

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка работы очистных сооружений от нефтепродуктов и взвешенных веществ</b>
<u>УДК 628.5:665.66</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д33	Попова Анна Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Левашова А.И.	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры социальной ответственности	Король И.С.	к.х.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП, доцент	Кузьменко Е.А.	к.т.н		

Томск – 2018 г.

## Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии
P4	Разрабатывать <b>новые</b> технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, <b>проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды</b>
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, <b>выводить на рынок новые материалы</b> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P9	<b>Активно</b> владеть <b>иностраннным языком</b> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, <b>демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве</b> , ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Кузьменко Е.А.  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**Бакалаврской работы**

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д33	Поповой Анне Юрьевне

Тема работы:

<b>Оценка работы очистных сооружений от нефтепродуктов и взвешенных веществ</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 13.04.18 г. №2589/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	28.05.18 г.
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Характеристика нефтепродуктов и взвешенных веществ. Метод очистки от нефтепродуктов и взвешенных веществ. Характеристика очистных сооружений.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор методов очистки очистных сооружений от нефтепродуктов и взвешенных веществ.</p> <p>Характеристика методов очистки очистных сооружений.</p> <p>Сравнительная характеристика и оценка различных методов очистки.</p> <p>Объекты и методы исследования.</p> <p>Оценка работы очистных сооружений и внедрение современных средств контроля очистки стоков.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<p>Таблицы и графики, отражающие степень очистки от нефтепродуктов и взвешенных веществ.</p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p><b>К.э.н., доцент Рыжакина Татьяна Гавриловна</b></p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p><b>Доцент Король Ирина Степановна</b></p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p> </p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p><b>15.01.18 г.</b></p>
--	---------------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОХИ ИШПР</p>	<p>Левашова А.И.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>	<p> </p>	<p>15.01.18 г.</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>З-2Д33</p>	<p>Попова А.Ю.</p>	<p> </p>	<p>15.01.18 г.</p>

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)

Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	28.05.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.02.2018 г.	<i>Работа с литературой: теоретическая часть, выбор методов очистки промышленных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ, типы очистных сооружений</i>	20
25.03.2018 г.	<i>Рассмотрение объектов исследования (Технологическая схема и основные параметры процесса, стадии)</i>	15
02.04.2018 г.	<i>Оценка работы очистных сооружений и внедрение современных средств контроля очистки стоков</i>	10
22.04.2018 г.	<i>Расчет экспериментальной части исследования</i>	20
22.05.18 г.	<i>Завершение разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент»</i>	25
28.05.2018 г.	<i>Сдача готовой работы</i>	
05.06.2018 г.	<i>Размещение в ЭБС</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Доцент ОХИ ИШПР</b>	<b>Левашова А.И.</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Руководитель ООП, доцент</b>	<b>Кузьменко Е.А.</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д33	Попова Анна Юрьевна

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ ИШПР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Использование информации, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах и изданиях, нормативно-правовых документах.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

• Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта.</i>
• Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
• Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски.	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ</i>
• Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности.	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования очистных сооружений атмосферных и производственных нефтесодержащих стоков АЛПДС.</i>

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>• Матрица SWOT</li> <li>• График проведения и бюджет НИ</li> <li>• Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> <li>• Сравнительная эффективность разработки</li> </ul>	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д33	Попова Анна Юрьевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Д33	Попова Анна Юрьевна

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОХИ ИШПР</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются очистные сооружения очистки сточных вод от нефтепродуктов; рабочая зона - лаборатория эколого-аналитического контроля. Область применения-нефтяная промышленность.
--	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<b>1. Производственная безопасность:</b>	1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования; 1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований; 1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	2.1. Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду; 2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований; 3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	4.1 Правильное расположение и компоновка рабочего места, удобной позы и свободы трудовых движений.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

### Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент кафедры социальной ответственности	Король И.С.	к.х.н.		

### Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2Д33	Попова Анна Юрьевна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 91 страницу (из них 3 страницы приложения), 29 таблиц, 15 рисунков, 50 источников.

Ключевые слова: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, ФИЛЬТРОВАНИЕ, ДИФФЕРЕНЦИАТОР.

Объект исследования являются очистные сооружения атмосферных и производственных нефтесодержащих стоков Анжеро-Судженской линейной производственной диспетчерской станции (АЛПДС). Предмет исследования – оценка работы очистных сооружений АЛПДС. Целью работы является оценка работы системы – очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов АЛПДС и возможности квалифицированного использования нефтепродуктов.

В процессе исследования проводились лабораторные испытания сточных вод АЛПДС с целью изучения работы очистных сооружений.

Показано, что значения ПДС нефтепродуктов и взвешенных частиц до очистки и после свидетельствуют о том, что за счет эффективной работы очистных сооружений их количество уменьшается: для нефтепродуктов почти в 240 раз, взвешенных веществ – в 22 раза.

Степень внедрения: установлено получение очищенной воды высокого качества. Целесообразно повторное использование в технических целях, так и для сброса в соответствии с жесткими требованиями ПДК.

Область применения: результаты работы могут быть рекомендованы нефтяным компаниям.



## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

Нормативные ссылки:

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1ГОСТ 31861-2012 - Вода. Общие требования к отбору проб.

Сокращения и обозначения:

В работе использованы следующие сокращения и обозначения:

- АЛПДС–Анжеро-Судженская линейная производственная диспетчерская станция;
- НХП – нефтехимическое производство;
- НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;
- ПДК – утвержденный в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Это такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений;
- ОХА–оксихлорид алюминия;
- ПДС–предельно допустимый сброс;
- АСУ– автоматизированная система управления.

## Оглавление

Введение.....	11
1 Обзор литературы .....	13
1.1 Сточные воды промышленных предприятий.....	13
1.2 Характеристика сточных вод .....	16
1.3 Методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ .....	19
1.4 Характеристика нефтепродуктов и взвешенных веществ в сточных водах .	22
1.5 Сравнительная характеристика и оценка различных методов очистки .....	23
1.6 Типы очистных сооружений .....	26
1.7 Перспективы развития технологий и оборудования для очистки сточных вод .....	27
2 Объекты и методы исследования (исходные данные) .....	28
2.1 Технологическая схема и основные параметры процесса. Назначение очистных сооружений.....	28
2.2 Технологические стадии очистки стоков, состав сооружений и назначение технологического оборудования .....	29
2.3 Реагентное хозяйство .....	31
2.4 Оценка работы очистных сооружений и внедрение современных средств контроля очистки стоков .....	31
3 Экспериментальная часть.....	34
3.1 Измерение массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02».....	34
3.2 Гравиметрический метод измерения массовой концентрации взвешенных веществ .....	39
3.3 Результаты динамики исследования .....	42
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	54
4.1 Предпроектный анализ .....	54
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	59
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, ... социальной и экономической эффективности исследования.....	71
5 Социальная ответственность .....	75
5.1 Производственная безопасность.....	75
5.2 Экологическая безопасность.....	78
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	81
Заключение .....	83
Список использованных источников .....	84
Приложение .....	89

## Введение

В условиях быстро развивающейся экономики все больше стало появляться объектов нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехранилищ. Чрезвычайные ситуации на таких объектах приводят к экологическому ущербу окружающей среде.

В нефтеперерабатывающей промышленности воду используют как сырье и источник энергии, как хладагент, растворитель, экстрагент, для транспортировки сырья и материалов. В результате образуются производственные сточные воды, которые загрязнены веществами органического и неорганического происхождения, однако, основным загрязнителем является нефть и нефтепродукты, которые по данным ЮНЕСКО, относятся к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды.

Сточные воды нефтеперерабатывающей промышленности высокотоксичны и при существующих объемах водоотведения представляют собой серьезную экологическую опасность. Очистка этих стоков до параметров, предусмотренных действующими в настоящее время нормативными требованиями, традиционными способами практически невозможна. Кроме того, в некоторых случаях высокая загрязненность воды, используемой в технологических процессах, приводит к значительным экономическим потерям, часто необратимым. Попадая в водоемы, сточные воды ухудшают их органолептические и токсикологические характеристики, наносят огромный вред всему народному хозяйству.

Проблема эффективности работы очистных сооружений всегда была актуальной. Эксплуатационные расходы, обязательная плата за сброс загрязняющих веществ сверх установленных лимитов существенно снижают экономическую эффективность работы промышленных предприятий, кроме того водоемам страны наносится ущерб, последствия которого сказываются на протяжении многих последующих лет.

С другой стороны улавливание нефтепродуктов может привести к их квалифицированному использованию, что в свою очередь может привести к повышению эффективности работы промышленных предприятий

В связи с выше изложенным проблема очистки сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных частиц является актуальной и требует более детальной оценки работы очистных сооружений предприятий. Очень важно все сточные воды целенаправленно отводить, а главное очищать, чтобы устранить все негативные последствия от воздействия сточных вод.

Объект исследования – очистные сооружения атмосферных и производственных нефтесодержащих стоков Анжеро-Судженской линейной производственной диспетчерской станции (АЛПДС).

Предмет исследования – оценка работы очистных сооружений АЛПДС.

Целью работы является оценка работы системы – очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов АЛПДС и возможности квалифицированного использования нефтепродуктов.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- рассмотреть основную проблему очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов очистки сточных и ее актуальность;
- выявить перспективы развития технологий и оборудования для очистки сточных вод;
- описать технологическую схему и основные параметры процесса очистки сточных вод на предприятии;
- привести примеры методов решения поставленной проблемы.

В процессе выполнения данной работы были использованы работы таких авторов Ю. Р. Абдрахимов, В.Г.Пономарев и др. [1].

# **1 Обзор литературы**

## **1.1 Сточные воды промышленных предприятий**

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в Российской Федерации. Вода всегда являлась незаменимым компонентом жизни любого человека. Большое значение уделяется качеству воды как централизованных, так и локальных систем водоснабжения.

Сточные воды образуются при использовании природной или водопроводной воды для бытовых целей и технологических процессов промышленных предприятий. Также относятся атмосферные осадки, подземные воды [2].

Сточные воды являются источником различных заболеваний и распространения эпидемий и источником загрязнения окружающей природной среды.

Огромное количество загрязняющих веществ вносится в поверхностные воды со сточными водами предприятий черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, предприятий сельского и коммунального хозяйства, а также поверхностным стоком с прилегающих территорий.

Основным источником химического загрязнения водоемов являются промышленные предприятия, главным образом химические производства, предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Их сбросы неочищенных или плохо очищенных стоков могут представлять значительную угрозу для здоровья населения.

Сложности очистки связана с разнообразием примеси в стоках, количество и состав которых постоянно изменяется вследствие появления новых производств и изменение технологии существующих. Чтобы обеспечить хорошую очистку загрязненной воды, необходимо использовать специальное оборудование и технологические комплексы, с помощью которых достигаются

установленные нормативы загрязнения стоков, определенные в соответствующих документах

Сточные воды могут содержать большое количество микроорганизмов, простейших, органических и токсических веществ. При невыполнении данных требований возможно загрязнение водоемов, нарушение процессов самоочищения и последующее нарушение биоценоза. В результате сброса сточных вод в водоемах изменяются физические свойства воды, повышается температура, уменьшается прозрачность, появляются привкусы, запахи, плавающие вещества и осадки на дне. Происходят химические процессы: увеличивается содержание органических и неорганических веществ, уменьшается содержание кислорода. Вследствие чего водоемы становятся непригодными не только для питьевого, но и для технического водопользования. В соответствии с Федеральным законом [3], для сбрасываемых промышленных сточных вод устанавливаются нормируемые допустимые значения загрязнения.

В РФ для этих целей принята система нормирования на основе ПДК вредных загрязнений, установленных регламентирующими правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами [4].

Для каждого предприятия устанавливаются нормативы по качеству очищенных сточных вод. Правила устанавливают нормируемые значения для следующих параметров воды водоемов: содержание взвешенных веществ, запах, привкус, окраска и температура воды, значение рН, состав растворенного в воде кислорода, биологическая потребность воды в кислороде, состав и предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ.

Источником многих экологических проблем являются промышленные предприятия. Технологические процессы производства практически всех отраслей предполагают образование стоков, загрязненных самыми различными веществами. Индустриальные предприятия, согласно действующему законодательству, должны в обязательном порядке использовать очистные сооружения, позволяющие нейтрализовать негативное влияние стоков, однако это требование не всегда выполняется в полном объеме. Показатели загрязне-

ний сбросов промышленных объектов зачастую существенно превышают установленные нормативы. Это вызвано тем, что используются устаревшие в физическом отношении очистные сооружения, которые подлежат реконструкции и модернизации.

Предотвращение загрязнения водных объектов сточными водами, а также охрана поверхностных вод от загрязнения сточными водами – это важнейшие задачи, которые стоят перед современным обществом [5].

Проблема очистки сточных вод от нефтепродуктов актуальна для промышленных предприятиях. Это связано с тем, что нефтепродукты оказывают губительное влияние на окружающую среду. Нефтепродукты, поступая в водоем, образуют различные виды загрязнений: плавающую на поверхности водоемов пленку, растворенные нефтепродукты, тяжелые нефтепродукты, осевшие на дне. В районах поступления нефтепродуктов в водоемах меняются биологические показатели качества воды, химический свойств. В составе загрязненных нефтепродуктами водоемов появляются вредные вещества, изменяется рН воды, окисляемость, биохимическое потребление кислорода и др. [6]. Вследствие того, что нефтепродукты обладают низкой растворимостью, их разложение естественным путем происходит очень медленно. На поверхности водоемов происходит расслоение тяжелых и легких фракций. Легкие нефтепродукты, образуя пленку на поверхности воды толщиной более 0,1 мм, замедляют процессы проникновения атмосферного кислорода в воду и удаления углекислоты из воды. Тяжелые нефтепродукты, при оседании на дне водоема, губительно влияют на флору и фауну. У живых организмов начинают проявляться нарушение физиологической активности, изменение биологических особенностей самих организмов и окружающей среды, болезни из-за внедрения углеводов в организм. Природный процесс снижения концентрации нефтепродуктов в воде происходит за счет самоочищения в результате естественного распада нефтепродуктов, химического окисления, испарения легких фракций и биологического разрушения водными микроорганизмами, но

происходят эти процессы очень медленно. Главным фактором, влияющим на скорость процесса самоочищения водоема, является температура среды.

Предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в сточных водах могут колебаться, так как они зависят от типа водоема, в который сливаются стоки. Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами, необходимо очищать и потом направлять на повторное использование (можно добавлять к исходным водам водоподготовительных установок, в системы оборотного охлаждения и т.д.), а задержанные нефтепродукты необходимо сжигать в котлах [7].

## **1.2 Характеристика сточных вод**

Сточная вода это вода, удаляемая после ее использования с территории населенного пункта или промышленного предприятия, где загрязнение изменяет первоначальный химический состав воды или ее физические свойства [2]. В зависимости от происхождения, вида и качественной характеристики примесей сточные воды подразделяют на три основные категории: бытовые (иначе хозяйственно-фекальные), производственные, атмосферные (ливневые) [8]. Они отличаются друг от друга своим происхождением, составом и биологической активностью. Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные системы загрязняющих веществ, которые могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состояниях. В них всегда присутствуют как органические, так и неорганические компоненты загрязнений.–

При классификации химических загрязнителей воды различают следующие пять групп: 1) биологические нестойкие органические соединения; 2) малотоксичные неорганические соли; 3) нефтепродукты; 4) биогенные соединения; 5) вещества со специфическими токсичными свойствами, в том числе тяжелые металлы, биологически жесткие неразлагающиеся органические синтетические соединения.



Разнообразие состава и характера загрязнений производственных сточных вод обуславливает применение для их очистки различных методов, как химических и физико-химических, так и биологических [9].

В основном, концентрация нефтепродуктов в сточных водах находится в пределах 10–20 мг/л, иногда достигает более 500 мг/л [4]. Объем сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, необходимо определять по техническим паспортам оборудования, проектно-технической документации или Строительными нормами и правилами и уточнять непосредственно по промышленным испытаниям [10-13].

