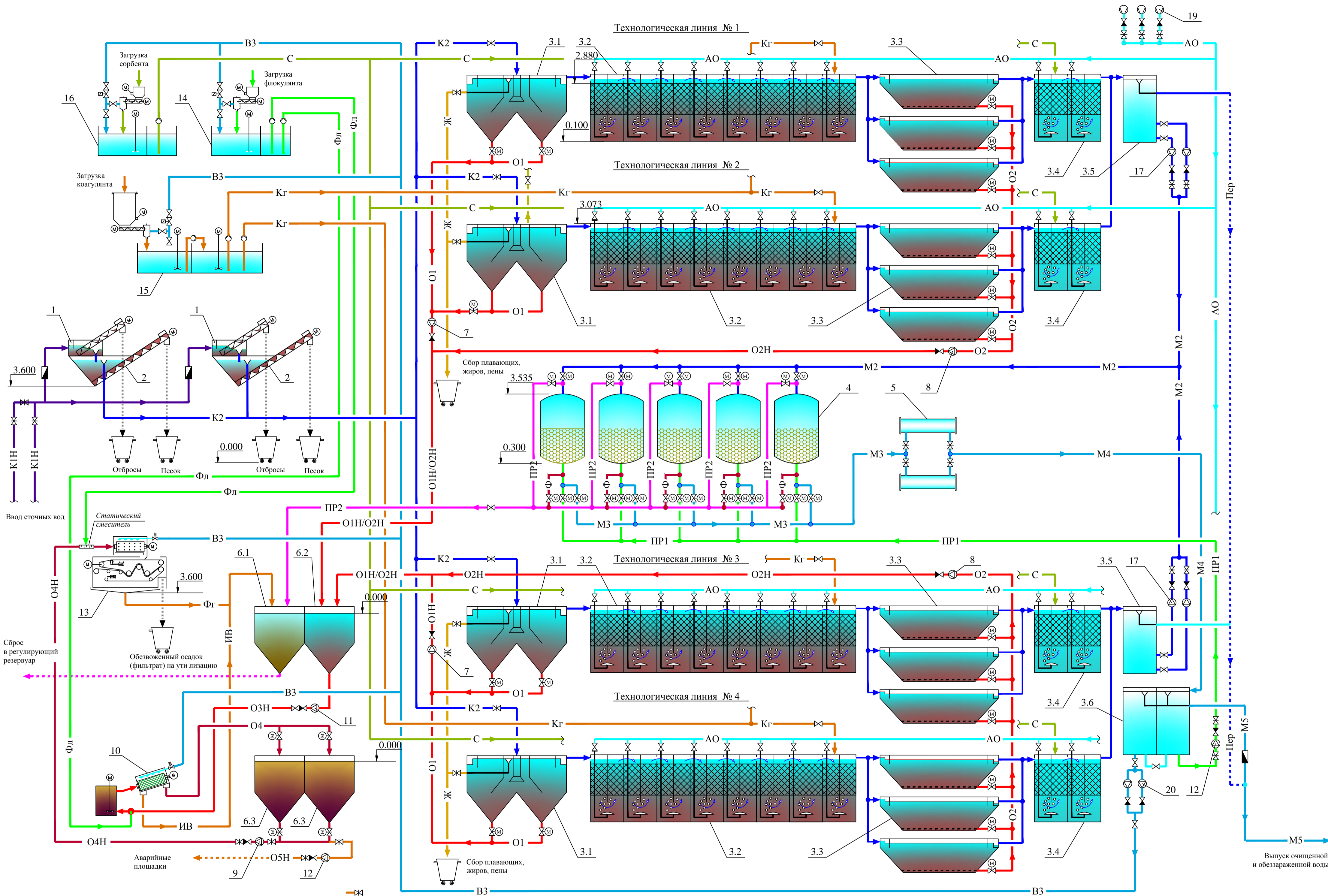
Условные обозначения трубопроводов

- К1 — Трубопровод хозяйственно-бытовых сточных
- ИВ — Иловой воды
- ТС — Тепловая сеть

