

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет инженерно-физический
Кафедра безопасности жизнедеятельности
Направление 20.03.01 – Техносферная безопасность
Профиль: Безопасность жизнедеятельности в техносфере

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
_____ А.Б. Булгаков

«_____» _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Реконструкция очистных сооружений канализации посёлка Аэропорт

Исполнитель студент группы 213-об	_____	Ю. В. Минаева
	(подпись, дата)	
Руководитель доцент, канд.с.-х.наук	_____	М. В. Маканникова
	(подпись, дата)	
Консультанты: по безопасности жизнедеятельности доцент, канд.с.-х.наук	_____	М. В. Маканникова
	(подпись, дата)	
по экономике доцент, канд.техн.наук	_____	А. В. Долгушева
	(подпись, дата)	
Нормоконтроль	_____	В.П. Брусницына
	(подпись, дата)	

Благовещенск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет инженерно-физический
Кафедра безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
_____ А.Б. Булгаков

«_____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента группы 213-об Минаевой Юлии Владимировны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Реконструкция очистных сооружений канализации посёлка Аэропорт.

(утверждена приказом от 03.06.2016. № 1215-уч

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) «23» июня 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: характеристика технологического процесса очистки сточных вод, генеральный план очистных сооружений, результаты анализа сточных вод, аналитическая и научная информация, техническая документация.

4. Содержание выпускной квалификационной работы: 1. Содержание выпускной квалификационной работы: 1. Характеристика предприятия, 2. Источники и виды загрязнения окружающей среды, 3. Анализ существующих проблем системы очистки сточных вод на очистных сооружениях поселка аэропорт, 4. Предложения по усовершенствованию системы очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации «Аэропорт», 5. Безопасность жизнедеятельности, 6. Техничко – экономическое обоснование проведения природоохранных мероприятий.

5. Перечень материалов приложения (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, иллюстративного материала и т.п.) 1. Результаты исследования сточных вод ЦОСК «Аэропорт» на 2014-2015 г., 2. Результаты исследования состава сточной воды в канализационной насосной станции, 3. Общие сведения о предприятии, 4. Анализ очистки сточных вод, 5. Технологическая схема очистки сточных вод, 6. Обоснование расчетным методом реконструкции очистных сооружений канализации поселка Аэропорт, 7. Схема азротенка – осветлителя, 8. Схема воздухоудвки EVL 88/33, 9. Экономическая эффективность проведения реконструкции очистных сооружений.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделам) Долгушева Алла Васильевна, (Техничко-экономическое обоснование проведения природоохранных мероприятий), Маканникова Марина Васильевна (Безопасность жизнедеятельности)

7. Дата выдачи задания «10» мая 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы Маканникова Марина Васильевна, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Задание принял к исполнению (дата): 10 мая 2016 г.

_____ (подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 64 с., 7 рисунков, 15 таблиц, 9 приложений, 31 источник.

КАНАЛИЗАЦИОННАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИЯ, ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Выпускная квалификационная работа посвящена повышению эффективности очистки сточных вод цеха очистных сооружений канализации посёлка Аэропорт за счет реконструкции очистного оборудования. В выпускной квалификационной работе произведен анализ очистки сточных вод цеха очистных сооружений канализации посёлка Аэропорт, а также предложены усовершенствования системы очистки, произведен расчет эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий.

СОДЕРЖАНИЕ

Ведение	6
1 Характеристика предприятия	8
1.1 Структура предприятия	8
1.2 Описание технологического процесса очистки сточных вод	11
1.3 Обращение с отходами производства	16
2 Источники и виды загрязнения окружающей среды	21
3 Анализ существующих проблем системы очистки сточных вод на очистных сооружениях поселка Аэропорт	25
4 Предложения по усовершенствованию системы очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации «Аэропорт»	32
4.1 Обоснование выбора элементов системы очистки сточных вод	32
4.2 Расчет аэротенка-осветлителя до реконструкции	34
4.3 Расчет аэротенка-осветлителя после реконструкции	39
4.4 Расчет воздухоудовки	42
5 Безопасность жизнедеятельности	47
6 Технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий	51
6.1 Расчет предотвращенного ущерба	51
6.2 Расчет затрат на приобретение оборудования	54
6.3 Экономическая эффективность проведения реконструкции очистных сооружений	58
Заключение	60
Библиографический список	62
Приложение А Результаты исследования сточных вод ЦОСК «Аэропорт» на 2014 -2015 г.	65
Приложение Б Результаты исследования состава сточной воды в канализационной насосной станции	67
Приложение В Общие сведения о предприятии	69
Приложение Г Технологическая схема очистки сточных вод	70

Приложение Д Анализ очистки сточных вод на ОСК «Аэропорт»	71
Приложение Е Обоснование расчетным методом реконструкции очистных сооружений канализации поселка Аэропорт	72
Приложение Ж Схема аэротенка-осветлителя	74
Приложение К Схема воздуходувки EVL 88/33	75
Приложение Л Экономическая эффективность проведения реконструкции очистных сооружений	76

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время очистка сточных вод предприятий является актуальной экологической проблемой. Она существует во всех регионах России, в том числе и в Амурской области. Несмотря на все меры и методы, применяемые для очистки сточных вод, загрязнители продолжают поступать в водные объекты и на поверхностные земли. Наиболее опасными загрязнителями являются тяжелые металлы, органические вещества (белки, жиры, красители и т.д.).

На очистных сооружениях канализации (ОСК) посёлка Аэропорт активно используется биологический метод очистки вод. Очистка сточных вод биологическими методами заключается в окислении органических загрязнений при помощи микроорганизмов. В основном, биоочистка применяется для очищения хозяйственно-бытовых сточных вод. Основные загрязнения, содержащиеся в хозяйственно-бытовых сточных водах – это БПК (биохимическое потребление кислорода), взвешенные вещества, соединения азота и соединения фосфора. Все эти загрязнения есть не что иное, как питательные вещества, необходимые для размножения и жизнедеятельности микроорганизмов. Методы биологической очистки аналогичны естественным процессам разложения загрязняющих веществ, происходящим в природе. Попадания в окружающую среду значительного количества загрязняющих веществ может стать причиной вредного биологического действия на все компоненты биосферы. Особое влияние несоответствующая очистка оказывает на поверхностные земли и водные объекты, и в конечном итоге может привести к их деградации [10]. В настоящее время остро стоит вопрос об обеспечении надлежащего качества очистки сточной воды, которая напрямую связана с состоянием здоровья населения, экологической чистотой продуктов питания, с разрешением проблем медицинского и социального характера

Целью бакалаврской работы явилось получение высоких результатов биологической очистки в цехе очистных сооружений канализации поселка Аэропорт, путем усовершенствования системы очистки.

Задачи бакалаврской работы:

- оценить степень воздействия ЦОСК «Аэропорт» на окружающую среду;
- выявить недостатки системы очистки сточных вод в посёлке Аэропорт;
- произвести реконструкцию очистных сооружений канализации посёлка Аэропорт;
- выполнить расчет экономической эффективности природоохранных мероприятий.

Объект исследования – очистные сооружения канализации посёлка Аэропорт.

Предмет исследования – реконструкция очистных сооружений канализации посёлка Аэропорт.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1 Структура предприятия

ОАО «Амурские коммунальные системы» основано 28 августа 2003 г. с уставным капиталом в размере 10 млн. руб. С августа 2003 г. АКС осуществляют деятельность по электро-, тепло-, водоснабжению и водоотведению в г. Благовещенске. В июле 2005 г. городская дума одобрила долгосрочный договор сотрудничества между мэрией, ОАО «Российские коммунальные системы» и ОАО «Амурские коммунальные системы» сроком на 10 лет. С этого момента «Амурские КС» приступили к реализации инвестиционных проектов и модернизации городских объектов коммунального хозяйства. В 2006 г. городские власти доверили компании обслуживание коммунальной инфраструктуры села Белогорье, входящего в городской округ.

В настоящее время в структуре ОАО «Амурские коммунальные системы» три филиала: «Амурэлектросетьсервис», «Амуртеплосервис» и «Амурводоканал». «Амурскими КС» обслуживаются 24 котельные, 162 км тепловых сетей, 356,5 км водопроводных сетей, 253,3 км канализационных сетей, 1494 км электрических сетей, также в ведении компании находится 469 трансформаторных подстанций и два водозабора: «Амурский» и «Северный».

Важными приоритетами деятельности АКС являются экология региона и комфортные условия проживания горожан. Компания поэтапно отказывается от использования на своих объектах хлора, проводит мероприятия, обеспечивающие снижение экологической нагрузки на окружающую среду и повышение безопасности технологических процессов. С ноября 2009 г. обеззараживание сточных вод на городских очистных сооружениях канализации производится при помощи электролизной установки. С июля 2012 г. хлор перестали использовать на водозаборе «Северный», с июня 2015 на водозаборе «Амурский». На водозаборах установили новое современное оборудование для очистки воды. Раньше эти предприятия носили третий класс опасности. В случае утечки или взрыва вещества могли пострадать как сотрудники водозабора, так и остальные

благовещенцы. Кроме того, жидкий хлор в баллонах в город доставляли через всю страну. Теперь диоксид хлора вырабатывается прямо на водозаборе из обычной поваренной соли.

Рабочий проект канализационной насосной станции (далее – КНС) и очистных сооружений канализации (далее – ОСК), входящих в водозабор «Северный», с полной биологической очисткой сточных вод производительностью 1000 м³/сут. в п. Аэропорт Амурской области выполнен на основании договора и технического задания Заказчика на проектирование (февраль 2006 г. ОАО «Амурские коммунальные системы»), технического отчёта ЗАО «Амур ТИ-СИЗ» по инженерно – геодезическим изысканием площадок КНС и ОСК (июль 2006 г.).

Площадка КНС в плане 15 × 15 м, площадью 225 м² расположена в 220 м от жилой застройки п. Аэропорт; площадка ОСК с механической, биологической очисткой и иловыми картами – в 340 м от жилой застройки. Санитарно – защитные зоны, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» п. 4.5[29], составляют 20 и 200 м. Площадка ОСК выполнена в плане трапециевидной формы (2 стороны – по 60 м., 2 стороны – 35 и 50 м) и занимает площадь 0,255 га. Выбор площадок КНС и ОСК произведён «Заказчиком» ОАО «АКС» и ФАО «Амурводоканал» в присутствии проектировщика ООО «Ростводоканалналадка». Площадка КНС расположена в заболоченной пойме безымянного ручья, площадка ОСК расположена выше поймы на левом борту безымянного ручья.

Природные условия местоположения КНС и ОСК:

- климат – континентальный, муссонный; суровая, малоснежная зима, жаркое лето с обильными осадками (макс. интенсивность дождя – 90 л/с·га);
- климатический район IV;
- расчётная температура наружного воздуха – 34 °С;
- нормативное значение ветрового давления (III – 38 кгс/см²); снегового (I – 80 кгс/см²);

– сейсмичность – 6 баллов.

Инженерно – геодезические и геологические изыскания:

– строение площадок представлено грунтами: незначительными или отсутствием растительного почвенного слоя; суглинками среднепучинистыми; песками средней плотности (по степени увлажнения – маловлажный), галечником;

– грунтовые воды при бурении скважин обнаружены:

1) на площадке КНС на глубине 4,2 м, абсолютная отметка – 166,08 м (мощный водоносный горизонт), абсолютная отметка низа приёмного резервуара КНС – 161,2 м.;

2) на площадке ОСК на глубине 5,2 – 6,5 м, абсолютные отметки 167,60 – 168,70 м, абсолютная неблагоприятная отметка низа ёмкостных сооружений блока ТЕ –171,25 м.

Очистные сооружения канализации были сданы в эксплуатацию 1 января 2010 г. с большим перечнем недоделок. Проектная мощность очистных сооружений составляет 1000 м³/сут., фактически ОСК работает не на полную проектную мощность (среднесуточный расход поступающих сточной воды составляет 300 – 450 м³/сут., максимальносуточный 500 м³/сут.). На максимальносуточные объемы поступающих на очистку стоков в значительной степени влияют погодные условия (количество выпавших осадков, особенности протекания периода снеготаяния), а также день недели (в выходные и праздничные дни количество поступающей воды увеличивается).

В состав очистных сооружений п. Аэропорт входят:

- канализационная насосная станция (КНС);
- биокоагулятор – 2 шт.;
- аэротенк–осветлитель – 2 шт.;
- биореактор – 1 шт.;
- контактный резервуар – 1 шт.;
- аэробный стабилизатор – 1 шт.;
- камера для сбора и отвода осадка – 1 шт.;

- камера сбора и отвода иловой воды – 1 шт.;
- иловые карты (6м×12 м×2м) – 3 шт.;
- 10) резервуар грязной воды $D = 2,5$ м – 1 шт.;
- 11) резервуар иловой воды $D = 2$ м, – 1 шт.;
- 12) реагентное хозяйство с приготовлением:
 - 1) хлорной воды:
 - а) затворный бак $V = 120$ л – 2 шт.;
 - б) расходный бак $V = 410$ л – 2 шт.;
 - в) коагулянта (оксихлорид алюминия):
 - 2) затворный бак $V = 120$ л – 2 шт.;
 - 3) расходный бак $V = 410$ л – 2 шт.;
 - воздуходувки – 3 шт.;
 - коалесцентный сепаратор $W = 2,8$ м³ – 1 шт.

1.2 Описание технологического процесса очистки сточных вод

Централизованная система водоотведения посёлка Аэропорт осуществляет транспортировку хозяйственно–бытовых стоков с объектов городского аэропорта и находящихся в поселке зданий жилого и общественного назначения. Сточные воды от п. Аэропорт поступают в канализационную насосную станцию (КНС) по самотечному трубопроводу. Далее сточные воды по коллектору поступают на 2-ступенчатые решётки в баках из нержавеющей стали (1 раб., 1 рез.) с блоками автоматического управления. Для предотвращения выхода из строя решёток при попадании металлических предметов перед решётками устанавливается грязевик – улавливатель металлических и прочих тяжёлых предметов. Сточные воды поступают в приемный резервуар-усреднитель, строительной ёмкостью:

- цилиндрическая часть – 62 м³;
- осадочная конусная часть – 10 м³

Из приемного резервуара сточные воды перекачиваются двумя погружными насосами (1 раб, 1 рез.) AP.100.100.80 DN 100; PN 8,0; 3×400В в камеры биокоагуляторов (отстойников) ОСК.

В осадочной части предусмотрена система гидравлического взмучивания осадка, который вместе с песком и нефтепродуктами насосами АР.10.65.21.А3 DN 65; DP 21; 3×400 В периодически направляется на песковую площадку. В зимний период, когда сброс осадка невозможен на иловые площадки, из-за замерзания сбросной трубы, откачивают отстоявшуюся воду с аэробного стабилизатора в голову сооружения насосами.

ОСК располагаются в отапливаемом здании. Проектная мощность очистных сооружений – 1000 м³/сут., фактическая – 350 м³/сут. Учёт объемов поступающих сточных вод ведётся приборами учёта (расходомерами), установленными в здании канализационных очистных сооружений. Первоначально стоки по напорному трубопроводу поступают в центральную часть биокоагулятора, где пройдя слой активного ила попадают в отстойную зону и далее поступают в лотки через треугольные водосливы. Сточные воды должны поступать в лоток равномерно, т.е. через каждый треугольный водослив в лоток должен поступать одинаковый расход. Собираясь по лотку, сточные воды распределяются по трубопроводу с двумя задвижками в два аэротенка – осветлителя (рисунок 1). На данный момент биокоагуляторы на ЦОСК «Аэропорт» выведены из эксплуатации вследствие своей малой эффективности.



Рисунок 1 – Аэротенк-осветлитель

В аэротенках происходит окисление органических загрязнений за счет жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, образующих хлопьевидные

скопления – активный ил. Активный ил – это биоценоз организмов минерализаторов, способных сорбировать на своей поверхности и ферментативно окислять в присутствии кислорода органические вещества в сточных водах. Часть органического вещества окисляется, а другая обеспечивает прирост бактериальной массы активного ила. После аэротенка, смесь сточных вод с активным илом, поступает в осветлитель через щелевое отверстие, расположенное вдоль всего резервуара. Между зоной аэрации и осветления имеется перегородка, выполненная из плоского шифера и имеющая внизу щель для перелива сточных вод из аэротенка во вторичный отстойник. Осевший активный ил с помощью трубы уложенной на дне осветлителя и эрлифтов возвращается обратно в аэротенк (циркулирующий активный ил). В процессе окисления загрязнений происходит рост и размножение бактерий и простейших микроорганизмов с образованием так называемого избыточного активного ила, который удаляется из аэротенков (для поддержания в них оптимальной дозы ила) в аэробный стабилизатор. В аэротенке–осветлителе идет интенсивная подача воздуха от воздуходувок. Воздух распределяется через мелкопористую полиэтиленовую трубу, уложенную по дну резервуара. Воздух подается постоянно, т.к. он необходим для жизнедеятельности микроорганизмов, очищающих сточные воды от органических загрязнений. Для аэротенков–осветлителей предусмотрено оборудование, представленное в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование, предусмотренное для аэротенков–осветлителей

Оборудование	Количество рабочего оборудования, шт.	Резерв, шт.	Назначение
Компрессор FPLK10–MD с эл. двигателями по 7,5 квт и автоматическими блоками управления LG7D18M720 ($Q_{\text{опт}} = 6 \text{ м}^3/\text{мин}$; $H=50 \text{ КПа}$)	2	1	Рециркуляция активного ила и передачи части его в биокоагуляторы и стабилизатор
Погружной насос КР 250–M1 с эл. двигателем по 0,5 квт, $U 1 \times 230 \text{ в}$ ($Q = 2\text{--}9 \text{ м}^3/\text{ч}$; $P = 7\text{--}3 \text{ м}$;))	3	1	
Аэраторами трубчатыми фирмы RE-NAU.			Мелкопузырчатая аэрация сточных вод аэротенков

Вторичные отстойники должны обеспечивать выделение активного ила из очищенной воды. Качество работы вторичных отстойников, являющихся завершающим этапом очистки сточных вод на станциях аэрации, в значительной степени определяет эффективность работы станции в целом. Иловая смесь из аэротенков поступает во вторичные горизонтальные отстойники где происходит разделение сточной воды от активного ила и его уплотнение. Активный ил, осевший на дно отстойника, эрлифтами (рисунок 2) возвращается назад в аэротенк. Сточная вода после вторичных отстойников называется очищенной.