Показатели качества воды регламентируются ГОСТами [4; 6; 14].

*Температура*, является также технологическим параметром биологических процессов очистки, от нее зависят скорость биохимических реакций и растворимость в воде кислорода, необходимого для жизнедеятельности микроорганизмов. Как правило, температура сточных вод выше, чем природных.

*Окраска*. Бытовые сточные воды, как правило, окрашены слабо. Интенсивная окраска показывает наличие производственных сточных вод, особенно от предприятий легкой промышленности.

*Запах*. Запах бытовых стоков довольно характерен и представляет собой смесь запахов фекалий и разложения органических веществ. Запах производственных стоков весьма разнообразен и зависит от вида производства. Для сточных вод описание запаха наиболее важно при появлении новых, ранее не встречавшихся оттенков.

*Прозрачность* – показатель степени общей загрязненности воды. Сточные воды после биологической очистки имеют прозрачность более 15 см. Сухой и плотный остаток. Сухой остаток сточных вод определяют из натуральной (нефильтрованной) пробы, поэтому он является показателем суммарного содержания загрязнений во всех агрегатных состояниях. Плотный остаток определяется из фильтрованной пробы и показывает содержание веществ в коллоидном и истинно растворенном состоянии. В сточных водах, поступаю-

щих на сооружение биологической очистки, плотный остаток не должен превышать 10 г/л, так как жизнедеятельность микроорганизмов в более минерализованной среде нарушается.

*Взвешенные вещества.* Этот показатель используется для расчета первичных отстойников и для определения количества образующихся осадков. Концентрация взвешенных веществ в городских сточных водах составляет 100-500 мг/л. С достаточной степенью точности этот показатель может быть определен как разность сухого и плотного остатков.

*Соединения азота.* Показатель азот общий определяет содержание в воде органического и неорганического азота. Окисленные формы азота в неочищенных городских водах отсутствуют и появляются только в случае глубокой биологической очистки сточных вод.

*Сульфаты и хлориды.* Концентрация сульфатов в городских сточных водах обычно находится на уровне 100-150 мг/л, хлоридов – 150-300 мг/л [6]. Концентрацию хлоридов важно знать при определении ХПК, так как хлориды окисляются бихроматом калия до молекулярного хлора. Поэтому при концентрации хлоридов более 200 мг/л требуется их предварительное осаждение или введение поправки к результату анализа ХПК.

*Синтетические поверхностно-активные вещества.* СПАВ группа химических соединений, присутствие которых в сточных водах угрожает санитарному состоянию водоема и отрицательно сказывается на работе очистных сооружений. Присутствие СПАВ в сточных водах снижает тормозит биохимические процессы, способствует возникновению пены в сооружениях и водоемах. Наличие СПАВ в водоемах ухудшает процессы их самоочищения от остаточных загрязнений, вносимых с очищенными водами. Содержание анионных СПАВ в природной воде допускается не более 0,5 мг/л.

*Токсичные вещества.* Особенно важно контролировать содержание этих элементов в производственных сточных водах, поступающих на сооружения биологической очистки. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) этих элементов очень низки [15].

### **1.3 Методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных частиц**

При современной экологической обстановке требуется глубокая очистка сточных вод при сбросе их в водоемы. При наличии в сточной воде нескольких примесей содержание каждого компонента должно быть доведено в процессе очистки до величины, меньшей предельно допустимой концентрации (ПДК) регламентируемой ФЗ № 7 [3].

Нефть и нефтепродукты наиболее распространенные загрязняющие вещества, присутствующие в сточных водах. Нефтепродукты представляют собой сложную смесь различных углеводородов (низко и высокомолекулярных, предельных и непредельных, алифатических, ароматических, алициклических), а также неуглеводородных соединений серо-, кислород-, азотсодержащих и высокомолекулярных смолоасфальтеновых веществ с включенными в них тяжелыми металлами. Углеводороды составляют от 50 до 98 % от общей массы сырой нефти. Остальная, иногда довольно большая часть, приходится на неуглеводородные соединения, которые могут быть более токсичны и опасны для активного ила, чем углеводороды. Кроме того, нефть содержит до 10 % воды и минеральные соли:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ .

Для очистки сточных вод от нефтепродуктов применяют методы: механические; физико-химические; химические; биологические; термические.

*Механические методы очистки.* Из механических практическое значение имеют отстаивание, центрифугирование и фильтрование; из физико-механических флотация, коагуляция и сорбция; из химических хлорирование и озонирование [16].

Механическую очистку сточных вод от нефтепродуктов применяют как предварительную. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод на 60-65%, а из некоторых производственных сточных вод на 90-95%. Задачи очистки заключаются в подготовке воды к физико-химической и биологической очисткам. Механическая очистка сточных

вод является самым дешевым методом их очистки, а поэтому всегда целесообразна наиболее глубокая очистка сточных вод механическими методами.

Механическую очистку проводят для выделения из сточной воды находящихся в ней нерастворенных грубодисперсных примесей путем процеживания, отстаивания и фильтрования.

Для задержания крупных загрязнений и частично взвешенных веществ применяют процеживание воды через различные решетки и сита. Для выделения из сточной воды взвешенных веществ, имеющих большую или меньшую плотность по отношению к плотности воды, используют отстаивание. При этом тяжелые частицы оседают, а легкие всплывают[1].

Механическую очистку как самостоятельный метод применяют тогда, когда осветленная вода после этого способа очистки может быть использована в технологических процессах производства или спущена в водоемы без нарушения их экологического состояния. Во всех других случаях механическая очистка служит первой ступенью очистки сточных вод [16].

*Физико-химические методы очистки.* Физико-химические методы применяют для очистки нефтесодержащих сточных вод от коллоидных и растворённых загрязнений, количество которых в воде после сооружений механической очистки остаётся практически неизменным. Нефтяные эмульсии, составляющие некоторую часть (примерно 1-5%) общего загрязнения сточных вод НПЗ нефтепродуктами, образуются вследствие стабилизации капелек нефти в воде поверхностно-активными веществами (нафтеновые и жирные кислоты, смолы, асфальтены и т.д.), а также электролитами. Эти нефтяные загрязнения не улавливаются на сооружениях механической очистки и могут быть выделены из воды только физико-химическими методами.

Так содержание нефтепродуктов в воде, прошедшей нефтеловушки и отстойники дополнительного отстаивания, колеблется в пределах 15 - 200 мг/л для первой системы и 25 - 400 мг/л для второй, составляя в среднем соответственно 100 - 150 мг/л. Вода с таким содержанием нефтепродуктов воз-

вращается в производство или подается на сооружения биологической очистки, поэтому требуется ее дополнительная очистка.

Наиболее часто применяются в схемах очистки общего стока НПЗ, такие методы как коагуляция, электрокоагуляция, флокуляция и сорбция [17].

*Химический метод.* Химический метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод нефтеперерабатывающих заводов, содержащих токсичные примеси или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды) [2].

Обезвреживание сточных вод хлором или его соединениями – один из способов их очистки от ядовитых цианидов, от органических и неорганических соединений, как сероводород, гидросульфид, сульфид и др.

Озон обладает высокой окислительной способностью и при нормальной температуре разрушает многие органические вещества, находящиеся в воде. При этом процессе возможно одновременное окисление примесей, обесцвечивание, обеззараживание сточной воды и насыщение ее кислородом. Преимуществом этого метода является отсутствие химических реагентов при очистке сточных вод [18].

*Биологический метод.* Универсальный метод очистки сточных вод от органических загрязнений. Основан на способности микроорганизмов использовать разнообразные вещества, которые содержатся в сточных водах. Задачей этой очистки является превращение органических загрязнений в безвредные продукты окисления  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  и др. Процесс биохимического разрушения органических загрязнений в очистных сооружениях происходит под воздействием комплекса бактерий и простейших микроорганизмов.

Под действием микроорганизмов могут протекать окислительный (аэробный) или восстановительный (анаэробный) процессы.

При аэробном процессе происходит окисление органических веществ в сточных водах и образование новой биомассы. При этом в очищенных сточных водах остаются биологически неокисляемые вещества, в растворенном

состоянии и нерастворенные вещества удаляются из сточной воды методом сорбции.

Преимущества возможность удалять из сточных вод разнообразные органические соединения, простота конструкции аппаратуры, невысокая эксплуатационная стоимость. К недостаткам следует отнести высокие капитальные затраты, необходимость строгого соблюдения технологического режима очистки, токсичное действие на микроорганизмы некоторых органических соединений. Кроме названных методов в стадии исследования находится еще ряд способов очистки, такие, как обработка электрическим, магнитном, ультразвуковых полях и др. [2].

#### **1.4 Характеристика нефтепродуктов и взвешенных веществ в сточных водах**

В сточных водах в качестве загрязнений присутствует сложная смесь нефтепродуктов переменного состава и разнообразных физико-химических свойств. Основными особенностями, определяющими поведение нефтепродуктов в воде, являются их меньшая плотность по сравнению с плотностью воды (бензин 0,7-0,76, дизельное топливо 0,8-0,9, реактивное топливо 0,8-0,85, мазут 0,97-1 г/см<sup>3</sup>) и низкая растворимость [19]. Растворимость для легких фракций нефти (бензинов) в воде не превышает 20-10 мг/л, для керосинов 70-90 мг/л, а для тяжелых фракций она практически равна нулю.

Концентрация нефтепродуктов в сточной воде строго нормируется и не должна превышать 85% или 0,1 мг/л.

*Взвешенные вещества.* Взвешенными называют частицы нерастворимого твердого вещества, которые плавают по всему объему жидкости. При характеристике сточных вод принято за такие вещества принимать количество загрязняющих веществ, которые задерживаются на бумажном фильтре с наибольшим размером пор (белая лента, синяя лента). При определении взвешенных веществ недопустимо использовать фильтры с меньшим размером пор

(синяя лента), так как они задерживают коллоидные частицы и результат анализа может быть существенно завышен.

Взвешенные вещества (грубые суспензии) в сточных водах подразделяются на два вида в зависимости от размера частиц. Причем размер истинных взвешенных в очищенных сточных водах больше, чем в химических растворах (где эти частицы не более 1 мкм), поскольку взвешенные вещества представлены плавающими хлопьями активного ила в очищенной воде после аэротенков и вторичных отстойников. Эти вещества являются важным показателем при оценке загрязненности водных объектов хозяйственными сточными водами. Концентрация взвешенных веществ в сточных водах связана обратной зависимостью с суточной нормой водоотведения на одного человека.

### **1.5 Сравнительная характеристика и оценка различных методов очистки**

Основной целью очистных сооружений является: обеспечение экологической безопасности окружающей среды; снижение воздействия промышленных сточных вод на окружающую среду; использование новейших экологически безопасных технологий; уменьшение риска возникновения аварийных ситуаций с экологическими последствиями [20].

Задачами эксплуатации промышленной канализации являются: обеспечение качества воды по нормам и ТУ; обеспечение надежности и бесперебойной работы сооружений промышленной; установление действующей инструкции о планово-предупредительных ремонтных работах; борьба с утечками, потерями и нерациональным использованием воды; обеспечение высокой рентабельности работы путем автоматизации производственных процессов.

Для очистки сточных вод до требуемого качества необходимо подобрать такие методы очистки, которые с наименьшими затратами обеспечивают эти условия. Ниже приводятся сравнительные оценки методов обезвреживания загрязнений [8].

*Фильтрация.* Безреагентным фильтрованием через мелкозернистую загрузку достигают глубокой очисткой, позволяющей использование воды в оборотном водоснабжении. При фильтровании через плавающую загрузку остаточная концентрация может достигать 2 мг/л нефтепродуктов. Преимущества метода: простота аппаратного оформления и эксплуатации. Отрицательные стороны: необходимость частой регенерации загрузки; при регенерации образуются загрязненные воды, требующие утилизации либо захоронения.

*Коалесценция.* Характеризуется для первой грубой ступени очистки высокой эффективностью. Нет необходимости в регенерации коаlessирующего слоя. Метод технически легко осуществим, позволяет извлекать из воды тонкодисперсную нефть с размером капель до нескольких микрон. Недостатки: применим только к механически эмульгированным в воде нефтепродуктам, присутствие химических эмульгаторов не позволяет достичь желанного результата очистки; имеет относительно низкую производительность.

*Коагуляция.* Коагуляция в последние годы утрачивает свое первостепенное значение. Смещение акцента обусловлено наличием при коагуляции значительного количества шлама, при этом осадок плохо уплотняется и имеет большую влажность. К недостаткам метода следует отнести сложность и многостадийность схемы, дороговизну процесса ввиду применения кислотостойкого оборудования и реагентов.

*Флотация.* Основными достоинствами флотации являются: обогащение воды кислородом (частичная аэрация), в результате чего происходит некоторое окисление примесей; из воды удаляются механические примеси и летучие вещества; нет внесения в очищаемую систему дополнительных веществ.

*Адсорбция.* Адсорбционный метод целесообразен для глубокой очистки сточных вод после их предварительной очистки другими способами. Он эффективен, прост, не вносит побочных загрязнений, сорбенты могут регенерироваться.

*Ионообменный метод.* Эффект извлечения достаточно высок – до 99 % и более, остаточная концентрация отвечает техническим требованиям для



направления очищенных вод в оборотный цикл. Высочайшая сорбционная емкость отдельных ионитов.

*Озонирование.* Достоинства: в воду не вносятся химические реагенты; низкая остаточная концентрация нефтепродуктов ( $\leq 5$  мг/л); одновременное окисление, обесцвечивание, дезодорация, обезвреживание. Недостатки: большой расход озона в 1,5 - 3 раза превышающий массу нефтепродуктов; требуется озонаторная установка; необходимость в нейтрализации непрореагировавшего озона.

*Биологическая очистка.* Микроорганизмы способны окислять нефтепродукты при их низких концентрациях. Остаточная концентрация нефтепродуктов находится обычно в пределах 3 - 5 мг/л. Биологическая очистка уступает адсорбции во многих отношениях: 1) в случае применения аэротенков или окситенков требуется большая площадь для размещения установки; 2) наличие избыточного активного ила требует его утилизации; 3) стадия доочистки вод сильно усложняет и удорожает процесс.

*Метод термической обработки.* Пригоден для многих видов эмульгированных сточных вод. Отработанные нефтепродукты подвергают переработке с целью получения смазочных материалов, топочного мазута, добавок к битумам и строительным композициям. Учитывая возрастающую потребность народного хозяйства в нефтепродуктах (особенно масла), рост их стоимости и полную очистку воды от масла, следует особо выделить этот метод обработки СВ. основной недостаток – относительно высокие энергозатраты на нагрев. Сжигание не подлежащих регенерации отходов в котельных установках с очисткой дымовых газов является оптимальным вариантом для любого предприятия.

*Ультрафильтрация.* Достоинства метода: масляный концентрат составляет всего 2 – 10 % от начального объема СВ; отсутствуют химические реагенты и фазовые превращения; возможность полного повторного использования фильтрата в оборотном водоснабжении без дополнительной обработки.

Отрицательные характеристики метода заключаются в невысокой производительности; в необходимости предварительной очистки СВ; в относительно высокой остаточной концентрации нефтепродуктов (более 10 мг/л).

## **1.6 Типы очистных сооружений**

Установки для очистки и обезвреживания сточных вод должны соответствовать следующим основным требованиям: 1) обеспечивать снижение концентрации вредных веществ в очищаемой воде до значений, меньших ПДК, 2) иметь незначительную чувствительность к составу стоков; 3) иметь высокую производительность.

Выбор типа очистных сооружений и схемы очистки производится на основе анализа местных условий: производительности станции, наличия достаточной площадки земельного участка, климатических, почвенных условий, рельефа местности, обеспеченности электроэнергией и др. Для очистки промышленных сточных вод используются общие и локальные очистные сооружения [21].