Экспликация зданий и сооружений

Номер позиции	Наименование	Примечание
1	Канализационные очистные сооружения	
2	Резервуар-усреднитель 2x300 м с насосной станцией	
3	Блок бытовых и производственных помещений	
4	Противопожарные резервуары 2x150 м³ с насосной станцией	
5	Котельная	
6	Трансформаторная подстанция 2x1600 кВа	
7	Дизельная	
8	Проходная	
9	Помещение для обезвоженного осадка	
10	Гараж на 2 автомашины с теплогенераторной	
11	Аварийные иловые площадки	
12	Песковые площадки	
13	Резервуары топлива 2x10 м³	
14	Приемный шкаф топлива	
15	Теплогенераторная	

Изм.						БР-08.03.01.06-2016 НК		
Разраб.						Сибирский федеральный университет		
Пров.						Инженерно-строительный институт		
Консульт.						Канализация поселка населением 12000 человек		
И.контр.						Генеральный план канализационных очистных сооружений города		
Зав. кафедрой						Кафедра ИСЗиС		
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листо
Разраб.	Рекунова						4	4
Пров.	Колова А.Ф.							
Консульт.	Колова А.Ф.							
И.контр.	Колова А.Ф.							
Зав. кафедрой	Сакаш Г.В.							



ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Поз.	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Гидравлическая решетка	2	
2	Автоматическая песколовка	2	
3	Технологическая линия в составе:	4	
3.1	Первичный отстойник	1	на 1 линии
3.2	Аэротенк-вытеснитель	7	на 1 линии
3.3	Вторичный отстойник	3	на 1 линии
3.4	Биореактор доочистки	2	на 1 линии
3.5	Резервуар биологически очищенной воды	1	на 2 линии
3.6	Резервуар накопитель доочищенной воды	2	на 4 линии
4	Фильтр доочистки	5	
5	Установка УФ-обеззараживания	2	
6.1	Резервуар возвратных технологических вод	1	
6.2	Резервуар-накопитель осадка	1	
6.3	Резервуар-накопитель уплотненного осадка	2	
7	Насос откачки сырого осадка	2	
8	Насос откачки избыточного ила	2	
9	Насос подачи осадка в барабанный сгуститель	1	
10	Барабанный сгуститель с смесителем	1	
11	Насос подачи уплотненного осадка в фильтр-пресс	1	
12	Насос подачи уплотненного осадка на аварийные иловые площадки	1	
13	Фильтр-пресс	1	
14	Установка приготовления и дозирования флокулянта (обезвоживание осадка)	1	
15	Установка приготовления и дозирования коагулянта (удаление фосфатов)	1	
16	Установка приготовления и дозирования сорбента (доочистка)	1	
17	Насос очищенной воды	4	2 раб. + 2 рез
18	Насос промывки фильтров	1	
19	Воздуходувка	3	2 раб. + 1 рез
20	Насосная станция технического водоснабжения	1	

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

- К1Н — напорный трубопровод подачи сточных вод из регулирующего р-ра
- К2 — трубопровод механически очищенного стока
- О1Н — трубопровод перекачки сырого осадка в резервуар-накопитель (поз.6.1)
- О2Н — трубопровод перекачки избыточного ила в резервуар-накопитель (поз.6.1)
- О3Н — трубопровод подачи осадка в барабанный сгуститель (поз.10)
- ИВ — трубопровод отвода иловой воды
- О4Н — трубопровод подачи уплотненного осадка в фильтр-пресс (поз.13)
- О5Н — трубопровод подачи уплотненного осадка на аварийные иловые площадки
- М2 — напорный трубопровод подачи очищенной воды на фильтры
- М3 — трубопровод подачи фильтрованной воды на установки УФ-обеззараживания
- М4 — трубопровод очищенной и обеззараженной воды (в накопительный резервуар)
- В3 — технический водопровод
- ПР1 — напорный трубопровод обратной промывки фильтров
- ПР2 — трубопровод сброса промывных вод
- Ф — трубопровод подачи первого фильтрата
- М5 — отводящий трубопровод очищенной и обеззараженной воды
- Др — дренажный трубопровод
- Пер — аварийный перелив биологически очищенных вод
- Фл — напорный трубопровод флокулянта
- Кг — напорный трубопровод коагулянта
- Фг — трубопровод сброса фугата в регулирующий резервуар
- Ж — жиропровод
- С — напорный трубопровод сорбента
- АО — воздухопровод

