

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

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А. И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« 30 » июня 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Прироообустройство и водопользование»
по направлению

«Разработка технологической схемы локальной модульной станции очистки
сточной воды предприятия «Уяр-Железобетон»»
тема

Научный руководитель

30.06.2020

подпись, дата

канд.техн.наук,

доцент

должность, ученая
степень

О.Г. Дубровская

инициалы, фамилия

Выпускник

30.06.2020

подпись, дата

Д. К. Бугаева

инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологической схемы локальной модульной станции очистки сточной воды предприятия «Уяр-Железобетон», содержит 56 страниц текстового документа, 17 использованных источников, 6 листов графического материала.

Объект бакалаврской работы – комплексные очистные сооружения предприятия Уяр-Железобетон.

Цели бакалаврской работы:

- обоснование технологической схемы для очистки смешанных сточных вод - хоз-бытовых и промышленных (пароконденсата);
- предложение новой технологической схемы;
- замена существующих сооружений;
- эколого-экономическое обоснование технического решения.

Актуальность бакалаврской работы:

- снижение экологической нагрузки от сбросов сточных вод в водоток.
- Снижение эксплуатационных затрат за счёт внедрения оборотного водопользования.
- модернизация схемы водоочистки сточных вод, так же увеличит срок эксплуатации установленного оборудования. Так как это сводится к уменьшению количества отложений на внутренних стенках оборудования.

В результате выполнения бакалаврской работы, была предложена измененная технологическая схема очистки смешанного стока – хоз.бытового и промышленного стока в виде пароконденсата.

Основные направления модернизации технологической схемы:

- расчёт и подбор тонкослойного отстойника.
- расчёт и подбор биофильтрационной установки с выбором загрузки и типом распределения биомассы.
- расчёт и подбор сорбционного напорного фильтра с выбором загрузки.

В итоге был разработан вариант оптимизации существующей схемы водоочистки, с подбором аппаратурного оформления технологической схемы очистки смешанных сточных.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие сведения.....	6
1.1 Характеристика предприятия	6
1.2 Топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, метеорологические и климатические условия земельного участка.....	6
1.3 Особые природно-климатические условия территории	8
1.4 Прочностные и деформационные характеристики грунта	9
1.5 Грунтовые воды.....	11
1.6 Проблемы предприятия в части водоотведения	12
1.7 Существующие методы очистки сточных вод.....	13
2 Технологическая часть	17
2.1 Исходные данные для проектирования	17
2.2 Характеристика технологической схемы	18
2.3 Тонколонный отстойник.....	19
3 Эколого-экономическое обоснование.....	36
3.1 Экономический ущерб от сброса сточных вод и конденсата.....	36
3.2 Анализ снижения эксплуатационных затрат по статье экологические платежи.....	38
4 Мероприятия, обеспечивающие соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных и непроизводственных объектов	40
5 Автоматизация.....	43
5.1 Задачи автоматизации сооружений.....	43
5.2 Особенности автоматизации лос	43
5.3 Потребность в основных видах ресурсов для технологических нужд	44
5.4 Функциональное назначение объекта.....	45
5.5 Характеристика технологической схемы	45
5.6 Описание автоматизированных систем, используемых в производственном процесссе	48
5.7 Разрешительные документы о применении технологического оборудования	52
Заключение	53
Список сокращений.....	54
Список используемых источников.....	54-56

ВВЕДЕНИЕ

Велика и многообразна роль воды в жизни человека. Без воды невозможна развитие органического мира. Без достаточного количества воды соответствующего качества в современной жизни немыслимо развитие ни одной отрасли народного хозяйства. Она является единственным материалом, который практически незаменим. В то же время расход воды непрерывно возрастает. Чрезвычайно быстрыми темпами растет водопотребление промышленности. Имеющиеся запасы и источники воды не могут удовлетворить все возрастающие потребности современного общества при рациональном их использовании и бережном отношении как к природному богатству, которое нужно тщательно охранять.

Водоснабжение - это комплекс мер по обеспечению водой различных потребителей. Среди почти всех отраслей современных технологий, направленных на повышение уровня жизни людей, усовершенствование населенных пунктов и формирование промышленности, водоснабжение занимает огромное и почетное место.

Обеспечение населения чистой, качественной водой имеет большое гигиеническое значение, поскольку защищает людей от различных эпидемических заболеваний. Подача достаточного количества воды в поселок позволяет повысить общий уровень его благоустройства. Осуществление данной задачи, а также обеспечение больших санитарных свойств питьевой воды, требует тщательного отбора естественных источников, их охраны от загрязнения и правильной очистки воды в водопроводной сети.

Развитие промышленности в нашей стране и быстрый рост благоустроенных населенных пунктов требуют усовершенствования методов водоснабжения.

В настоящее время главным направлением увеличения производительности систем водоснабжения считается никак не расширение имеющихся мощностей, а интенсификация действий очистки воды.

1. Общие сведения

1.1 Характеристика предприятия

В разделе приведены предпроектные решения по системам водоотведения объекта «Локальные очистные сооружения общеславной хозяйственно-бытовой канализации и промышленных сточных вод».

Предпроектные решения разработаны в соответствие задания на выполнение НИР по теме «Разработка технологической схемы и расчет сооружений в составе локальных очистных установок на заданную производительность».

Зaproектирована технологическая схема очистки хозяйствственно-бытовых сточных вод жилого сектора и близких к ним по составу производственных сточных вод от промышленных площадок до соответствия ее качества требованиям утвержденных норм допустимого сброса (НДС) и норм «Методических указаний водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов, санитарно-эпидемиологический надзор за водопользованием в промышленных системах водоснабжения промышленных предприятий» (МУ 2.1.5.1183-03).

Подобрано технологическое и вспомогательное оборудование.

Определена потребность сооружений в основных видах ресурсов: трудовых ресурсах, электроэнергии, реагентах и материалах.

Принятые в проекте технические решения соответствуют экологическим, санитарно-гигиеническим нормам, действующим в Российской Федерации, и обеспечивают безопасную эксплуатацию объекта для жизни и здоровья людей в соответствии с мерами, предусмотренными в проекте.

1.2 Топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, метеорологические и климатические условия земельного участка

В административном отношении площадка изысканий расположена в южной части Красноярского края, на восточной окраине г. Уяр, по адресу: улица Ленина, 106, в пределах территории действующего ОАО «Уяржелезобетон» (Рис. 1).

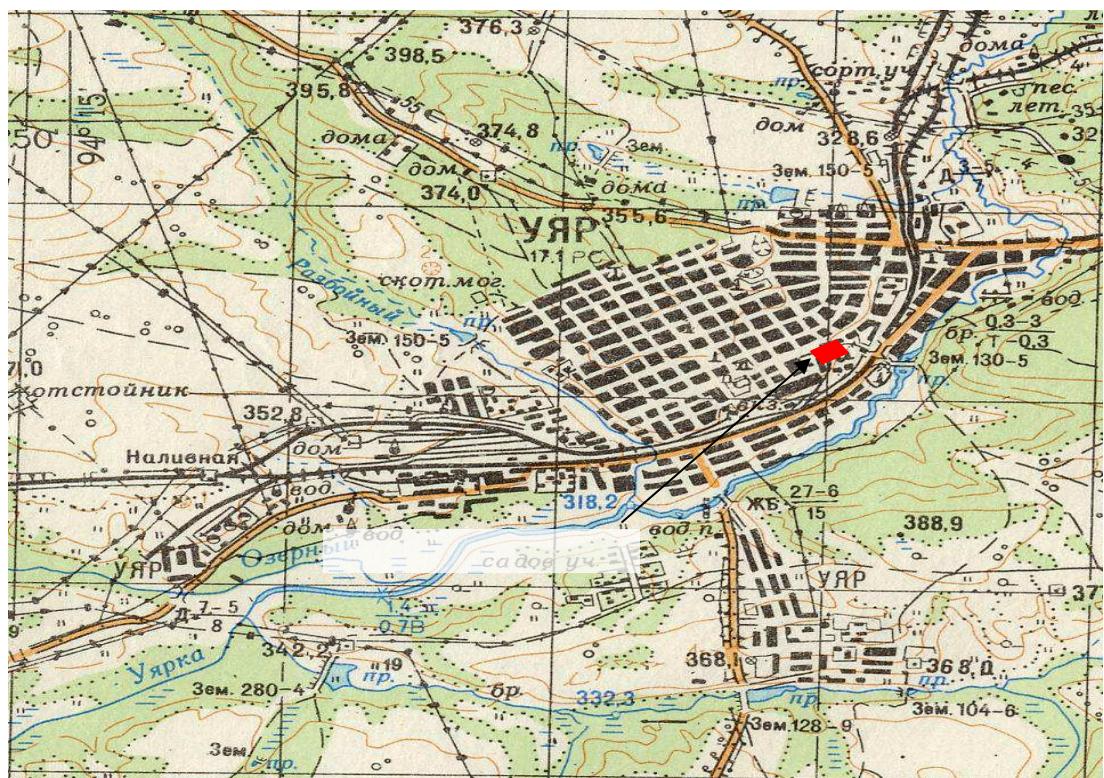


Рисунок 1 - Обзорная схема местоположения участка работ М 1:100000

Территория изыскиваемой площадки застроена зданиями и сооружениями производственного назначения, часть которых находится в заброшенном не эксплуатируемом состоянии, большая часть территории отведена под складирование строительного материала. С восточной стороны площадки на расстоянии около 100-150м проходит железнодорожная магистраль, проложенная на высокой насыпи (рис. 1).

В геоструктурном отношении район работ находится в юго-западной части Сибирской платформы в пределах Рыбинской впадины, характеризующейся полого-холмисто-увалистым равнинным рельефом, расчлененным долинами рек.

В геоморфологическом отношении площадка изысканий расположена в

пределах холмисто-увалистого плато осложненного долиной р. Уярка, протекающей восточнее площадки на расстоянии порядка 330 м.

Современный рельеф площадки преимущественно техногенный, сформированный в процессе инженерного освоения территории при строительстве и эксплуатации завода. Наиболее ярко положительные техногенные формы рельефа выражены в северной части площадки в виде двухступенчатой насыпи, осложненной котлованом и навалами грунтов. Борта насыпи и котлована проросли древесной, кустарниковой и травянистой растительностью. Территория заскладирована строительным материалом, местами завалена строительным мусором. В настоящее время продолжается неорганизованная отсыпка пониженных участков рельефа котельным шлаком и строительным мусором сухим способом.

На момент изысканий абсолютные отметки поверхности площадки изменяются от 337,73м до 337,81м, с направлением поверхностного стока в сторону забалачиваемого лога, прослеживающегося вдоль северо-восточной границы территории завода. Естественный поверхностный сток нарушен.

1.3 Особые природно-климатические условия территории

Согласно СНиП 23-01-99* объект изысканий относится к климатическому подрайону IV. Климатическая характеристика района изысканий приводится по материалам наблюдений метеорологических станций Уяр. Климат района резко континентальный (табл.1).

Таблица 1- Природно-климатические условия

Наименование показателя	Значение
Абсолютная минимальная температура воздуха, °C	минус 55
Абсолютная максимальная температура воздуха, °C	плюс 36
Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 °C	минус 45
Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 °C	минус 42

Температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 °С	минус 48
Температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 °С	минус 46
Температура наиболее холодного месяца – январь, °С	минус 51
Температура наиболее жаркого месяца – июль, °С	плюс 36
Сейсмичность района строительства, по карте ОСР-97-В	6 баллов
Нормативное значение ветрового давления для III района, кПа	0,38
Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м ² горизонтальной поверхности земли для III района, кПа	1,8

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов принимается равной 3.00 м для техногенного грунта и 2.00 м для суглинков (данные приводятся по метеостанции Уяр).

1.4 Прочностные и деформационные характеристики грунта

ИГЭ-1 представлен техногенным грунтом неоднородным по составу, слежавшимся, отсыпаным сухим способом, представленным суглинком буровато-коричневым, черным, полутвердым и тугопластичным, галькой, гравием, щебнем, дресвой, котельным шлаком, древесными остатками, строительным мусором в виде кирпичной и бетонной крошки. Содержание крупнообломочной фракции изменяется от 6% до 43%.