Очистные сооружения общего типа предназначены для очистки всех загрязненных промышленных стоков предприятия. Эти сооружения включают механическую, физико-химическую и биологическую очистки. К сооружениям механической очистки относятся песколовки, отстойники, флотационные и фильтрационные установки и др. На них удаляются грубодисперсные примеси. К сооружениям физико-химической очистки относятся флотационные установки с применением химических реагентов, установки с применением коагулянтов для коллоидных примесей. К сооружениям биологической очистки относятся аэротенки, биофильтры, биологические пруды и т.д. Многие крупные предприятия имеют общезаводские очистные сооружения, на которых установлены сооружения для механической, физико-химической и биологической очистки [20].

## **1.7 Перспективы развития технологий и оборудования для очистки сточных вод**

Как правило, на раннем этапе развития промышленности, основной проблемой сброса сточных вод было отведение стоков подальше от предприятия.

На смену обычным биологическим очистным сооружениям пришли новые высокоэффективные физико-химические методы. Основные методы можно разделить на: методы осаждения, сорбционные методы, фильтрация, флотация, реагентная обработка, использование центробежных сил, ионообменные методы, обезвоживание, мембранные методы [8].

Основной перспективой развития очистки сточных вод можно выделить взаимное использование физико-химических и биологических методов. Только грамотный и высококвалифицированный подход может решить такие задачи как очистка сточных вод. Новые промышленные предприятия проектируются уже с учетом оборудования для очистки сточных вод. Тенденция появления новых норм и правил для предприятий в области сброса сточных вод тесно связана с появлением новых технологических решений и оборудования. Эта связь поможет в будущем правильно организовать отведение и очистку промышленных сточных вод [20].

## 2 Объекты и методы исследования (исходные данные)

### 2.1 Технологическая схема и основные параметры процесса.

#### Назначение очистных сооружений

Очистные сооружения атмосферных и производственных нефтесодержащих стоков АЛПДС предназначены для очистки производственных и атмосферных сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов производительностью 40 м<sup>3</sup>/ч. Очистные сооружения запроектированы в составе: 1. блок первичной очистки; 2. блок вторичной очистки; 3. биологические пруды доочистки. В качестве основного оборудования в блоке вторичной очистки применен аппарат «ДИФФЕРЕНЦИАТОР ДНС 2.3.5» – «Устройство для очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов» (патент № 1674895 СССР, МКИ В01, D 17/02, 21/00 А. В. Селиванов и др.) [22].

Качество очищенной воды после блока вторичной очистки должно соответствовать принятым по результатам пуско-наладочных работ и опытной эксплуатации показателям: по нефтепродуктам не более 1,0 мг/л; по взвешенным веществам не более 50 мг/л (табл.2.1).

Таблица 2.1–Характеристика стоков и очищенной воды

Показатели, обязательные для проверки				Предельные значения после очистки (не более)	
на входе		на выходе			
нефтепродукты, мг/л	взвешенные вещества, мг/л	нефтепродукты, мг/л	взвешенные вещества, мг/л	нефтепродукты, мг/л	взвешенные вещества, мг/л
Блок первичной очистки					
500-1000	500 - 2000	5-50	100-500	50	500
Блок вторичной очистки					
5-50	100-500	0,5-1,0	10-50	1,0	50
Пруды доочистки					
0,5-1,0	10-50	0,05	3-5	0,05	5

## **2.2 Технологические стадии очистки стоков, состав сооружений и назначение технологического оборудования**

Схема очистки АЛПДС представляет собой ряд последовательных технологических процессов.

Приемный резервуар промышленных сточных вод. Процеживание сточной воды производят на решетках или сетках в зависимости от требуемой полноты выделения нерастворенных примесей.

Решетки предназначаются для выделения из сточных вод крупных примесей и устанавливаются перед отстойниками.

Буферный резервуар и блок первичной очистки: предварительное отстаивание. Буферный резервуар (1000м<sup>3</sup>) и блок первичной очистки существует для сбора поступающих промышленных сточных вод, где происходит усреднение и отстаивание. Отстоявшийся верхний слой нефти, собирается в резервуар уловленной нефти. А затем сбрасывается в технологическую линию для дальнейшего использования.

Усреднитель. Расход и концентрация загрязнений производственных сточных вод могут колебаться в течение суток в широких пределах. Поэтому необходимо предусматривать регулирующие емкости — усреднители, обеспечивающие возможность равномерной подачи сточных вод.

Отстаивание (нефтеловушки). Для выделения из производственных сточных вод нерастворенных примесей применяют отстойники (горизонтальные).

Блок вторичной очистки: грубая фильтрация – осветление на гидроциклонах – коагуляция – отстаивание – коалесценция – аэрация – флотация.

Механическая очистка – процеживание, отстаивание и фильтрация – применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Процесс полного осветления сточной воды завершается фильтрованием - пропуском воды через слои зернистого материала (песка, антрацита, керамзита) с частицами различной крупности. Эта очистка является

предварительной. Производится для удаления из производственных сточных вод нерастворенных примесей.

К физико-химическим процессам очистки производственных сточных вод относятся: коагуляция, флокуляция. Для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей, а также эмульгированных смол производят их коагулирование. При этом уменьшаются концентрация взвешенных веществ, запах и цветность. Этот процесс применяется для очистки производственных сточных вод в том случае, когда простое отстаивание и фильтрование их не дает удовлетворительного эффекта.

В качестве коагулянта наиболее часто используют оксихлорид алюминия. Хлопья оксихлорида алюминия захватывают взвешенные и коллоидные вещества и при благоприятных гидродинамических условиях быстро оседают на дно, образуя осадок. Для интенсификации процессов коагуляции и осаждения взвешенных частиц применяется Магнафлок.

Пруды доочистки: отстаивание – биологическая доочистка.

В биологических прудах достигаются дальнейшее уменьшение содержания взвешенных веществ и биогенных элементов, полное насыщение кислородом выходящего стока и снижение его токсичности [20].

В биологических прудах процессами самоочищения можно управлять. Их предусматривают на не обходимую продолжительность пребывания воды, с естественной или искусственной аэрацией. Масса микроорганизмов в единице объема прудовой воды обычно выше, чем в воде открытого водоема, вследствие чего скорость процесса биологической доочистки в пруде может быть большей, чем в водоемах. Биологические пруды доочистки рекомендуется проектировать прямоугольной формы, секционные, по четыре секции, что дает возможность их периодически очищать. Располагать пруды необходимо таким образом, чтобы направление движения воды было перпендикулярно господствующему направлению ветра.

### **2.3 Реагентное хозяйство**

Для интенсификации процессов отстаивания и флотации применяются химические вещества – реагенты. Рабочие растворы реагентов приготавливаются в реагентном хозяйстве (прил.).

В качестве коагулянта применяется оксихлорид алюминия (ОХА).

Рабочий раствор коагулянта приготавливается в расходных баках путем залива в них требуемого количества воды из системы водопровода и дозирования в них насосом - дозатором требуемого количества концентрированного ОХА из затворных баков. Перемешивание рабочего раствора в расходных баках осуществляется воздухом от воздуходувки.

### **2.4 Оценка работы очистных сооружений и внедрение современных средств контроля очистки стоков**

Работу очистных сооружений можно оценивать разными методами, среди которых наиболее используемые сегодня – экономические. Чаще всего определяются общие затраты потребляемой оборудованием электроэнергии. Данный показатель действительно важен, так как составляет по разным оценкам до 85% всех затрат на очистку загрязненных вод.

Но есть и другие виды затрат, снижение которых может влиять на возрастание эффективности очистки сточных вод по тем же экономическим показателям. Это, например, платежи, которые обязаны производить потребители за сброс уже прошедших обработку вод в природные водоемы. Особенно значительно их влияние при необходимости производить сбросы, объемы которых превосходят ранее установленные для предприятий (сверхнормативные) или, что, конечно, происходит редко, с уровнем примесей, превышающий нормативный.

Снижение отмеченных затрат требует постоянного контроля соответствующих служб предприятий за очисткой сточных вод при каждой отдельной

операции, что возможно осуществлять только при наличии действенных и надежных методов контроля.

Из приведенного следует, что внедрение современных средств контроля очистки стоков – один из реальных методов в повышении эффективности работы любых очистных сооружений и, естественно, в улучшении конечного результата, который заключается в повышении качества процесса обработки загрязненных сливов.

Некоторые исследователи предлагают оценивать работу очистных сооружений рядом коэффициентов, охватывающих весь процесс: от поступления сливов на обработку и до сброса очищенных и осветленных вод, например, в рельеф. Набор таких показателей приведен в табл.2.2.

Таблица 2.2 Комплексные показатели, характеризующие надежность очистных сооружений.

Название коэффициента	Характеристика	Расчетная формула
Технологическая готовность	Учитывает вероятность работоспособности системы очистки стоков ( $T_0$ ) в любой момент времени, в т.ч. и $T_п$ – период, необходимый для запуска оборудования после поступления стоков на обработку	$K_{ТГ} = T_0 / (T_0 + T_п)$
Техническое использование	Определяет отношение времени ( $T_0$ ) нормальной эксплуатации и времени на пуск ( $T_п$ ) и ремонты ( $T_р$ )	$K_{ТИ} = T_0 / (T_0 + T_п + T_р)$
Сохранения уровня эффективности очистки	Учитывает отказы оборудования за счет отношения объемом очищенных сливов ( $Q_т$ – нормативного, $Q_д$ – фактического)	$K_э = Q_т / Q_д$
Полезной работы	Учитывает отношение времени ( $T_{рб}$ ) работы очистных сооружений и времени ( $T_в$ ), которое тратится на выход в заданный режим	$K_{ПР} = (T_{рб} - T_в) / T_{рб}$
Экологической эффективности	Учитывает плату потребителя на нормативный ( $П_н$ ) и сверхнормативный ( $П_д$ ) сброс	$K_{эл} = П_н / (П_н + П_д)$

Анализ формул, приведенный в табл. 2.2, указывает на возможность делать более эффективной очистку сточных вод, например, за счет увеличения показателей, приведенных в числителях, или при уменьшении находящихся в знаменателях. И все это вполне реально сделать, имея экспресс-методы, позволяющие быстро оценивать оптимальность каждой операции и вмешиваться в ее настройку, если такое необходимо.



Один из реальных методов, которые делают очистку сточных вод более быстрой, а значит – эффективной, сокращение периода пусконаладочных мероприятий на оборудовании, реализующем аэробную биоочистку сливов. Среди таких же эффективных методов – постоянный экспресс-контроль окислительной способности, которой обладает помещенный в биореактор активный ил, участвующий в биоочистке загрязненных вод. Своевременное определение недостатка кислорода и быстрое принятие мероприятий по восстановлению ситуации (с помощью улучшения циркуляции биомассы внутри зоны или дополнительного ввода биопрепаратов) повышает надежность очистных сооружений в техническом плане и их экологическую безопасность.

Действенным методом, кардинально влияющим на эффективную очистку сточной воды, является снабжение любого очистного оборудования современными системами автоматизации. Именно такое решение, которое широко используется компанией «Эководстройтех» при производстве фирменного оборудования всех видов, способно наиболее четко организовать контроль процесса очистки сливов на всех этапах.

Современные АСУ способны не только фиксировать ситуацию и выдавать ее на дисплей, но и анализировать ее, подсказывать оператору действия, наиболее оптимальные в данный момент [23]. Своевременно обслуживать очистные сооружения, входящие в них установки. Соблюдение рекомендованных производителей сроков этих мероприятий способно уменьшить вероятность отказов отдельных узлов, деталей, сократить время на ремонты оборудования.

Простым решением является строительство дополнительных сооружений по всей технологической линии, что требует, наибольших капитальных затрат и времени для своего осуществления. Обычное расширение очистных сооружений не всегда гарантирует достижение необходимого качества очистки сточных вод, что зависит от состава загрязнений, содержащихся в стоках.

### **3 Экспериментальная часть**

В процессе исследования качества очистки воды на данном предприятии были проведены измерения содержания загрязняющих веществ в сточных водах по следующим методикам:

– методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (ПНД Ф 14.1:2:4.128-98) [24];

– методика выполнения измерений массовой концентраций взвешенных веществ в сточных водах гравиметрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3.110-97) [25].

#### **3.1 Измерение массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02»**

Флуориметрический метод измерений массовой концентрации НП основан на их экстракции из пробы гексаном и измерении интенсивности флуоресценции полученного экстракта на анализаторе жидкости «Флюорат-02» с последующим автоматическим вычислением концентрации НП при помощи градуировочной зависимости, заложенной в память анализатора [26]. При выполнении измерений массовой концентрации нефтепродуктов используют следующие средства измерений, вспомогательные устройства и материалы.

При выполнении измерений массовой концентрации нефтепродуктов используют следующие средства измерений, вспомогательные устройства и материалы (табл.3.1).

Допускается применение реактивов, изготовленных по иной нормативно-технической документации с техническими характеристиками не хуже, чем указанных в табл.3.2.

Таблица 3.1 – Средства измерений

Средство измерений	Нормативный документ
Анализатор жидкости «Флюорат-02» или другой люминесцентный анализатор, флуориметр или спектрофлуориметр, удовлетворяющий требованиям указанных ТУ	ТУ 4215-001-45549798-2008
Весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г и ценой деления 1,0 мг, любого типа	ГОСТР 53228
Пипетки с одной отметкой 2-го класса точности, вместимостью 10 см <sup>3</sup>	ГОСТ 29169
Пипетки градуированные 2-го класса точности, вместимостью 1, 2, 5 см <sup>3</sup>	ГОСТ 29227
Колбы мерные 2-50-2, 2-25-2	ГОСТ 1770
Цилиндры мерные 2-100 и 2-25	ГОСТ 1770
Государственный стандартный образец состава раствора нефтепродуктов в гексане (массовая концентрация 1 мг/см, погрешность не более ±5%), например ГСО 7950-2001 или ГСО 7422-97 - для градуировки анализатора.	
Государственный стандартный образец состава нефтепродуктов в водорастворимой матрице (ГСО 7117-94) - для контроля погрешности.	

Таблица 3.2 – Реактивы

Реактивы	Нормативный документ
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709
Гексан	ТУ 6-09-3375-78
Кислота соляная, х.ч.	ГОСТ 3118
Натрия гидроксид, х.ч.	ГОСТ 4328

Общие требования к отбору проб по ГОСТР 51592-2000, 25 проб сточных вод – согласно ПНД Ф 1 2.15.1-08 [27]. Объем отбираемой пробы составляет 100 мл. Анализ пробы необходимо провести в течение 3 ч с момента отбора, либо провести экстракцию НП в гексан для последующего определения. Для хранения и транспортировки проб используют сосуды из стекла.

Объем отбираемой пробы 100 см. Подготовленная и высушенная посуда для отбора проб проверяется на чистоту, для чего ее промывают гексаном (не менее 5 см), сливают его в кювету анализатора «Флюорат-02» и измеряют в режиме «Фон» (или «J0»). Полученное значение не должно отличаться от значений, полученных при проверке чистоты гексана более чем на 10%.<sup>3 3</sup>

Для приготовления градуировочного раствора используют гексан из той же партии, что и для экстракции нефтепродуктов из проб. При замене партии гексана необходимо проверить его чистоту и при отличии от прежних значений концентрации примесей нефтепродуктов более чем на 10% градуировочные растворы необходимо приготовить заново. Градуировку прибора осуществляют путем измерения сигналов флуоресценции раствора нефтепродуктов и чистого растворителя - гексана. При градуировке прибора и всех измерениях в канале возбуждения используют светофильтр N 1, а в канале регистрации – светофильтр N 3.

Для контроля стабильности градуировки анализатора приготавливают 1-2 контрольные смеси с концентрацией НП 1-10 мг/дм, для чего отбирают , см ( $0,5 \ll 5$ ) раствора нефтепродуктов с концентрацией 100 мг/дм в сухую чистую мерную колбу вместимостью 50 см, разбавляют до метки гексаном и тщательно перемешивают. Измеряют концентрацию НП в полученных растворах в режиме «Измерение». Градуировка признается стабильной, если измеренное значение концентрации НП в смесях отличается от не более чем на 10%. В противном случае градуировку анализатора необходимо повторить.