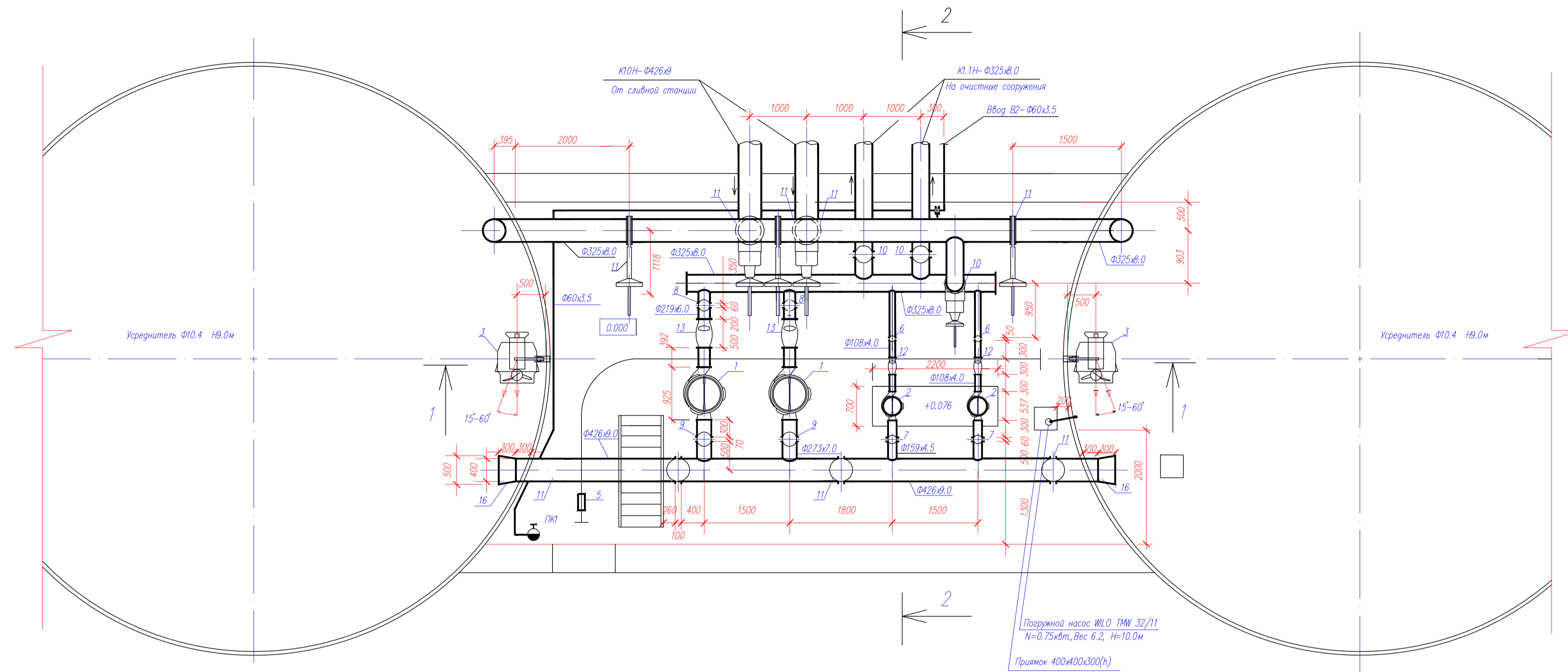
БР-08.03.01.06-2016 НК

Сибирский федеральный университет
Инженерно-строительный институт

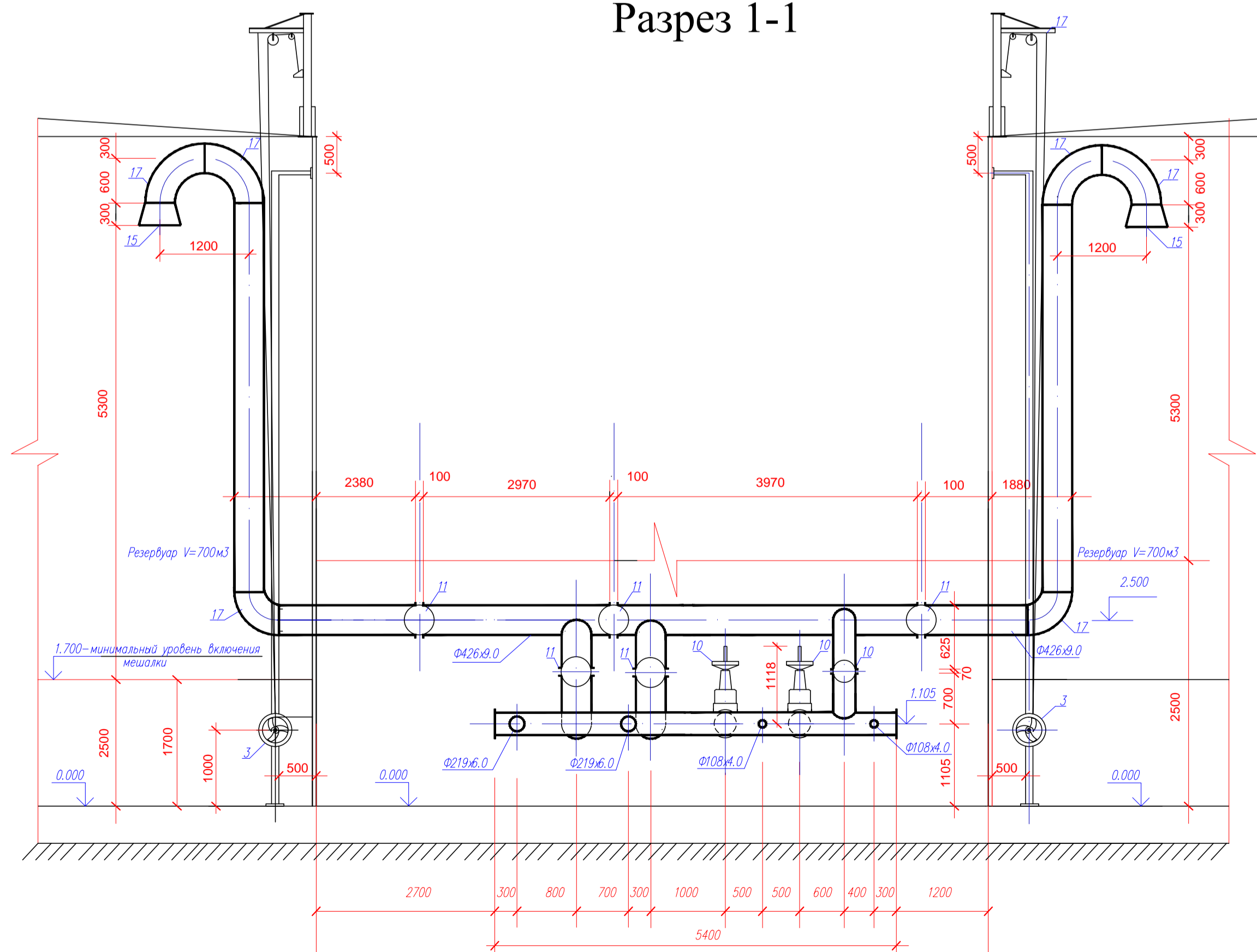
Изм.	Кол-во	Лист	№ Док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листо
Разраб.						Канализация поселка населением 12000 человек	3	4
Пров.								
Консульт.								
Т.контр.						Технологическая схема сооружений биологической очистки сточных вод производительностью 4000 м³/сут	Кафедра ИСЗиС	
Вав.кафедры								