Грунты ИГЭ-1 залегают с дневной поверхности до глубины 3.20 – 3.70 м.

Техногенные грунты ИГЭ-1, залегающие в слое сезонного промерзания и оттаивания, характеризуются как среднепучинистые, согласно таблице Б.27 ГОСТ 25100-95. Касательная сила пучения (τ_{fh}) для бетонной гладкой необработанной поверхности фундамента, может составить 55 кПа при нормативной глубине промерзания 3 м, согласно таблице 6.11 СП 22.13330.2011.

Предварительное расчетное сопротивление грунта ИГЭ-1 можно оценить в таблице В.9 СП 22.13330.2011, согласно которой оно составит ≈ 120 кПа.

Техногенные грунты в качестве несущего слоя не рассматриваются и не рекомендуются, так как залегают в слое сезонного промерзания и оттаивания, крайне неоднородны по составу и условиям залегания.

ИГЭ-2 представлен делювиальным суглинком тугопластичным буро-вато-коричневым, макропористым, ожелезненным, карбонатизированным, с включениями органических веществ.

Грунты ИГЭ-2 имеют широкое распространение, залегают под техногенным грунтом с глубины 3.20–3.70 м до глубины 5.60 м в виде слоя выдержанного по мощности и глубине.

Грунты ИГЭ-2 при значениях коэффициента водонасыщения (S_r) равных 0.9 и 1 переходят в текучепластичное и текучее состояние, при средних значениях показателя текучести (I_L) равных 0.96 и 1.21 соответственно.

ИГЭ-3 представлен делювиальным суглинком мягкотекущим буро-вато-коричневым, ожелезненным, карбонатизированным, с включениями органических веществ.

Грунты ИГЭ-3 залегают под суглинками ИГЭ-2, с глубины 5.60 м до глубины 7.80–9.50 м.

Грунты ИГЭ-3 в естественном залегании находятся в водонасыщенном состоянии, нормативное значение S_r равно 0.90; при S_r равном 1 переходят в текучепластичное состояние, при I_L равном 0.87.

ИГЭ-4 представлен делювиальной глиной тугопластичной буро-вато-коричневой, комковатой, ожелезненной, с сажистыми примазками и включениями дресвы до 10%.

Грунты ИГЭ-4 залегают под суглинками ИГЭ-3 с глубины 7.80-9.50 м до глубины 11.30–11.60 м.

Грунты ИГЭ-4 в естественном залегании находятся в водонасыщенном состоянии, нормативное значение S_r равно 0.91; при S_r равном 1 остаются в

тугопластичном состоянии, при I_L равном 0.41.

ИГЭ-5 представлен делювиальными песками средней крупности буро-вато-коричневыми и зеленовато-серыми средней плотности сложения, средней степени водонасыщения, с маломощными прослойками суглинков тугопластичных, включениями обломочного материала разной степени окатанности от 8% до 20%.

Грунты ИГЭ-5 подстилают глины тугопластичные с глубины 11.30 – 11.60м до глубины 13.30 – 14.50м.

ИГЭ-6 представлен элювиальным суглинком твердым и полутвердым буровато-красным с прослойками зеленовато-серых, местами с дресвой до 10%. Элювиальные отложения являются продуктом выверивания мергелей.

Грунты ИГЭ-6 имеют повсеместное распространение. Залегают под делювиальными отложениями с глубины 13.30 – 14.50м, на полную мощность до разведанной глубины 20.00 м не пройдены.

Грунты ИГЭ-6 в естественном залегании находятся в водонасыщенном состоянии, нормативное значение S_r равно 0.85; при S_r равных 0.9 и 1 остаются в твердом состоянии и переходят в полутвердое состояние, при $I_L < 0$ и равного 0.09 соответственно.

1.5 Грунтовые воды

На период проведения полевых работ с 5 по 6 сентября 2012 года грунтовые воды встречены в обеих скважинах на глубине 7.10м от дневной поверхности, что соответствует абсолютным отметкам 330.6 – 330.7м. Установившийся уровень грунтовых вод соответствует появившемуся. Грунтовые воды безнапорные, порового типа, приурочены к делювиальным отложениям: суглинкам мягкотекучепластичным с линзой текучепластичных. Мощность водовмещающих грунтов изменяется от 4.60 м до 5.80м. Водообильность грунтов различная. Водоупором являются элювиальные суглинки твердые и полутвердые, залегающие с глубины 13.30 – 14.50м, в качестве локаль-

ных водоупорных слоев в разрезе площадки можно рассматривать прослои глины тугопластичной.

Питание грунтовых вод инфильтрационное. Разгрузка их осуществляется в заболачиваемый лог, прослеживающийся вдоль северо-восточной границы участка изысканий. По опросным данным местных жителей заболачивание лога активизировалось в последние 10 лет вероятно в результате недовлетворительного состояния дренажных труб под автомобильной дорогой, проложенной вдоль железной дороги (отмечаются факты намерзания льда возле подземного проезда под железной дорогой).

Во время паводков, обильного выпадения атмосферных осадков и интенсивного снеготаяния возможно поднятие уровня грунтовых вод, поскольку площадка преимущественно сложена слабоводопроницаемыми грунтами, поверхность ее слабодренированная и естественный поверхностный сток нарушен. Предельная высота капилярного поднятия в суглинках может достигать 3.50-6.50 м.

1.6 Проблемы предприятия в части водоотведения

Как следует из практического эксперимента, в настоящее время для очищения сточных вод употребляются более классические способы, которые никак не позволяют добиться высочайшей ступени очищения сточных вод. Установки очистки сточных вод работают в соответствии с принципами механической и химической очистки, а новые эффективные методы практически никогда не применяются из-за высоких затрат на модернизацию и переоборудование очистных сооружений.

Факторы, которые негативно влияют на процессы очистки сточных вод, включают в себя:

- длительная эксплуатация очистных сооружений;
- физическое и моральное старение оборудования, накопление износа оборудования;

- неэффективные, устаревшие технологии очистки;
- нарушение режима работы очистных сооружений;
- высокие нагрузки на очистные сооружения, превышающие их проектные показатели;
- недофинансирование и несвоевременный ремонт;
- недостаток и низкая квалификация персонала.

Решение этих связанных проблем требует новейших технологий, строительства или глубокой модернизации имеющихся очистных сооружений.

Новые системы водоочистки необходимо проектировать по принципу модульности. Модульные системы очистки позволяют создать комплекс очистки, который наилучшим образом подходит характеристикам сточных вод (расход, химический состав, степень загрязнения) и отвечает потребностям к очищенным сточным водам в месте сброса либо запуска в кругооборот.

1.7 Существующие методы очистки сточных вод

Технологические сточные воды предприятий теплоэнергетики существенно загрязнены соединениями тяжелых металлов (железо, цинк, медь, никель, из щелочных — натрий), а также взвешенными веществами и масло- нефтепродуктами.

Очистка сточных вод в общем случае проектируется по следующей схеме:

- приемный резервуар, усреднитель;
- электрофлотокорректор;
- установка ультрафильтрации;

Исследования показывают, что очищенная сточная вода, прошедшая все этапы очистки, имеет следующий примерный химический состав по загрязняющим веществам:

- по металлам: 0,05-0,1 мг/дм³;
- по взвешенным веществам: 0,1-0,5 мг/дм³;
- по масло- и нефтепродуктам: 0,1-2 мг/дм³.

Такие показатели очищенной воды позволяют использовать ее повторно в технологических оборотных циклах. Кроме непосредственной очистки от примесей происходит одновременное умягчение воды. Подготовленная таким образом вода может быть использована для приготовления рабочих растворов кислот и щелочей, необходимых для регенерации ионообменных фильтров.

Накопленный опыт по эксплуатации модульных установок водоочистки при правильном подборе марок оборудования позволяет предприятиям решить не только экологические, но и технологические задачи:

- Сокращается забор свежей воды на производственные нужды.
- Сокращается объем сброса сточных вод.

Сточные воды не содержат высоких концентраций токсичных компонентов, поэтому снижается загрязнение поверхностных водоемов. Очищенные технические воды используются в оборотных циклах.

Проектирование очистных модулей для компоновки системы водоочистки ведется в соответствии с заданными параметрами: объема сточных вод, химического состава исходной воды, требований к составу очищенной сточной воды. Модульный принцип позволяет варьировать тип и производительность установок.

Для замасленного производственного конденсата (ЗПК) определяющими загрязнителями являются взвешенные вещества и нефтепродукты. В процессе очистки от загрязняющих веществ замасленный производственный конденсат проходит следующие последовательные стадии:

- приемный резервуар;

- электрофлотатор;
- напорный фильтр;

После очистки ЗПК имеет следующий состав по остаточным загрязнителям:

- нефтепродукты — 0,05-0,1 мг/дм³;
- взвешенные вещества — 0,1 -0,5 мг/дм³;

Эта композиция позволяет использовать конденсат в промышленной циркуляционной системе или утилизировать его в канализации или на рельеф местности.

Отделение эмульгированных нефтепродуктов из ЗПК проводится методом электрофлотации. Этот аппаратный метод хорошо зарекомендовал себя за счет своих преимуществ перед аналогами:

- Глубину очистки сточной воды можно регулировать, воздействуя на фазово-дисперсное состояние примесей, за счет изменения основного технологического параметра — токовой нагрузки.
- Малый размер и высокая степень дисперсности газовых пузырьков способствуют тому, что на них образуется поверхностный электрический разряд, который улучшает захват капель эмульсий и мелких частиц. Отделение примесей в сточной воде происходит более эффективно.

Очистка конденсата пароподогревателей (КПП).

В технологическом процессе очистки конденсата пароподогревателей КПП загрязняется соединениями тяжелых металлов (железа, цинка, меди), а также взвешенными веществами.

Очистка конденсата пароподогревателей КПП реализуется по безреагентной схеме:

- приемный резервуар, усреднитель;
- электрофлотатор;

- напорный фильтр.

Остаточные концентрации примесей в очищенной сточной воде составляют:

- по железу — 0,05-0,1 мг/дм³;
- по цинку и меди — 0,1-0,5 мг/дм³;
- по взвешенным веществам — 0,5-1,0 мг/дм³.

Такой состав позволяет выпускать очищенную сточную воду в систему городской канализации.

2 Технологическая часть

2.1 Исходные данные для проектирования

В настоящее время (по представлению заказчика) централизованного водоотведения и очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод с проектируемой площадки и части жилого сектора нет.

Разработка технологической схемы и расчет сооружений в составе локальных очистных установок на заданную производительность в данной работе произведена на основании лучших доступных технологий, нормативной базы РФ и собственным разработкам ФГАОУ ВО СФУ ИСИ.

Согласно данным утвержденных «Нормативов допустимого сброса» количество сбрасываемых сточных вод составляет 22,484 тыс. м³/год, 61,6 м³/сут, 6,083 м³/ч. В соответствии с балансом водопотребления и водоотведения доля промышленных сточных вод в общем стоке составляет до 10%.

Фактические и допустимые концентрации загрязнений по данным протоколов анализов сточных вод (модельный сток) приведены в табл.1.