Пробу воды переносят в делительную воронку вместимостью 250 см. При помощи пипетки отбирают 10 см гексана и ополаскивают им сосуд, в котором находилась проба. Гексан помещают в делительную воронку. Проводят экстракцию нефтепродуктов, интенсивно перемешивая смесь в течение 1 мин, отстаивают до появления прозрачного верхнего слоя, который отделяют, переносят в кювету и измеряют концентрацию НП в экстракте на приборе «Флюорат-02» в режиме «Измерение».

Концентрацию нефтепродуктов в пробе воды вычисляют по формуле:

Концентрацию нефтепродуктов в пробе воды вычисляют по формуле:

$$X_{np} = \frac{X_{изм} \cdot V_z \cdot K_1}{V_{np}}, \quad (3.1)$$

где  $X_{np}$  – концентрация НП в пробе воды, мг/дм<sup>3</sup>;

$X_{изм}$  – концентрация НП в растворе гексана, мг/дм<sup>3</sup>;

$V_z$  – объем гексана, взятый для экстракции, см<sup>3</sup>;

$V_{np}$  – объем пробы, см<sup>3</sup>;

$K_1$  – разбавление экстракта, т.е. соотношение объемов мерной колбы и аликвотной порции экстракта. Если экстракт не разбавляют, то  $K_1 = 1$ .

За результат анализа принимают значение  $X$ , вычисленное согласно формуле (3.2).

Результат количественного анализа в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде:

– результат анализа  $X$  (мг/дм<sup>3</sup>), характеристика погрешности  $\delta$  (%) (табл.1),  $P = 0,95$ ;

– или  $\bar{X} \pm \Delta$ , мг/дм<sup>3</sup>,  $P = 0,95$ , где

$$\Delta = \frac{\delta \cdot \bar{X}}{100}. \quad (3.3)$$

Результат измерений должен оканчиваться тем же десятичным разрядом, что и погрешность.

Решение об удовлетворительной погрешности принимают при выполнении условия:

$$|X - C| \leq K, \quad (3.4)$$

где  $x$  – результат анализа контрольного образца, мг/м<sup>3</sup>;

$C$  – аттестованное значение концентрации НП в контрольном образце, мг/дм<sup>3</sup>;

$K$  – норматив оперативного контроля погрешности, мг/дм<sup>3</sup>.

Значения норматива  $K$  вычисляют по формуле:

$$K = 0,01 \cdot K_{\text{отн}} \cdot C, \text{ где} \quad (3.5)$$

$K_{\text{отн}}$  – относительное значение норматива оперативного контроля погрешности, %.

Его значения для внутрилабораторного ( $P = 0,90$ ) и внешнего контроля ( $P = 0,95$ ) приведены в табл.2[ 24]. При превышении норматива оперативного контроля погрешности процедуру контроля повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля, и устраняют их.

Измеренную концентрацию НП в пробе воды вычисляют по формуле:

$$X_{\text{пр}} = \frac{X_{\text{узм}} \cdot V_2 \cdot K_1 \cdot K_2}{V_{\text{пр}}}, \quad (3.6)$$

где  $X_{\text{пр}}$  – концентрация НП в пробе воды, мг/дм<sup>3</sup>;

$X_{\text{узм}}$  – концентрация НП в растворе гексана, мг/дм<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем гексана, взятый для экстракции, см<sup>3</sup>;

$V_{\text{пр}}$  – объем пробы, см<sup>3</sup>;

$K_1$  – разбавление экстракта, т.е. соотношение объемов мерной колбы и аликвотной порции экстракта. Если экстракт не разбавляют, то  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  – разбавление экстракта при очистке, равное соотношению объемов полученного элюата и исходной аликвотной порции экстракта, взятой для очистки.

Концентрацию НП в холостой пробе ( $X_{\text{хол}}$ ) вычисляют аналогично. За результат анализа принимают разность, согласно формуле (3.2).

### 3.2 Гравиметрический метод измерения массовой концентрации

#### взвешенных веществ

Гравиметрический метод измерения массовой концентрации взвешенных веществ основан на выделении их из пробы фильтрованием воды через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм или бумажный фильтр «синяя лента» и взвешивании осадка на фильтре после высушивания его при  $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$  до постоянной массы [25].

Таблица 3.3 – Средства измерений, лабораторная посуда, устройства вспомогательные

Средства измерения	Нормативный документ
Весы лабораторные общего назначения специального или высокого класса точности с наибольшим пределом взвешивания 210 г	ГОСТ Р 53228 или ГОСТ OIML R 76-1
Цилиндры мерные исполнения 1, 3 вместимостью 25, 50, 100, 250, 500 и 1000 см <sup>3</sup>	ГОСТ 1770
Часы механические с сигнальным устройством	ГОСТ 3145
Воронки лабораторные диаметром 75, 100 и 150 мм	ГОСТ 25336
Стаканчики для взвешивания (бюксы) низкие СН-45/13 или СН-60/14	ГОСТ 25336
Чашки биологические низкие (Петри) диаметром 100 - 150 мм	ГОСТ 25336
Эксикатор исполнения 2	ГОСТ 25336
Пинцет медицинский	ГОСТ 21241
Шкаф сушильный общелабораторного назначения, обеспечивающий поддержание температуры нагрева $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$	ТУ 64-1-909-80
Электроплитка с закрытой спиралью и регулируемой мощностью нагрева	ГОСТ 14919
Прибор вакуумного фильтрования ПВФ-35 или ПВФ-47	ТУ-3616-001- 32953279
Склянки для хранения проб вместимостью 500, 1000 и 2000 см <sup>3</sup> или	
Бутыли полиэтиленовые (полипропиленовые) для хранения проб вместимостью 500, 1000 и 2000 см <sup>3</sup>	

При выполнении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия: температура окружающего воздуха ( $22 \pm 6$ ) °С; атмосферное давление (84 - 106) кПа; относительная влажность не более 80 % при температуре 25 °С; частота переменного тока ( $50 \pm 1$ ) Гц; напряжение в сети ( $220 \pm 22$ ) В.

Отбор проб для выполнения измерений массовой концентрации взвешенных веществ производится в соответствии с ГОСТ 31861-2000 [26] и ГОСТ 17.1.5.05-85 [28].

Пробы отбирают в стеклянную или пластиковую посуду, предварительно промытую раствором соляной кислоты, а затем дистиллированной водой. При отборе посуду ополаскивают отбираемой водой.

Объем отбираемой пробы должен быть не менее 1000 см<sup>3</sup> при массовой концентрации взвешенных веществ ниже 50 мг/дм<sup>3</sup> и не менее 500 см<sup>3</sup> при массовой концентрации взвешенных веществ выше 50 мг/дм<sup>3</sup>.

Бумажные обеззоленные фильтры «синяя лента» маркируют, складывают, помещают в воронки и промывают 150 - 200 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Затем пинцетом вынимают фильтр из воронки, складывают, помещают в маркированные бюксы и высушивают в сушильном шкафу при ( $105 \pm 2$ ) °С в течение 2 ч. Охлаждают бюксы с фильтрами в эксикаторе и, закрыв их крышками, взвешивают. Повторяют процедуру сушки до тех пор, пока разница между взвешиваниями будет не более 0,5 мг.

30 см<sup>3</sup> соляной кислоты смешивают с 170 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Раствор хранят в плотно закрытой посуде не более 1 года.

Подготовку прибора для вакуумного фильтрования осуществляют в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

Подготовленный бумажный фильтр помещают в воронку, смачивают небольшим количеством дистиллированной воды для хорошего прилипания и пропускают отмеренный объем тщательно перемешанной анализируемой пробы воды, подобранный с таким расчетом, чтобы масса осадка взвешенных веществ на фильтре находилась в пределах от 3 до 250 мг.



После пропускания пробы воды через фильтр ополаскивают мерный цилиндр дважды 4 - 5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, перенося смывы на фильтр. Промывают фильтр 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, дают воде полностью стечь, пинцетом осторожно вынимают фильтр с осадком и помещают в тот же бюкс, в котором его взвешивали до фильтрования. Фильтр высушивают 2 ч при (105 ± 2) °С, охлаждают в эксикаторе и, закрыв бюкс крышкой, взвешивают.

Повторяют процедуру сушки, пока разница между взвешиваниями будет не более 0,5 мг при массе осадка до 50 мг и 1 мг при массе более 50 мг.

Массовую концентрацию взвешенных веществ в анализируемой пробе воды  $X$ , мг/дм<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(m_{\phi_0} - m_{\phi}) \cdot 1000}{V}, \quad (3.7)$$

где  $m_{\phi_0}$  – масса бюкса с мембранным или бумажным фильтром с осадком взвешенных веществ, г;

$m_{\phi}$  – масса бюкса с мембранным или бумажным фильтром без осадка, г;

$V$  – объем профильтрованной пробы воды, дм<sup>3</sup>.

Расхождение между результатами измерений, полученными в условиях воспроизводимости, не должно превышать предела воспроизводимости, табл. 3[25]. При выполнении этого условия приемлемы оба результата измерений, и в качестве окончательного может быть использовано их среднее арифметическое значение. При превышении предела воспроизводимости могут быть использованы методы проверки приемлемости результатов анализа согласно ГОСТ Р ИСО 5725-6 [28].

Результат измерений массовой концентрации взвешенных веществ  $X$  в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде:

$$(X \pm \Delta) \text{ мг/дм}^3, P = 0,95, \quad (3.8)$$

где  $\Delta$  – границы характеристики погрешности результатов измерений для данных массовых концентраций взвешенных веществ.

Значение  $\Delta$  рассчитывают по формуле:

$$\Delta = 0,01X \cdot \delta \quad (3.9)$$

Значение  $\delta$  приведено в табл.1 [25].

Допустимо результат измерений в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:

$$(X \pm \Delta_{\text{л}}) \text{ мг/дм}^3, P = 0,95, (3.10)$$

при условии  $\Delta_{\text{л}} \leq \Delta$ ,

где  $X$  – результат измерений, полученный в соответствии с прописью методики;  
 $\pm \Delta_{\text{л}}$  – значение характеристики погрешности результатов измерений, установленное при реализации методики в лаборатории, и обеспечиваемое контролем стабильности результатов измерений.

### 3.3 Результаты динамики исследования

С целью изучения работы очистных сооружений проводились лабораторные испытания сточных вод АЛПДС, результаты которых отражены в табл. 3.4-3.8 и рис.3.1-3.14. Как видно из рис. 3.1-3.6, 3.13-3.14 в течение 2015-2017 гг. очистные сооружения работали эффективно, сброс нефтепродуктов и взвешенных веществ не превышает предельно допустимого сброса (ПДС).

Таблица 3.4 – Динамика исследования сточных вод за 2015 год

Дата отбора	До дифференциаторов		Емкость очищенной сточной воды		Сброс в реку	
	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>
Январь	11,9	139	1,10	40,3	0,044	5,8
Февраль	11,0	133	1,17	39,8	0,040	5,8
Март	12,8	120	1,08	41,3	0,047	5,6
Апрель	11,4	140	1,27	44,8	0,050	6,0
Май	10,8	139	1,29	43,0	0,050	6,0
Июнь	10,9	144	1,15	37,9	0,050	5,4
Июль	10,4	142	1,20	35,8	0,037	5,5
Август	9,5	131	1,05	33,4	0,045	5,9

## Окончание табл. 3.4

Дата отбора	До дифференциаторов		Емкость очищенной сточной воды		Сброс в реку	
	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>
Сентябрь	10,1	139	1,10	29,7	0,050	5,8
Октябрь	10,9	147	0,99	32,6	0,041	5,5
Ноябрь	11,0	145	0,95	33,9	0,032	5,3
Декабрь	11,4	141	1,15	40,8	0,039	5,9
Ср. за год	11,0	138	1,12	37,8	0,050	5,7

Таблица 3.5 – Динамика исследования сточных вод за 2016 год

Дата отбора	До дифференциаторов		Емкость очищенной сточной воды		Сброс в реку	
	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>
Январь	9,6	115	0,94	36,4	0,038	5,8
Февраль	9,5	121	0,97	35,2	0,035	5,8
Март	9,9	120	0,99	33,4	0,043	5,5
Апрель	10,9	129	1,07	39,8	0,050	5,9
Май	11,4	133	1,10	40,4	0,050	6,0
Июнь	10,5	117	1,02	36,8	0,049	5,4
Июль	9,7	108	1,00	32,8	0,030	5,5
Август	9,5	110	0,94	36,4	0,040	5,4
Сентябрь	9,0	119	0,97	37,4	0,049	5,8
Октябрь	9,2	108	0,92	32,5	0,045	5,5
Ноябрь	9,9	125	1,01	33,1	0,037	5,0
Декабрь	9,4	123	0,92	35,7	0,042	5,1
Ср. за год	9,9	119	0,99	35,8	0,042	5,6

Таблица 3.6 – Динамика исследования сточных вод за 2017 год

Дата отбора	До дифференциаторов		Емкость очищенной сточной воды		Сброс в реку	
	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>
Январь	7,3	115	0,90	36,2	0,044	5,5
Февраль	6,3	121	0,87	34,2	0,032	4,9
Март	7,9	120	0,91	33,0	0,041	5,6
Апрель	8,5	117	0,88	34,8	0,050	6,0
Май	8,9	120	0,85	35,4	0,050	5,8
Июнь	6,4	117	0,92	36,5	0,030	5,4
Июль	5,2	108	0,90	32,0	0,028	5,2
Август	4,7	110	0,88	31,4	0,031	4,8
Сентябрь	4,0	110	0,83	37,4	0,030	4,4
Октябрь	5,1	108	0,85	32,5	0,035	5,1
Ноябрь	4,8	115	0,88	33,0	0,027	5,3

Окончание табл. 3.6

Дата отбора	До дифференциаторов		Емкость очищенной сточной воды		Сброс в реку	
	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	н/пр, мг/дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг/дм <sup>3</sup>
Декабрь	5,3	103	0,81	30,7	0,028	4,4
Ср. за год	6,2	114	0,87	33,9	0,036	5,2

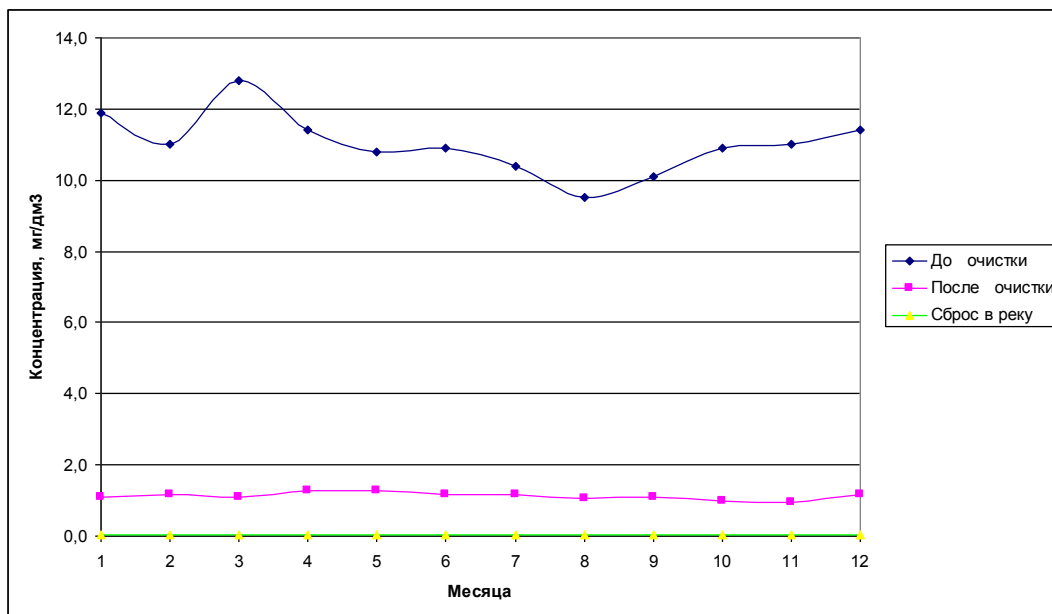


Рисунок 3.1 – График изменений концентрации нефтепродуктов по месяцам года за 2015 год