Рисунок 2 – Эрлиф на ЦОСК «Аэропорт»

Из аэротенка – осветлителя, биологически очищенные сточные воды собираются лотком и поступают в биореактор. В лоток, перед подачей сточных вод в биореактор, подается химический реагент: коагулянт (оксихлорид алюминия), где смешиваясь со сточной водой, проходит через фильтрующую загрузку. Кислородный биореактор с цеолитовой загрузкой предусматривает фильтрацию воды в трех направлениях: нисходящем, горизонтальном и вертикальном. Средняя расчетная скорость фильтрации 14 м/ч, критическая 18–20 м/ч, выше которой фильтрация сточных вод прекращается из-за полного насыщения грязеемкости загрузки. При таком насыщении вода поверху, минуя загрузку через 2 водослива и контактный резервуар направляются в трубопровод Д 200 мм выпуска очищенных сточных вод.

Промывка биореактора водо-воздушная:

– макс. интенсивность подачи воздуха – 15–20 л/с; $t = 2–5$ мин.

– макс. интенсивность подачи воды – 42 м³/ч, $t = 5$ мин.

Осветленные сточные воды забираются из примыкающего к биореактору контактного резервуара ($V = 26 \text{ м}^3$) насосом АР. 80.80.48В. В качестве сорбента используется гранодиарит фракцией 5–10 мм. Контактный резервуар – емкость для обеззараживания очищенных сточных вод. В нем смешивается сточная вода с хлорной водой в течение 30 минут. Концентрированная хлорная вода от хлораторной подается в начало контактного резервуара. Перемешивание производится воздухом через аэрационные мелкопузырчатые аэраторы фирмы RENAU. Хлораторная необходима для приготовления из гипохлорита кальция хлорированной воды и подачи ее в контактный резервуар для обеззараживания очищенной сточной воды. Хлораторная запущена в работу летом 2011 года. До этого времени обеззараживание стоков не осуществлялось. Хлораторная представляет собой примыкающее здание к административно–бытовому комплексному зданию. В хлораторной предусмотрено две линии хлоропроводов, 4 растворных и 4 расходных баков, рабочая вентиляция, система локализации. Обеззараживающая установка (системы приготовления, подачи и рециркуляции рабочих растворов хлорреагентов) работает в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Оборудование, установленное в хлораторной, представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование, установленное в хлораторной

Установленное оборудование	Технические характеристики	Кол–во	Место Установки
Растворные п/э баки	$V = 120 \text{ л}, D = 500 \text{ мм}$	2	Хлораторная
Расходные п/э баки	$V = 410 \text{ л}, D = 700 \text{ мм}$	2	Хлораторная
Подставки–опоры		4	Хлораторная
Насосы–дозаторы ф. «GRUNDFOS»	8 л/ч; 10 бар	4	Хлораторная

Осадок образующийся в биокоагуляторе и в аэротенке–осветлителе, перерабатывается в аэробном стабилизаторе, где снижает свою предрасположенность к загниванию. Из аэробного стабилизатора, стабилизированный осадок поступает в две камеры, где происходит снижение объема иловой смеси за счет

разделения твердой и жидкой фазы. Жидкая фаза – иловая вода, перекачивается в голову сооружений. Твердая фаза – осадок, самотеком, под гидростатическим давлением удаляется на иловые площадки, где происходит его подсушивание. Иловые площадки запроектированы на искусственном бетоне основании с фильтрующими колодцами. В дальнейшем, подсушенный и полностью стабилизированный осадок, удаляется с иловых площадок в места его утилизации. Общая схема очистных сооружений канализации поселка Аэропорт приведена в приложении Б.

На ЦОСК «Аэропорт» осуществляется сброс сточных вод на рельеф так как вблизи нет никаких водоёмов. С 2012 г. остается открытым вопрос о предоставлении пакета документов Министерством природных ресурсов по Амурской области для получения решения о предоставлении водного объекта в пользование для сброса сточных вод. Для того чтобы контролировать очистку сточных вод на выходе необходимо получить лимиты на сбросы загрязняющих веществ, нормативы допустимых сбросов (НДС). В настоящее время сброс стоков на рельеф приравнивается к нормам сброса стоков в водоём. Для того чтобы узнать объём сбросов на рельеф, нужно провести следующие мероприятия:

- обязательный приезд специалистов на место;
- взятие проб;
- их консервация;
- правильное оформление документов;
- проведение анализа взятых проб;
- выдача документа, в котором подробно будет описаны количественные показатели всех химических веществ;
- определение объёма производимых сбросов.

1.3 Обращение с отходами производства

Проблема обращения с отходами производства и потребления в последнее время приобретает все большую значимость и важность. Многие люди, в том числе находящиеся у власти, все более ясно и четко начинают понимать, что если не предпринимать никаких серьезных действий, то уровень загрязне-

ния окружающей среды бытовыми и производственными отходами может стать критическим, и данная проблема может перерасти в глобальную экологическую катастрофу.

Некоторые подходы к решению проблемы управления отходами содержатся в основополагающем Федеральном законе от 10.01.2002 №7 «Об охране окружающей среды» (ст.51) [16]. Правонарушения в названной сфере регулируются так же другими законодательными актами. В Федеральном законе «О санитарно – эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.99 г. №52 регулируются вопросы сбора, использования, транспортировки, захоронения, переработки, обезвреживания и утилизации производственных и бытовых отходов [17]. В Федеральном законе от 23.11.95 г. № 174–ФЗ «Об экологической экспертизе» к объектам обязательной государственной экологической экспертизы отнесены проекты нормативно–технической документации в области обращения с отходами, материалы обоснования получения лицензии в области обращения с отходами. Согласно статье 11 Федерального закона «Об экологической экспертизе» на федеральном уровне обязательной госэкоэкспертизе подлежит документация, обосновывающая хозяйственную или иную деятельность, которая способна оказывать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду в пределах территорий двух и более субъектов Российской Федерации [19]. Основопологающим законодательным документом в области обращения с отходами является Федеральный закон принятый 24.06.1998 № 89–ФЗ «Об отходах производства и потребления», последняя редакция которого вступила в силу с 01.01.2010 года.

Отходы производства и потребления (далее – отходы) – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства [19]. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» ориентирован на создание в России целостной системы государственного контроля и управления в области обращения с отходами производства и потребления. При этом законом впервые введены

следующие положения:

- специально уполномоченные федеральные органы исполнительной власти в области обращения с отходами;
- право собственности на отходы и понятие «собственник отходов» как субъект, ответственный за любые операции и на которого распространяются меры административного воздействия;
- лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами
- паспортизация опасных отходов;
- организация и ведение государственного кадастра отходов [4].

В процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях накапливаются отходы. Одним из основных видов отходов являются осадки сточных вод (ОСВ), которые можно использовать при грамотном подходе как вторичные ресурсы. Осадок сточных вод (ОСВ) – отстаивающаяся при очистке сточных вод твердая составляющая, включающая минеральные и органические вещества. ОСВ используют в качестве местных удобрений сельскохозяйственных и лесных культур, иногда для получения биогаза. При общесплавной канализации в составе ОСВ нередко присутствуют токсичные вещества (тяжелые металлы и др.), ограничивающие их применение в качестве сельскохозяйственных удобрений [5]. Наличие в осадках органических веществ, азота, фосфора, калия и удобрительных микроэлементов делает возможным их применение в качестве удобрений в городском зеленом хозяйстве, при лесовосстановительных работах, для рекультивации почв после промышленного использования. Однако бесконтрольное использование ОСВ может повысить экологическую нагрузку на агроэкосистему за счет введения в нее ряда тяжелых металлов. Отсутствие объективной оценки ОСВ, мониторинга за производством и применением осадков затрудняет решение одной из важнейших экологических проблем – утилизации городских отходов.

На ЦОСК «Аэропорт» осадок из аэробного стабилизатора, стабилизированный осадок поступает в две камеры, где происходит снижение объема иловой смеси за счет разделения твердой и жидкой фазы. Жидкая фаза – иловая

вода, перекачивается в голову сооружений. Твердая фаза – ил, самотеком, под гидростатическим давлением удаляется на иловые площадки, где происходит его подсушивание. Иловые площадки запроектированы на искусственном бетонном основании с фильтрующими колодцами. С учетом намораживания принято 3 иловых карты, размером $6 \times 12 \times 2$ м:

- 2,75 карты на иловые площадки;
- 0,25 карты на песковую площадку;
- высота оградительных валиков на 0,3 м выше рабочего уровня осадка.

Расчетная нагрузка осадка на ИП – $3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ год.

Количество обработанного осадка $594 \text{ м}^3/\text{год}$.

Технология эксплуатации иловых площадок заключается в:

- равномерной периодической подаче осадка на рабочую площадь карт;
- своевременном отводе выделяющейся иловой воды с площадки;
- ускорении подсушки осадков разрушением образующейся на их поверхности корок;
- в своевременном удалении подсушенных до нужной степени осадков либо для использования, либо в отвалы для захоронения с тем, чтобы карт был готов к следующему напуску осадка.

Толщина слоя осадка в карте создается периодическими напусками летом обычно первый слой составляет около 20 – 30 см. Последующие напуски производят после того, как влажность предшествовавших снизится примерно до 80 % и на поверхности их образуются трещины. Зимой, когда влага из осадка удаляется вымерзанием, карты заполняют более тонкими слоями, но чаще. После того, как весь слой осадка достигнет определенной влажности, его убирают из карты вручную или механизмами, приводят в порядок карт, его основания, дренаж, впускные устройства и снова заполняют осадком. В дальнейшем осадок убирают и вывозят осторожно, чтобы не повредить основание или дренажное устройство, и при сгребании осадка бульдозером не разрушить основание карты, не нарушить целостность валиков, не вывести иловые площадки из строя. После удаления осадка дренажную загрузку на площадке

взрыхляют и при надобности подсыпают просеянным песком.

Период перегнивания осадка составляет в среднем 3–4 года. Очистные сооружения канализации посёлка Аэропорт были сданы в эксплуатацию 1 января 2010 г. На 2016 г. на ЦОСК «Аэропорт» происходит заполнение лишь второй иловой карты, разгрузка иловых карт от осадка (перегнившего ила) не производилась. В дальнейшем, после заполнения двух иловых карт планируются мероприятия по заполнению третьей иловой карты и очистке первой карты от слоя осадка. Осадок будет убран и вывезен в специальное хранилище по утилизации отходов активного ила с иловых карт, находящееся в районе городской свалки.

2 ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

По данным лабораторных исследований испытательного центра исследования качества сточных вод филиала ОАО «Амурские коммунальные системы» «Амурводоканал» было выявлено, что сточные воды ЦОСК «Аэропорт» на выходе имеют превышения по ряду показателей.

Данные о превышении представлены в таблицах А.1 и А.2 приложения А. Из таблиц видно, что средние за год значения основных показателей, таких как взвешенные вещества, ион аммония, нитрит-ион, фосфат-ион, БПК₅, фенолы (летучие), железо (общее) превышают указанные в ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», предельно-допустимые концентрации, что ведет к негативному воздействию на компоненты биосферы.

Для наглядности данные по превышениям представлены на рисунке 3 и 4.

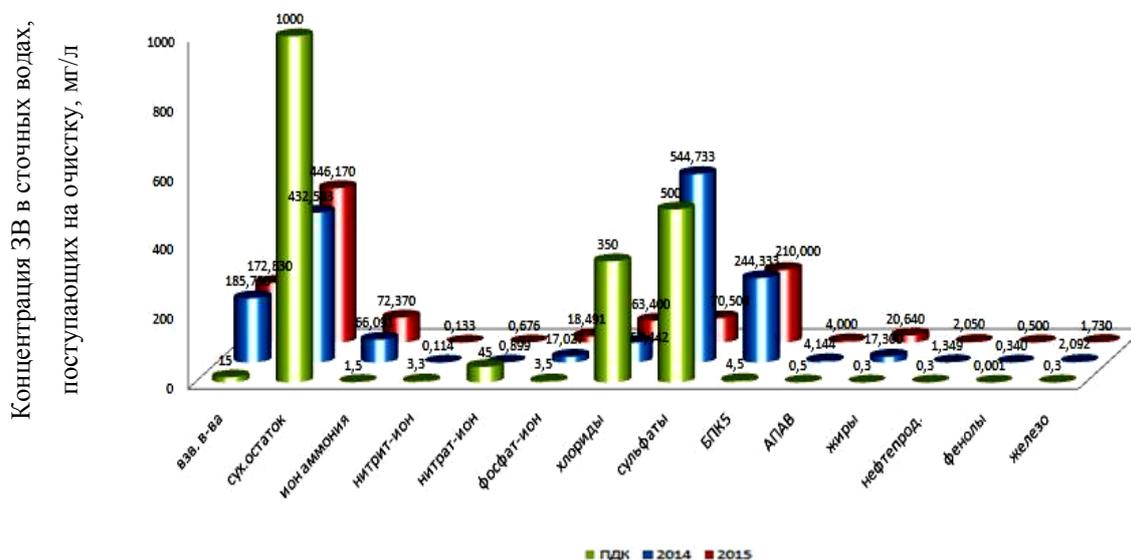


Рисунок 3 – Концентрация ЗВ в сточных водах, поступающих на очистку

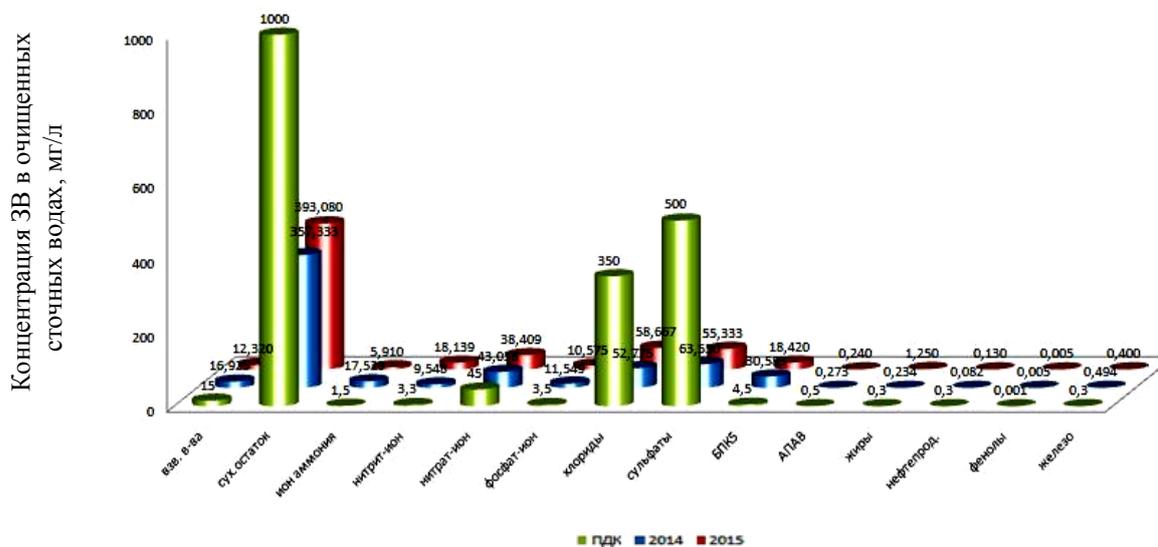


Рисунок 4 – Концентрация ЗВ в очищенных сточных водах

Также по данным лабораторных исследований состава сточных вод на 2014 и 2015 год, приведенных в приложении Г выявлено возникновение в канализационной насосной станции вторичных загрязнений, таких как ион аммония, фосфат-ион и фенолы (летучие), связанных с оседанием органических веществ на дно приёмного резервуара-усреднителя в следствии малоэффективности системы взмучивания. Взмучивание осадка происходит посредством перемешивании воды и представлено ответвлениями от напорной трубы в виде перфорированных труб высотой 3 м.