Таблица 1 – Характеристика сточных вод

№ п.п	Наименование показателя	Ед. изм.	Концентрация загрязнений		НДС на сбое	Расчетно-экспериментальный эффект очистки, %
			Вход в ЛОС	Выход с ЛОС		
1	2	3	4	5	6	7
1	pH		8,0	7,9	6,5-8,5	-
2	ХПК	мгO ₂ /л	250,0	3,85	15	98
3	Взвешенные в-ва	мг/л	69,2	1,15	6,0	98,3
4	БПК _{полн}	мгO ₂ /л	147,4	2,43	3,0	98
5	БПК ₅	мгO ₂ /л	98,2	2,58	2,0	97
6	Нефтепродукты	мг/л	1,063	0,026	0,05	97,5
7	Железо (растворимая форма)	мг/л	0,35	0,23	0,3	Не требуется дополнительная очистка
8	Марганец	мг/л	0,022	0,021	0,05	Не требуется дополнительная очистка
9	Медь	мг/л	0,003	0,002	0,004	Не требуется дополнительная очистка
10	Цинк	мг/л	0,027	0,023	0,04	Не требуется дополнительная очистка

						чистка
11	Аммоний-ион	мг/л	5,3	0,44	0,5	91,6
12	Нитрат-ион	мг/л	7,1	0,610	8	91,4
13	Нитрит-ион	мг/л	0,06	0,024	0,08	Не требуется допо- чистка
14	СПАВ	мг/л	1,14	0,14	0,14	87,7
15	Сульфаты	мг/л	37	6,60	34	82,2
16	Хлориды	мг/л	21	11,5	17	45,2
17	Фосфаты по Р	мг/л	0,29	0,017	0,15	94

В соответствии с техническим заданием, планируемое увеличение количества хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод составит 100 м³/сут и 200 м³/сут. Данное увеличение решается модульной компактной ЛОС. В канализационную насосную станцию с приемными резервуарами может производиться вывоз хозяйственно-бытовых сточных вод от жилой застройки, сбор стоков от которой производится в индивидуальные септики от жилой застройки. Качественная составляющая планируемого стока соответствует хозяйственно-бытовым сточным водам.

2.2 Характеристика технологической схемы

Для достижения необходимой степени очистки принята технологическая схема со следующим набором сооружений и оборудования:

- канализационная насосная станция с приемными резервуарами;
- канализационная насосная станция;
- производственный корпус, в котором установлено следующее оборудование: камера гашения напора, решетки механические ступенчатые РС-240, сооружения обработки осадка (шнековый дегидратор), насосное и компрессорно-воздуходувное оборудование;
- блок емкостей: в состав которого входят следующие сооружения: первичный отстойник с ламинарным модулем, биореактор, вторичный отстойник, камера биологически очищенных сточных вод, оборудованная системой ультрафиолетового обеззараживания, приемная камера осадка.

2.3 Тонкослойный отстойник

Тонкослойные отстойники употребляются для очищения средних и глубочайших сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов. Процесс осаждения примесей происходит в узком слое воды внутри тонкослойного модуля с наклонными веществами. Таковая система позволяет скорее падать взвеси, а подобранные примеси перед деянием силы тяжести скатываются книзу сообразно склону в зоне флокуляции и уплотнения осадка.

Чем меньше толщина слоя сточной воды, тем меньше удельная нагрузка на площадь отстаивания. В этом случае эффект уменьшается, когда движущиеся частицы удерживают поток жидкости, а гидродинамические характеристики потока жидкости стабилизируются.

Для устойчивого потока жидкостей нужно, чтобы энергия перемещения частиц воды была наиболее проявленной, нежели воздействие силы тяжести. Вихревые действия (турбулентность) наращивают пропускную способность ненужного потока.

Первичное отстаивание

Рассчитывается необходимый эффект осветления в отстойниках Э:

$$\mathcal{E} = 100 \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} \quad (1)$$

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

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

По табл. 2 в зависимости от расхода сточных вод и необходимого эффекта осветления выбирается конструктивный тип отстойников.

$$\mathcal{E} = 100 \frac{340 - 0,6}{340} = 99,8\%$$

Таблица 2 – Производительность и эффект осветления различных отстойников

Отстойники	Производительность очистной станции, тыс. м ³ /сут	Эффект осветления, %
Горизонтальные	15-100	50-60
Вертикальные - с нисходяще-восходящим потоком	2-20	40 60-65
Радиальные	свыше 20	50-55
С вращающимся сборно-распределительным устройством	свыше 20	80
Тонкослойные	-	65

Горизонтальные отстойники

1. Определяется значение гидравлической крупности u_0 :

$$u_0 = \frac{1000 H_{set} K_{set}}{t_{set} (\frac{H_{set} K_{set}}{h_1})^{n_2}} \quad (2)$$

где H_{set} – глубина проточной части в отстойнике, м, (табл. 4);

K_{set} – коэффициент использования объема проточной части отстойника (табл. 4);

t_{set} – продолжительность отстаивания, для городских сточных вод эту величину допускается принимать по табл. 3;

h_1 – глубина слоя, равная 0,5 м;

n_2 – показатель степени, для городских сточных вод его следует определять по рис. 2.

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 1,5 \cdot 0,5}{2 \cdot \left(\frac{1,5 \cdot 0,5}{0,5}\right)^{0,24}} = 340 \text{ мм/с}$$

2. Рассчитывается суммарная ширина всех отделений отстойника ΣB :

$$\Sigma B = \frac{1000 q_{max}}{v_w H_{set}} \quad (3)$$

где q_{max} – максимальный секундный расход сточной воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

v_w – скорость рабочего потока, мм/с (табл. 4).

$$\Sigma B = \frac{1000 \cdot 50}{5 \cdot 1,5} = 6,7 \text{ м}$$

3. По табл. 4 принимается ширина одного отделения отстойника B_{set} , м (в пределах $2H_{set} - 5H_{set}$). Рекомендуется выбрать ширину отделения, кратную 3 м.

Определяется число отделений отстойника n (должно быть не менее двух):

$$n = \frac{\sum B}{B_{set}} = \frac{6,7}{3} = 2,2 \approx 2 \quad (4)$$

$$n = \frac{6,7}{3} = 2,2 \approx 2$$

Таблица 3 – Продолжительность отстаивания воды в зависимости от эффекта ее осветления

Эффект осветления, %	Продолжительность отстаивания в зависимости t_{set} , с, в слое $h_1=500$ мм при концентрации взвешенных веществ, мг/л		
	200	300	400
20	600	540	480
30	960	900	840
40	1440	1200	1080
50	2160	1800	1500
60	7200	3600	2700
70	-	-	7200

Таблица 4 – Расчетные параметры первичных отстойников

Отстойник	Коэффициент использования объема K_{set}	Рабочая глубина отстойной части H_{set} , м	Ширина B_{set} , м	Скорость рабочего потока v_w , мм/с	Уклон днища к иловому приемнику
Горизонтальный	0,5	1,5-4	$2H_{set} - 5H_{set}$	5-10	0,005-0,05
Радиальный	0,45	1,5-5	-	5-10	0,005-0,05
Вертикальный	0,35	2,7-3,8	-	-	-
С вращающимся сборно-распределительным устройством	0,85	0,8-1,2	-	-	0,05
С нисходяще-восходящим потоком	0,65	2,7-3,8	-	$2u_0 - 3u_0$	-
С тонкослойными блоками: -противоточная (прямоточная) схема работы	0,5-0,7	0,025-0,2	2,6	-	-

-перекрестная схема работы	0,8	0,025-0,2	1,5	-	0,005
-------------------------------	-----	-----------	-----	---	-------

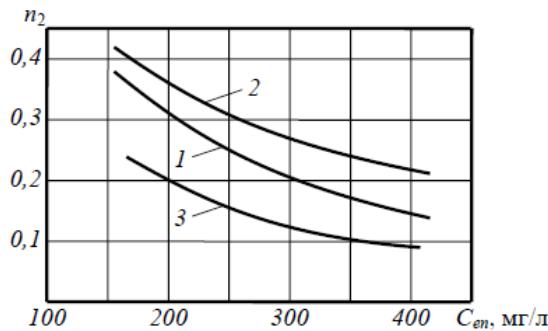


Рисунок 2 – Зависимость показателя степени n_2 от исходной концентрации взвешенных веществ в городских сточных водах C_{en} при эффекте отстаивания: 1 – при $\mathcal{E}=50\%$; 2 – при $\mathcal{E}=60\%$; 3 – при $\mathcal{E}=70\%$

4. Проверяется скорость рабочего потока v_w :

$$v_w = \frac{1000 q_{max}}{H_{set} B_{set} n} \quad (5)$$

$$v_w = \frac{1000 \cdot 50}{1,5 \cdot 3 \cdot 2} = 5,5 \text{ мм/с}$$

Скорость должна быть в пределах, указанных в табл. 4. Если это условие не соблюдается, изменяют величину H_{set} и скорость рабочего потока пересчитывают.

5. Определяется длина отстойника L_{set} :

$$L_{set} = \frac{v_w H_{set}}{K_{set} (u_0 - v_{tb})} \quad (6)$$

где v_{tb} – скорость турбулентной составляющей, мм/с, принимается по табл.5.

$$L_{set} = \frac{5,5 \cdot 1,5}{0,5 (340 - 0)} = 0,05 \text{ м}$$

Таблица 5 – Тurbulentная составляющая в зависимости от скорости рабочего потока

Скорость рабочего потока v_w , мм/с	5	10	15
Тurbulentная составляющая v_{tb} , мм/с	0	0,05	0,1

6. Рассчитывается полная строительная высота отстойника на выходе H :

$$H = H_{set} + H_1 + H_2 \quad (7)$$

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

H_2 – высота нейтрального слоя (от дна на выходе), равная 0,3 м.

$$H = 1,5 + 0,3 + 0,3 = 2,1 \text{ м}$$

7. Определяется количество осадка Q_{mud} , выделяемого при отстаивании за сутки:

$$Q_{mud} = \frac{Q(C_{\text{вп}} - C_{\text{вх}})}{(100-p)\gamma_{mid} \cdot 10^4} \quad (8)$$

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

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

γ_{mud} – плотность осадка, равная 1 г/см³.

$$Q_{mud} = \frac{16,67 \cdot (340 - 329)}{(100 - 94) \cdot 1 \cdot 10^4} = 30,56 \text{ м}^3/\text{сут}$$

8. Определяется вместимость приемника одного отстойника для сбора осадка W_{mud} :

$$W_{mud} = \frac{1}{6} (B_{set} - 0,5) (B_{set}^2 + 0,5B_{set} + 0,25) \operatorname{tg} \alpha \quad (9)$$

где α – угол наклона стенок приемника, равный $50\text{--}55^\circ$.

$$W_{mud} = \frac{1}{6} (3 - 0,5) (3^2 + 0,5 \cdot 3 + 0,25) \cdot \operatorname{tg} 50 = 1,2 \text{ м}^3$$

9. Определяется период между выгрузками осадка из отстойника T :

$$T = 24n \cdot \frac{W_{mud}}{Q_{mud}} \quad (10)$$

$$T = 24 \cdot 1 \cdot \frac{1,2}{30,56} = 1,88 \approx 2 \text{ ч}$$

Вторичное отстаивание

1. Рассчитывается нагрузка воды на поверхность отстойника q_{ssb} .

После биофильтров эта нагрузка определяется по формуле:

$$q_{ssb} = 3,6K_{set}u_0 \quad (11)$$

где u_0 – гидравлическая крупность биопленки, при полной биологической очистке равная $1,4 \text{ мм/с}$;

K_{set} – коэффициент использования объема отстойника (табл. 4).

$$q_{ssb} = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 1,4 = 2,52 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

После аэротенков эта нагрузка рассчитывается по формуле:

$$q_{ss} = \frac{4,5 K_{ss} H_{set}^{0,8}}{(0,1 J_i a_i)^{0,5 - 0,01 a_t}} \quad (12)$$

где H_{set} – рабочая глубина отстойника, м;

a_i – доза активного ила в аэротенке, не более 15 г/л;

a_t – требуемая концентрация ила в осветленной воде, не менее 10 мг/л;

K_{ss} – коэффициент использования объема зоны отстаивания, принимаемый для радиальных отстойников – 0,4, вертикальных – 0,35, вертикальных с периферийным впуском – 0,5, горизонтальных – 0,45;

J_i – иловый индекс = 0,9, см³/г.

$$q_{ss} = \frac{4,5 \cdot 0,45 \cdot 1,5^{0,8}}{(0,1 \cdot 0,9 \cdot 9)^{0,5 - 0,01 \cdot 5}} = 3,08 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

2. Принимается количество отделений отстойников n , не менее трех.