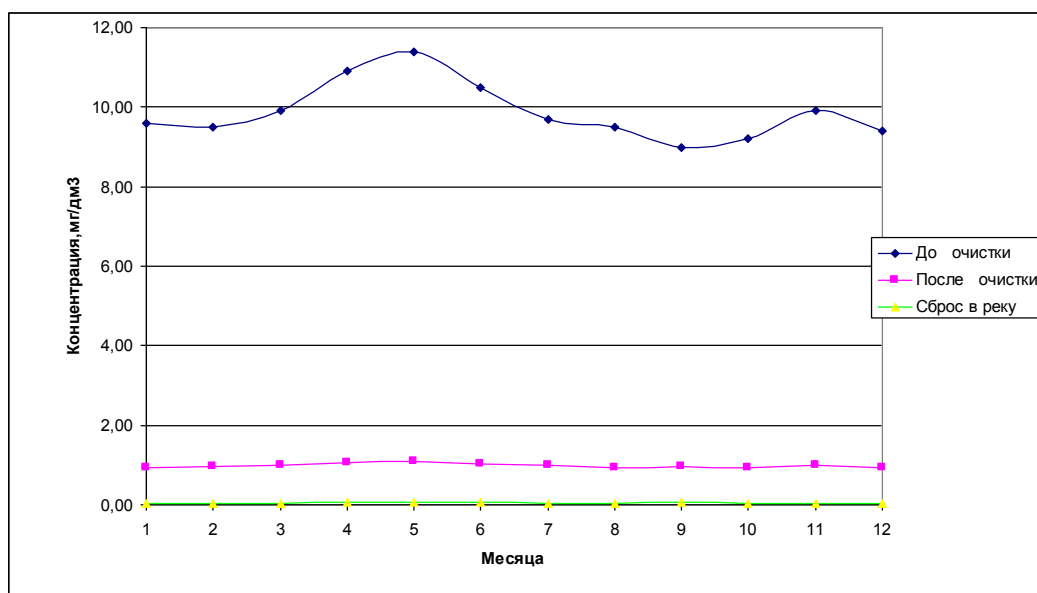


Рисунок 3.2 – График изменений концентрации нефтепродуктов по месяцам года за 2016 год

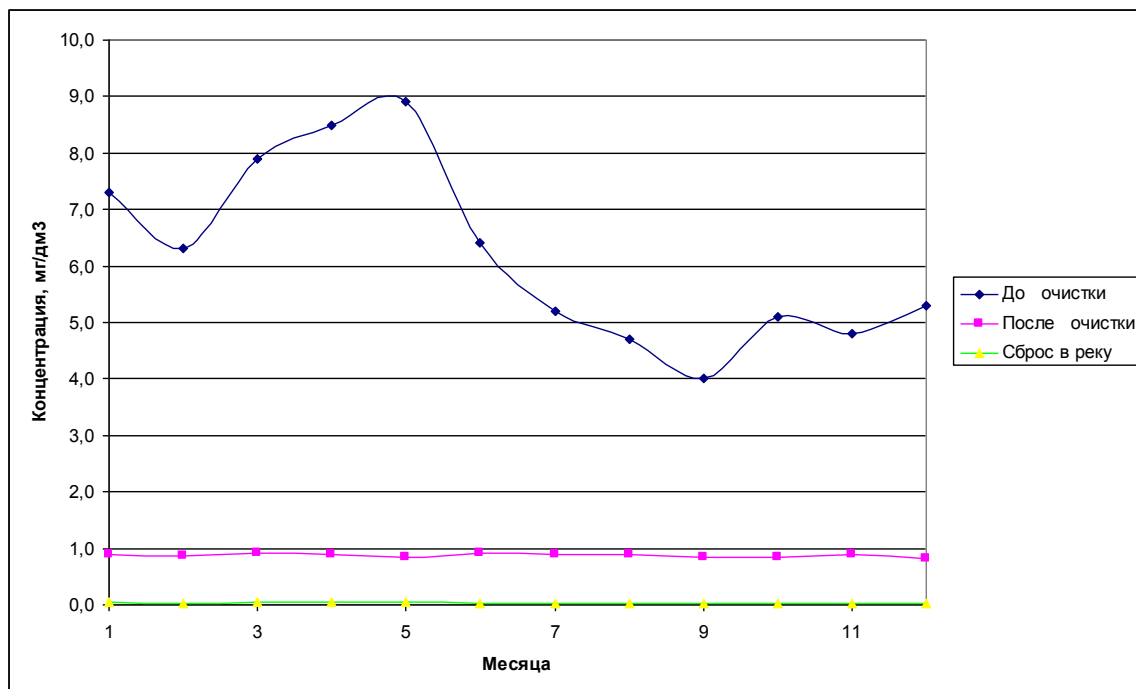


Рисунок 3.3 – График изменений концентрации нефтепродуктов по месяцам года за 2017 год

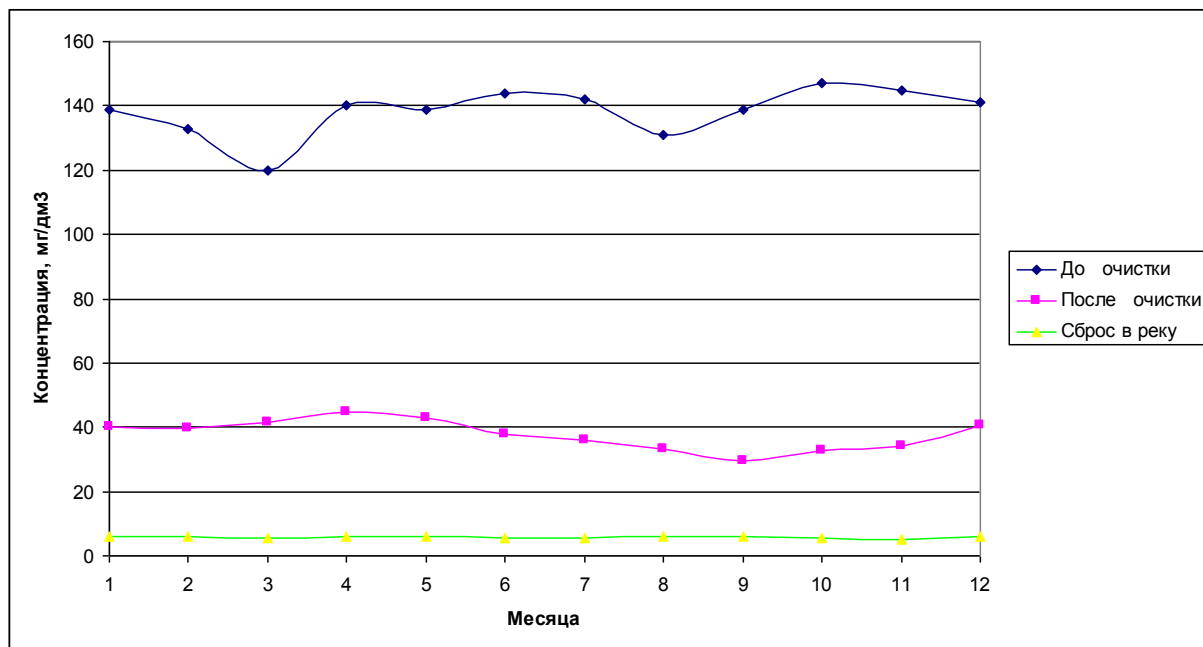


Рисунок 3.4 – График изменений концентрации взвешенных веществ по месяцам года за 2015 год

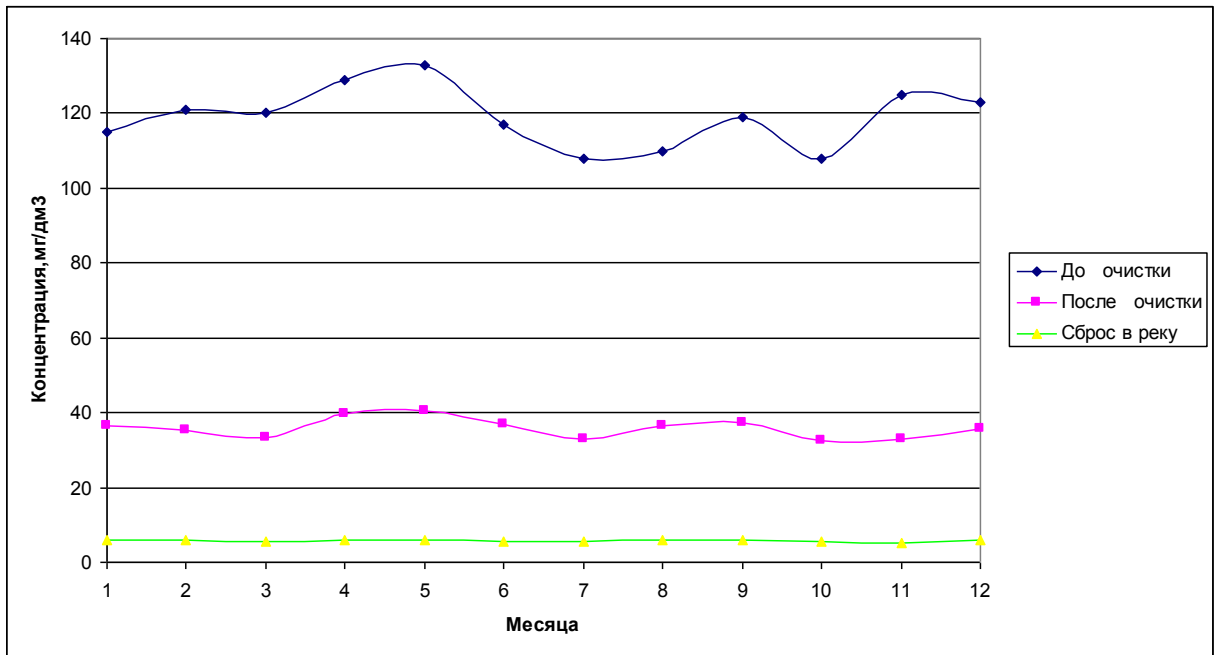


Рисунок 3.5 – График изменений концентрации взвешенных веществ по месяцам года за 2016 год

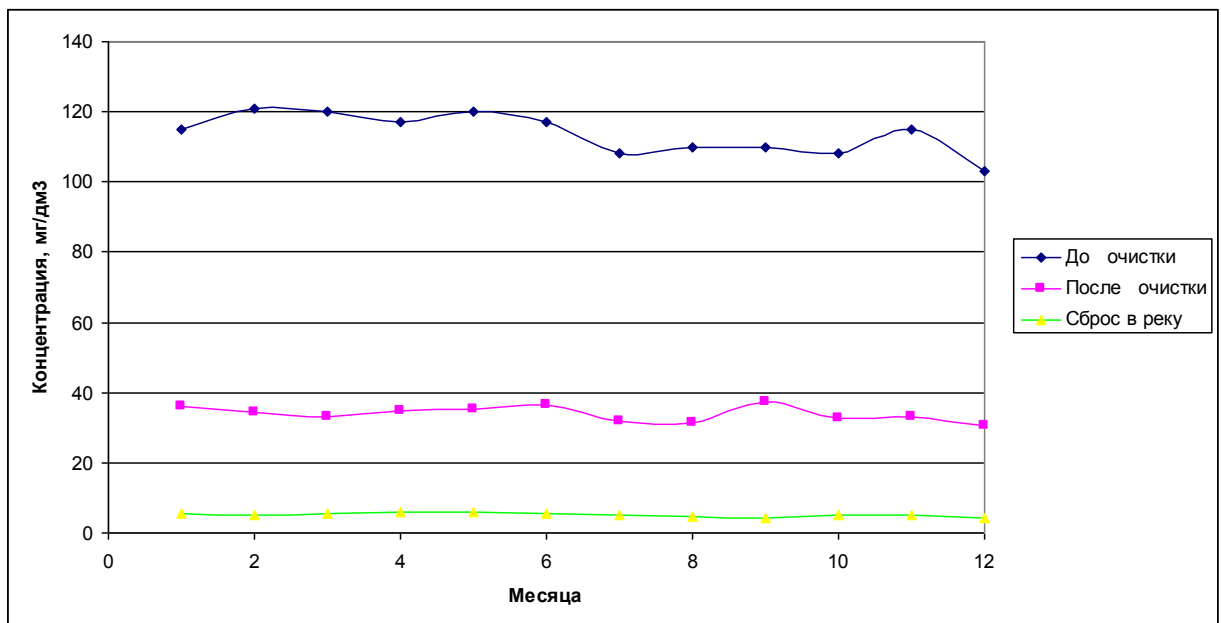


Рисунок 3.6 – График изменений концентрации взвешенных веществ по месяцам года за 2017 год

Таблица 3.7– Динамика исследования сточных вод за 2015-2017 года

До дифференциаторов						Емкость очищенной сточной воды						сброс					
нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>			взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>			нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>			взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>			нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>			взвешенные вещества мг/дм <sup>3</sup>		
2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
11,90	9,60	7,30	139	115	115	1,10	0,94	0,90	40,3	36,4	36,2	0,044	0,038	0,044	5,8	5,8	5,5
11,00	9,50	6,30	133	121	121	1,17	0,97	0,87	39,8	35,2	34,2	0,040	0,035	0,032	5,8	5,8	4,9
12,80	9,90	7,90	120	120	120	1,08	0,99	0,91	41,3	33,4	33,0	0,047	0,043	0,041	5,6	5,5	5,6
11,40	10,90	8,50	140	129	117	1,27	1,07	0,88	44,8	39,8	34,8	0,050	0,050	0,050	6,0	5,9	6,0
10,80	11,40	8,90	139	133	120	1,29	1,10	0,85	43,0	40,4	35,4	0,050	0,050	0,050	6,0	6,0	5,8
10,90	10,50	6,40	144	117	117	1,15	1,02	0,92	37,9	36,8	36,5	0,050	0,049	0,030	5,4	5,4	5,4
10,40	9,70	5,20	142	108	108	1,17	1,00	0,90	35,8	32,8	32,0	0,037	0,030	0,028	5,5	5,5	5,2
9,50	9,50	4,70	131	110	110	1,05	0,94	0,88	33,4	36,4	31,4	0,045	0,040	0,031	5,9	5,4	4,8
10,10	9,00	4,00	139	119	110	1,10	0,97	0,83	29,7	37,4	37,4	0,050	0,049	0,030	5,8	5,8	4,4
10,90	9,20	5,10	147	108	108	0,99	0,92	0,85	32,6	32,5	32,5	0,041	0,045	0,035	5,5	5,5	5,1
11,00	9,90	4,80	145	125	115	0,95	1,01	0,88	33,9	33,1	33,0	0,032	0,037	0,027	5,3	5,0	5,3
11,40	9,40	5,30	141	123	103	1,15	0,92	0,81	40,8	35,7	30,7	0,039	0,042	0,028	5,9	5,1	4,4
Сумма:132,10	118,50	74,40	1660	1428	1364	13,50	11,90	10,50	453,3	429,9	407,1	0,500	0,500	0,400	68,5	66,7	62,4
Среднее:11,00	9,90	6,20	138	119,0	114	1,10	1,00	0,90	37,8	35,8	33,9	0,044	0,042	0,036	5,7	5,6	5,2