На ЦОСК «Аэропорт» сброс сточной воды осуществляется непосредственно на рельеф. Согласно данному факту, можно сделать вывод о том, что основное воздействие приходится на поверхностные земли. Поступающие в почву химические соединения накапливаются и приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы, снижают численность живых организмов, ухудшают ее плодородие. Наибольшей трансформацией подвергается самый верхний, поверхностный горизонт литосферы. Из почвы токсичные вещества могут попасть в организмы животных, людей и вызвать тяжелейшие болезни и смертельные исходы. В следствии вышеизложенного, удаление и окончательное обезвреживание почвы представляет весьма существенную проблему, к тому же самоочищение почв, как правило, медленный процесс. Это в особенности относится к подземным водам, биологическая ценность

которых существенно определяется свойствами грунтов и почвы, способностью к самоочищению последней, ее фильтрационной способностью, составом ее макрофлоры, микрофауны. Увеличение концентрации в почве нитратов приводит к разрастанию нитрофильных растений, дающих большую массу, главным образом, сорняков. Избыточное содержание железа в почве приведет к его попаданию в грунтовые воды, и как следствие закупориванию дрен на осушаемых территориях железистым осадком, что отрицательно повлияет на гидрологические условия роста и развития растений. Хлор, применяемый для обеззараживания очищенной сточной воды, также частично попадет в составе сточных вод на поверхностные земли. Хлор является очень токсичным для человека и животных веществом, даже при низких концентрациях и вызывают поражение печени, почек, иммунной системы. В 1970-е в озоновом слое, защищающем нашу планету от опасного действия ультрафиолетового излучения Солнца, было обнаружено снижение концентрации O_3 . Хлор – наиболее опасный катализатор распада озона. Он активно соединяется с озоном, давая монооксид хлора и кислород. В свою очередь монооксид хлора легко присоединяет второй атом кислорода, при этом хлор освобождается и может вступить в реакцию со следующей молекулой озона. Одна молекула хлора за среднее время своего существования в верхних слоях атмосферы способна разложить 100 тысяч молекул озона[4]. Под влиянием фенольных загрязнений изменяются свойства почвы и почвообразовательные процессы, потенциальное плодородие, снижается технологическая и питательная ценность сельскохозяйственной продукции и т.д. А также присутствие фенолов в атмосферном воздухе в результате испарения, приводит к заболеваниям системы кровообращения. Фенол поражает нервную систему, оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки. Он быстро всасывается через кожу, дыхательные пути и желудочно-кишечный тракт, а затем концентрируется в печени и почках.

Таким образом можно сделать вывод о том, что несоответствующая очистка сточных вод может стать причиной вредного биологического действия на все компоненты биосферы. Особое влияние несоответствующая очистка оказы-

вает на поверхностные земли и в конечном итоге может привести к их деградации. Поэтому охрана почвы в населенных пунктах представляет одно из основных требований охраны окружающей среды в целом.

Сам по себе сброс на рельеф местности остается актуальной проблемой из-за отсутствия лимитов на сбросы загрязняющих веществ, нормативов допустимых сбросов (НДС). Сброс на рельеф рассматривается в целом как негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). Сброс стока на рельеф местности постепенно приводит к изменению состояния прилегающей территории, к изменению ее гидрологического режима, подтоплению и заболачиванию.

3 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ПОСЕЛКА АЭРОПОРТ

По показателям работы очистных сооружений, на основании анализа представленных (среднесуточных) проб сточных вод до и после очистки, согласно рисункам 1,2, определена необходимая и фактическая годовая эффективности очистки по веществам, концентрации которых превышают ПДК за 2014 год (таблица 3) и 2015 год (таблица 4).

Необходимая эффективность определяется по формуле (1) [12]:

$$C_{вх} - C_{пдк}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_{вх} - C_{пдк}}{C_{вх}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $C_{вх}$ – концентрация i -го вещества до очистки;

$C_{пдк}$ – предельно-допустимая концентрация i -го вещества (ГН 2.1.5.1315-03).

Необходимая эффективность очистки сточных вод на составила:

- по взвешенным веществам – 91,9 %;
- по БПК – 97,8 %;
- по аммонийному азоту – 97,9 %;
- по фосфатам – 80,7 %;
- по фенолам – 99,8 %;
- по железу – 85,9 %.

Годовая эффективность очистки по i -му веществу, формула (2):

$$C_{вх} - C_{пдк}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_{вх} - C_{пдк}}{C_{вх}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $C_{\text{вых}}$ – концентрация i -го вещества после очистки.

Общая эффективность очистки сточных вод на 2014 г. составила:

- по взвешенным веществам – 89,5 %;
- по БПК – 84,6 %;
- по аммонийному азоту – 68,9 %;
- по фосфатам – 27,9 %;
- по фенолам – 98,5 %;
- по железу – 76,4 %.

В среднем за 2014 год общая очистка на очистных сооружениях по основным показателям составляет 74 %.

На 2015 год общий эффект очистки по основным показателям составляет:

- по взвешенным веществам – 90,0 %;
- по БПК5 – 91,7 %;
- по аммонийному азоту – 97,1 %;
- по фосфатам – 40,9 %;
- по фенолам – 99,0 %;
- по железу – 70,8 %.

Процессом биологической очистки на очистных сооружениях является нитрификация. Содержание нитрат-ион на входе невелико и составляет в среднем за 2015 г. $0,69 \text{ мг/дм}^3$, количество нитратов образуется за счёт преобразования аммонийного азота и составляет на выходе после очистки $38,4 \text{ мг/дм}^3$ (может достигать до 50 мг/дм^3 и выше). Эффект очистки на ЦОСК «Аэропорт» во многом зависит от концентрации поступающих сточных вод (залповые сбросы). В норме для удовлетворительной очистки от КНС на ОСК должно поступать не более $14 \text{ м}^3/\text{сут.}$ в выходные дни объем поступающих сточных вод может достигать $21 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Общий эффект очистки по основным показателям на 2015 год составляет 82,0 %. В сравнении с 2014 годом в 2015 году наблюдаются улучшения по очистке примерно на 8 %. Для наглядности результаты расчетов эффективности очистки представлены на рисунке 5.

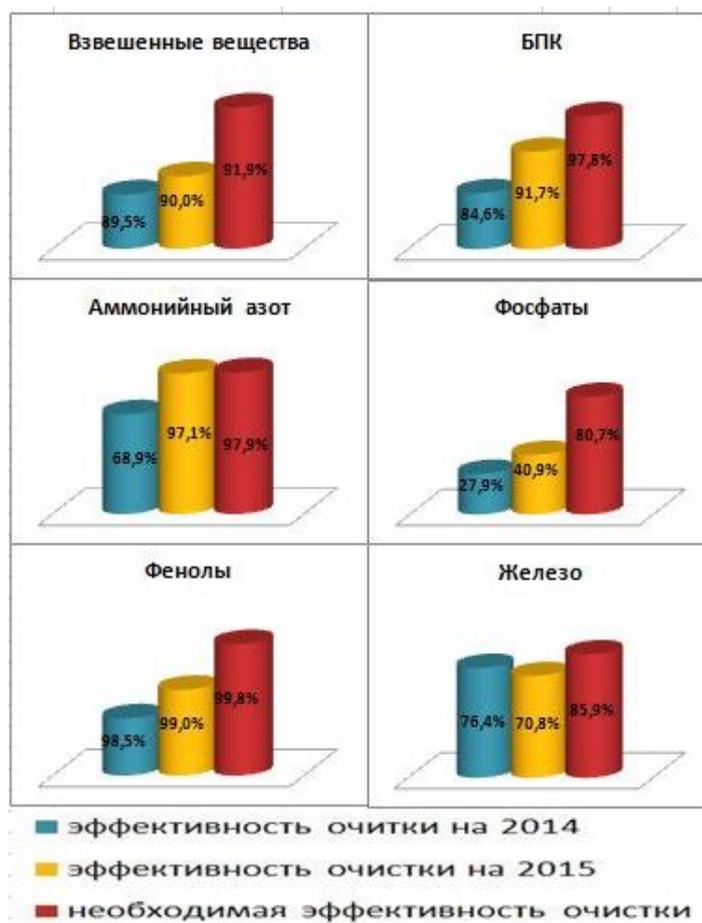


Рисунок 5 – Эффективность очистки ЦОСК «Аэропорт»

С середины января 2015 г. по данным лабораторных анализов ЦОСК «Аэропорт» наблюдается ухудшение работы очистных сооружений, а именно: седиментационные свойства активного ила (плохо оседает), избыточный вынос взвешенных веществ из осветлителей, характеризуются такими параметрами, как повышение илового индекса. Иловый индекс представляет собой объём активного ила, содержащий 1 г сухого вещества после 30-минутного отстаивания в цилиндре рабочий объём 100 см³. Для нормальной работы очистных сооружений иловый индекс в котором реализуются процессы окисления органических

соединений должен составлять 80 – 200 см³/г. Повышение рабочего диапазона значений илового индекса активного ила аэротенков, который составляет более 300–700 см³/г и говорит о процессе вспухания активного ила на ЦОСК «Аэропорт». Вспухание активного ила (увеличение его объема) означает, что в активном иле присутствуют нитчатые бактерии, которые ухудшают его способность к отстаиванию. Индекс ила повышается и становится больше 200 см³/г, что напрямую влияет на качество очищаемой воды.

К основным причинам возникновения развития нитчатых бактерий в активном иле и выносу взвешенных веществ на ЦОСК «Аэропорт» влияют следующие факторы:

- колебанием расходов и концентрации поступающих сточных вод на ЦОСК «Аэропорт» (отношение максимальных/минимальных часовых значений к среднесуточному расходу сточных вод);

- значение pH среды в аэротенке менее 6,5 – 7,5;

- неравномерное поступление сточных вод на очистные сооружения и возникновение гидравлических пиковых перегрузок;

- широкий диапазон колебаний поступающей нагрузки по органическим соединениям;

- образование залежей ила на дне осветлителя, что может быть обусловлено неровностями днища, плохой работой эрлифтов. В осветлителях (отстойниках) система возвратного активного ила (перекачка ила с помощью эрлифтов), в первую очередь осевший активный ил поступает в центральные части осветлителя.

Эрлифты на 20 % перекачивают ил так как ил не оседает на дно осветлителя, а большая часть ила может находиться в осветлителе более чем по 3 – 4 часа. Длительный период времени нахождения активного ила в бескислородных условиях ведёт к его вспуханию.

Таблица 3 – Результаты анализов в 2014 г.

2014 год												
№ п/п	месяц	место отбора	взвешенные вещества, мг/дм ³	БПК5 мг/дм ³	азот аммонийный, мг/дм ³	нитриты, мг/дм ³	нитраты, мг/дм ³	фосфаты, мг/дм ³	Годовая эффективность очистки, в процентах			
									вз. вещества	БПК5	азот аммонийный	фосфат
1	Январь	До очистки	142,00	215,00	68,38	0,14	0,70	19,54	89,50	84,60	68,90	27,90
		После очистки	12,00	15,00	5,85	2,83	19,00	14,68				
2	Февраль	До очистки	164,00	225,00	60,83	0,06	0,62	14,1				
		После очистки	23,00	52,00	5,00	12,03	90,70	12,59				
3	Март	До очистки	193,00	210,00	66,05	0,19	0,65	16,61				
		После очистки	47,00	21,00	23,78	0,15	5,74	16,9				
4	Апрель	До очистки	157,00	235,00	85,68	0,14	0,73	22,23				
		После очистки	8,10	22,00	38,59	1,9	1,14	6,84				
5	Май	До очистки	241,00	240,00	74,23	0,06	0,44	14,83				
		После очистки	14,00	38,00	51,95	0,97	1,41	12,08				
6	Июнь	До очистки	352,00	210,00	94,33	0,13	0,69	20,35				
		После очистки	14,00	10,00	75,65	0,12	0,18	16,18				
7	Июль	До очистки	217,00	250,00	67,75	0,03	0,78	17,15				
		После очистки	3,00	12,00	21,8	0,41	65,20	9,89				
8	Август	До очистки	194,00	280	55,35	0,06	0,80	13,95				
		После очистки	19,00	45,00	5,36	6,48	67,30	9,69				
9	Сентябрь	До очистки	176,00	125,00	60,15	0,16	0,30	15,21				
		После очистки	29,00	41,00	5,90	6,86	60,00	10,66				
10	Октябрь	До очистки	142,00	175,00	26,73	0,08	0,59	11,63				
		После очистки	25,00	39,00	2,87	11,45	36,80	9,63				
11	Ноябрь	До очистки	151,00	180,00	72,45	0,13	2,50	18,03				
		После очистки	28,00	44,00	5,68	44,5	19,60	12,58				
12	Декабрь	До очистки	69,00	222,00	67,30	0,02	0,91	17,56				
		После очистки	10,00	51,00	6,20	15,2	120,10	13,41				

Таблица 4 – Результаты анализов на 2015 г.

№ п/п	Месяц	Место отбора	Взвешенные вещества, мг/дм ³	БПК ₅ , мг/дм ³	Азот аммонийный, мг/дм ³	Нитриты, мг/дм ³	Нитраты, мг/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³	Годовая эффективность очистки, %			
									вз. вещества	БПК ₅	азот аммонийный	фосфат
2015 год												
1	Январь	До очистки	166,00	280	55,15	0,09	0,28	14,33	90,00	91,70	97,10	40,90
		После очистки	24,00	18	2,69	42,95	34,70	9,95				
2	Февраль	До очистки	97,00	170	58,80	0,03	0,10	17,03				
		После очистки	13,00	13,00	2,65	40,5	0,31	9,99				
3	Март	До очистки	185,00	210,00	80,70	0,08	0,10	19,43				
		После очистки	11,00	22,00	1,21	30,4	43,00	11,35				
4	Апрель	До очистки	113	160,00	69,45	0,10	1,25	16,83				
		После очистки	7,90	15,00	0,99	9,30	58,8	8,70				
5	Май	До очистки	165,00	235,00	72,15	0,32	0,56	19,00				
		После очистки	17,00	16,00	4,59	5,13	30,70	11,15				
6	Июнь	До очистки	342,00	420,00	80,91	0,47	1,29	21,25				
		После очистки	11,00	16,00	21,47	12,4	24,50	14,12				
7	Июль	До очистки	63,00	160,00	82,35	0,05	0,72	19,39				
		После очистки	22,00	35,00	10,84	22,9	28,20	12,30				
8	Август	До очистки	208,00	230,00	64,08	0,19	0,81	18,15				
		После очистки	11,00	26,00	4,62	8,20	59,1	11,20				
9	Сентябрь	До очистки	130,00	175,00	75,45	0,03	0,91	18,80				
		После очистки	3,10	12,00	3,78	2,20	55,70	11,66				
10	октябрь	До очистки	113,00	220,00	75,05	0,12	0,80	18,48				
		После очистки	9,70	23,00	1,56	4,09	48,20	11,6				
11	Ноябрь	До очистки	217,00	250,00	87,1	0,02	0,83	20,40				
		После очистки	11,00	39,00	15,26	5,86	2,80	11,28				
12	Декабрь	До очистки	275,00	210,00	67,28	0,09	0,66	18,80				
		После очистки	7,19	16,00	1,32	36,80	74,9	14,88				

Вспенивание активного ила – образование пены, которая обладает большой вязкостью и достигает толщины от 0,5 до 70 см, темно-коричневого цвета в емкости левого аэротенка (рисунок 6).



Рисунок 6 – Вспенивание активного ила в аэротенке – осветлителе на ЦОСК «Аэропорт»

Вспенивание вызвано развитием в активном иле нитчатых бактерий, их развитие связано с наличием в сточной воде жиров и увеличением возраста активного ила более 6–9 суток. Всплывание активного ила наблюдается в осветлителях, всплывание происходит из-за увеличения нагрузок на активный ил и обусловлено небольшим возрастом активного ила, в случае, когда невозможно избежать нитрификации. Основной проблемой эксплуатации сооружений очистки ведущей к вспуханию, вспениванию и всплыванию активного ила является некорректное проектирование объёмов аэротенков, которые в два раза меньше и не соответствуют объёму осветлителей 79 м^3 . Рабочий объём аэротенков составляет 45 м^3 , а общий двух аэротенков равен 90 м^3 . Некорректный объём аэротенков является основной причиной недостаточной интенсивности аэрации ведущей к вспуханию, вспениванию и всплыванию активного ила.

Однако недостаточное время аэрации не единственная проблема очистки сточных вод на очистных сооружениях канализации посёлка Аэропорт. Возникновение вторичных загрязнителей, таких как ион аммония, фосфат-ион и фенолы (летучие) в результате недостаточной системы водного взмучивания осадка в приемном резервуаре КНС приведет к увеличению нагрузки на очистные сооружения канализации в целом.

4 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИИ «АЭРОПОРТ»

4.1 Обоснование выбора элементов системы очистки сточных вод

Одна из главных экологических проблем человечества – качественная очистка хозяйственно–бытовых и производственных сточных вод, которые напрямую связаны с состоянием окружающей среды и здоровья населения. Попадание недоочищенных сточных вод в биосферу ведет к ее постепенной деградации, а также к негативному влиянию на состояние здоровья населения. Таким образом можно делать вывод о том, что уровень экологического благополучия напрямую связан с эффективностью очистки сточных вод на очистных сооружениях.