3. Определяется площадь одного отделения отстойника F после биофильтров с рециркуляцией:

$$F = \frac{q_w(1+K_{rec})}{n \cdot q_{ss}} \quad (13)$$

где q_w – максимальный часовой расход воды, м³/ч;

K_{rec} – коэффициент рециркуляции.

$$F = \frac{2083(1+1,2)}{3 \cdot 3,08} = 495,95 \text{ м}^2$$

Дальнейший расчет ведется в зависимости от конструктивного типа отстойника.

4. По табл. 4 принимается ширина одного отделения отстойника B_{set} , м, (в пределах $2H_{set} - 5H_{set}$). Рекомендуется выбрать ширину отделения, кратную 3 м.

5. Определяется длина отстойника L_{set} :

$$L_{set} = \frac{q_w}{nB_{set}} \quad (14)$$

$$L_{set} = \frac{2083}{3 \cdot 3} = 231,4 \text{ м}$$

6. Рассчитывается полная строительная высота отстойника на выходе H :

$$H = H_{set} + H_1 + H_2 + H_3 \quad (15)$$

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

H_2 – высота нейтрального слоя (от дна на выходе), равная 0,3 м;

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

$$H = 1,5 + 0,4 + 0,3 + 0,3 = 2,5 \text{ м}$$

7. Определяется количество осадка Q_{mud} , выделяемого при отстаивании. Для отстойников после биофильтров количество осадка (биопленки) Q_{mud} рассчитывается по формуле:

$$Q_{mud} = \frac{100q_{mud}QL_{en}}{10^6(100-p_{mud})a} \quad (16)$$

где q_{mud} – удельное количество избыточной биопленки, равное 8 г/(чел сут) – для капельных биофильтров и 28 г/(чел сут) – для высоконагруженых биофильтров;

p_{mud} – влажность биопленки, равная 96%;

a – количество БПК_{полн} в сточной воде на одного жителя в сутки, г/(чел сут);

Q – суточный расход сточных вод, м³/сут;

L_{en} – БПК_{полн} поступающей в биофильтры сточной воды, мг/л.

$$Q_{mud} = \frac{100 \cdot 28 \cdot 50 \cdot 0,15}{10^6(100-96) \cdot 60} = 8,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для отстойников после аэротенков количество осадка (активного ила) Q_{mud} рассчитывается по формуле :

$$Q_{mud} = \frac{Q(1000a_i - a_t)}{(100-p_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} \quad (17)$$

где p_{mud} – влажность активного ила, равная 99,2–99,7%;

γ_{mud} – плотность активного ила, равная 1 г/см³.

$$Q_{mud} = \frac{16,67(100 \cdot 9 - 5)}{(100 - 99,5) \cdot 1 \cdot 10^4} = 2,98 \text{ м}^3/\text{сут}$$

8. По формуле определяется вместимость приемника одного отстойника для сбора осадка W_{mud} :

$$W_{mud} = \frac{1}{6} (B_{set} - 0,5) (B_{set}^2 + 0,5B_{set} + 0,25) \operatorname{tg}\alpha \quad (18)$$

где α – угол наклона стенок приямка, равный $50\text{--}55^\circ$.

$$W_{mud} = \frac{1}{6} (3 - 0,5) (3^2 + 0,5 \cdot 3 + 0,25) \cdot \operatorname{tg}50 = 1,2 \text{ м}^3$$

9. По формуле 10 определяется период между выгрузками осадка из отстойника T :

$$T = 24 \cdot 3 \cdot 1,2 / 8,75 = 9,87 \approx 10 \text{ ч},$$

$$T = 24 \cdot 3 \cdot 1,2 / 2,98 = 28,99 \approx 30 \text{ ч}.$$

Объем усреднителей

1. Принимается глубина усреднителя H (в пределах 3–6 м), количество секций n (не менее двух) и определяется площадь каждой секции усреднителя F :

$$F = \frac{W}{n \cdot H} \quad (19)$$

где W – объем усреднителя, м^3 .

$$F = \frac{2083}{3 \cdot 4} = 173,6 \text{ м}^2$$

2. Назначается ширина секции $B = 2,5 \text{ м}$ и определяется длина усреднителя L :

$$L = \frac{F}{B} \quad (20)$$

$$L = \frac{173,6}{2,5} = 69,44 \text{ м}$$

3. Назначается количество каналов в одной секции n_{can} , которое должно быть не меньше трех. Рассчитывается ширина каждого i -того канала b_i :

$$b_i = \frac{3(i-0,5)}{n_{can}(n_{can}-1)} \left(\frac{2n_{can}-1}{n_{can}} - \frac{2i}{n_{can}+1} \right) B \quad (21)$$

$$b_i = \frac{3(0,75-0,5)}{3(3-1)} \left(\frac{2 \cdot 3 - 1}{3} - \frac{2 \cdot 0,75}{3 + 1} \right) \cdot 2,5 = 0,4 \text{ м}$$

4. Определяется расход воды в каждом i -том канале усреднителя q_i :

$$q_i = \left(\frac{2n_{can}-1}{n_{can}(n_{can}-1)} - \frac{2i}{(n_{can}^2-1)} \right) \frac{q_{max}}{n} \quad (22)$$

где q_{max} – максимальный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$q_i = \left(\frac{2 \cdot 3 - 1}{3(3-1)} - \frac{2 \cdot 0,75}{(3^2-1)} \right) \cdot \frac{2083}{3} = 446,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5. Рассчитывается площадь поперечного сечения распределительного лотка водной секции усреднителя ω :

$$\omega = \frac{q_{max}}{3600 n v} \quad (23)$$

где v – скорость течения в лотке, которая должна быть не менее 0,4 м/с.

$$\omega = \frac{16,67}{3600 \cdot 3 \cdot 0,4} = 0,004 \text{ м}^2$$

Подбираются размеры лотка прямоугольного сечения – ширина b_0 и глубина h_0 , м.

6. Находится площадь донного ω_{oi} и бокового ω_{bi} отверстия в распределительном лотке для каждого канала:

$$\omega_i = \frac{q_i \mu}{3600 \sqrt{2gh_0}} \quad (24)$$

где μ – коэффициент расхода отверстия, равный для донного цилиндрического отверстия $\mu = 0,8$, для бокового прямоугольного отверстия $\mu = 0,7$;

h_0 – глубина воды в распределительном лотке усреднителя, 0,6 м.

$$\omega_i = \frac{446,1 \cdot 0,8}{3600 \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,6}} = 0,03 \text{ м}^2$$

Фильтры

1. По табл. 6 выбираются необходимые для дальнейшего расчета параметры – скорость фильтрования при нормальном (v_ϕ) и форсированном режиме ($v_{\phi,f}$), м/ч, интенсивность промывки водой и воздухом w , л/(с·м²), а также продолжительность промывки t , мин, и продолжительность фильтроцикла T_ϕ , ч.

2.

Таблица 6 – Расчетные параметры фильтров с зернистой загрузкой

Фильтр	Параметры фильтрующей загрузки	Высота слоя, м	Скорость фильтрования, м/ч, при режиме	Интенсивность промывки, мытки, при продолжительности этапа промывки	продолжительность этапа промывки
--------	--------------------------------	----------------	--	---	----------------------------------

Двухслойный с подачей воды сверху вниз		Однослойный с подачей воды снизу вверх		Однослойный крупнозернистый с подачей воды сверху вниз		Однослойный мелкозернистый с подачей воды сверху вниз	
Антрацит или керамзит.		Кварцевый песок. Поддерживающие слои - гравий		Гранитный щебень		Кварцевый песок. Поддерживающие слои - гравий	
Кварцевый песок. Поддерживающие слои - гравий		1,2		2		1,2-1,3	
1,2		2		1,5-1,7		0,15-0,2	
0,7		1,6		-		0,1-0,15	
2		5		-		0,1-0,15	
5		10		-		0,2-0,25	
10		30		-		0,2-0,25	
20		40		-		0,2-0,25	

2. Определяется расчетный расход сточной воды, подаваемой на фильтры Q_f :

$$Q_{\phi} = 20,4q_w \quad (25)$$

где q_w – максимальный часовой приток сточной воды, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$Q_{\phi} = 20,4 \cdot 16,67 = 340,07 \text{ м}^2/\text{сут}$$

3. Находится количество промывок каждого фильтра за сутки n :

$$n = \frac{24}{T_{\phi}} \quad (26)$$

$$n = \frac{24}{12} = 2$$

4. Рассчитывается общая площадь фильтров F_{ϕ} :

$$F_{\phi} = \frac{Q_{\phi}(1+m)}{v_{\phi}(T-nt_4/60)-0,06n(w_1t_1+w_2t_2+w_3t_3)} \quad (27)$$

где m – коэффициент, учитывающий расход воды на промывку барабанных сеток, равный 0,003–0,005;

w_1 – интенсивность, 16–18 л/(с· м^2) начального взрыхления верхнего слоя загрузки продолжительностью $t_1 = 3$, мин;

w_2 – интенсивность подачи воды, 12 л/(с· м^2) с продолжительностью водовоздушной промывки $t_2 = 5$, мин;

w_3 – интенсивность промывки, 10 л/(с· м^2) продолжительностью $t_3 = 12$, мин;

t_4 – продолжительностьостоя фильтра в связи с промывкой, равная 20 мин;

T – продолжительность работы станции в течение суток, 24 ч.

$$F_{\Phi} = \frac{340,07(1+0,003)}{8\left(24-2\cdot\frac{20}{60}\right)-0,06\cdot2(16\cdot3+12\cdot5+10\cdot12)} = 2,14 \text{ м}^2$$

5. Определяется число секций фильтров N и площадь одной секции фильтра F_1 :

$$N = 0,5\sqrt{F_{\Phi}} \quad (28)$$

$$F_1 = \frac{F_{\Phi}}{N} \quad (29)$$

$$N = 0,5\sqrt{2,14} = 0,73$$

$$F_1 = \frac{2,14}{0,73} = 2,93 \text{ м}^2$$

Общее количество секций фильтров N должно быть не менее четырех: один в резерве, один на промывке и два рабочих. По рассчитанной площади F_1 принимаются размеры в плане одного фильтра.

6. Принимается количество секций фильтров, находящихся в ремонте $N_p = 1$: один или более. Рассчитывается скорость фильтрования воды при форсированном режиме работы (т.е. при отключении фильтров на промывку и ремонт) $v_{\phi,\phi}$:

$$v_{\phi,\phi} = \frac{v_{\phi}\cdot N}{N_p - N} \quad (30)$$

$$v_{\phi,\phi} = \frac{7\cdot0,73}{1-0,73} = 18,9$$

3 Эколого-экономическое обоснование

3.1 Экономический ущерб от сброса сточных вод

Служба компании ЛОС в реальном режиме очищения сточных вод, с поддержкою биопруда и блоков фильтров, никак не позволяет очистить стоки по значений ПДК. Остаточные концентрации в разы превосходят нормы, лимитирующими признаком считаются нефтепродукты и ожиженная соли зольности. В взаимосвязи с этим предприятие платит огромный ежегодный

ущерб.

Величина ущерба от сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод определяется по формуле:

$$Y = K_B \cdot K_{BГ} \cdot K_{ин} \cdot \sum_{i=1}^n (H_i \cdot M_i) \cdot K_{из}, \text{тыс. руб} \quad (31)$$

где K_B – коэффициент, учитывающий экологические факторы 1,36;

$K_{BГ}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года 1,4;

$K_{ин}$ – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития на 2016 г. составляет 2,56;

H_i – таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го загрязняющего вещества в водные объекты;

$K_{из}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия загрязняющих веществ;

M_i – масса сброшенного i -го загрязняющего вещества определяется по каждому загрязняющему веществу.