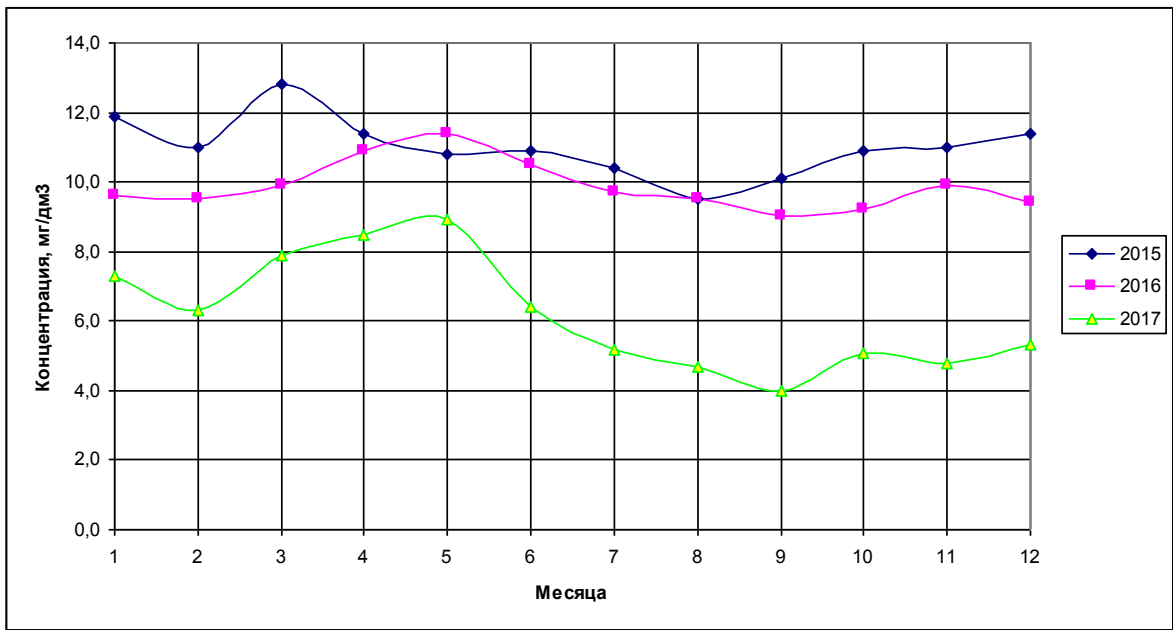


Рисунок 3.7 – График изменений концентрации нефтепродуктов до дифференциаторов по месяцам года

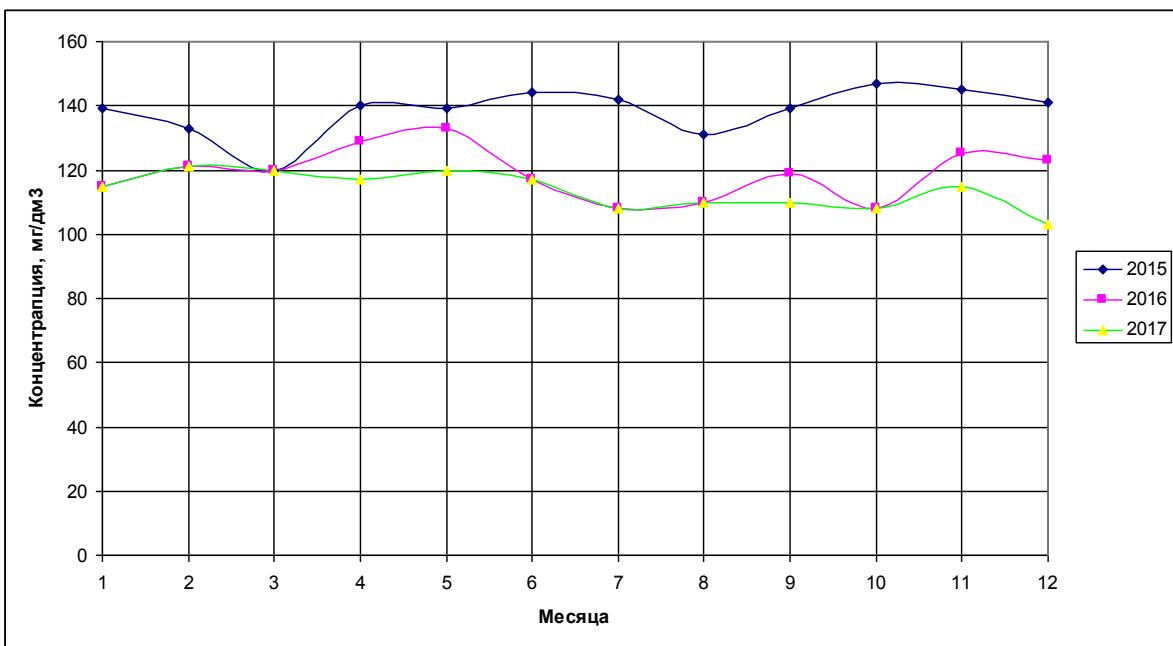


Рисунок 3.8 – График изменений концентрации взвешенных веществ до дифференциаторов по месяцам года



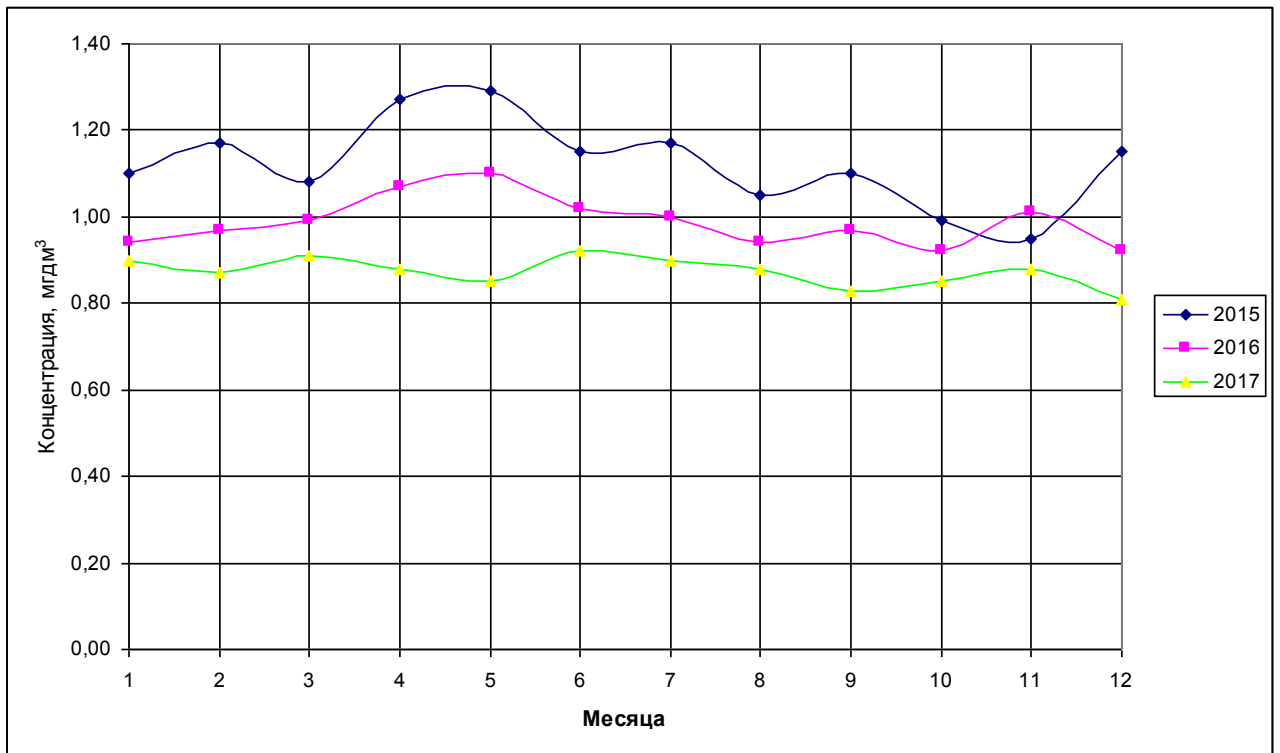


Рисунок 3.9 – График изменений концентрации нефтепродуктов в емкости очищенной сточной воды по месяцам года

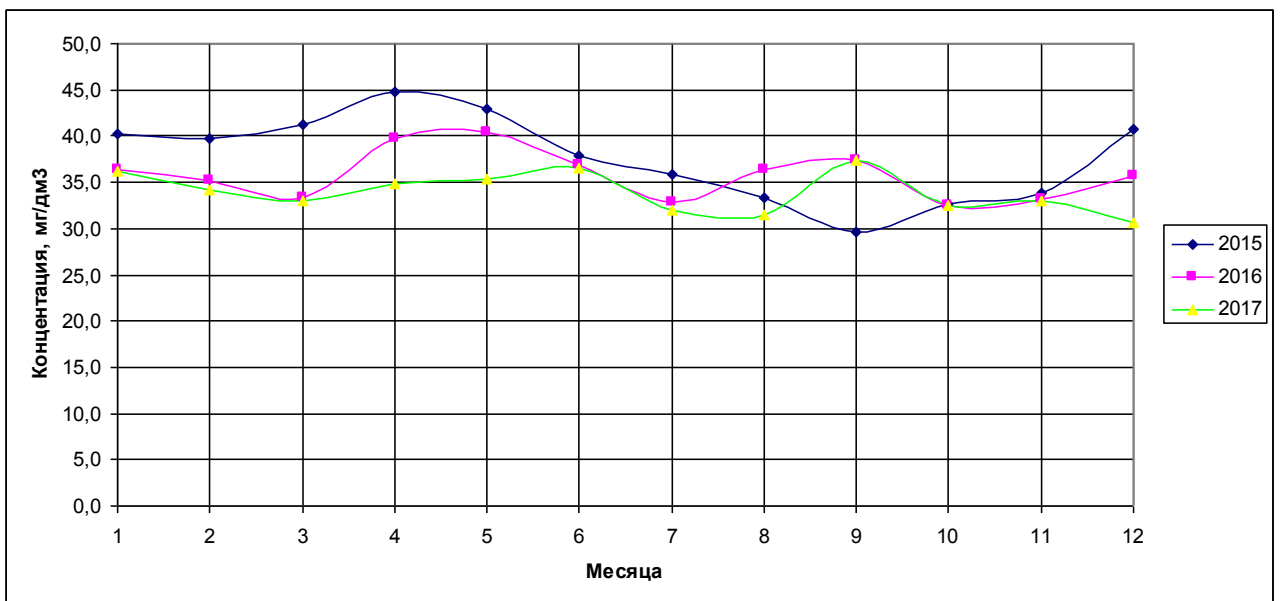


Рисунок 3.10 – График изменений концентрации взвешенных веществ в емкости очищенной сточной воды по месяцам года

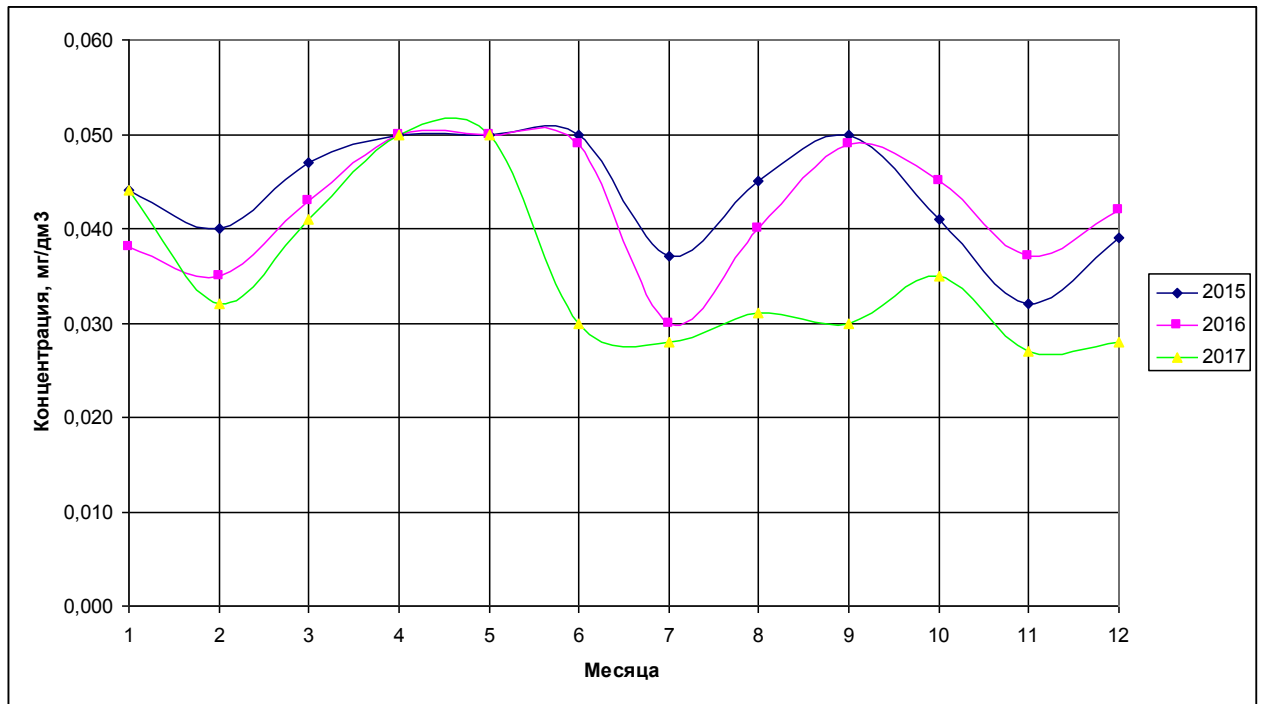


Рисунок 3.11 – График изменений концентрации нефтепродуктов в сбросе в реку по месяцам года

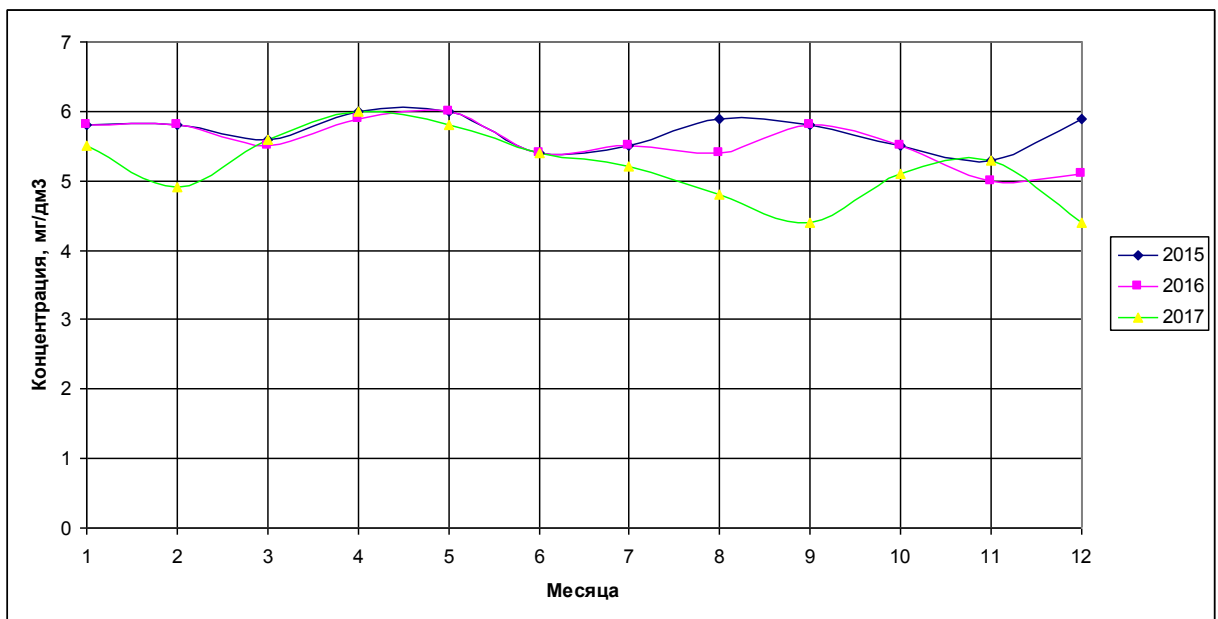


Рисунок 3.12– График изменений концентрации взвешенных веществ в сбросе в реку по месяцам года

Таблица 3.8 – Итоговая таблица динамики исследования сточных вод за 2015-2017 года.