В посёлке Аэропорт были произведены исследования состава сточных вод, проводимые Испытательным центром исследования качества воды филиала ООО «АКС» «Амурводоканал» в 2014 – 2015 годах. В ходе исследований было установлено, что в воде присутствует ряд веществ, ПДК которых превышают значения, указанные в ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно–питьевого и культурно–бытового водопользования». А также было установлено, что основной причиной неудовлетворительного качества сточной воды ЦОСК «Аэропорт» явилось недостаточное время аэрации активного ила в связи с некорректным проектированием объёмов аэротенков–осветлителей и увеличение нагрузки на очистные сооружения в результате возникновения вторичных загрязнений в КНС. Согласно данному факту на очистных сооружениях канализации назрела необходимость в реконструкции системы очистки сточных вод.

Цель реконструкции очистных сооружений – повышение эффективности работы оборудования, увеличение результатов очистки сточной воды, снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Основные задачи реконструкции:

- увеличение времени аэрации активного ила;
- снижение нагрузки на очистные сооружения;
- обеспечение высокого уровня очистки стоков.

С целью увеличения времени аэрации и достижения необходимой степени очистки сточной воды, представленной на рисунке 5, предлагается рассмотреть вариант увеличения аэрационной зоны на базе удаления биокоагуляторов в количестве двух штук с рабочим объемом 48 м^3 каждый, выведенных из эксплуатации в связи со своей малоэффективностью, и расширение тем самым площади аэротенков-осветлителей с рабочим объемом 124 м^3 каждый. Реконструкция основана на удалении поперечных железобетонных стены между аэротенками и биокоагуляторами, а также на удлинении иловой распределительной и перфорированной труб на длину равную длине биокоагулятора, то есть на 3,7 м. Изменение емкости аэротенка–осветлителя увеличит время аэрации и будет равно общему объёму биокоагулятора и самого аэротенка–осветлителя, то есть 172 м^3 . Общая схема очистных сооружений канализации поселка Аэропорт представлена в приложении Г. Для снижения нагрузки в результате возникших в КНС вторичных загрязнений рекомендуется установить в КНС преаэратор в виде воздуходувки. Основанием для установки воздуходувки может служить межэтажное перекрытие, стальная рама, бетонный пол или специальный фундамент. Рама воздуходувки стоит на амортизационных подушках, которые крепятся к основанию. В данном случае основанием для установки будет служить бетонный пол КНС. Воздуходувка обеспечит возникновение в приемном резервуаре-усреднителе возникновение крупнопузырчатой аэрации. Система крупнопузырчатой аэрации приведет к прекращению процесса всплывания загрязняющих веществ, а также обеспечит воду дополнительным насыщением кислородом перед подачей сточной воды непосредственно в систему биологической очистки.

А также для решения проблем, связанных с вспуханием и вспениванием ила были предложены следующие рекомендации:

- при вспухании активного ила и значении рН иловой смеси менее

6,5 – вносить гашеную известь в аэротенк по 10 – 15 литров до повышение рН не менее 6,5 – 7,5;

- при вспенивании – увеличить нагрузки на активный ил снижением концентрации ила за счет увеличения объема избыточного ила (наиболее часто используемый метод);

- увеличить концентрации кислорода (регулирование);

- увеличить расход возвратного активного ила;

- использовать химические добавок (хлор, алюминия)

- в виде срочной (временной) меры борьбы с нитчатым вспениванием активного ила на ЦОСК «Аэропорт» обеспечить подачу хлора в возвратный активный ил в дозе 2 – 3 мг/л;

- применить механическое удаление вспенивания активного ила в левом аэротенке;

- проверить способность поступающих стоков к загниванию.

4.2 Расчет аэротенка – осветлителя до реконструкции

Расчет аэротенков–осветлителей производится по скорости биохимического окисления загрязнений и гидравлической нагрузке на поверхность взвешенного слоя ила в часы максимального притока. Для аэротенков–осветлителей при концентрации загрязнений в поступающей сточной воде по БПК_{полн} до 300 мг/л определяющим окончательные размеры сооружения параметром является гидравлическая нагрузка на поверхность взвешенного слоя ила, а при больших значениях БПК_{полн} — скорость окисления загрязнений. Расчет производится в соответствии со СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 [30] и учебным пособием «Биологическая очистка городских сточных вод» под редакцией Гудкова А.Г. [8].

Аэротенки-осветлители проектируют в виде прямоугольных в плане резервуаров с наклонными или вертикальными боковыми стенками. Конструкция этих аэротенков-осветлителей позволяет уменьшить общий объем сооружений биологической очистки за счет сокращения продолжительности аэрации до 3–5 ч и исключения вторичных отстойников.

Сточная вода поступает по перфорированному трубопроводу, расположенному в нижней части зоны аэрации, где происходит ее смешение с активным илом и аэрация. Иловая смесь через переливные окна поступает в зону осветления, движется вдоль разделительных перегородок вниз к щелям и разделяется на два потока. Один поток через щель возвращается в зону аэрации, а другой поток, двигаясь вверх, создает взвешенный слой активного ила. Расчет аэротенков включает в себя определение вместимости и габаритов сооружения, объема, требуемого воздуха и избыточного ила.

Для проведения сравнительного анализа необходимых расчетных показателей, таких как вместимость аэротенка, количество кислорода, израсходованное на практически полное аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов, время аэрации активного ила, удельная скорость окисления, нагрузка на ил, прирост активного ила и необходимый расход воздуха для подачи в аэротенк, произведем расчет аэротенка до и после реконструкции.

Исходные данные для расчета аэротенка на ЦОСК «Аэропорт» приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные

БПК _{полн} поступ. ст. воды, мг/л	БПК _{полн} очищ. ст. воды, мг/л	Среднесуточная температура ст. воды T _w , °C	Доза активного ила a _i , г/л	Индекс ила J _i , см ³ /г	
244,33	20,90	21,9	1,65	100	
Объем аэротенка Wat, м ³	Расход сточной воды Q _w , м ³ /ч	Концентрация растворенного кислорода C _o , мг/л	Глубина погружения перфорированных труб h _a , м	Площадь аэрируемой зоны f _{az} , м ²	Площадь аэротенка f _{at} , м ²
45	6,30	1,50	3,95	12,35	34,2

Степень рециркуляции ила R_i в аэротенка рассчитывается по формуле (3):

$$R_i = \frac{a_i}{(1000/J_i) - a_i}, \quad (3)$$

где a_i – доза активного ила, г/л

J_i – индекс ила, $\text{см}^3/\text{г}$ (исходные данные).

$$R_i = \frac{1,65}{(1000/100) - 1,65} = 0,20$$

Величина БПК_{полн} воды, поступающей в начало аэротенка–осветлителя L_{mix} с учетом разбавления, определяется по формуле (4):

$$L_{\text{ен}} + L_{\text{к}} \cdot R$$

$$L_{\text{mix}} = \frac{L_{\text{ен}} + L_{\text{к}} \cdot R}{1 + R}$$

где $L_{\text{ен}}$ – БПК_{полн} исходной воды, мг/л;

$L_{\text{к}}$ – БПК_{полн} очищенных вод, мг/л.

$$L_{\text{mix}} = \frac{244,44 + 20,9 \cdot 0,20}{1 + 0,20} = 207,15 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$$

Вместимость аэротенка $W_{\text{ат}}$, м^3 , следует определять по формуле (5):

$$W_{\text{ат}} = t_{\text{ат}} \cdot (1 + R_i) \cdot q_w, \quad (5)$$

где $t_{\text{ат}}$ – период пребывания сточных вод в аэротенке, ч;

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

Вместимость аэротенка $W_{\text{ат}}$ на ЦОСК «Аэропорт» составляет 45 м^3 .

Преобразуя формулу (5) найдем период пребывания сточных вод в аэротенке, формула (6):

$$\frac{W_{\text{ат}}}{(1 + R_i) \cdot q_w}$$

$$t_{\text{ат}} = \frac{W_{\text{ат}}}{(1 + R_i) \cdot q_w}$$

(6)

$$t_{at} = \frac{45}{(1 + 0,20) \cdot 6,3} = 5,95 \text{ ч} \sim 6 \text{ ч}$$

Аэротенки–осветлители находятся на ЦОСК «Аэропорт» в количестве двух штук. Таким образом общее время определяется по формуле (7):

$$t_{at \text{ общ}} = 2 \cdot t_{at}, \quad (7)$$

$$t_{at \text{ общ}} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ ч.}$$

Удельная скорость окисления рассчитывается по формуле (8):

$$\rho = \rho_{\text{макс}} \cdot \frac{L_{\text{ex}} \times C_o}{L_{\text{ex}} \times C_o + K_1 \times C_o + K_0 \times L_{\text{ex}}} \times \frac{1}{1 + \varphi \times a_i}, \quad (8)$$

где $\rho_{\text{макс}}$ – максимальная скорость окисления, мг/(г·ч);

C_o – концентрация растворенного кислорода, мг/л (исходные данные);

K_1 – константа, характеризующая свойства органических загрязнений, мг/л (таблица 1 приложения 4 [8]);

K_0 – константа, характеризующая влияние растворенного кислорода, мг/л (таблица.1 приложения 4 [8]);

φ – коэффициент ингибирования продукта или распада активного ила, л/г (таблица 1 приложения 4 [8]);

Для городских и близких к ним производственных сточных вод $\rho_{\text{макс}}$ принимается 85 мг/г час, $K_1 = 33$ мг/л, $K_0 = 0,625$ мг/л, $\varphi = 0,07$ л/г, тогда средняя скорость окисления:

$$\rho = 85 \times \frac{20,9 \times 1,5}{20,9 \times 1,5 + 33 \times 1,5 + 0,625 \times 20,9} \times \frac{1}{1 + 0,07 \times 1,65} = 29,13 \frac{\text{мг}}{\text{гч}}$$

Нагрузка на ил определяется по формуле (9):

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{\text{ен}} - L_{\text{вх}})}{a_i \cdot (1 - S) \cdot t_{at}}, \quad (9)$$

$$\frac{24 \cdot (244,33 - 20,9)}{1,65 \cdot (1 - 0,3) \cdot 12}$$

$$q_i = \quad = 386,89 .$$

Прирост активного ила в аэротенке определяется по формуле (10):

$$P = 0,8 \times C_e + K_{II} \times L_{ex}, \quad (10)$$

где C_e – концентрация взвешенных веществ, поступающих в аэротенк, мг/л;

K_{II} – коэффициент прироста активного ила, $K_{II} = 0,3 \div 0,5$.

$$P = 0,8 \times 172,82 + 0,5 \times 20,9 = 148,71$$

Определение удельного расхода воздуха для аэрации q_{air} ($M^3_{возд}/M^3_{ст.вод}$), формула (11):

$$q_{air} =$$

$$\frac{q_o \cdot (L_{en} - L_{ex})}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_T \cdot k_3 \cdot (c_a - c_o)} \quad (11)$$

где q_o - удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК; принимается при очистке до БПК > 20 мг/л $q_o = 0,9$;

L_{en}, L_{ex} – БПК сточных вод до и после очистки в КНС соответственно (исходные данные);

N_1 – коэффициент, учитывающий тип аэратора, принимается в зависимости от соотношения площади аэрируемой зоны f_{az} и площади аэротенка f_{at} по таблице 3.3 учебного пособия «Биологическая очистка городских сточных вод»

под редакцией Гудкова А.Г. [8], $N_1=1,94$;

K_2 – коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов (перфорированных труб) h_a , принимается по таблице 3.4 учебного пособия «Биологическая очистка городских сточных вод» под редакцией Гудкова А.Г. [8]

$K_2 = 2,34$;

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

K_T – коэффициент, учитывающий среднемесячную температуру сточных вод T_w , определяется по формуле (12):

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20), \quad (12)$$

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (21,9 - 20) = 1,04$$

C_a – растворимость кислорода воздуха в воде, определяемая по формуле (13):

$$C_a = (1 + h_a : 20,6) \cdot C_T, \quad (13)$$

$$C_a = (1 + 3,95/20,6) \cdot 8,7 = 10,34 \text{ мг/л}$$

где h_a – глубина погружения перфорированных труб (исходные данные);

$$q_{air} = \frac{0,9 \cdot (244,33 - 20,9)}{1,94 \cdot 2,34 \cdot 1,04 \cdot 0,85 \cdot (10,34 - 1,5)} = 5,69 \text{ м}^3_{\text{возд}}/\text{м}^3_{\text{ст.воды}}$$

Необходимый расход воздуха на аэротенки, формула (14):

$$\cdot Q_w \cdot n$$

$$Q_B = q_{air} \cdot Q_w \cdot n, \quad (14)$$

где n – количество аэротенков-осветлителей.

$$Q_b = 5,69 \cdot 6,3 = 35,85 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В аэротенках-осветлителях предусмотрено 3 компрессора (2 рабочих и 1 резервный) с максимальной производительностью 360 м³/ч каждый. Таким образом, на основании расчета необходимого количества воздуха, можно сделать вывод о достаточности подачи воздуха компрессорами в аэротенки-осветлители.

4.3 Расчет аэротенка – осветлителя после реконструкции

Исходные данные для расчета аэротенка–осветлителя на ЦОСК «Аэропорт» приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные

БПК _{полн} поступ. ст. воды, мг/л	БПК _{полн} очищ. ст. воды, мг/л	Среднесуточная температура ст. воды T _w , °С	Доза активно го ила a _i , г/л,	Индекс ила J _i , см ³ /г	Объем аэротенка W _a , м ³	Концентрация растворенного кислорода C _o , мг/л	Расход сточной воды Q _w , м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
244,33	4,5	19	1,65	100	45	1,5	6,3
9	10	11	12	13	14	15	
Глубина погружения перфорированных труб h _a , м	Площадь аэрируемой зоны f _{аз} , м ²	Площадь аэротенка f _{ат} , м ²	Объем осветлителя W _o , м ³	Объем биокоагулятора W _б , м ³	Длина биокоагулятора, м	Длина аэротенка, м	
3,95	17,16	47,52	79	48	3,7	9,5	

Степень рециркуляции ила R_i в аэротенке рассчитывается по формуле (3):

$$R_i = \frac{1,65}{(1000/100) - 1,65} = 0,20$$

Величина БПК_{полн} воды, поступающей в начало аэротенка–осветлителя L_{mix} с учетом разбавления, определяется по формуле (4):

$$L_{mix} = \frac{244,33 + 4,5 \cdot 0,20}{1 + 0,20} = 204,35 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$$

Произведем расчет объема аэротенка W_{ат} после реконструкции. Общий объем аэротенка-осветлителя определяется по формуле (15):

$$W_{ao} = W_a + W_o, \tag{15}$$

где W_a – объем аэротенка (исходные данные), м^3

W_o – объем осветлителя (исходные данные), м^3

$$W_{ao} = 45 + 79 = 124 \text{ м}^3$$

Найдем отношение объема осветлителя к объему аэротенка, формула (16):

$$\frac{W_o}{W_a}$$

$$u = \frac{79}{45} = 1,8 \quad (16)$$

$$= \frac{79}{45} = 1,8$$

и раз

Найдем объем аэротенка-осветлителя после реконструкции, формула (17):

$$W_{ao}' = W_{ao} + W_{\delta}, \quad (17)$$

где W_{δ} – объем биокоагулятора (исходные данные).

$$W_{ao}' = 124 + 48 = 172 \text{ м}^3$$

Найдем величину увеличения объема аэротенка в результате реконструкции, формула (18):

$$W_y + 1,8 \cdot W_y = W_{\delta}, \quad (18)$$

где W_y – величина увеличения объема, м^3

1,8 – величина отношения объема осветлителя к объему аэротенка, раз.

Преобразуя формулу (18), получим формула (19):

$$W_y = \frac{W_6}{2,8}, \quad (19)$$

$$W_y = \frac{40}{2,8} = 17,14 \text{ м}^3$$

Таким образом объем аэротенка после реконструкции будет равен:

$$W_{at}' = W_a + W_y, \quad (20)$$

$$W_{at}' = 45 + 17,14 = 62,14 \text{ м}^3$$

Определим длину аэротенка после реконструкции, формула (21):

$$L_a' = L_a + L_6, \quad (21)$$

где L_a – длина аэротенка до реконструкции, м (исходные данные);

L_6 – длина биокоагулятора, м (исходные данные).