Масса сброшенного загрязняющего вещества в составе сточных вод определяется по формуле:

$$M_i = Q \cdot (C_{\phi i} \cdot C_{di}) \cdot T \cdot 10^{-6}, \text{т} \quad (32)$$

где i – загрязняющее вещество, по которому исчисляется размер вреда;

Q – расход сточных вод с превышением содержания i -го загрязняющего вещества $\text{м}^3/\text{ч}$;

$C_{\phi i}$ – средняя фактическая за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах, определяемая по результатам анализов аккредитованной лаборатории как средняя арифметическая из общего количества результатов анализов (не менее 3-х) за период времени T , $\text{мг}/\text{л}$;

C_{di} – допустимая концентрация i-го загрязняющего вещества в пределах норматива допустимого сброса (НДС) или лимита сброса при его наличии на период проведения мероприятий по снижению сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, мг/л;

T – продолжительность сброса сточных вод с повышенным содержанием загрязняющих веществ, с момента обнаружения сброса и до его прекращения, ч;

10^{-6} – коэффициент перевода массы загрязняющего вещества в тонны.

Таблица 7 – Расчёт размера вреда от сброса сточных вод

Наименование загрязняющего вещества (класс опасности)	ПДК, мг/л	Такса Н, тыс. руб./т	Масса сброшенного загрязняющего вещества М,т	Коэффициент К _{из}	Размер вреда от сброса загрязняющего вещества У, тыс. руб.
БПК _{полн}	3	170	0,015	1	8,0325
Фосфаты(4)	0,15	510	0,001296	1	2,0820
Железо общее(4)	0,3	280	0,000118	1	0,1587
Сульфаты(4)	100	5	0,002592	1	0,0408
Хлориды(4)	300	5	1,193379	1	18,7957
Итоговая сумма (за сброс неочищенной сточной воды), тыс.руб					29,1097
Итоговая сумма за сброс неочищенной сточной воды в год					3522,27

3.2 Анализ снижения эксплуатационных затрат по статье экологические платежи

Высокая степень очистки позволяет повторно использовать очищенную воду для технических целей, в том числе для орошения территорий, восполнения потерь оборотной воды (в закрытых системах отопления, системах мойки с циркуляцией), подачи сантехники в туалеты и писсуары (по согласо-

ванию с органами санитарно-эпидемиологического надзора) и выполнения ряда технических требований, то есть позволяет повторно использовать очищенные сточные воды. Это значительно снижает потребление воды в технических целях и снижает на 35% сброс в водоемы.

Предоставляя тех. условия и внедряя внедрение используемой воды, Уяр-Железобетон понизил эксплуатационные затраты на 3 522 270,00 руб., что составляет 12% от единых эксплуатационных затрат.

Финансовая необходимость применения новейшей системы очищения и очищения сточных вод ориентируется с учетом уменьшения (сообразно сопоставлению с классическими технологиями очищения) последующих капитальных и эксплуатационных издержек: снижается цену на территории, отводимой перед очистные постройки; размер емкостного оснащения, спостроек и построек миниатюризируется; исключаются (минимизируются) риски получения санкций за превышение нормативов допустимых сбросов; снижение потребности в промышленной воде за счет использования очищенных сточных вод; при полном использовании восстановленной воды для технического водоснабжения объем сбрасываемых сточных вод в водоеме уменьшается.

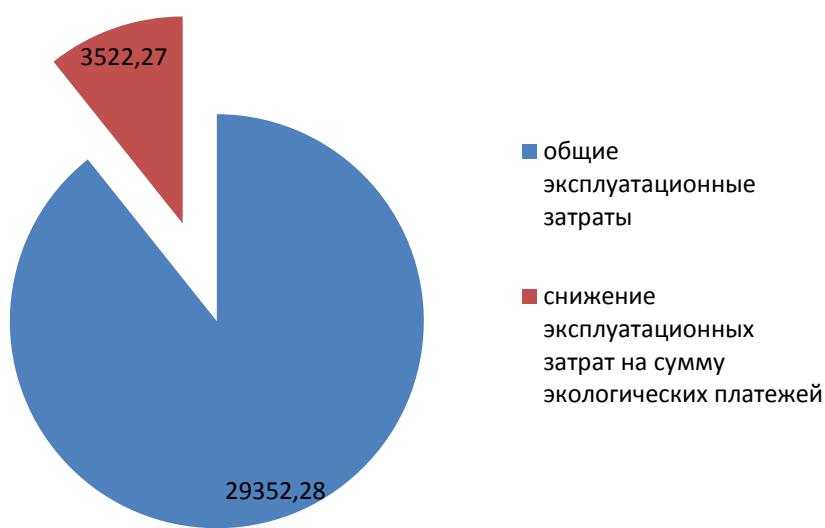


Рисунок 3 – Анализ эксплуатационных затрат

4. Мероприятия, обеспечивающие соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных и непроизводственных объектов

Рабочие места работников должны соответствовать требованиям охраны здоровья и обеспечения безопасности.

Размещение основного, вспомогательного технологического оборудования и эксплуатационного персонала предусматривается в отапливаемом производственном корпусе площадки. Компоновочные решения проекта по размещению основного и вспомогательного оборудования учитывают основные требования по организации безопасных условий труда эксплуатационного персонала.

Для проведения монтажных работ при эксплуатации и ремонте очист-

ных сооружений предусмотрено грузоподъемное оборудование в производственном корпусе и сливной станции.

При эксплуатации запроектированных сооружений можно выделить следующие опасные рабочие места:

- проведение работ вблизи открытых электродвигателей насосного оборудования.

Для безопасности выполнения работ вблизи электродвигателей насосного и компрессорного оборудования предусмотрены следующие мероприятия:

- компоновка насосного оборудования предусматривает подход с трех сторон, ширину проходов между выступающими габаритами не менее 700 мм;

- все насосное оборудование устанавливается на виброизолирующих опорах или плитах;

- все электрооборудование заземлено, имеет электроблокировку в случае короткого замыкания.

Эксплуатация электрооборудования осуществляется в соответствие с «Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Для технических нужд в канализационную насосную станцию с приемными резервуарами предусмотрена подача очищенной сточной воды по трубопроводу «К16Н», который запитывается от внеплощадочной сети «К16Н».

Для всего эксплуатационного персонала необходимо знание правил поведения при объявлении пожарной тревоги и умение оказать первую помощь при несчастных случаях.

Источниками шума является постоянно работающее насосное оборудование. В местах установки оборудования пребывание эксплуатационного персонала периодическое, в соответствие с технологическим регламентом или планом профилактически-ремонтных работ. Звуковое давление насосного оборудования не превышает допустимых норм, дополнительных меропри-

ятий по снижению звукового давления не предусмотрено.

Для хозяйствственно-бытовых нужд, работающих в производственном корпусе предусмотрен хозяйственно-питьевой водопровод «В1», который запитывается от внутриплощадочной сети питьевого и противопожарного водопровода.

Внутреннее пожаротушение запроектированных помещений не требуется.

Наружное пожаротушение осуществляется из пожарного гидранта, установленного на существующих внутриплощадочных сетях водоснабжения «В1».

Принято следующее искусственное освещение:

- в помещениях канализационной насосной станции с приемными резервуарами, производственного корпуса, венткамеры, санузла, коридорах – 75 лк;
- в помещениях, компрессорной и помещении резервуаров – 100 лк;
- в помещениях электрощитовой и насосной – 150 лк;
- в комнате дежурного – 300 лк.

Также предусмотрено аварийное и эвакуационное освещение. На путях эвакуации установлены табло с надписью «Выход».

В соответствие с санитарной характеристикой производственных процессов работы, производимые в производственном корпусе, относятся к группе II в (процессы, при которых возможно намокание спецодежды).

Для обеспечения санитарно-бытовых условий работающих в административно бытовой части производственного корпуса предусмотрены санузел и помещение дежурного.

5 Автоматизация

5.1 Задачи автоматизации сооружений

Автоматическое управление не может рассматриваться вне их связи с объектом управления. В принципе система автоматического управления является замкнутой. В таких системах на практике на процесс влияют как прямые, так и обратные связи между системными соединениями.

Автоматизация хорошо налаженного технического процесса позволяет получать высокие технико-экономические и качественные показатели.

Задача управления производственным процессом включает в себя управление всеми простыми целями, этим процессом и связывание их между собой.

Важнейшей задачей для повышения эффективности автоматизации и ее

широкого внедрения в системы водоподготовки является разработка надежных и простых контрольно-измерительных приборов, которые могут использоваться в качестве датчиков в системах автоматического управления.

Процесс в развитии автоматики в нашей стране создает все условия для успешной автоматизации систем водоподготовки.

5.2 Особенности автоматизации ЛОС

В современном мире очистные сооружения стали необходимым продолжением и неотъемлемой частью технологических процессов промышленного производства, особенно потребления большого количества воды. Это связано с растущей нехваткой воды как природного ресурса и необходимости защищать его источники, что привело к ужесточению требований к качеству сбрасываемой воды как в естественных водоемах, так и в городских канализационных сетях, а также к усилению санкций за их несоблюдение.

В настоящее время нужна наиболее высочайшая ступень очищения индустриальных сточных вод, скидываемых в городские канализационные козни, так как они считаются главными источниками засорения жилищных плотин и коммунальных услуг. Совсем нередко городские очистные постройки имеют высшую ступень износа и употребляют обветшавшие технологии для очищения воды.

Рациональное управление и совершенствования процессов и проведения их в режимах, близких к оптимальным, невозможно осуществлять без автоматизации этих процессов.

5.3 Потребность в основных видах ресурсов для технологических нужд

Потребность в реагентах составляет:

- флокулянт компании FLOGER Франция, представитель в России компания "БАЛТРЕАГЕНТ", марка флокулянта FO4550SH – 54,8 кг/год товарного продукта;
- кальция гипохлорит порошкообразный, выпускаемый по ТУ 9392-103-57684455-2001 – 876 кг/год.

Ежегодная потребность в фильтрующих материалах:

- кварцевый песок крупностью зерен 0,8-1,2 мм – 0,3 м³;

Потребляемая мощность оборудования водоочистки – 32,9 кВт, годовая потребность в электроэнергии - 239969 кВт·ч/год.

Вода, используемая на собственные нужды системы водоочистки:

- 6,8 м³/сут - очищенные сточные воды используемые на промывку фильтров;
- 0,02 м³/сут - очищенные сточные воды используемые на мытье полов в канализационной насосной станции с приемными резервуарами.
- 0,1 м³/сут расходуются на приготовление реагентов;
- 0,025 м³/сут на хозяйственно-питьевые нужды персонала.

5.4 Функциональное назначение объекта

Функциональное назначение объекта – очистка хозяйствственно-бытовых сточных вод жилого сектора г.Уяр, промплощадки завода и близких к ним по составу производственных сточных вод от промышленной площадки до соответствия ее качества требованиям утвержденных норм допустимого сброса.

Состав проектной документации определен из функционального назначения объекта капитального строительства – очистных сооружений для хозяйствственно-бытовой канализации. Сети инженерно-технического обеспечения проектируются до точки подключения к сущ. сети выпуска сточных вод, и входят в состав объекта капитального строительства.

5.5 Характеристика технологической схемы

Для достижения необходимой степени очистки принята технологическая схема со следующим набором сооружений и оборудования:

- канализационная насосная станция с приемными резервуарами;
- канализационная насосная станция;
- производственный корпус, в котором установлено следующее оборудование: камера гашения напора, решетки механические ступенчатые РС-240, песковки, осветлительные фильтры, резервуар очищенной воды, сооружения обработки осадка (шнековый дегидратор), реагентное хозяйство, насосное и компрессорно-воздуходувное оборудование;
- блок емкостей, в состав которого входят следующие сооружения: первичный отстойник, аэротенк, вторичный отстойник, камера биологически очищенных сточных вод, приемная камера осадка.

Сточные воды от абонентов с максимальным расчетным расходом 298,5 м³/сут (максимальный часовой расход - 40 м³/ч), поступают в приемные резервуары РГ 100 (2 шт.) канализационной насосной станции с приемными резервуарами. Для предотвращения осаждения взвешенных веществ и усреднения стоков в приемных резервуарах производится барботаж сжатым воздухом. Для подачи сжатого воздуха предусмотрен компрессор марки 2АФ53Э51С производительностью 4,8 м³/мин, N=4 кВт (1раб., 1 рез.).