Дата отбора	До очистки		После очистки		Сброс в реку	
	н/пр, мг-дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг-дм <sup>3</sup>	н/пр мг-дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг-дм <sup>3</sup>	н/пр, мг-дм <sup>3</sup>	взв. в-ва, мг-дм <sup>3</sup>
2015	11,0	138	1,10	37,8	0,044	5,7
2016	9,9	119	0,99	35,8	0,042	5,6
2017	6,2	114	0,87	33,9	0,036	5,2
среднее	9,0	124	0,99	35,8	0,041	5,5

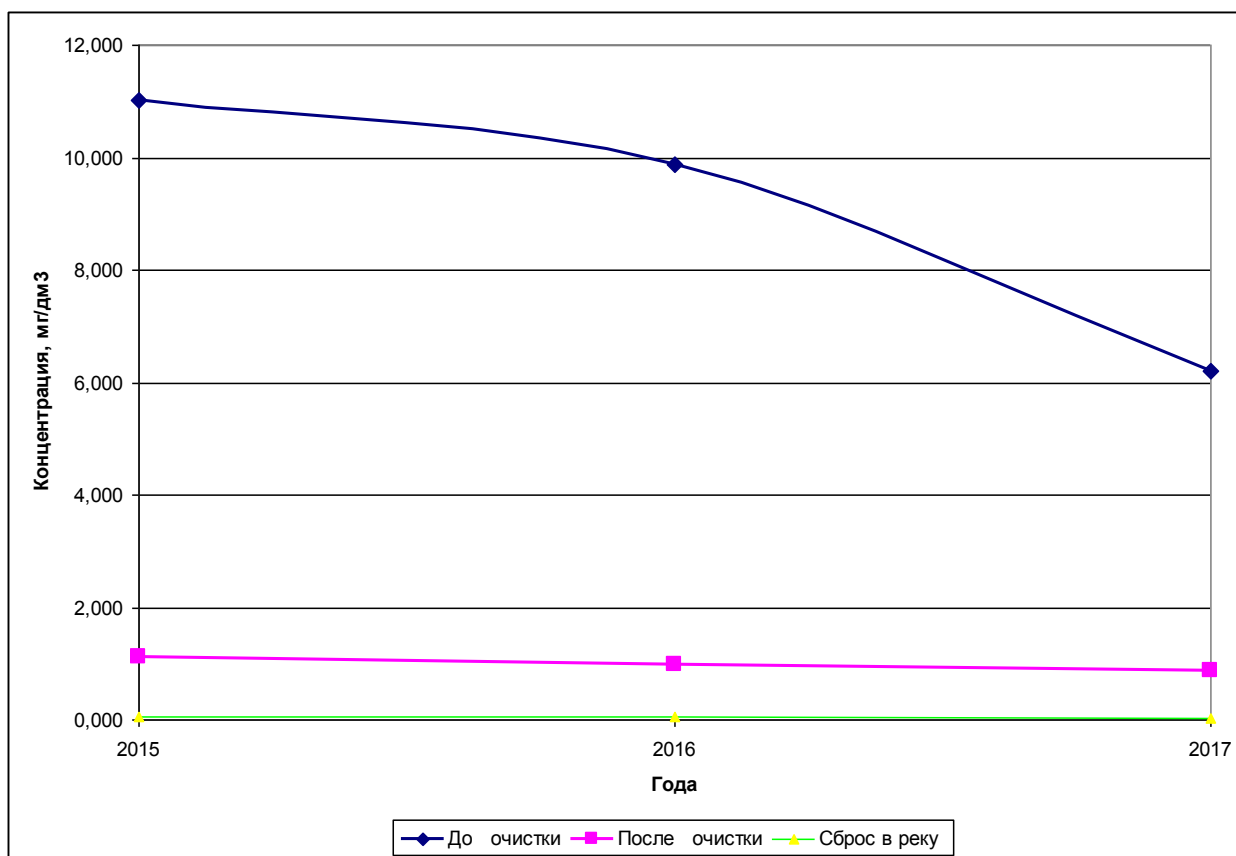


Рисунок 3.13 – График изменений концентрации нефтепродуктов за 2015-2017 года

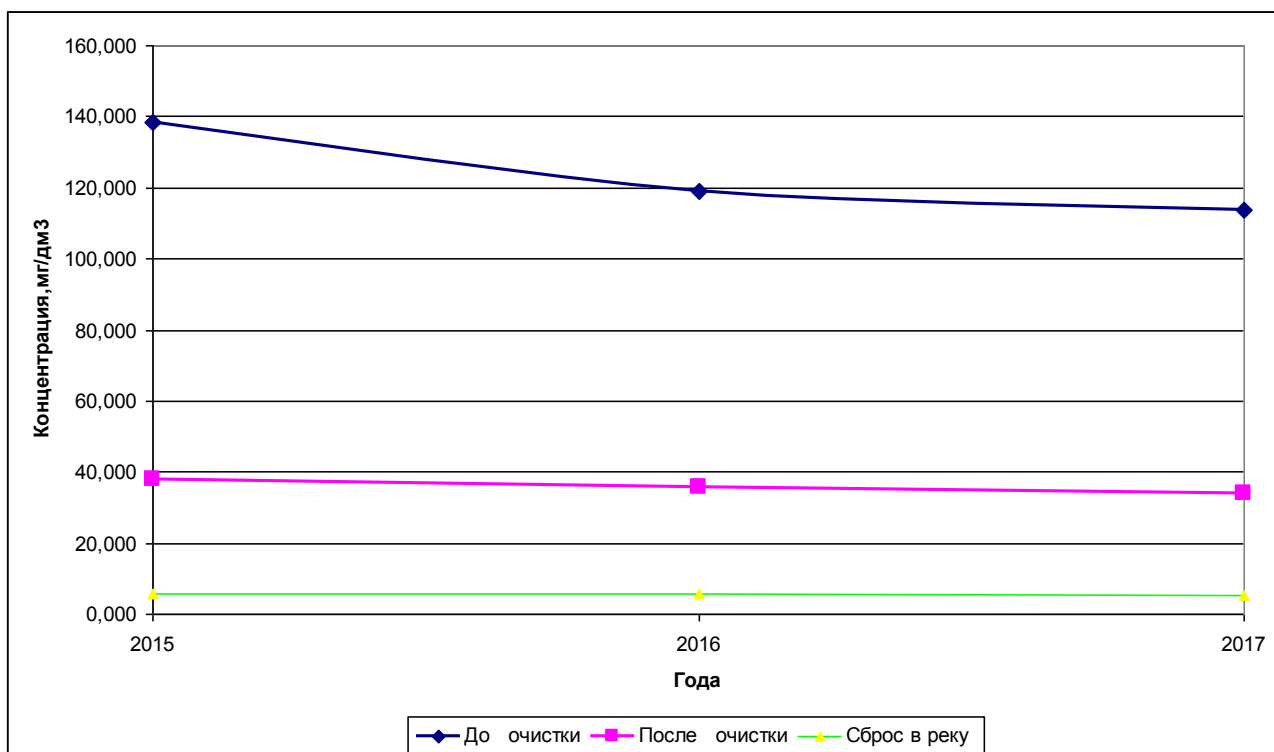


Рисунок 3.14 – График изменений концентрации взвешенных веществ за 2015-2017 года

Динамика исследования сточных вод за 2015-2017 года по месяцам (рис.3.7-3.12) показывает, что концентрация нефтепродуктов и взвешенных веществ до очистки и после нее снижается по годам.

На основе исследования и данных табл. 3.9 можно сделать следующие выводы: до очистки: среднее содержание нефтепродуктов составляло по годам: 11,00 (2015), 9,9 (2016), 6,2 (2017) мг/дм<sup>3</sup>, т.е. содержание с годами уменьшается; среднее содержание взвешенных веществ составляло по годам: 138 (2015), 119 (2016), 114 (2017) мг/дм<sup>3</sup>, т.е. содержание с годами также уменьшается. После очистки: среднее содержание нефтепродуктов составило по годам: 0,044 (2015), 0,042 (2016), 0,036 (2017) мг/дм<sup>3</sup>, т.е. содержание с годами уменьшается; среднее содержание взвешенных веществ составило по годам: 5,7 (2015), 5,6 (2016), 5,2 (2017) мг/дм<sup>3</sup>, т.е. содержание с годами также уменьшается.

Значения ПДС нефтепродуктов и взвешенных веществ до очистки и

после свидетельствуют о том, что за счет эффективной работы очистных сооружений их количество уменьшается: для нефтепродуктов почти в 240 раз, взвешенных веществ – в 22 раза. ПДС загрязняющих веществ в реку по взвешенным веществам составляет 6,3 мг/дм<sup>3</sup>, по нефтепродуктам 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, данные исследования свидетельствуют о получении очищенной воды высокого качества, как для повторного использования в технических целях, так и для сброса в соответствии с жесткими требованиями ПДК.

Концентрация поступивших в водоем веществ не остается постоянной. Она изменяется прежде всего вследствие разбавления сточных вод и в результате различных химических, физико-химических и биохимических методов.

На основании анализа работы сточных сооружений можно сделать вывод об эффективности их работы, т.к. данные очистные сооружения обеспечивают глубокую очистку сточных вод от взвешенных веществ до уровня ПДС.

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью данного раздела является обоснование целесообразности проведения исследовательских работ.

В данной работе объектом исследования являются очистные сооружения атмосферных и производственных нефтесодержащих стоков Анжеро-Судженской линейной производственной диспетчерской станции (АЛПДС).

Предмет исследования – оценка работы очистных сооружений АЛПДС.

Целью работы является оценка работы системы – очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов АЛПДС

### **4.1 Предпроектный анализ**

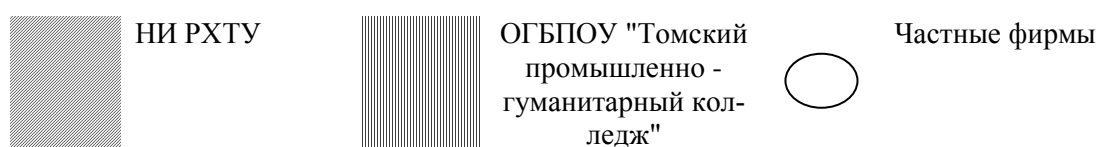
*Потенциальные потребители результатов исследования.* Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). [29]. По результатам проведенного сегментирования рынка были определены основные сегменты, а также выбраны наиболее благоприятные.

Профиль	Вид услуги		
	Проектирование	Мониторинг	Оптимизация
Исследовательские центры университетов	○		
Научные центры	○	○	○
Нефтяные компании			○

Рисунок 4.1 – Карта сегментирования рынка услуг



В данной работе: продукт: сточные воды АЛПДС; целевой рынок: предприятия нефтеперерабатывающей отрасли промышленности.

*Анализ конкурентных технических решений.* Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Данный анализ проводим с помощью оценочной карты, которая отражена в табл. 4.1.

Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) – характеризует свойства данной НИР, способствующие ее освоению, применению и администрированию с минимальными трудозатратами с учетом характера решаемых задач и требований к квалификации обслуживающего персонала [29].

Таблица 4.1–Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	3	1,2	1,5	0,9
2. Качество продукта	0,3	5	4	3	1,5	1,2	0,9
3. Энергоемкость процессов	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
4. Цена	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Финансирование научной разработки	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Итого	1						

Б<sub>ф</sub> – продукт проведенной исследовательской работы; Б<sub>к1</sub>–РХТУ им. Д.И. Менделеева, Б<sub>к2</sub>–ОГБПОУ «Томский промышленно-гуманитарный колледж», г.Томск.

Качество продукта – это совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность к потреблению, ее способность удовлетворять своему назначению. Качество – это степень соответствия характеристик продукции, процесса или системы существующим или предполагаемым потребностям [30].

Энергоемкость процессов – величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы [29].

Таким образом, наиболее благоприятным сегментом и направлением для исследования было выбрано исследование сточных вод для нефтяных компаний.



Рассматриваемые в проекте решения имеют наиболее высокий коэффициент конкурентоспособности в сравнении с конкурентами.

*SWOT-анализ.* SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT – анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции[29]. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Систематическое повышение уровня квалификации. С2. Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной области. С3. Наличие постоянного потребителя С4. Внедрение новых узлов оборудования и совершенствования технологических процессов.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Низкий уровень заработной платы для молодых специалистов. Сл2. Устаревшее оборудование. Сл3. Высокая степень износа оборудования. Сл4. Повышение цен у поставщиков. Сл5. Высокий уровень цен
Возможности: В1. Появление спроса на данный вид исследования В2. Небольшое количество конкурентов.		
Угрозы: У1. Увеличение уровня налогов. У2. Повышение требований к качеству продукции.		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данные соответствие или несоответствие помогут выявить потребность в проведении стратегических изменений. Для этого построим интерактивные матрицы проекта (табл. 4.3-4.6).

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	-	+	-
	B2	-	+	+	-

Таблица 4.4– Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	-	-	-
	B2	+	+	-	-	-

Таблица 4.5– Интерактивная матрица проекта

Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	+	+
	У2	+	+	-	-

Таблица 4.6– Интерактивная матрица проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	+	-	-

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа, (табл. 4.7).

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

Таблица 4.7– Итоговая матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Систематическое повышение уровня квалификации.</p> <p>С2. Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной области.</p> <p>С3. Наличие постоянного потребителя</p> <p>С4. Внедрение новых узлов оборудования и совершенствования технологических процессов.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Низкий уровень заработной платы для молодых специалистов.</p> <p>Сл2. Устаревшее оборудование.</p> <p>Сл3. Высокая степень износа оборудования.</p> <p>Сл4. Повышение цен у поставщиков.</p> <p>Сл5. Высокий уровень цен</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Появление спроса на данный вид исследования</p> <p>В2. Небольшое количество конкурентов.</p>	<p>Сильные стороны и возможности:</p> <p>1. Эффективное использование ресурсов производства.</p> <p>2. Оптимизация количества посредников за счет постоянных и проверенных поставщиков (пользоваться услугами постоянных поставщиков).</p> <p>3. Поддержание увеличения спроса и выхода на новые рынки сбыта.</p>	<p>Слабые стороны и возможности:</p> <p>1. Создание эффективной системы мотивации и стимулирования для сотрудников.</p> <p>2. Нарботка и укрепление конкурентных преимуществ продукта.</p> <p>3. Модернизация оборудования.</p> <p>4. Внедрение технологии</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Увеличение уровня налогов.</p> <p>У2. Повышение требований к качеству продукции.</p>	<p>Сильные стороны и угрозы:</p> <p>1. Применение оптимальной налоговой политики.</p> <p>2. Внедрение менеджмента качества.</p> <p>3. Выбор оптимального потребителя и заключение договорных отношений.</p>	<p>Слабые стороны и угрозы:</p> <p>1. Понижение цен на добываемую продукцию</p> <p>2. Выбор оптимального потребителя и заключение договорных отношений.</p>

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

*Структура работ в рамках научного исследования.* Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. Формируется рабочая группа, в состав которой входят Бакалавр, научный руководитель, кон-

сультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) ВКР. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 4.8 [31].

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Бакалавр
	6	Построение и проведение экспериментов	Руководитель, Бакалавр
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Бакалавр, руководитель
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	10	Сбор информации по охране труда	Бакалавр
	11	Оформление результатов по охране труда	Бакалавр
	12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Бакалавр
	13	Оформление экономической части работы	Бакалавр
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки	Бакалавр, руководитель

*Определение трудоемкости работ.* Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным мо-

ментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.1)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4.2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность работ внесена в табл. 4.9.