Найдем период пребывания сточных вод в аэротенке по формуле (22):

$$\frac{W_{at}'}{(1 + R_i) \cdot Q_w}$$

$$t_{at} = \dots, \quad (22)$$

где W_{at}' – объем аэротенка после реконструкции, м³;

R_i – степень рециркуляции ила;

Q_w – расход сточных вод, м³/ч.

$$t_{at} = \frac{62,14}{(1 + 0,20) \cdot 6,3} = 8,25 \text{ ч}$$

Аэротенки–осветлители находятся на ЦОСК «Аэропорт» в количестве двух штук. Таким образом общее время определяется по формуле (7):

$$t_{atобщ} = 2 \cdot 8,25 = 16,5 \text{ ч}$$

Удельная скорость окисления определяется по формуле (8):

$$\rho = 85 \times \frac{4,5 \times 1,5}{4,5 \times 1,5 + 33 \times 1,5 + 0,625 \times 4,5} \times \frac{1}{1 + 0,07 \times 1,65} = 8,38 \frac{\text{мг}}{\text{гч}}$$

Нагрузка на ил определяется по формуле (9):

$$q_i = \frac{24 \cdot (244,33 - 4,5)}{1,65 \cdot (1 - 0,3) \cdot 16,5} = 302,03$$

Прирост активного ила в аэротенке определяется по формуле (10):

$$P = 0,8 \times 172,82 + 0,5 \times 4,5 = 140,50$$

Удельный расход воздуха определяется по формуле (12):

$$q_{\text{air}} = \frac{0,9 \cdot (244,33 - 4,5)}{1,94 \cdot 2,34 \cdot 1,04 \cdot 0,85 \cdot (10,34 - 1,5)} = 6,08 \text{ м}^3_{\text{возд}}/\text{м}^3_{\text{ст.воды}}$$

Необходимый расход воздуха на аэротенки определяется по формуле (14):

$$Q_B = 6,08 \cdot 6,3 = 38,33 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Проведя сравнительный анализ результатов расчета до и после реконструкции, можно сделать вывод о том, что увеличение объема аэротенка приведет к уменьшению нагрузки на активный ил и его прироста, а главное приведет к увеличению времени аэрации активного ила, недостаточность которого является основной причиной плохих седиментационных свойств активного ила.

4.4 Расчет воздухоудовки

Расчет производится в соответствии со СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 [7] и учебным пособием «Биологическая очистка городских сточных вод» под редакцией Гудкова А.Г. [4]. Исходные данные для расчета приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные для расчета

L_{en} , мг/л	L_{ex} , мг/л	H , м	h_a , м	f_k , м ²	T_w , °С	t , ч
235	180	3	3	33,84	21,2	1

Определение удельного расхода воздуха для аэрации q_{air} ($\text{м}^3_{\text{возд}}/\text{м}^3_{\text{ст.вод}}$), формула (23):

$$Q_{\text{air}} = \frac{q_0 \cdot (L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot (C_a - C_0)}, \text{ М}^3_{\text{возд}}/\text{М}^3_{\text{ст.вод}}, \quad (23)$$

где q_0 - удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК; принимается при очистке до БПК > 20 мг/л $q_0=0,9$;

$L_{\text{en}}, L_{\text{ex}}$ - БПК сточных вод до и после очистки в КНС соответственно (исходные данные);

K_1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора, принимается в зависимости от соотношения площади аэрируемой зоны $f_{\text{аз}}$ и площади КНС $f_{\text{к}}$ по таблице 3.3 учебного пособия «Биологическая очистка городских сточных вод» под редакцией Гудкова А.Г. [4], $K_1=2,3$;

K_2 - коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов (перфорированных труб) h_a , принимается по таблице 3.4 учебного пособия «Биологическая очистка городских сточных вод» под редакцией Гудкова А.Г. [4] $K_2=2,08$;

K_3 - коэффициент качества воды, принимаемый для городских сточных вод равным $0,85$;

K_T - коэффициент, учитывающий среднемесячную температуру сточных вод T_w , определяется по формуле (24):

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20), \quad (24)$$

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (21,2 - 20) = 1,8$$

C_a - растворимость кислорода воздуха в воде, определяемая по формуле (25):

$$C_a = (1 + h_a/20,6) \cdot C_T, \text{ мг/л}, \quad (25)$$

$$C_a = (1 + 3/20,6) \cdot 8,85 = 10,11 \text{ мг/л}$$

где h_a - глубина погружения перфорированных труб (исходные данные);

C_T – растворимость кислорода в воде принимается в зависимости от температуры воды и атмосферного давления по таблице 8 [13]:

Таблица 8 – Растворимость кислорода в воде

$t_{\text{воды}}^{\circ}$	5	10	14	12	16	18	20	22	24	26
C_T , мг/л	12,8	11,3	10,8	10,3	9,8	9,4	9,0	8,7	8,3	8,0

C_0 – средняя концентрация кислорода в КНС-усреднителе, в предварительном расчете допускается принимать 2 мг/л.

$$q_{\text{air}} = \frac{0,9 \cdot (235 - 180)}{2,3 \cdot 2,08 \cdot 1,8 \cdot 0,85 \cdot (10,11 - 2)} = 0,85 \text{ м}^3_{\text{возд}}/\text{м}^3_{\text{ст.воды}}$$

Определение интенсивности аэрации J_a ($\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$) проводится по формуле (26):

$$J_a = q_{\text{air}} \cdot H/t, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}. \quad (26)$$

где H – рабочая глубина цилиндической части приемного резервуара-усреднителя КНС, $H=3\text{м}$;

t – продолжительность пребывания сточных вод (исходные данные).

$$J_a = 0,85 \cdot 3 = 2,55 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

Определение требуемого давления воздуходувки зависит от давления слоя воды в КНС-усреднителе. Давление слоя жидкости определяется по формуле (27):

$$P_{\text{at}} = \gamma \cdot g \cdot h_a, \text{ Па}, \quad (27)$$

где γ – плотность воды, $\gamma=1000 \text{ кг}/\text{м}^3$,

g – ускорение свободного падения, $g=9,8 \text{ м}/\text{сек}^2$,

h_a – глубина погружения аэратора, $h_a = 3 \text{ м}$;

$$P_{\text{at}} = 1000 \cdot 9,8 \cdot 3 = 29400 \text{ Па} = 29,4 \text{ кПа}$$

Таким образом давление воздуходувки должно быть не менее 29,4 кПа.

Определение требуемого расхода воздуха Q_B , $\text{м}^3/\text{ч}$, формула (28):

$$Q_B = J_a \cdot f_{az}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (28)$$

где f_{az} – площадь аэрируемой зоны f_{az} , м^2

$$Q_B = 2,55 \cdot 33,84 = 86,29 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В соответствии с расчетом по графику зависимости производительности воздуходувки от перепадов давления, представленному на рисунке 7, для установки в канализационную насосную станцию была выбрана воздуходувка модели EVL 88/33. Технические характеристики воздуходувки приведены в таблице 9. Схема воздуходувки приведена в приложении К.

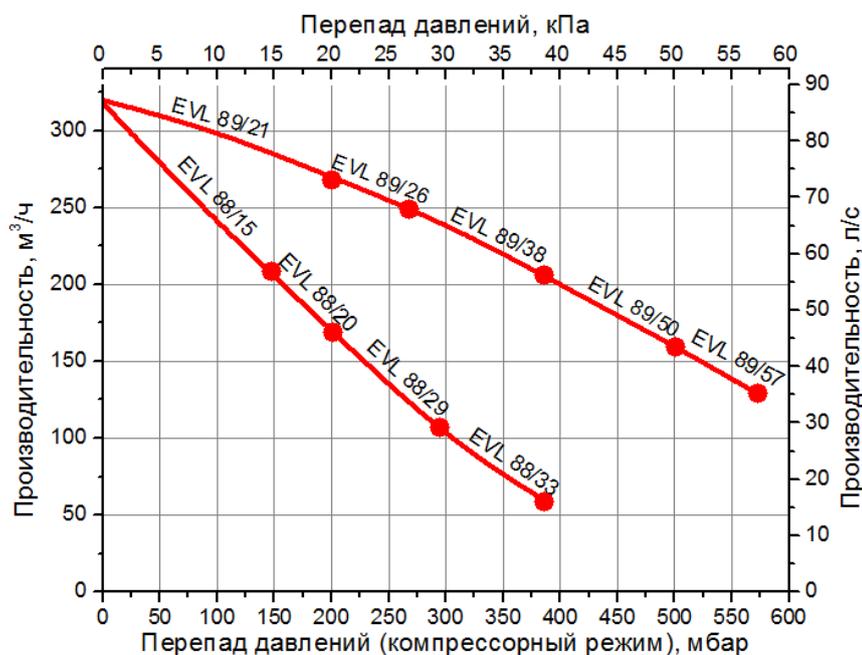


Рисунок 7 – Графические характеристики воздуходувок

Таблица 9 – Технические характеристики

Модель	Мощность двигателя, кВт	Напряжение питания, В	Вес, кг	Уровень шума, дБ (А)	Макс. производительность $\text{м}^3/\text{ч}$	Макс. избыточное давление, кПА (мбар)	Габаритные размеры, мм	Диаметр патрубков, мм
EVL 88/33	4,0	345-415	40	69	318	33(330)	377x382x384	55

Особенности воздуходувок ERSTEVAK:

– удобная установка и встраивание в существующие воздушные магист-

рали;

- на выходе чистый безмасляный воздух, не загрязняют среду;
- встроенные глушители на входе и выходе из воздуходувки;
- является условно не обслуживаемой (не требует ТО);
- не имеют трущихся частей (кроме подшипников), что обеспечивает высокую надежность.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гипохлорит кальция - порошкообразный пылящий продукт с резким запахом хлора. Обладает местно-раздражающим действием на кожу и выраженным на слизистые оболочки глаз, не оказывает сенсibiliзирующего действия. Ингаляционная опасность заключается в выделении в воздух хлора, оказывающего раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и органы дыхания. При попадании в глаза возможны ожоги, повреждение роговицы, при попадании на кожу – чувство жжения, покраснение, отечность. Предельно допустимая концентрация хлора в воздухе рабочей зоны составляет 1 мг/м^3 , согласно данному факту в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [6], гипохлорит кальция относится ко второму классу опасности (вещество особоопасное).

С точки зрения взрыво- и пожароопасности гипохлорит кальция не горюч и взрывобезопасен. Однако как окислитель при контакте с жидкими маслообразными органическими веществами и пылевидными органическими продуктами может вызвать их загорание, а также емкости, содержащие гипохлорид кальция при нагревании могут взрываться. На рабочем месте запрещается курить, пить и принимать пищу. После работы лицо, руки, открытые участки тела моют водой с мылом. Рот полощут водой. Все производственные помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОП-5 или ОУ-2, асбестовыми полотнищами и ящиками с песком. Уборка помещения влажная или вакуумная. Гипохлорит кальция нейтральный хранят в упаковке изготовителя штабелями в крытых неотапливаемых, хорошо вентилируемых складских помещениях, защищенных от попадания атмосферных осадков и прямых солнечных лучей. Барабаны должны храниться вертикально. Штабель должен иметь ширину не более 2 метров. Между штабелями должны быть проходы не менее 1 м. Гарантийный срок хранения составляет 1 год со дня изготовления. По истечении гарантийного срока хранения продукт подлежит проверке на содержание активного хлора. При дальней-

шем использовании гипохлорита кальция нейтрального учитывается фактическое содержание активного хлора.

Хлораторная ЦОСК «Аэропорт», в которой предусмотрено две линии хлоропроводов, 4 растворный и 4 расходных баков, рабочей вентиляции, система локализации соответствует требованиям охраны труда и пожарной безопасности. Хлораторная обеспечена приточно-вытяжной вентиляцией. Оборудование является герметичным. Пылящие узлы снабжены местными отсосами. Отбор гипохлорита натрия осуществляется из расходных баков дозирующими насосами, стойкими к дозируемой среде. При использовании химических гипохлоритов в технологической схеме предусмотрена системы промывки трубопроводов и емкостей. Для приготовления растворов из сухих хлорреагентов необходимо предусмотрены расходные баки в количестве двух штук. Во время начала работы хлораторной (лето 2011) в расходных емкостях хлораторной установки не была предусмотрена циркуляция и перемешивание растворов. В настоящее время обеспечено подведение воздуха от воздуходувок к растворным (расходным) емкостям реагентного хозяйства (барботаж), уровень забор реагента из баков поднят выше. Для дозирования применяется раствор, отстаиванный не менее 12 часов, а также предусмотрено периодическое удаление осадка из баков и дозаторов. Баки и трубопроводы для растворов соли и гипохлорита выполнены из коррозионно-стойких материалов.

В целях обеспечения безопасности все работающие с гипохлоритом кальция должны быть обеспечены специальной одеждой по отраслевым нормам и иметь средства защиты: фильтрующий противогаз марки В или БКФ по ГОСТ 12.4.121 Система стандартов безопасности труда. Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия [7], резиновые сапоги, резиновые перчатки, фартук из прорезиненной ткани и защитные очки. Во всех случаях газовыделений работу следует вести в противогазе. При отравлении хлором пострадавшего необходимо вывести из загазованной зоны, обеспечить покой и тепло, дать молоко, теплый чай и вызвать врача. При нарушении дыхания дать кислород. Искусственного дыхания не делать. Первая помощь по-

страдавшим включает в себя также:

- промывание глаз, носа, рта двухпроцентным раствором пищевой соды;
- закапывание в глаза вазелинового или оливкового масла, а при болях в глазах - по 2 - 3 капли 0,5 % раствора дикаина;
- наложение глазной мази для профилактики инфекции (0,5 % синтомициновая, 10 % сульфациловая) или по 2 - 3 капли 30 % альбуцида, 0,1 % раствора сульфата цинка и 1 % раствора борной кислоты - 2 раза в день;
- введение гидрокортизона 125 мг в/м, преднизолона 60 мг в/в или в/м.

В ЦОСК «Аэропорт» основной профессией, связанной с работой с гипохлоритом кальция является оператор хлораторной установки. В 2014 году на предприятии была проведена специальная оценка условий труда, в ходе оценки условий труда был установлен класс условий труда, соответствие средств индивидуальной защиты (СИЗ) условиям труда, льготы и компенсации. А также были установлены гарантии и компенсации, полагающиеся работнику, занятому на данном рабочем месте, произведена оценка влияния на работающего различных вредных и опасных производственных факторов. Согласно результатам специальной оценки условий труда оператор хлораторной установки имеет подкласс условий труда 3.2, средства индивидуальной защиты такие как: белье нательное, ботинки кожаные, костюм суконный, костюм хлопчатобумажный с водоталкивающей пропиткой, куртка на утепляющей прокладке, мыло, очки защитные, перчатки резиновые, противогаз, рукавицы суконные, фартук прорезиненный кислотоустойчивый с нагрудником соответствуют условиям труда. А также в ходе специальной оценки условий труда были установлены следующие компенсации: ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (22 дня), повышение размера оплаты труда (38 %), продолжительность рабочего времени (не более 40 часов в неделю), молоко или другие равноценные пищевые продукты.

В соответствии с правилами приемки гипохлорит кальция принимают партиями. Партией считают любое количество продукта, однородного по своим показателям качества, массой не более 60 т, сопровождаемого одним доку-

ментом о качестве. Документ о качестве должен содержать:

- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование, марку и сорт продукта;– номер партии;
- дату изготовления;
- массу брутто и нетто;
- количество единиц упаковки в партии;
- результаты анализов или подтверждение о соответствии качества продукта требованиям настоящего стандарта;
- надписи: «Опасно», «Едкое вещество».

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

6.1 Расчет величины предотвращенного ущерба

Предотвращенный экологический ущерб земельным ресурсам представляет собой оценку в денежной форме возможных отрицательных последствий, связанных с ухудшением и разрушением почвенного покрова под воздействием антропогенных (техногенных) факторов, (выражающихся в количественном и качественном ухудшении состава и свойств почвы, снижении природохозяйственной значимости сельхозугодий, деградации почв и земель, захламлении и загрязнении почв и земельных ресурсов отходами производства и потребления), которые удалось избежать (предотвратить, не допустить) в результате своевременного проведения тех или иных почвоохранных, природоохранных и других мероприятий, реализации природоохранных программ.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности экологического ущерба от химического загрязнения почв и земель производится в соответствии с «Временной Методикой определения предотвращенного экологического ущерба» [2], по формуле (29):

$$\Delta U_{\text{пр}} = U_{\text{пр.1}} - U_{\text{пр.2}}, \quad (29)$$

где $U_{\text{пр.1}}$ – величина экологического ущерба от загрязнения почв химическими веществами до реализации природоохранных мероприятий, тыс.руб/год;

$U_{\text{пр.2}}$ – величина экологического ущерба от загрязнения почв химическими веществами после реализации природоохранных мероприятий, тыс.руб/год.

Экологический ущерб от загрязнения почв химическими веществами до реализации природоохранных мероприятий определяется по формуле (30):

$$Y_{\text{пр1}} = \dots$$

(30)

где N_c – норматив стоимости земель, тыс.руб./га; определяется по таблице 1 Приложения 3, $N_c=194$ тыс. руб. /га;

$K_{\text{хн1}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение (ликвидацию) загрязнения земель несколькими химическими веществами, определяется по формуле (31):

$$K_{\text{хн1}} = \begin{cases} 1 + 0,2 (n_1 - 1) & \text{при } n_1 \leq 10 \\ 3 & \text{при } n_1 > 10 \end{cases}$$

(31)

где n_1 – количество загрязняющих веществ до реализации природоохранных мероприятий, $n_1=7$

$$K_{\text{хн1}} = 1 + 0,2 \cdot (7 - 1) = 2,2$$

S_1 – площадь земель, загрязняемая химическими веществами в отчетном году до реализации природоохранных мероприятий, $S_1=0,9$ га;

K_3 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории; определяется по таблице 2 приложения 3, $K_3=1,1$

В процессе осуществления природоохранных мероприятий в виде реконструкции очистных сооружений канализации поселка Аэропорт основной задачей является снижение антропогенной нагрузки на поверхностные земли в результате уменьшения концентрации загрязняющих веществ до их предельно-допустимых концентраций. Однако достижение предельно-допустимой концентрации по такому веществу как нитрит-ион практически невозможно в связи с его повышением в результате распада аммонийного азота до нитратов в процессе нитрификации. Согласно данному факту можно сделать вывод о том, что даже после реализации природоохранных мероприятий будет происходить

загрязнение поверхностных земель нитратами, однако в гораздо меньшем объеме.