Из резервуаров РГ 100 (2 шт.) сточные воды погружными насосами марки SEV .65.65.22.2.50.D (2раб., 2 рез.) производительностью 15,0 м³/ч, напором H=13,4,0 м, N=2,4 кВт подаются в КНС расположенную на площадке ОАО «Уяржелезобетон».

Сточные воды от абонентов с максимальным расчетным расходом 400 м³/сут (максимальный часовой расход - 25 м³/ч), поступают в канализационную насосную станцию, откуда погружными насосами марки SL 1/50/.65.40.2.510D.B (1раб., 1 рез.) производительностью 25,0 м³/ч, напором

$H=17,0\text{м}$, $N=4,8$ кВт подаются через камеру гашения напора на механические решетки РС-240М, затем на песколовки.

Далее стоки поступают на биологическую очистку в блок емкостей, включающий в себя первичный отстойник, аэротенк, вторичный отстойник, камеру биологически очищенных сточных вод, приемную камеру осадка.

Из камеры биологически очищенных сточных вод погружными насосами марки SL 1/50.65.30.2.50B производительностью $25,0\text{м}^3/\text{ч}$, напором $H=10,0\text{м}$, $N=3,8\text{kVt}$ (1раб., 1 рез.) сточные воды подаются на доочистку в осветлительные фильтры (4 шт.), расположенные в производственном корпусе.

Обеззараживание очищенных сточных вод производится раствором гипохлорита кальция дозирующим насосом DDC 6-10 AR-PVC/E/C-F-31I001FG производительностью $Q=4,2 \text{ л}/\text{ч}$; $H=100,0\text{м}$; $N=0,022 \text{ кВт}$ (1 раб., 1 рез.) установленной в производственном корпусе.

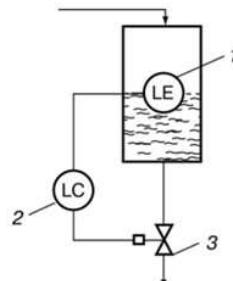
Очищенные и обеззараженные до требований норм допустимого сброса сточные воды поступают в резервуар очищенной воды, откуда первой группой насосов марки NB 32-125.1/115A-F-A-BAQE производительностью $Q=8,0\text{м}^3/\text{ч}$; $H=18,0\text{м}$; $N=1,5\text{kVt}$ (1 раб., 1 рез.) в количестве $70 \text{ м}^3/\text{сут}$ подаются в приемный резервуар котельной на производство пара. Оставшаяся часть очищенных сточных вод второй группой насосов марки NB 32-125/115A-F-A-BAQE производительностью $Q=25\text{м}^3/\text{ч}$ $H=9,0\text{м}$; $N=1,5\text{kVt}$ (1 раб., 1 рез.) в количестве $317,8 \text{ м}^3/\text{сут}$ подается на выпуск в р.Уярка.

Осадок, задержанный в песколовках, сырой осадок первичных отстойников и избыточный активный ил из вторичных отстойников поступает в приемную камеру осадка, расположенную в блоке емкостей. Из камеры осадок погружным насосом (1 раб., 1 рез.) подается на обезвоживание в шнековый дегидратор марки MDQ-101 производства ООО «ЭКОТОН», установленный в производственном корпусе. С целью улучшения водоотдающих свойств осадка в трубопровод перед шнековым дегидратором вводится раствор полифлокулянта. Потребность в реагенте составит 55 кг /год.

Обезвоженный осадок объемом 204,4 м³/год влажностью 80% вывозится на полигон ТБО г.Уяр (приложение Д).

Фугат объемом 1840 м³/год поступает в голову очистных сооружений - канализационную насосную станцию.

Функциональная схема изображена на рисунке:



1 – измеритель уровня в воде; 2 – регулятор уровня; 3 – регулирующий клапан.

Рисунок 4 – Функциональная схема

Структурная схема изображена на рисунке:

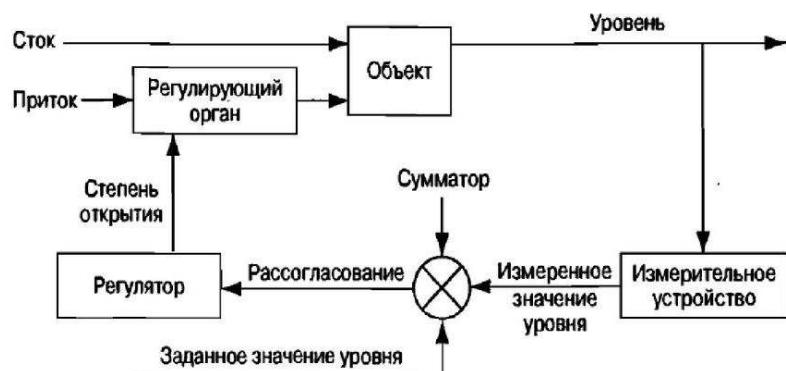


Рисунок 5 – Структурная схема АСР

5.6 Описание автоматизированных систем, используемых в производственном процессе

Объектами автоматизации являются насосы, воздуховоды, дозирующие установки, механические решетки.

Канализационная насосная станция с приемными резервуарами

Предусмотрено автоматическое включение и отключение погружных насосов марки SEV .65.65.22.2.50.D (2 раб., 2 рез.) в зависимости от уровня воды в приемных резервуарах РГ 100:

- + 1,0 м – включение рабочего насоса;
- + 2,7 м – включение резервного насоса;
- + 0,5 м – отключение насосов;
- + 3,0 м – аварийный уровень.

Для управления насосами предусматриваются шкафы управления Grundfos «Control DC-S 2x4-5.9A DOL-II 1+Ops» (ШУ7, ШУ8) согласно коммерческому предложению № 1000920494.

Шкафы управления насосами обеспечивают:

- ручной и автоматический режимы работы;
- чередование насосов для равномерной выработки моточасов;
- включение резервного насоса при выходе из строя основного;
- выдачу сигналов переполнения, аварии, работы насосов и др.

Уровень воды в приемных резервуарах РГ 100 контролируется гидростатическими аналоговыми датчиками уровня Grundfos, информация с которых поступает в ШУ7 и ШУ8.

Сигналы о работе насосов и о значениях уровня передаются в шкаф управления и сигнализации (ШУС), расположаемый в пом. 102 производственного корпуса.

Предусмотрено ручное включение и отключение компрессоров марки 2АФ53Э51С (1 раб., 1 рез.). Сигналы о работе компрессоров передаются в ШУС.

КНС

Предусмотрено автоматическое включение и отключение погружных насосов марки SL 1/50/.65.40.2.510D.B (1 раб., 1 рез.) в зависимости от уровня воды в насосной станции:

- + 1,8 м – включение рабочего насоса;

- + 1,9 м – включение резервного насоса;
- + 0,5 м – отключение насосов;
- + 2,0 м – аварийный уровень.

Для управления насосами предусматривается шкаф управления Grundfos «Control DC-S 2x6-8.9A SD-II 1+Ops» (ШУ1) согласно коммерческому предложению № 1000920494.

Шкаф управления насосами обеспечивает:

- ручной и автоматический режимы работы;
- чередование насосов для равномерной выработки моточасов;
- включение резервного насоса при выходе из строя основного;
- выдачу сигналов переполнения, аварии, работы насосов и др.

Уровень воды в КНС контролируется гидростатическим аналоговым датчиком уровня Grundfos, информация с которого поступает в ШУ1.

Сигналы о работе насосов и о значениях уровня передаются в ШУС.

Производственный корпус

Включение механических решеток РС-240М в автоматическом режиме работы технологического процесса осуществляется при запуске рабочего насоса в КНС. Сигнал на запуск решеток формирует шкаф управления и сигнализации.

Предусмотрено ручное включение и отключение воздуходувок марки 2АФ53Э51Ш (1 раб., 1 рез.).

Предусмотрено автоматическое включение и отключение насосов марки NB 32-125/115A-F-A-BAQE (1 раб., 1 рез.) в зависимости от уровня воды в резервуаре очищенной воды:

- + 1,6 м – включение рабочего насоса;
- + 1,7 м – включение резервного насоса;
- + 0,3 м – отключение насосов;
- + 1,8 м – аварийный уровень.

Для управления насосами предусматривается шкаф управления Grundfos «Control MPC-S 2x1,5 DOL+Ops» (ШУ4) согласно коммерческому

предложению № 1000920494.

Включение/выключение рабочего насоса подачи воды на промывку фильтров марки NB 32-125/115A-F-A-BAQE (1 раб., 1 рез.) осуществляется вручную, в соответствие с положениями технологического регламента эксплуатации фильтров. Автоматизированы следующие процессы: включение резервного насоса при поломке рабочего, защита от сухого хода (отключение насоса при уровне воды + 0,3 м в резервуаре очищенной воды).

Для управления насосами предусматривается шкаф управления Grundfos «Control MPC-S 2x1,5 DOL+Ops» (ШУ3) согласно коммерческому предложению № 1000920494.

Предусмотрено автоматическое включение и отключение насосов марки NB 32-125.1/115A-F-A-BAQE (1 раб., 1 рез.) в зависимости от уровня воды в резервуаре очищенной воды:

- + 1,5 м – включение рабочего насоса;
- + 1,1 м – отключение насоса;
- + 1,8 м – аварийный уровень.

Для управления насосами предусматривается шкаф управления Grundfos «Control MPC-S 2x1,5 DOL+Ops» (ШУ2) согласно коммерческому предложению № 1000920494.

Шкафы управления насосами (ШУ2, ШУ3, ШУ4) обеспечивают:

- ручной и автоматический режимы работы;
- чередование насосов для равномерной выработки моточасов;
- включение резервного насоса при выходе из строя основного;
- выдачу сигналов переполнения, аварии, работы насосов и др.

Уровень воды в резервуаре очищенной воды контролируется гидростатическими аналоговыми датчиками уровня Grundfos, информация с которых поступает в ШУ2, ШУ3, ШУ4.

Включение/выключение компрессора марки K5 осуществляется вручную в соответствие с технологическим регламентом отвода осадка.

Включение/выключение шнекового дегидратора марки MDQ-101 про-

изводства ООО «ЭКОТОН», осуществляется вручную в соответствие с технологическим регламентом работы сооружений.

Включение дозирующего насоса DDC 6-10 AR-PVC/E/C-F-31I001FG (1 раб., 1 рез.) осуществляется при запуске рабочего насоса марки SL 1/50.65.30.2.50B в блоке емкостей. Сигнал на запуск дозирования формирует ШУС.

Сигналы о работе оборудования, о значениях уровня передаются в ШУС.

Блок емкостей

Предусмотрено автоматическое включение и отключение погружных насосов марки SL 1/50.65.30.2.50B (1 раб., 1 рез.) в зависимости от уровня воды в камере биологически очищенных сточных вод:

- + 1,3 м – включение рабочего насоса;
- + 2,8 м – включение резервного насоса;
- + 0,6 м – отключение насосов;
- + 3,04 м – аварийный уровень.

Для управления насосами предусматривается шкаф управления Grundfos «Control DC-S 2x6-8.9A DOL-II 1+Ops» (ШУ5) согласно коммерческому предложению № 1000920494.

Шкаф управления насосами обеспечивает:

- ручной и автоматический режимы работы;
- чередование насосов для равномерной выработки моточасов;
- включение резервного насоса при выходе из строя основного;
- выдачу сигналов переполнения, аварии, работы насосов и др.

Уровень воды в камере биологически очищенных сточных вод контролируется гидростатическим аналоговым датчиком уровня Grundfos, информация с которого поступает в ШУ5.

Предусмотрено ручное включение и отключение насосов подающих осадок на обезвоживание.

Сигналы о работе насосов и о значениях уровня передаются в ШУС.

5.7 Разрешительные документы о применении технологического оборудования

Технологическое оборудование, заложенное в данном проекте, имеет необходимые сертификаты соответствия, санитарно-эпидемиологические заключения и патенты.

Реагенты, используемые в процессе водоподготовки, занесены в «Перечень материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешенных государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации для применения в практике хозяйствственно-питьевого водоснабжения (утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 23.10.1992 №01-19/32-11).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполненной квалификационной работы, была предложена и рассчитана технологическая схема очистки сточной воды предприятия и хозяйской воды ПГТ Уяр с компоновкой локальных очистных сооружений с применением высоконагружаемых биофильтров, которые в значительной степени увеличили эффект очистки сточных вод.