Резервуары-усреднители V=2x700 м³ с насосной станцией

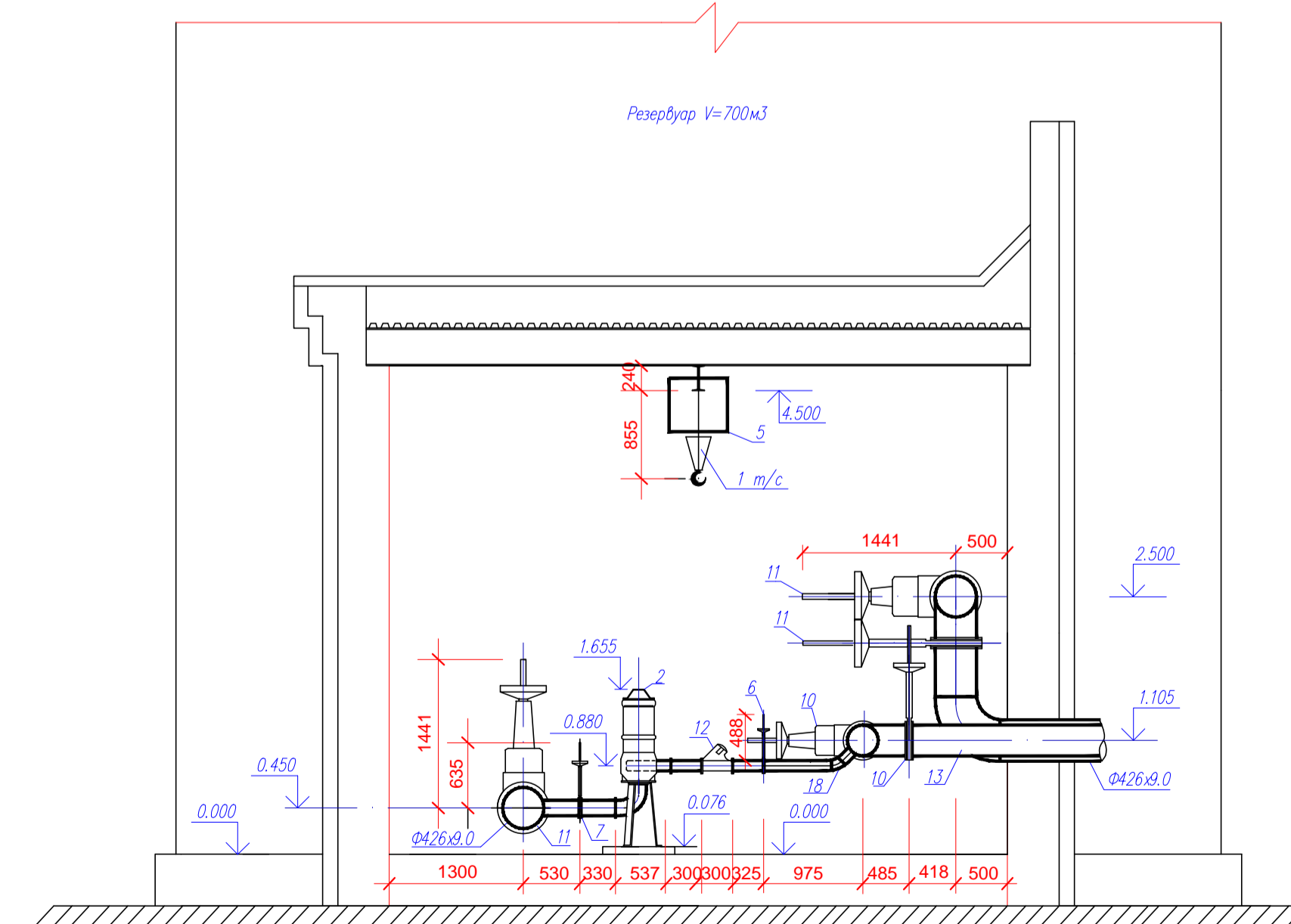
План



Разрез 1-1



Разрез 2 - 2



Экспликация оборудования

№ позиции	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.кг.	Примечан
1	S2224.AL3	Канализационный насос ГРУНДФОС вертикальной "сухой" установки Q=500м³/час, Н=11.0м, N=22.0квт, n=1460об/мин в комплекте с панелью управления	2	510.0	1 раб. 1 ре
2	S110BM3B511	Канализационный насос ГРУНДФОС вертикальной "сухой" установки Q=180м³/час, Н=12.0м, N=12.5квт, n=1460об/мин в комплекте с панелью управления	2	210.0	1 раб. 1 ре
3		Погружная мешалка KSB Апатих С 3231/26 UDG/YDG N=3.43квт. n=920об/мин. в комплекте с подъемным оборудованием, креплением и панелью управления одной мешалкой	4	150.0	2 на склад
4	KB -15	Установка компрессорная Q=0.63м³/мин, Н=1,0МПа с эл.двигателем АИР100L2, N=5,5квт	2	320.0	1 на склад
5	ТЭ100-511	Таль электрическая г/п Тг., N=1.68квт	1	186.0	
TK 24.09.728-90					

Исполн.	Конт. инж.	Лист	Масштаб	Работ.	Дата
Резервуары-усреднители V=2x700 м³ с насосной станцией. План, Разрез 1-1, 2-2.					
Инженер-проектировщик: И.С.Сидоркин					
Станция					
И.С.Сидоркин					