Экологический ущерб от загрязнения почв химическими веществами после реализации природоохранных мероприятий определяется по формуле (32):

$$Y_{\text{пр2}} = \dots, \quad (32)$$

где N_c – норматив стоимости земель, тыс.руб./га; определяется по таблице 1 Приложения 3, $N_c = 194$ млн. руб. /га;

$K_{\text{хн2}}$ – повышающий коэффициент за предотвращение (ликвидацию) загрязнения земель несколькими химическими веществами, определяется по формуле (33):

$$K_{\text{хн2}} = \frac{1 + 0,2 (n_2 - 1)}{3 \text{ при } n_2 > 10}, \quad (33)$$

где n_2 – количество загрязняющих веществ после реализации природоохранных мероприятий, $n_2 = 1$

$$K_{\text{хн2}} = 1 + 0,2 \cdot (1 - 1) = 1,0$$

S_2 – площадь земель, загрязняемая химическими веществами в отчетном году после реализации природоохранных мероприятий, $S_2 = 0,5$ га;

K_3 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории; определяется по таблице 2 приложения 3, $K_3 = 1,1$

Результаты расчета приведены в таблицах 10, 11.

Таблица 10 – Результаты расчета эколого-экономического ущерба до реализации природоохранных мероприятий

H_c	K_3	S_1	n_1	K_{xn1}
194	1,1	0,9	7	2,2
$Y_{пр1} = 194 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 2,2 = 422,53$ тыс.руб./год				

Таблица 10 – Результаты расчета эколого-экономического ущерба до реализации природоохранных мероприятий

H_c	K_3	S_2	n_2	K_{xn2}
194	1,1	0,5	1	1,0
$Y_{пр2} = 194 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 106,70$ тыс.руб./год				

С учетом результатов расчета представленных в таблицах 10,11 определим величину предотвращенного эколого-экономического ущерба по формуле (29):

$$\Delta Y_{пр} = 422,53 - 106,70 = 315,83 \text{ тыс.руб}$$

6.2 Расчет затрат на приобретение оборудования

Основной целью реконструкции очистных сооружений является получение высоких результатов биологической очистки и снижение тем самым антропогенной нагрузки на поверхностные земли.

Капитальные затраты на реконструкцию складываются из затрат на покупку оборудования, его доставку, монтаж и демонтаж. Монтаж оборудования производится собственными силами, согласно данному факту, затраты на монтаж оборудования не учитываются.

Капитальные затраты на реконструкция определяются по формуле (34):

$$Z_k = Z_{п} + Z_{в} + Z_{д} + Z_{дм}, \quad (34)$$

где $Z_{п}$ – затраты на приобретение перфорированных полиэтиленовых труб, тыс. руб.;

$Z_{в}$ – затраты на приобретение воздуходувки, тыс. руб.;

$Z_{д}$ – затраты на доставку, тыс. руб.;

$Z_{\text{дм}}$ – затраты на демонтаж аэротенков-осветлителей.

На ОСК «Аэропорт» демонтаж производится слесарем-ремонтником 5 разряда. Демонтаж осуществляется в течение рабочей смены слесаря-ремонтника.

В наши дни рынок переполнен множеством заводов-поставщиков необходимого оборудования, при этом все технические характеристики оборудования совпадают, а цены колеблются. В основе принятия управленческого решения о покупке оборудования лежит изучение наиболее выгодных предложений от поставщиков.

В таблице 12 представлен сравнительный анализ цен на полиэтиленовые перфорированные трубы по предприятиям-поставщикам.

Таблица 12 – Сравнительный анализ цен на полиэтиленовые перфорированные трубы по предприятиям-поставщикам.

Наименование предприятия-изготовителя	Город расположения	Длина трубы, м /диаметр трубы, мм	Цена, руб/ п.м
ООО «Азимут»	г. Москва	4/160	216
		4/200	283
ООО «Спецстрой-Комплек»	Г. Хабаровск	4/160	179
		4/200	244
ООО «Промпластик»	г. Владивосток	4/160	267
		4/200	332
ООО «ГидроЭксперт»	Г. Краснодар	4/160	185
		4/200	248

Исходя из данных таблицы 12 наиболее выгодным является приобретение полиэтиленовых перфорированных труб предприятием у ООО «Спецстрой-Комплект» г. Хабаровск.

Аналогично проведем анализ исследования цен на воздухоудвку.

В таблице 13 представлен сравнительный анализ цен на воздухоудвку модели EVL 88/33 по предприятиям-поставщикам.

Таблица 13 – Сравнительный анализ цен на воздухоудвку модели EVL 88/33 по предприятиям-поставщикам.

Наименование предприятия-изготовителя	Город расположения	Цена за единицу, тыс. руб.
ООО «Эвтек»	г. Москва	60,84

ООО «ЭРСТВАК»	г. Москва	58,50
---------------	-----------	-------

Исходя из принципа минимизации затрат, затраты на приобретение воздуходувки модели EVL 88/33 составят 58,50 тыс. руб., поставщик - ООО «ЭРСТВАК».

Проведем расчет затрат на доставку. Стоимость доставки оборудования зависит от габаритов груза, пункта назначения, массы груза и тарифа на доставку. Стоимость доставки колеблется в зависимости от транспортной компании.

Масса доставляемого груза рассчитана в соответствии с техническими характеристиками и количеством оборудования.

Сравнительный анализ стоимости транспортировки груза представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительный анализ стоимости транспортировки груза

Компания-перевозчик	Тариф, за 1 кг из г. Москвы, руб.	Тариф, за 1 кг из г. Хабаровска, руб.
Байкал Сервис	31,7	10,4
Дальневосточная транспортная компания	24,8	8,6
Первая экспедиционная компания	27,2	9,5
ТК Транзит	31,0	11,2

Исходя из данных таблицы 14 наиболее выгодное для предприятия предложение о доставке оборудования предоставляет Дальневосточная транспортная компания.

В случае, если полиэтиленовые перфорированные трубы будут приобретаться в г. Хабаровске, а воздуходувка – в г. Москве, то транспортные затраты будут определяться по формуле (35):

$$Q = T_m \cdot M + T_x \cdot M_1, \quad (35)$$

где T_m – тариф за транспортировку 1 кг груза из г. Москвы, $T_m = 24,8$ руб.;

M – масса воздуходувки, $M = 40$ кг;

T_x – тариф за транспортировку 1 кг груза от г. Хабаровска, $T_x = 8,6$ руб.;

M_1 – масса полиэтиленовых труб, $M_1 = 8$ кг

$$Q = 24,8 \cdot 40 + 8,6 \cdot 8 = 1060,8 \text{ руб.}$$

В случае же, если воздуходувка и трубы будут приобретаться в г. Москве, то транспортные затраты будут определяться по формуле (36):

$$Q_1 = (M+M_1) \cdot T_m, \quad (36)$$

$$Q_1 = (40+8) \cdot 24,8 = 1190,4 \text{ руб.}$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для предприятия наиболее выгодным будет осуществление доставки полиэтиленовых перфорированных труб из г. Хабаровска, а воздуходувки из г. Москвы.

В таблице 15 представлена смета затрат на реконструкцию очистных сооружений канализации поселка Аэропорт.

Таблица 15 – Смета затрат на реконструкцию очистных сооружений канализации поселка Аэропорт.

Наименование мероприятия	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Итого затрат, руб
Приобретение полиэтиленовых перфорированных труб $D=160$ мм	2	179	358
Приобретение полиэтиленовых перфорированных труб $D=200$ мм	2	244	488
Приобретение воздуходувки EVL 88/33	1	58500	58500
Транспортные расходы	-	-	1060,8
		Итого:	60406,8

Согласно формуле (34) и смете затрат на реконструкцию очистных сооружений канализации поселка Аэропорт общие капитальные затраты на природоохранные мероприятия составят 60,41 тыс. руб.

Помимо расчета капитальных затрат необходимо произвести расчет текущих затрат. Текущих затраты на обслуживание воздухоудного оборудования складываются из затрат на электроэнергию, которые определяются по формуле (37):

$$Z_T = Ч \cdot Д \cdot М \cdot Т, \quad (37)$$

где Ч – число часов работы воздухоудного оборудования в сутки, 24 ч;

Д – число дней в году работы воздухоудного оборудования, 365 дн.;

М – потребляемая мощность двигателем воздухоудки, М = 4 кВт/ч;

Т – тариф за 1 кВт электрической энергии, 5,75 руб.

$$Z_T = 24 \cdot 365 \cdot 4 \cdot 5,75 = 201,48 \text{ тыс. руб.}$$

Общие затраты на природоохранные мероприятия определяются по формуле (38):

$$Z_{\text{пр.ох.}} = Z_T + E_H \cdot Z_K, \text{ тыс. руб.} \quad (38)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

$E_H = 0,12$.

$$Z_{\text{пр.ох.}} = 201,48 + 0,12 \cdot 60,41 = 208,73 \text{ тыс.руб}$$

6.3 Экономическая эффективность проведения реконструкции очистных сооружений

В данной работе предлагается рассмотреть вариант увеличения аэрационной зоны на базе удаления биокоагуляторов в количестве двух штук и расширение тем самым площади аэротенков–осветлителей. А также для снижения нагрузки в результате возникших в КНС вторичных загрязнений рекомендуется установить в КНС преаэратор в виде воздухоудки.

Реконструкция ОСК «Аэропорт» должна осуществляться за счет балансодержателя, которым является ОАО «АКС» «Амурводоканал».

Для определения абсолютной экономической эффективности природоохранных мероприятий необходимо учитывать годовые текущие (эксплуатационные) затраты.

Абсолютная экономическая эффективность природоохранных мероприятий определяется по формуле (39):

$$\text{Э}_\text{э} = P/Z_{\text{пр.ох.}} \quad (39)$$

где P – годовой положительный результат от внедрения природоохранных

мероприятий, $P = \Delta Y_{\text{пр}} = 315,83$ тыс.руб.

$Z_{\text{пр.ох.}}$ – затраты на природоохранные мероприятия, тыс. руб.

$$\text{Э}_\text{э} = \frac{315,83}{208,73} = 1,5$$

Абсолютная экономическая эффективность проекта больше единицы, на основании данного факта, можно сделать вывод о том, что реализация проведения реконструкции очистных сооружений является эффективным природоохранным мероприятием. Благодаря реконструкции и внедрению нового оборудования будет достигнута необходимая степень очистки сточных вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несоответствующая очистка воды, является реальным фактором, который оказывает отрицательное влияние на компоненты биосферы. На очистных сооружениях канализации поселка Аэропорт несоответствующая очистка сточных вод – главная причина загрязнения земельных ресурсов. Значительное влияние на качество воды оказывают находящиеся в ней химические вещества и соединения. По результатам лабораторных исследований испытательного центра исследования качества сточных вод филиала ОАО «Амурские коммунальные системы» «Амурводоканал» были выявлены превышения концентраций загрязняющих веществ, таких как ион аммония, нитриты, фенолы, железо, БПК, взвешенные вещества и фосфаты. Превышение концентраций данных веществ приведет к негативному воздействию на компоненты биосферы, а также на состояние здоровья человека. Следовательно, помимо извлечения загрязняющих веществ при сбросе сточных вод необходимо добиваться установленной предельно допустимой концентрации сточных вод.

С середины января 2015 г. по данным лабораторных анализов очистных сооружений канализации поселка Аэропорт наблюдалось ухудшение работы очистных сооружений, а именно ухудшение седиментационных свойств ила, вызванных недостаточным временем аэрации воды в аэротенке-осветлителе. А также было выявлено возникновение вторичных загрязнителей, таких как, ион аммония, фосфат-ион и фенолы, в результате недостаточной системы водного взмучивания осадка в приемном резервуаре КНС, что привело к увеличению нагрузки на очистные сооружения канализации в целом.

С целью увеличения времени аэрации и достижения необходимой степени очистки сточной воды, предлагается рассмотреть вариант увеличения аэрационной зоны на базе удаления биокоагуляторов в количестве двух штук с рабочим объемом 48 м^3 каждый, выведенных из эксплуатации в связи со своей малоэффективностью, и расширение тем самым площади аэротенков-осветлителей с рабочим объемом 124 м^3 каждый. Реконструкция основана на

удалении поперечных железобетонных стены между аэротенками и биоклагуляторами, а также на удлинении иловой распределительной и перфорированной труб на длину равную длине биокоагулятора, то есть на 3,7 м. Изменение емкости аэротенка-осветлителя увеличит время аэрации и будет равно общему объёму двух биокоагулятора и самого аэротенка-осветлителя, то есть 172 м³. Для снижения нагрузки в результате возникших в КНС вторичных загрязнений рекомендуется установить в КНС преаэратор в виде воздуходувки.

Внедрение предложенных мероприятий позволит достичь необходимой степени очистки сточных вод, уменьшив тем самым антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Рассчитанный предотвращенный эколого-экономический ущерб от реализации природоохранных мероприятий составит 294,49 тыс.руб.

В выпускной квалификационной работе была рассчитана экономическая эффективность внедрения природоохранных мероприятий. Абсолютная экономическая эффективность проекта больше единицы. Согласно данного факта, сделан вывод о том, что реализация проведения реконструкции очистных сооружений является эффективным природоохранным мероприятием, которое приведет к достижению высоких результатов очистки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Волков, Ю.В. Экологическое проектирование, оценка воздействие на окружающую среду и сертификация. Часть 2: Учебное пособие / Ю.В. Волков А.Г. Дашковский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 142 с.

2 Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба разработана коллективом авторов под общим руководством Л.В.Вершкова, В.Л.Грошева, В.В.Гаврилова (Госкомэкология России), Н.Н.Бурцевой (Центр экологических проектов и программ предприятия «Промотходы»)[Электронный ресурс] // Библиотека гостов и стандартов. URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/7/7130.

3 ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно–питьевого и культурно–бытового водопользования» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

4 Гольдфарб, Л.Л. Метантенки / Л.Л. Гольдфарб, Л.И. Гюнтер. – М.: Стройиздат, 1991. – 119 с.

5 Горленко, А.С. Правовые основы регулирования деятельности по обращению с отходами / А.С. Горленко //Научно практический журнал экология производства. – 2009. – №2. – С. 44–50.

6 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

7 ГОСТ 12.4.121 Система стандартов безопасности труда. Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

8 Гудков, А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.

9 Жуков, А.И. Канализация промышленных предприятий/ А.И. Жуков,

- Л.Г. Демидов, И.Л. Монгайт – М.: Стройиздат, 1969 – 375 с.
- 10 Ковальчук, Н.Б. Химия почв/ Н.Б. Ковальчук.– М.: Литкон, 1992.–384с.
- 11 Колесников, В.П., Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / В.П. Колесников, Е.В. Вильсон. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005г. – 212 с.
- 12 Кушелев, В.П. Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами / В.П. Кушелев. – М.: Химия, 1979. – 240 с.
- 13 Ласков Ю.П. Примеры расчетов канализационных сооружений / Ю.П. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. – М. : Высшая школа, 1981. – 96 с.
- 14 Мочалов, И.П. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных мест (в условиях крайнего севера): учебное пособие /И. П. Мочалов, И. Д. Родзиллер, Е. Г. Жук. - Л.: Стройиздат, 1991.-160 с.
- 15 Николаенко, Е.В. Проектирование очистных сооружений канализации: Учебное пособие/ Е.В. Николаенко, В.В. Авдин, В.С. Сперанский – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 41 с.
- 16 О санитарно – эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : федеральный закон от 30 марта 1999 г. №52 (ред. от 22 декабря 2008). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
- 17 Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : федеральный закон от 24 июня 1998 №89 (ред. от 1 января 2010). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
- 18 Об охране окружающей среды[Электронный ресурс] : федеральный закон от 10 января 2002 г. №7 (ред. от 27 декабря 2009). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
- 19 Об экологической экспертизе [Электронный ресурс] : федеральный закон от 23 ноября 1995 г. №174 (ред. от 17 декабря 2009). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
- 20 Очистка природных и сточных вод : сборник научных трудов / науч. ред. В. Н. Швецов;ОАО «НИИ ВОДГЕО». – М : ВСТ, 2009. – 76 с.
- 21 Очистка сточных вод от взвешенных веществ и неорганических при-

месей : в 3 т. – М : Глобус, 2007. – Т. 1. – 81 с.

22 ООО «Спецстрой-Комплект» [Электронный ресурс] : офиц. сайт. - Режим доступа : <http://spetsstroy-komplekt.pulscen.ru/> - 19.06.2016

23 ООО «Эрствак» [Электронный ресурс] : офиц. сайт. - Режим доступа : <http://www.erstvak.com/> - 19.06.2016

24 ПНД Ф 12.15.1-08 Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод [Электронный ресурс] доступ из справ. - правовой системы «Консультант Плюс»

25 Пособие к СНиП 2.04.03–85 Проектирование сооружений для очистки сточных вод [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

26 Розанов, Б.Г. Живой покров Земли / Б.Г. Розанов. – М.: Педагогика, 1989. – 289 с.