Предлагаемая технология позволяет реализовать программу экологической безопасности и ресурсосбережения с возможностью повторного использования сточных вод для технических нужд предприятия .

Техническая вода, поступающая на производственные нужды, позволит снизить объемы свежей воды, снизить эксплуатационные затраты и увеличить общую прибыль предприятия за счет снижения себестоимости изделий.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ОТ – отстойник тонкослойный;
ПДС – предельно допустимый сброс;
ПДК – предельно-допустимая концентрация;
ИГЭ – инженерно-геологический элемент;
ГЗУ – гидрозолоулавливания;
ЗПК - замасленный производственный конденсат;
КПП – конденсата пароподогревателей;
БПК – биохимическое потребление кислорода;
ЛОС – локально очистные сооружения;
КНС – канализационная насосная станция;
ACP – автоматическая система регулирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ОАО ФЦС, 2013. – 136 с.
2. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 65 с.
3. Механическая очистка сточных вод. Учебное пособие. Гудков А.Г. 2003
4. Репин, Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / Б.Н. Репин. – Москва : Высш. шк., 1995. – 431 с.
5. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Москва: Стройиздат, 1984. – 116 с.

6. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – Москва : Стройиздат, 1974. – 480 с.

7. Кожинов, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожинов. – Москва : Стройиздат, 1971. – 304 с.

8. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т 1. Системы водоснабжения. Водозаборные сооружения / Научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда – Москва: ВоГТУ, 2001. – 209 с.

9. ГН 2.1.5.1315–03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Взамен [ГН 2.1.5.689-98](#) : введ. 27.04.2003. – Москва : Минздрав России, 2003. – 152 с.

10. СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. контроль качества». Минздрав России. М.: 2002г., 103 с.

11. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.».

12. СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

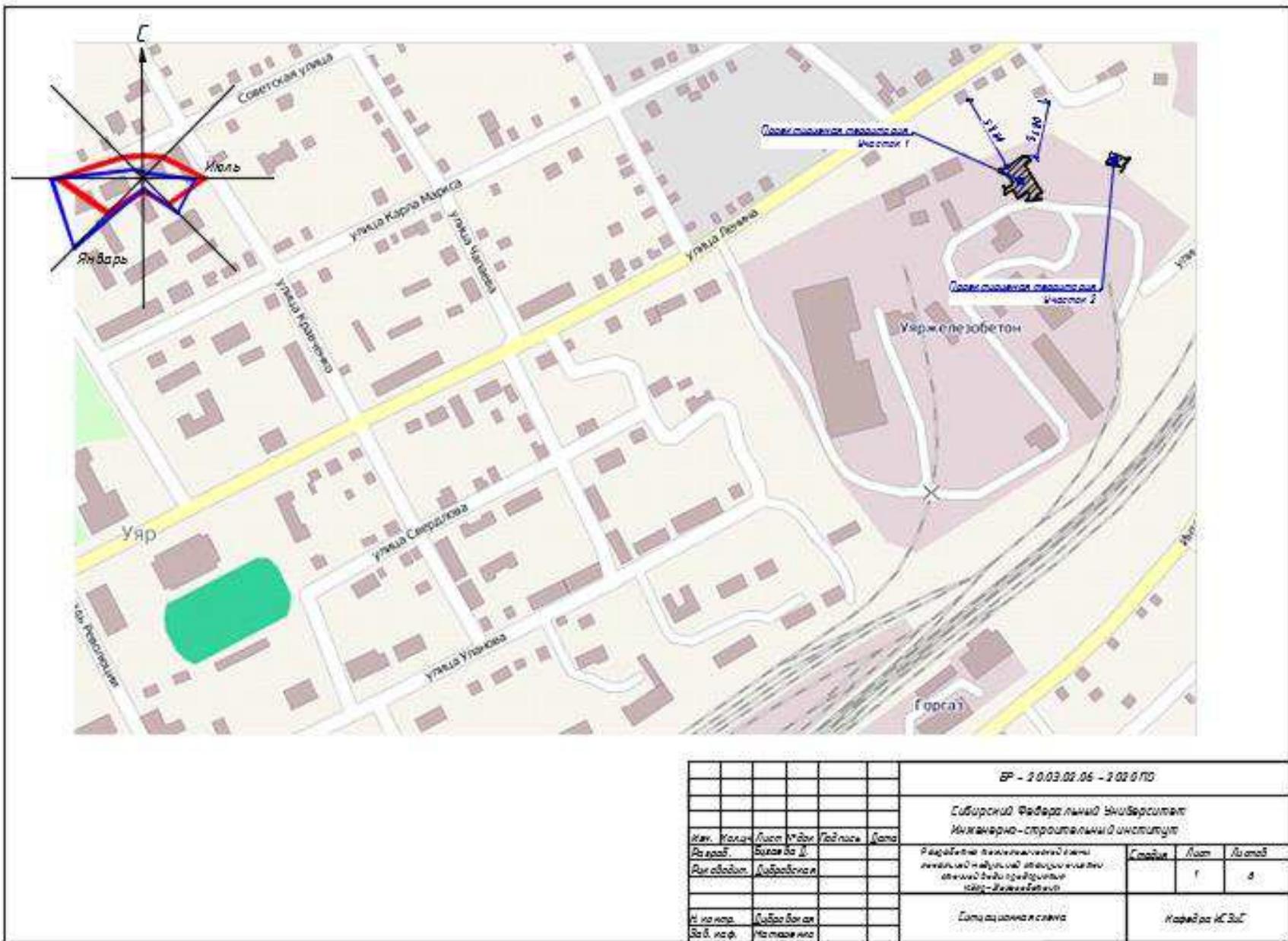
13. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников/Под ред. К.А. Михайлова, А.С. Образовского. – М.: Стройиздат, 1976. – 368 с.

14. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84».

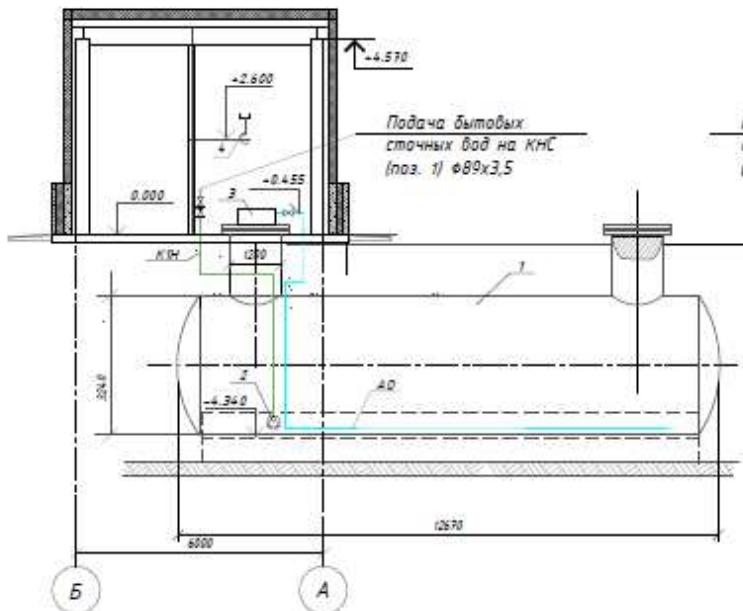
15. СП 129.13330.2012 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.04-85*».

16. ГН 2.1.6. 1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Минздрав России, М.:2003 г.

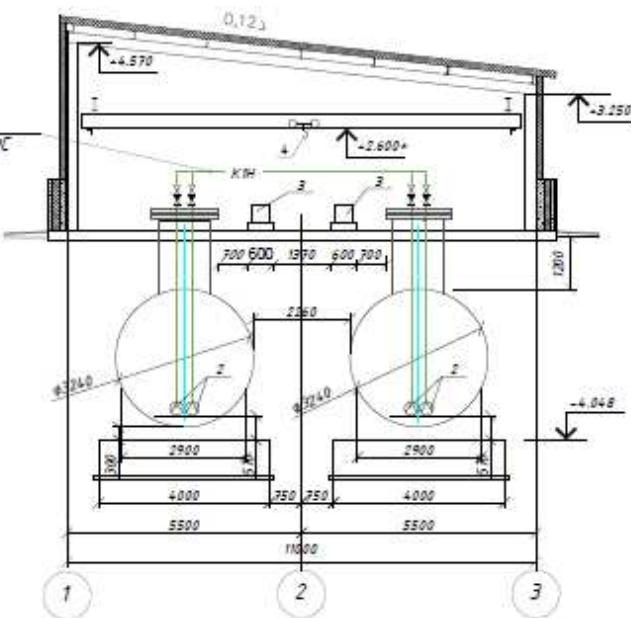
СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности



Разрез 1-1



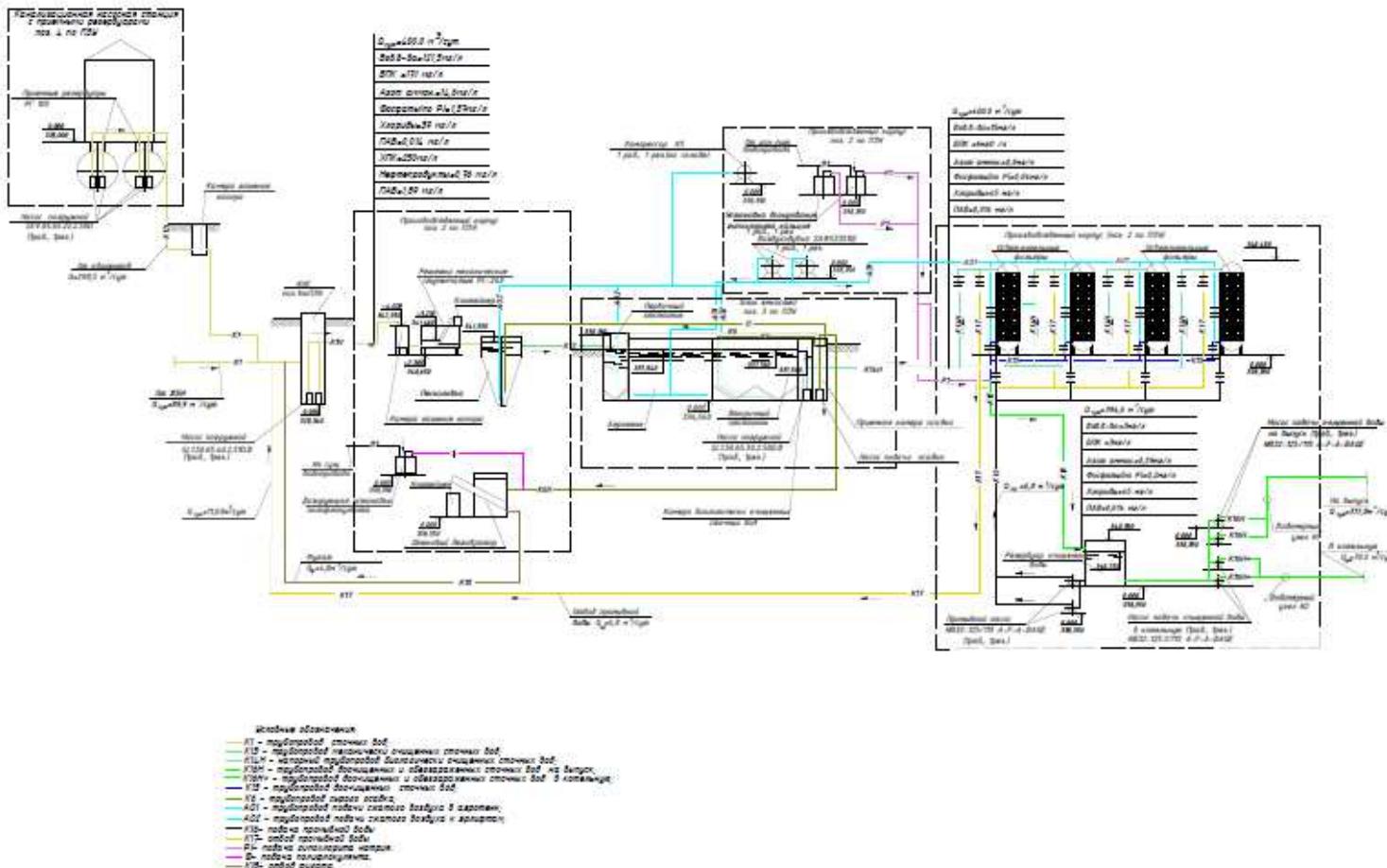
Разрез 2-2



Условные обозначения

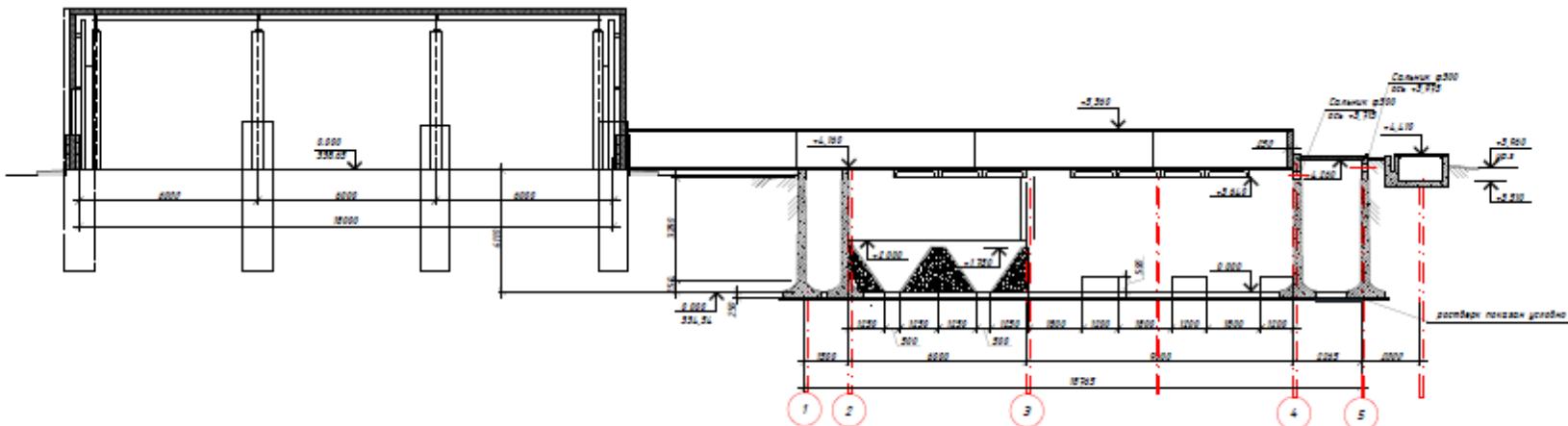
- K1 — трубопровод бытовых сточных вод;
- AO — подача сжатого воздуха в резервуар

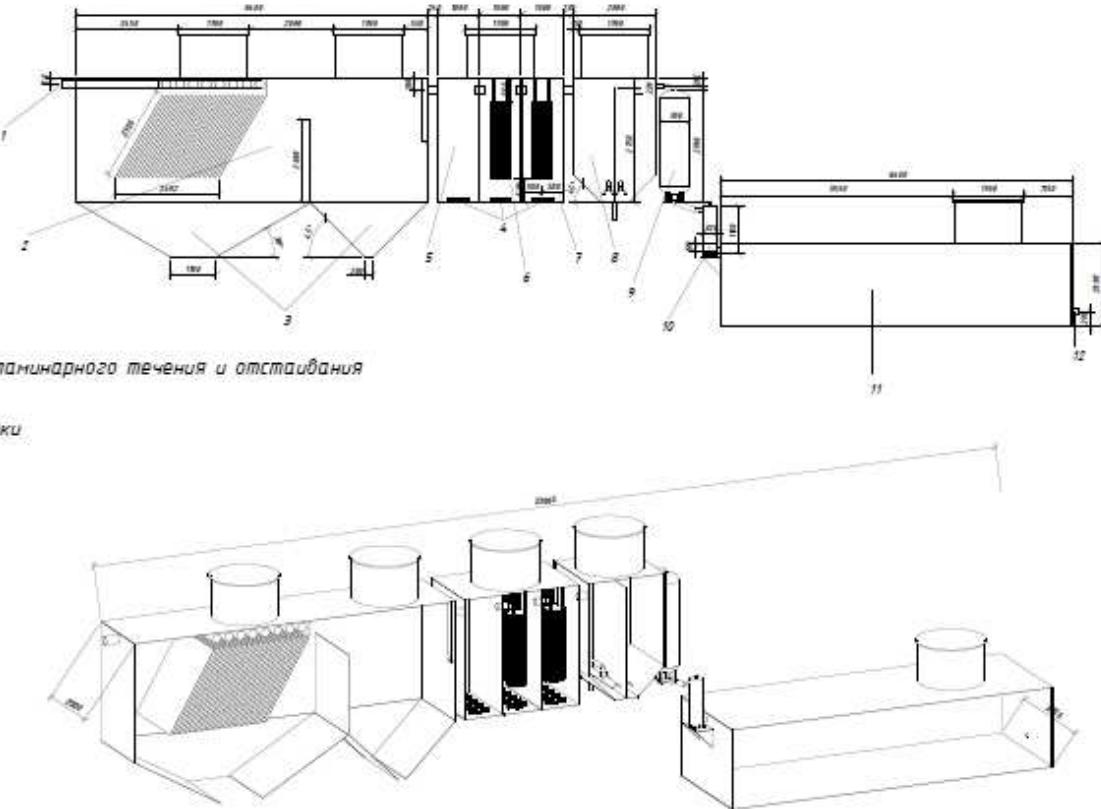
БР - 20.03.02.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	Н/док	Подпись	Дата
Разраб.	Булагова Д.				
Руководит.	Дубровская				
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Чапошникова				
Разработка технологической схемы локальной мобильної станции очистки сточных вод предприятия «Эко-Комплекс»					
Канализационная насосная станция с приемными резервуарами					
			Кафедра ИСЭС		
			Страница	Лист	Листов
				2	6



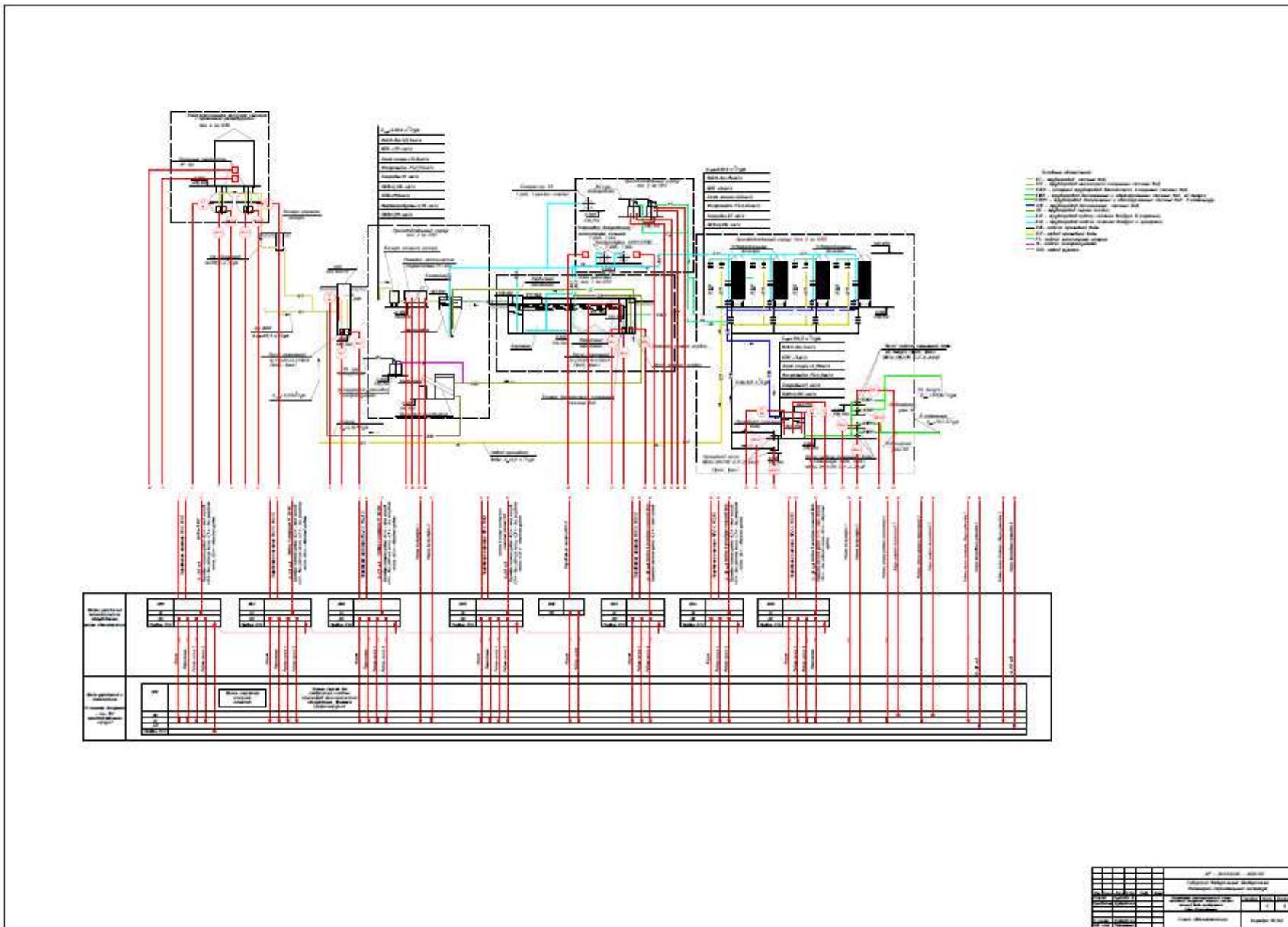
		07 - 22.03.02.08 - 21.03.10	
		Годові розрахунки бюджету зборів Задолженості (збитковості) зборів	
Налогоподатковий агент	Ідентифікаційний номер	Налогоподатковий агент	Ідентифікаційний номер
Налогоподатковий агент	Ідентифікаційний номер	Налогоподатковий агент	Ідентифікаційний номер
Налогоподатковий агент	Ідентифікаційний номер	Налогоподатковий агент	Ідентифікаційний номер

Разрез 1-1





EP - 20.03.02.06 - 2020 ЛД			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-справочный материал			
Название	Код	Логотип	Подпись
Ректор	Борисов Д.		Национальное исследовательское центре академии наук Российской Федерации имени Бориса Петровича Смирнова
Руководитель	Будьковская		
Начальник	Будьковская		Принципиальная схема очистки очищенных сточных водаобогащением 55 м ³
Зав. каб.	Чепаненко		Кафедра ИСЭиС



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

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А. И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« 30» июня 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
по направлению

«Разработка технологической схемы локальной модульной станции очистки
сточной воды предприятия «Уяр-Железобетон»»
тема

Научный руководитель



30.06.2020
подпись, дата

канд.техн.наук,

доцент
должность, ученая
степень

О.Г. Дубровская
инициалы, фамилия

Выпускник



30.06.2020
подпись, дата

Д. К. Бугаева
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

Продолжение титульного листа ДР по теме _____

Консультанты по
разделам:

наименование раздела
наименование раздела
наименование раздела
наименование раздела
наименование раздела
наименование раздела

подпись, дата
подпись, дата
подпись, дата
подпись, дата
подпись, дата
подпись, дата

инициалы, фамилия
инициалы, фамилия
инициалы, фамилия
инициалы, фамилия
инициалы, фамилия
инициалы, фамилия

Номоконтролер

30.06.2020

подпись, дата

канд.техн.наук,

доцент

должность, ученая
степень

О.Г. Дубровская

инициалы, фамилия