27 Разумовский Э. С. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов./ Э. С. Разумовский, Г. Л. Медрин, В. А. Казарян. - М.: Стройиздат, 1978. -208 с.

28 СанПиН 2.1.4.10749–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

29 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»

30 СП 32.13330.2012Канализация. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

31 Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник / С.В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – М. : АСВ, 2002. – 703 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Результаты исследования сточных вод ЦОСК «Аэропорт» на 2014-2015 г.

Таблица А.1 – Результаты исследования сточных вод ЦОСК «Аэропорт» на 2014 г.

№ п/п	Наименование показателей	Методика ПНД Ф	Ед. изм.	Место отбора проб				ПДК культ–быт (ГН 2.1.5.1315–03)
				до очистки		после очистки (выпуск в падь)		
				макс. значение за год	ср. значение за год	макс. значение за год	ср. значение за год	
1	Температура	12.16.1–10	град.	22,5	18,64167	21,4	19,31667	
2	Активная реакция (рН)	14.1:22:3:4.121–97	Ед.рН	8,04	7,3925	7,75	7,2125	6.5–8.5
3	Прозрачность	12.16.1–10	см	3	1,876667	32,5	15,83333	Не ниже 20
4	Взвешенные вещества	14.1.:2.1.110–97	мг/дм ³	342	185,75	49	16,925	15
5	Сухой остаток	14.1:2:4.261–10	мг/дм ³	519	432,5833	430	357,3333	1000
6	Ион аммония	14.1:2.1–95	мг/дм ³	85,68	66,091	45,5	17,52917	1,5
7	Нитрит–ион	14.1:2:4.3–95	мг/дм ³	0,47	0,114167	121,1	9,548333	3,3
8	Нитрат–ион	14.1:2:4.4–95	мг/дм ³	2,5	0,899167	14,58	43,0575	45
9	Фосфат–ион	14.1:2:4.112–97	мг/дм ³	22,23	17,02667	84	11,54917	3,5
10	Хлориды	14.1:2.96–97	мг/дм ³	99	57,44167	111,8	52,775	350
11	Сульфаты	14.1:2.159–2000	мг/дм ³	100,9	544,7333	56	63,55	500
12	БПК ₅	14.1:2:3:3:4.123–97	мг/дм ³	420	244,3333	0,87	30,58333	4,5
13	АПАВ	14.1:2:4.15–95	мг/дм ³	7,5	4,144167	1,2	0,272583	0,5
14	Жиры	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	22	17,3	0,15	0,234167	0,3
15	Нефтепродукты	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	2,3	1,349167	0,0067	0,081667	0,3
16	Фенолы(летучие)	14.1:2:4.182–02	мг/дм ³	0,42	0,34	0,83	0,004658	0,001
17	Железо	14.1:2:4.50–96	мг/дм ³	4,9	2,091667	0,02	0,494167	0,3

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Таблица А.2 – Результаты исследования сточных вод ЦОСК «Аэропорт» на 2015 г.

№ п/п	Наименование показателей	Методика ПНД Ф	Ед. изм.	Место отбора проб				ПДКкульт–быт (ГН 2.1.5.1315–03)
				до очистки		после очистки (выпуск в падь)		
				макс. значение за год	ср. значение за год	макс. значение за год	ср. значение за год	
1	Температура	12.16.1–10	град.	21,1	18,63333	21,5	19,42300	
2	Активная реакция (рН)	14.1:22:3:4.121–97	Ед.рН	8,27	7,508333	7,6	7,320100	6.5–8.5
3	Прозрачность	12.16.1–10	см	2,5	1,86	32,5	15,83333	Не ниже 20
4	Взвешенные вещества	14.1.:2.1.110–97	мг/дм ³	342	172,8333	24	12,3	15
5	Сухой остаток	14.1:2:4.261–10	мг/дм ³	548	446,1667	621	393,0833	1000
6	Ион аммония	14.1:2.1–95	мг/дм ³	87,1	72,3725	21,47	18,13917	1,5
7	Нитрит–ион	14.1:2:4.3–95	мг/дм ³	0,47	0,1325	40,5	38,40917	3,3
8	Нитрат–ион	14.1:2:4.4–95	мг/дм ³	1,25	0,675833	74,9	10,575	45
9	Фосфат–ион	14.1:2:4.112–97	мг/дм ³	20,4	18,49083	14,88	11,52	3,5
10	Хлориды	14.1:2.96–97	мг/дм ³	99	57,44167	82	55,33333	350
11	Сульфаты	14.1:2.159–2000	мг/дм ³	100,9	544,7333	66,9	20,91667	500
12	БПК ₅	14.1:2:3:3:4.123–97	мг/дм ³	420	244,3333	39	20,9	4,5
13	АПАВ	14.1:2:4.15–95	мг/дм ³	7,3	4,144167	0,3	0,21	0,5
14	Жиры	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	21,1	17,3	12,3	0,120225	0,3
15	Нефтепродукты	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	2,1	1,349167	0,35	0,005425	0,3
16	Фенолы(летучие)	14.1:2:4.182–02	мг/дм ³	0,379	0,34	0,0081	0,21725	0,001
17	Железо	14.1:2:4.50–96	мг/дм ³	4,6	2,091667	0,71	0,41	0,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты исследования состава сточной воды в канализационной насосной станции

Таблица Б.1 – Результаты исследования состава сточной воды в канализационной насосной станции на 2014 г.



PKC
Амурские
Коммунальные
Системы
Амурводоканал

675000, г. Благовещенск, ул. Октябрьская 137
тел. + 7(4162) 52-20-41, факс + 7(4162) 51-38-39
www.amurcomsys.ru, e-mail: vodservis@amurcomsys.ru

Аналитическая лаборатория очистных сооружений канализации
Адрес: полуостров Затонский, тел. +7(4162) 53-59-89
Свидетельство №68 об оценке состояния измерений в лаборатории
Срок действия до 15.06.2015г.

№ _____

на № _____ от _____

Дата и место отбора проб: *ноябрь 2014г. п.Аэропорт*
 Проба 1 – до очистки до КНС
 Проба 2 – до очистки после КНС
 Проба 2 – после очистки выпуск в падь
 Характер пробы: *среднесуточный*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД

№	Наименование показателей	Методика ПНД Ф	Ед. изм.	Проба 1	Проба 2	Проба 3
1	Температура	12.16.1-10	град.		19,8	20,6
2	Активная реакция (рН)	14.1:2:3:4.121-97	ед.рН	7,75	7,66	7,14
3	Прозрачность	12.16.1-10	см	1,5	2,0	8,5
4	Взвешенные вещ-ва	14.1:2.110-97	мг/дм ³	203	151	28
5	Сухой остаток	14.1:2:4.261-10	мг/дм ³		390	367
6	Ион аммония	14.1:2.1-95	мг/дм ³	55,05	72,45	5,68
7	Нитрит-ион	14.1:2:4.3-95	мг/дм ³	0,15	0,13	44,5
8	Нитрат-ион	14.1:2:4.4-95	мг/дм ³	1,1	2,5	19,6
9	Фосфат-ион	14.1:2:4.112-97	мг/дм ³	16,25	18,03	12,58
10	Хлориды	14.1:2.96-97	мг/дм ³		24,8	24,8
11	Сульфаты	14.1:2.159-2000	мг/дм ³		76,8	46,1
12	БПК ₅	14.1:2:3:4.123-97	мг/дм ³	220	180	44
13	АПАВ	14.1:2:4.15-95	мг/дм ³	4,00	3,55	0,83
14	Жиры	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	26,7	21,1	0,2
15	Нефтепродукты	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	1,62	1,24	0,13
16	Фенолы (летучие)	14.1:2:4.182-02	мг/дм ³	0,2555	0,3790	0,0034
17	Железо	14.1:2:4.50-96	мг/дм ³	1,34	1,10	0,46
18	Хром	М 01-41-2006	мг/дм ³	0,094	0,044	<0,020
19	Медь	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³	0,0138	0,0128	0,0128
20	Цинк	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³	0,0377	0,0410	0,0272
21	Кадмий	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³	<0,0005	<0,0005	<0,0005
22	Никель	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³	<0,010	<0,010	<0,010
23	Свинец	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³	0,0329	0,0320	0,0235

Основание: протокол № 309 от 12.11.2014г.

Начальник лаборатории

Никитина И.А.

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Таблица Б.2 – Результаты исследования состава сточной воды в канализационной насосной станции на 2015



PKC
Амурские
Коммунальные
Системы
Амурводоканал

675000, г. Благовещенск, ул. Октябрьская 137
тел. +7(4162) 52-20-41, факс +7(4162) 51-38-39
www.amurcomsys.ru, e-mail vodservis@amurcomsys.ru

Аналитическая лаборатория очистных сооружений канализации
Адрес: полуостров Затонский, тел. +7(4162) 53-59-89
Свидетельство №868 об оценке состояния измерений в лаборатории
Срок действия до 15.06.2015г.

№ _____
на № _____ от _____

Дата и место отбора проб: 20 мая 2015г. п.Аэропорт
 Проба 1 – до насосной станции
 Проба 2 – до очистки (после НС)
 Проба 3 – после биокоагулятора
 Проба 4 – после осветлителя
 Проба 5 – после биореактора и контактного резервуара, выпуск в падь
 Характер пробы: *среднесуточный*

ПРОТОКОЛ №141
ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД

№	Наименование показателя	Методика ПНД Ф	Ед. изм.	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5
1	Температура	12.16.1-10	град.		18,7			19,8
2	Активная реакция (рН)	14.1:2:3:4.121-97	ед.рН	6,51	7,35	7,23	6,67	7,76
3	Прозрачность	12.16.1-10	см	3,0	2,0	2,0	16,0	10,5
4	Взвешенные вещества	14.1:2.110-97	мг/дм ³	71	165	118	11	17
5	Сухой остаток	14.1:2:4.261-10	мг/дм ³		455			390
6	Ион аммония	14.1:2.1-95	мг/дм ³	43,36	72,15	62,16	1,53	4,59
7	Нитрит-ион	14.1:2:4.3-95	мг/дм ³		0,32	0,24	6,10	5,13
8	Нитрат-ион	14.1:2:4.4-95	мг/дм ³		0,56	0,65	46,6	30,7
9	Фосфат-ион	14.1:2:4.112-97	мг/дм ³	9,95	19,00	17,33	10,80	11,15
10	Хлориды	14.1:2.96-97	мг/дм ³		68			73
11	Сульфаты	14.1:2.159-2000	мг/дм ³		67,3			58,3
12	БПК ₅	14.1:2:3:4.123-97	мг/дм ³	180	235	215	14	16
13	АПАВ	14.1:2:4.15-95	мг/дм ³	4,60	4,00	5,60	0,16	0,30
14	Жиры	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	21,9	23,2	17,1	<0,1	<0,1
15	Нефтепродукты	ФР.1.31.2006.02410	мг/дм ³	1,21	1,99	1,24	0,10	<0,04
16	Фенолы (летучие)	14.1:2:4.182-02	мг/дм ³	0,4920	0,4945	0,2095	0,0080	0,0081
17	Железо	14.1:2:4.50-96	мг/дм ³		1,46			0,28
18	Хром	М 01-41-2006	мг/дм ³		0,128			<0,020
19	Медь	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³		0,0218			0,0193
20	Цинк	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³		0,0942			0,0446
21	Кадмий	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³		<0,0005			<0,0005
22	Никель	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³		<0,010			<0,010
23	Свинец	ФР.1.31.2007.03683	мг/дм ³		<0,005			<0,005

Начальник лаборатории

Никитина И.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ В



Рисунок В.1 – Общие сведения о предприятии

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Технологическая схема очистки сточных вод

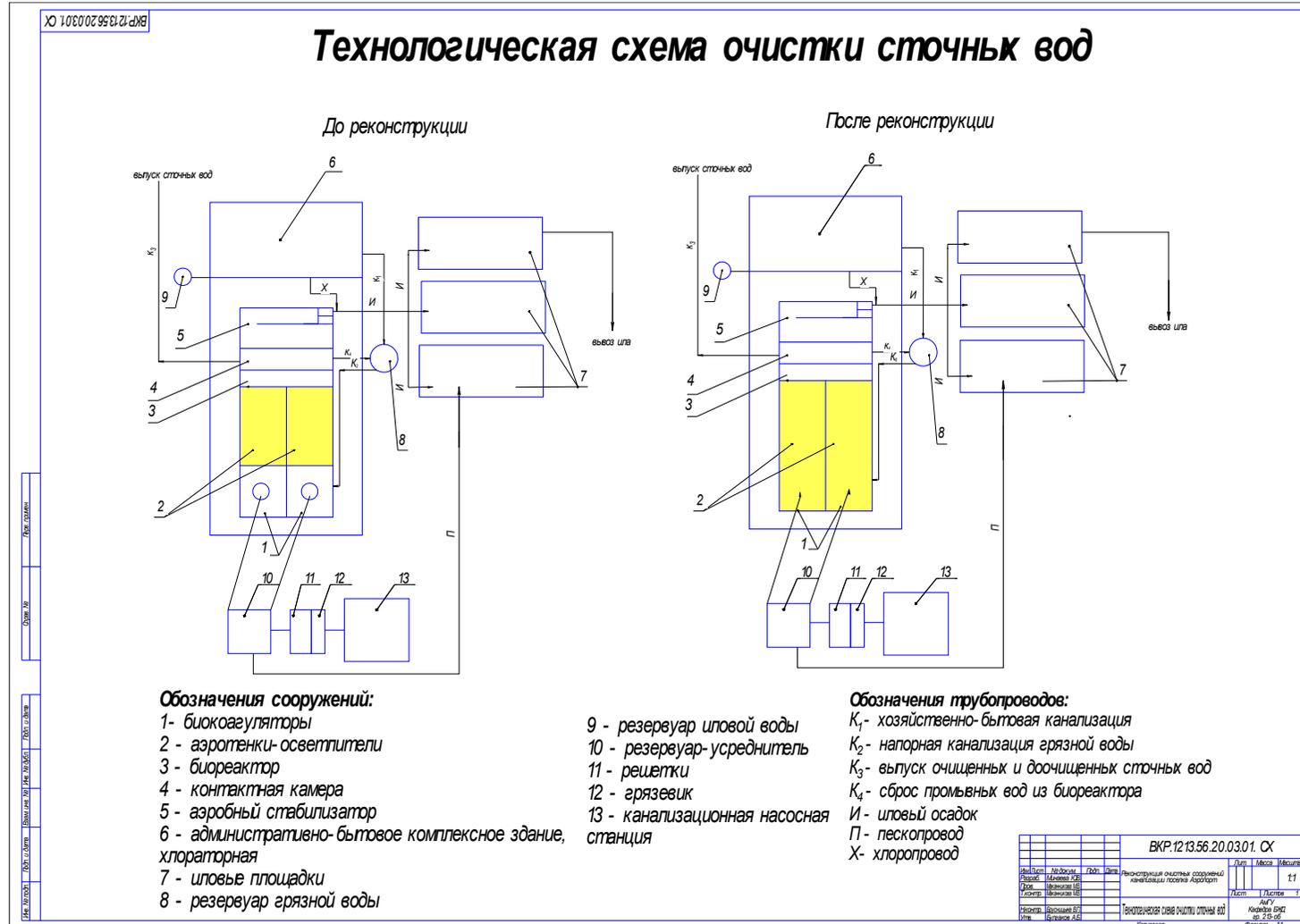


Рисунок Г.1 – Технологическая схема очистки сточных вод

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Анализ очистки сточных вод на ОСК "Аэропорт"

Таблица 1 - Концентрация загрязняющих веществ, поступающих на очистку, мг/л Таблица 2 - Концентрация загрязняющих веществ в очищенных сточных водах мг/л

Наименование вещества	Концентрация, мг/л		ПДК, мг/л
	2014 г.	2015 г.	
Взвешенные вещества	185,750	172,833	15
Сухой остаток	432,583	446,166	1000
Ион аммония	66,091	72,372	1,5
Нитрит-ион	0,114	0,132	3,3
Нитрат-ион	0,899	0,675	45
Фосфат-ион	17,027	18,490	3,5
Хлориды	57,442	57,441	350
Сульфаты	544,733	544,733	500
БПК	244,333	244,333	4,5
АПАВ	4,144	4,144	0,5
Жиры	17,300	17,300	0,3
Нефтепродукты	1,349	1,349	0,3
Фенолы	0,340	0,340	0,001
Железо	2,092	2,091	0,3

Наименование вещества	Концентрация, мг/л		ПДК, мг/л
	2014 г.	2015 г.	
Взвешенные вещества	16,925	12,3	15
Сухой остаток	357,333	393,083	1000
Ион аммония	17,529	18,139	1,5
Нитрит-ион	9,548	38,409	3,3
Нитрат-ион	43,057	10,575	45
Фосфат-ион	11,549	11,52	3,5
Хлориды	52,775	55,333	350
Сульфаты	63,550	20,916	500
БПК	30,583	20,900	4,5
АПАВ	0,272	0,210	0,5
Жиры	0,234	0,120	0,3
Нефтепродукты	0,081	0,005	0,3
Фенолы	0,004	0,217	0,001
Железо	0,494	0,410	0,3

Недостатки системы очистки:

1. Нарушение седиментационных свойств ила;
2. Избыточный вынос взвешенных веществ из осветлителей;
3. Повышенный рабочий диапазон значений илового индекса;
4. Возникновение в канализационной насосной станции вторичных загрязнений;
5. Низкоэффективная работа биокоагуляторов.

Причины

1. Присутствие нитратных бактерий в активном иле;
2. Недостаточное время аэрации;
3. Заниженный объем аэротенков-осветлителей.

				ВКР. 12.1356.20.03.00. СБ			
Исполн.	М.И.Сидорова	Т.И.Сидорова	В.И.Сидорова	Регистрация и анализ образцов	Доп.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Рис.	М.И.Сидорова	Т.И.Сидорова	В.И.Сидорова	Канализация поселка Аэропорт	Лист	1	11
Програ.	М.И.Сидорова	Т.И.Сидорова	В.И.Сидорова	Анализ очистки сточных вод на ОСК "Аэропорт"	Авт.	М.И.Сидорова	М.И.Сидорова
Изм.	М.И.Сидорова	Т.И.Сидорова	В.И.Сидорова	Копирование	Итого	1	11

Рисунок Д.1 – Анализ очистки сточных вод на ОСК «Аэропорт»

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

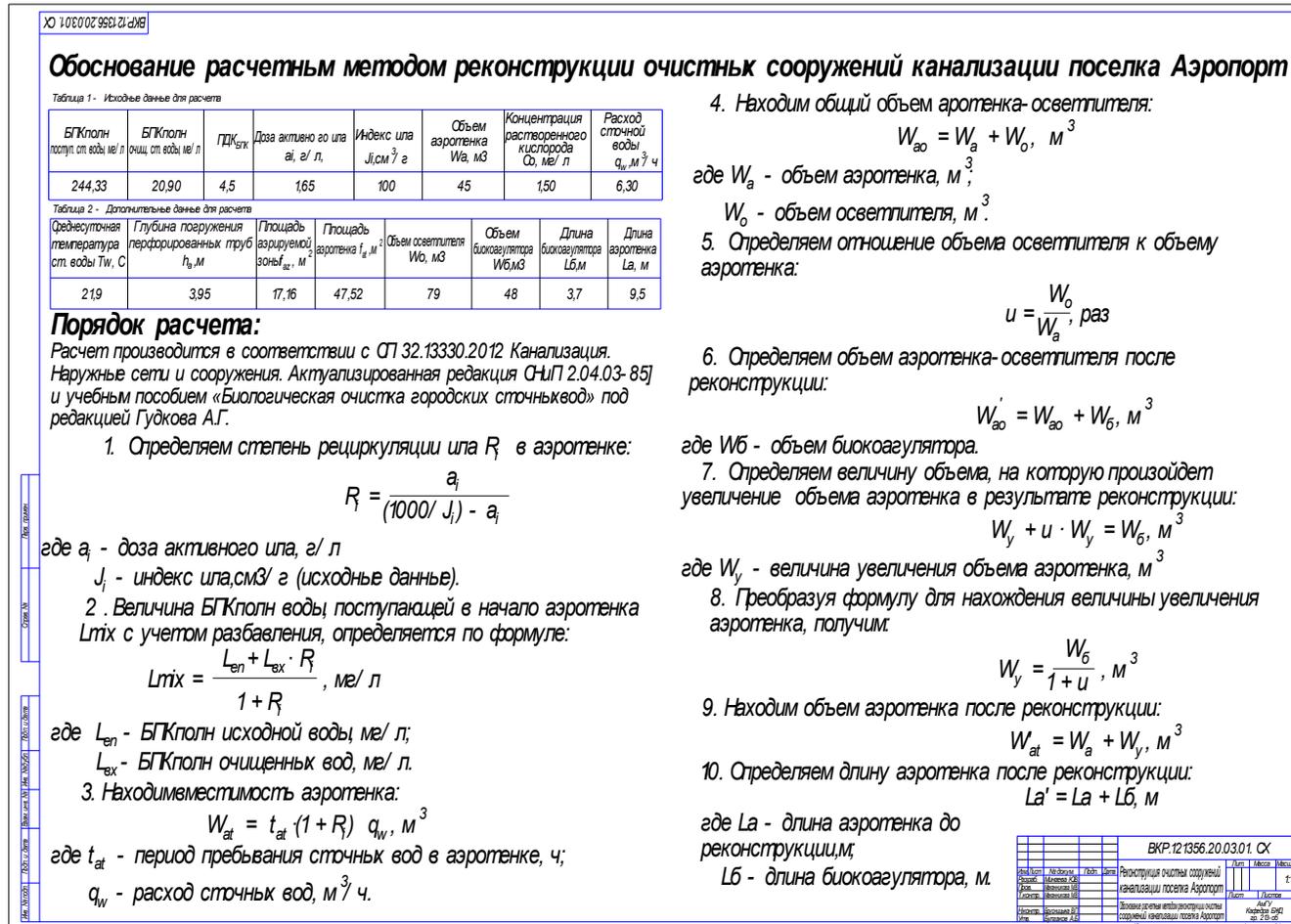


Рисунок Е.1 – Обоснование расчетным методом реконструкции очистных сооружений канализации поселка

Аэропорт

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Е

Обоснование расчетным методом реконструкции очистных сооружений канализации поселка Аэропорт

11. Находим период пребывания сточных вод в аэротенке:

$$t_{at} = \frac{W_{at}}{(1+R) \cdot q_w}, \text{ ч}$$

12. Определяем общее время аэрации:

$$t_{at\text{ общ}} = n \cdot t_{at}, \text{ ч}$$

где n - количество аэротенков, шт

13. Определяем удельную скорость окисления:

$$\delta = \rho_{\text{макс}} \cdot \frac{L_{\text{вх}} \cdot C_0}{L_{\text{вх}} \cdot C_0 + K_1 \cdot C_0 + K_0 \cdot L_{\text{вх}}} \cdot \frac{1}{1 + \phi a_1}, \text{ мг/г}\cdot\text{ч}$$

где $\rho_{\text{макс}}$ - максимальная скорость окисления, мг/ (г·ч);

C_0 - концентрация растворенного кислорода, мг/ л (исходные данные);

K_1 - константа, характеризующая свойства органических загрязнений, $K_1 = 33 \text{ мг/ л}$;

K_0 - константа, характеризующая влияние растворенного кислорода, $K_0 = 0,625 \text{ мг/ л}$;

ϕ - коэффициент ингибирования продукта или распада активного ила, $\phi = 0,07 \text{ л/ г}$.

14. Определяем нагрузку на ил:

$$q_l = \frac{24 \cdot (L_{\text{вп}} - L_{\text{вх}})}{a_1 \cdot (1 - S) \cdot t_{at}}, \text{ мг БПКполн/ (г}\cdot\text{сут)}$$

15. Находим значение прироста активного ила в аэротенке:

$$P = 0,8 \cdot C_8 \cdot K_n \cdot L_{\text{вх}}$$

где C_8 - концентрация взвешенных веществ, поступающих в аэротенк, мг/ л;

K_n - коэффициент прироста активного ила, $K_n = 0,3-0,5$.

16. Находим удельный расход воздуха для аэрации:

$$q_{\text{air}} = \frac{q_0 \cdot (L_{\text{вп}} - L_{\text{вх}})}{N_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_a \cdot K_3 \cdot (C_a - C_s)},$$

где q_0 - удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК; принимается при очистке до БПК > 20 мг/ л,

$q_0 = 0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$;

N_1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора, принимается в зависимости от соотношения площади аэрируемой зоны $f_{\text{аз}}$ площади аэротенка $f_{\text{ат}}$, $N_1 = 1,94$;

K_2 - коэффициент, зависящий от глубины погружения перфорированных труб h , $K_2 = 2,34$;

K_3 - коэффициент качества воды, принимаемый для городских сточных вод равным $K_3 = 0,85$;

K_T - коэффициент, учитывающий среднемесячную температуру сточных вод T_w , определяется по формуле:

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

C_s - растворимость кислорода воздуха в воде, определяемая по формуле:

$$C_s = (1 + h_a / 20,6) \cdot C_0, \text{ мг/ л}$$

17. Необходимый расход воздуха на аэротенки:

$$Q_8 = q_{\text{air}} \cdot q_w, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Таблица 3 - Результаты расчета

Дл. аэротенка	Объем аэротенка	Длина аэротенка	Время аэрации	БПКполн с учетом разбавления	Удельная скорость окисления	Расход воздуха на 1 м ³ сточных вод	Полный расход воздуха	Удельный расход воздуха
м	м ³	м	ч	мг/л	мг/г·ч	м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч
45,0	9,5	12,0	207,15	29,1	360,9	440,7	5,7	33,9
62,1	13,2	16,5	204,35	8,4	302,0	440,5	6,1	38,3

ВКР 12.1356.20.03.01.ОХ				Лист	Алсо	Месулет
Исполн:	Михайлов ИВ	Дата:		Реконструкция очистных сооружений канализации поселка Аэропорт	Акст	1/1
Спец:	Михайлов ИВ					
Лектор:	Михайлов ИВ					
Проверка:	Михайлов ИВ	Должность:	Инженер-проектировщик	Курс:	Инженер	1
Итог:	Михайлов ИВ	Дата:		Итого: 21 лист		

Рисунок Е.2 – Обоснование расчетным методом реконструкции очистных сооружений канализации поселка Аэропорт

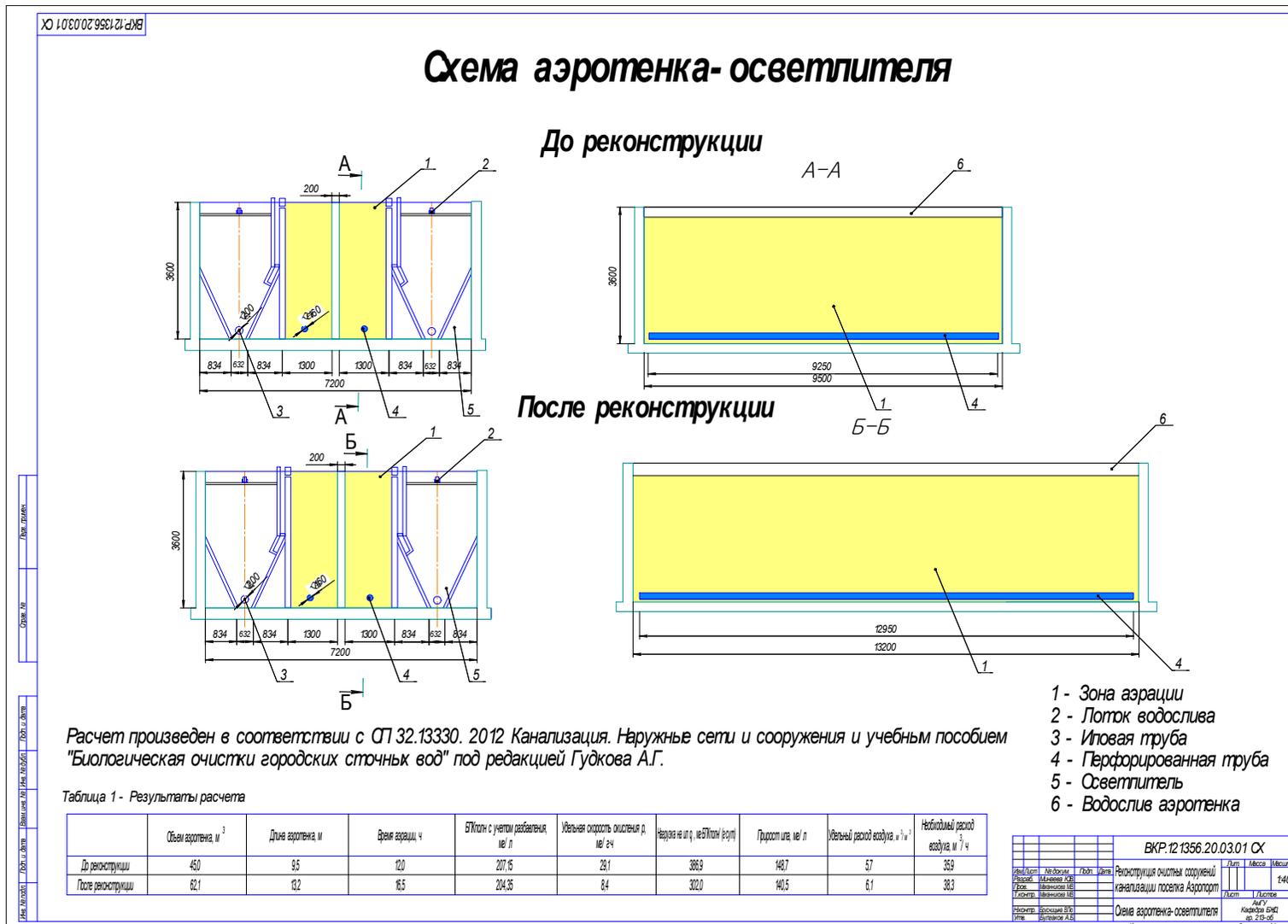


Рисунок Ж.1 – Схема аэротенка-осветлителя

ПРИ КЕНИЕ К

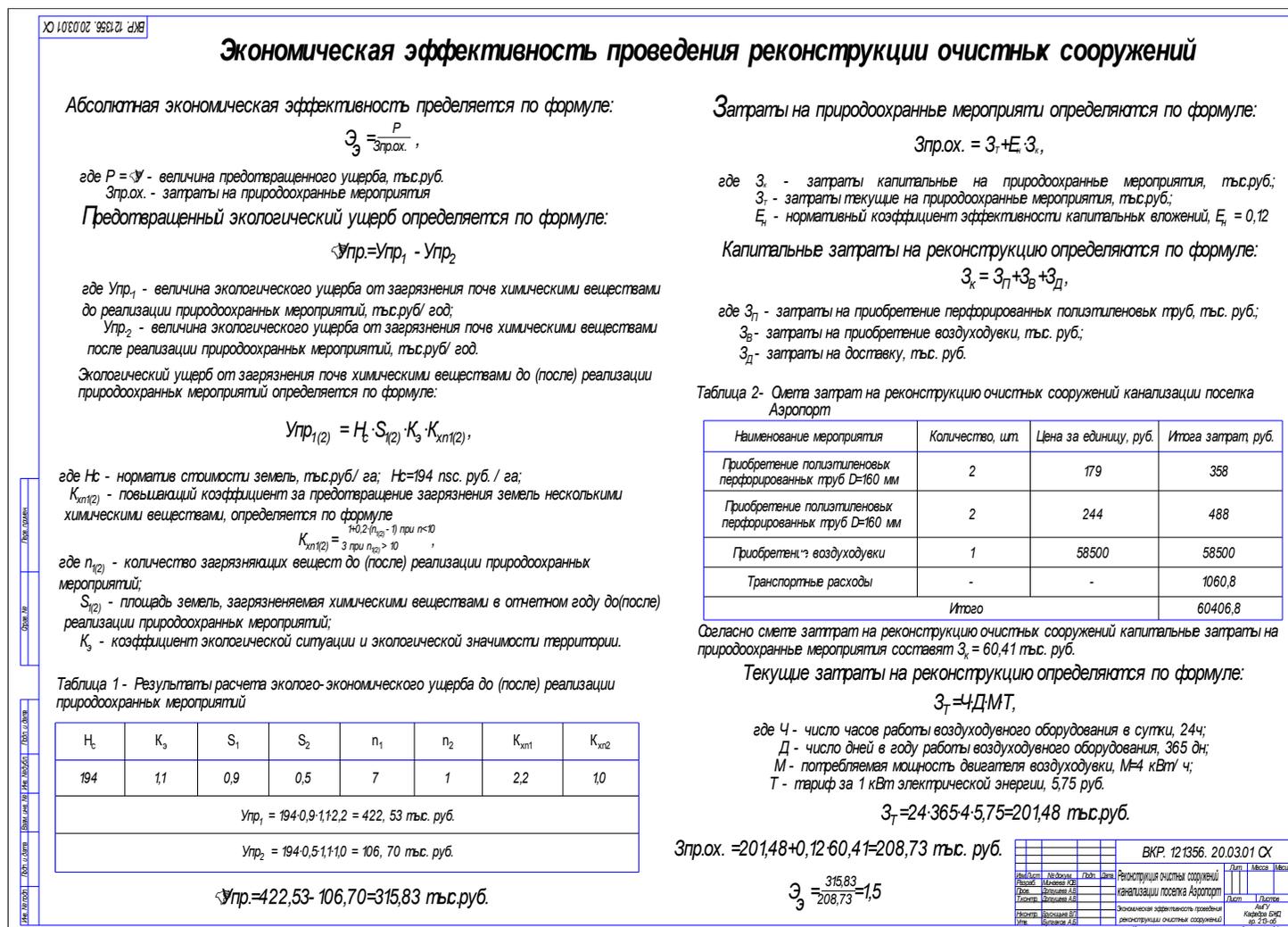


Рисунок Л.1 – Экономическая эффективность проведения реконструкции очистных сооружений