*График проведения научного исследования* Календарный план-график проведения исследования представлен в табл. 4.9. График проведения научного исследования приведен в табл. 4.10.

Таблица 4.9 – Календарный план проекта

№ работы	Наименование работы	Исполнители	Продолжительность работ			$T_{pi}$ (дн)
			$t_{min}$ (дн)	$t_{max}$ (дн)	$t_{ож}$ (дн)	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	1	1	1
2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	2	2	2	2
3	Выбор направления исследований	Руководитель, Бакалавр	1 2	1 5	1 3	1 3
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Бакалавр	1 4	1 10	1 7	1 7
5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Бакалавр	3	8	6	6
6	Построение и проведение экспериментов	Руководитель, Бакалавр	1 3	1 5	1 4	1 4
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Бакалавр	3	5	4	4
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6	6	6	6
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, Бакалавр	10 3	12 5	11 4	11 4
10	Сбор информации по охране труда	Бакалавр	3	5	4	4
11	Оформление результатов по охране труда	Бакалавр	3	5	4	4
12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Бакалавр	2	4	3	3
13	Оформление экономической части работы	Бакалавр	2	4	3	3
14	Составление пояснительной записки	Руководитель, Бакалавр	1 9	1 14	1 12	1 12
	Всего дней	Руководитель, Бакалавр				22 56

Таблица 4.10 – График проведения научного исследования

№ работ	Наименование работ	Исполнители	Т <sub>гр</sub>	Продолжительность выполнения работ									
				апрель			май			июнь			
				1	2	3	1	2	3	1			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	+									
2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	2	+									
3	Выбор направления исследований	Руководитель	1	+									
		Бакалавр	3	+									
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	1	+									
		Бакалавр	7	+	+								
5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Бакалавр	6		+								
6	Построение и проведение экспериментов	Руководитель,	1		+								
		Бакалавр	4		+	+							
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Бакалавр	4			+							
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6			+	+						
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	11				+	+					
		Бакалавр	4					+					
10	Сбор информации по охране труда	Бакалавр	4					+					
11	Оформление результатов по охране труда	Бакалавр	4					+	+				
12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Бакалавр	3							+			
3	Оформление экономической части работы	Бакалавр	3							+			
14	Составление пояснительной записки	Руководитель,	1							+			
		Бакалавр	12							+		+	

 – руководитель  
 – бакалавр

*Бюджет научного исследования.* При планировании бюджета НИИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НИИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НИИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (4.3)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы[29].

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, отражены в табл. 4.11.



Таблица 4.11–Материальные затраты

Наименование затрат	Ед. изм	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы (Зм), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	шт	500	500	500	1,5	1,5	1,5	750	750	750
Тетрадь	шт	6	6	6	40	40	40	240	240	240
Карандаш	шт	4	4	4	20	20	20	80	80	80
Картридж для принтера	шт	1	1	1	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Скоросшиватель	шт	2	2	2	35	35	35	70	70	70
Флешкарта	шт	1	1	1	550	550	550	550	550	550
Халат	шт	2	2	2	480	480	480	960	960	960
Перчатки	шт	10	10	10	7	7	7	70	70	70
Государственный стандартный образец состава раствора нефтепродуктов в гексане	стан	1	1	1	1877	1877	1877	1877	1877	1877
Государственный стандартный образец состава нефтепродуктов в водорастворимой матрице	1 стан	1	1	0	304	304	0	304	304	0
Вода дистиллированная	1 бут	1	0	0	70	0	0	70	0	0
Гексан	1 бут	1	1	0	17	17	0	17	17	0
Кислота соляная, х.ч.	1 бут	1	1	1	132	132	132	132	132	132
Всего за материалы								6320	6250,0	5929,0
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)								316	312,5	296,5
Итого по статье С <sub>м</sub>								6636	6562,5	6225,5

Стоимость оборудования, имеющегося в данной научно-исследовательской лаборатории, учитывается в виде амортизационных отчи-

слений. Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в табл. 4.12.

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат по спецоборудования для научных работ[32-36]

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.
Анализатор жидкости «Флюорат-02»	1	725000
Весы лабораторные	1	82207
Набор пипеток	1	900
Колба мерная 50 мл	1	95
Колба мерная 25 мл	1	50
Цилиндр мерный 100 мл	1	200
Цилиндр мерный 25мл	1	130
Цилиндр мерный 50 мл	1	165
Цилиндр мерный 250 мл	1	150
Цилиндр мерный 500 мл	1	176
Цилиндр мерный 1000 мл	1	500
Часы механические с сигнальным устройством	1	3500
Воронка лабораторная диаметром 75 мм	1	65
Воронка лабораторная диаметром 100 мм	1	90
Воронка лабораторная диаметром 150 мм	1	110
Стакан В-1, ТХС вместимостью 500 см <sup>3</sup>	1	170
Стаканчик для взвешивания	1	60
Чашки биологические низкие (Петри)	1	85
Эксикатор	1	4300
Пинцет медицинский	1	200
Шпатель	1	60
Шкаф сушильный	1	85900
Компьютер:		
системный блок	1	26290
монитор	1	10000
манипулятор-мышь	1	600
клавиатура	1	700
сетевой фильтр	1	300
принтер	1	4000
Итого		946003

В табл. 4.12 включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме, с учетом амортизации.

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.3)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия(при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.4)$$

где  $Z_{осн}$  –основная заработная плата одного работника;

$T_p$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 4.13);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.5)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

М – количество месяцев работы без отпуска в течение года:  
 при отпуске в 24 раб. дня М = 11,2 месяца, 5-дневная неделя;  
 при отпуске в 48 раб. дней М = 10,4 месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (табл. 4.13).

Таблица 4.13 –Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр	Консультант ЭЧ	Консультант СО
Календарное число дней	140	140	140	140
Количество нерабочих дней				
выходные дни:	16	16	16	16
праздничные дни:	6	6	6	6
Потери рабочего времени:				
отпуск:	0	0	0	0
невыходы по болезни:	0	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	118	118	118	118

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (4.6)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от  $Z_{tc}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска) [29].

Тарифная заработная плата  $Z_{tc}$  находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{ci} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_t$  и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата

(оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 4.14.

Таблица 4.14 –Расчёт основной заработной платы

Категория	$Z_{мс}$ , руб.	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель							
ППС3	25420	0,35	1,3	54526	1848	7,7	14229,6
Бакалавр							
ППС1	13542	0,35	1,3	29048	985	35,8	35263,0
Консультант ЭЧ							
ППС3	20652	0,35	1,3	44299	1502	3,6	5407,2
Консультант СО							
ППС3	20652	0,35	1,3	44299	1502	3,6	5407,2

Общая заработная исполнителей работы представлена в табл. 4.15.

Таблица 4.15 – Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$ , руб.	$Z_{зн}$ , руб.
Руководитель	14229,6	2845,9	17075,5
Бакалавр	35263,0	7052,6	42315,6
Консультант ЭЧ	5407,2	1081,4	6488,6
Консультант СО	5407,2	1081,4	6488,6

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (4.7)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (4.8)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1% [37].

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табл. 4.16.

Таблица 4.16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	14229,6	2845,9
Бакалавр	35263,0	7052,6
Консультант ЭЧ	5407,2	1081,4
Консультант СО	5407,2	1081,4
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,30	
Итого:	21710,5	

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование графических материалов, оплата услуг связи, электроэнергии, транспортные расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.10)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 4.17.

Таблица 4.17–Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	6636	6562,5	6225,45	Таблица 4.11
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	946003	946003	946003	Таблица 4.12
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	60307	60307	60307	Таблица 4.14
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12061,3	12061,3	12061,3	Таблица 4.15
5. Отчисления во внебюджетные фонды	21710,49	21710,49	21710,49	Таблица 4.16
6. Накладные расходы	167474,8464	167463,09	167409,16	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	1214192,636	1214107,4	1213716,4	сумма ст. 1- 6

Как видно из табл.4. 17 основные затраты НИИ приходятся на специальное оборудование.

### **4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.11)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [38]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.12)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

$$\text{Исп.1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,55 + 5 \cdot 0,20 = 5.$$

$$\text{Исп.2} = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,55 + 5 \cdot 0,20 = 4,45.$$

$$\text{Исп.3} = 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,55 + 4 \cdot 0,20 = 3,2.$$



Таблица 4.18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта [39]

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1(текущий проект)	Исп.2	Исп.3
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,25	5	5	3
2. Качество продукта	0,55	5	4	3
3. Энергоемкость процессов	0,20	5	5	4
ИТОГО	1			

Интегральный показатель эффективности исполнения определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\phi}}, \quad (4.13)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта[40]:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (4.14)$$

Таблица 4.19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.2	Исп.1	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,00	1,00	1,00
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	5,00	4,45	3,20
3	Интегральный показатель эффективности	5,00	4,45	3,20
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,00	1,12	1,56

Исп.1 - текущий проект, Исп.2 – РХТУ им. Д.И. Менделеева, Исп.3 – ОГБПОУ "Томский промышленно-гуманитарный колледж", г.Томск.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности, безопасности и экономичности технологических процессов. Кроме того, низкие вероятности угроз обеспечивают высокую надежность для реализации проекта. С учетом вышеотмеченного, можно заключить, что реализация данного технического проекта, позволяет увеличить эффективность производства, как социальную, путем улучшения безопасности, так и ресурсосберегающую.

## **5 Социальная ответственность**

Нефтепродукты пожаро- и взрывоопасны. При неправильной организации технологического процесса или несоблюдении определенных требований возникают пожары со взрывами, которые приводят к авариям, термическим ожогам и травмированию работников. Объектом исследования являются очистные сооружения, где происходит очистка сточных вод от нефтепродуктов. Степень очистки от нефтепродуктов и взвешенных частиц проводится в лаборатории эколого-аналитического контроля.

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, действующие на сотрудника лаборатории, разработаны требования безопасности и комплекс защитных мероприятий на рабочем месте, рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

### **5.1 Производственная безопасность**

Производственная безопасность сводится к защите человека и окружающей среды от негативного влияния производства. Основная цель производственной безопасности свести к минимуму поражения человека на рабочем месте.

*Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования.* При работе в лаборатории следует исходить из того, что все химические вещества в той или иной степени ядовиты, поэтому, приступая к работе с химическими веществами необходимо изучить их химические и физические свойства, а также характер воздействия на человека.

Нефть – 3 класс опасности – при перекачке и отборе проб; 4 класс опасности – при хранении, согласно ГОСТ Р 51858-2002 [41]. Нефть – оказывает вредное влияние на организм человека и вызывает наркотическое отравление, раздражает дыхательные пути, пары нефти оказывают вредное воздействие на центральную нервную систему [42].

Вредным химическим фактором является использование н-гексана. Н-гексан относится к 4 классу опасности (малоопасные с ПДК менее 10,0 мг/м<sup>3</sup>). Раздражитель для кожи. Пары могут вызвать сонливость и головокружение. Интенсивное воздействие н-гексана может отрицательно повлиять на периферическую нервную систему, что приводит к слабости и онемению нижних конечностей. Может вызывать угнетение центральной нервной системы.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны и класс их токсичности приведены в табл. 5.1

Таблица 5.1 – Используемые вещества

Наименование вещества	ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76	Характер токсичности (воздействия на организм человека)
Нефть	300	4	Оказывает наркотическое действие, потеря координации движений
Н-гексан			

*Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.* При работе в лаборатории выделяют следующие вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74) [18]: несоответствие нормам параметров микроклимата; повышенный уровень шума на рабочем месте.

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Для обеспечения нормальных условий деятельности человека параметры микроклимата нормируются. Нормы производственного микроклимата установлены СанПиН 22.4.548-96. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Они едины для всех производств и всех климатических зон. Параметры микроклимата в рабочей зоне должны соответствовать оптимальным или допустимым микроклиматическим условиям.

Оптимальные условия обеспечивают нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции.

Таблица 5.2 – Параметры микроклимата производственных помещений с постоянным пребыванием обслуживающего персонала.

Помещение	Категория работ по энергозатратам	Температурный диапазон, °С		Влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Холодный период	Теплый период		Холодный период	Теплый период
Лаборатория	IIa	17-23	18-27	65-75	не более 0,3	0,2-0,4
Весовая	Ia	21-25	22-28	55-75	не более 0,1	0,1-0,2

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [43].

Шумом называют всякий нежелательный звук. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБА) на человека приводит к частичной или полной потере слуха. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 в зависимости от длительности и интенсивности воздействия шума происходит большее или меньшее снижение чувствительности органов слуха, которое выражается либо: во временном смещении порога слышимости, которое исчезает после окончания воздействия шума; в необратимой потере слуха (тугоухость), характеризуемой постоянным изменением порога слышимости [44].

Уровни звука в производственных помещениях согласно ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ: постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятия, допустимый уровень звука 80 дБа; помещения управления (операторные), рабочие места, допустимый уровень звука 55 дБа [45].

*Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.* Электробезопасность обслуживающего персонала и посторонних лиц должна обеспечиваться выполнением следующих мероприятий: соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей

путём ограждения токоведущих частей, применением блокировки аппаратов, предупреждающих надписей, применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений. Для контроля предельно допустимых значений напряжений прикосновения и токов измеряют напряжения и токи в местах, где может произойти замыкание электрической цепи через тело человека. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79[46]. Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником.

В целях предотвращения электротравматизма запрещается работать на неисправных электрических приборах и установках, перегружать электросеть, переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы, загромождать подходы к электрическим устройствам.

## **5.2 Экологическая безопасность**

*Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду.* Среди многочисленных вредных веществ антропогенного происхождения, попадающих в окружающую среду (воздух, вода, почва, растительность и др.), нефтепродуктам и взвешенным частицам принадлежит одно из первых мест. Любой из классов нефтепродуктов может стать вредной примесью, загрязняющей воду. В небольших концентрациях нефтяные загрязнения могут влиять на вкус и запах воды, а при больших содержаниях они образуют гигантские нефтяные пятна и становятся причиной экологических катастроф.

*Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.* Воздух лаборатории загрязняется выбросами технологического оборудования или при проведении технологических процессов без локализации отходящих веществ. Согласно ГН 2.2.5.1313 – 03 удаляемый из помещения вентиляционный воздух может стать причиной загрязнения атмосферного воздуха [47]. Реализуются следующие варианты защиты атмосферного воздуха: вывод токсических ве-

ществ из помещения общеобменной вентиляцией; локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных фильтрах.

В поверхностные воды не допускается сброс сточных вод, вызывающих загрязнения водных объектов. Степень очистки сточных вод определяется их составом и свойствами, ассимилирующей способностью водного объекта и требованиями водопользователей к качеству воды. Загрязнение гидросферы может быть осуществлено посредством загрязнения сточных вод различными вредными веществами и продуктами [31]. Поэтому для всех, используемых исходных веществ, продуктов и полупродуктов предусмотрены емкости для слива, которые впоследствии обезвреживаются и утилизируются.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) химического вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – гигиенический норматив, утверждаемый постановлением Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России [37]. Предельно допустимые концентрации (ПДК) – нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства. По санитарным нормам в сточной воде допускается содержание не более 0,25 - 0,75 г/м<sup>3</sup> взвешенных веществ и 0,05 - 0,30 г/м<sup>3</sup> нефтепродуктов.

Утилизация отходов на предприятии проводится согласно РД-13.020.00-КТН-128-16 [48]. Временное складирование отходов на срок не более чем одиннадцать месяцев в местах/на площадках, обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благопо-

лучия населения, в целях их дальнейшей утилизации, обезвреживания, размещения, транспортирования (по Федеральному закону).

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

*Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.* Учитывая потенциальную промышленную и экологическую опасность процессов проведения исследования существует определенная вероятность возникновения нештатных и аварийных ситуаций, прямо или косвенно влияющих на окружающую среду. Во время работы могут возникнуть следующие аварии и аварийные ситуации: пожар, взрыв; поражение электрическим током; выделение или образование едких, ядовитых, огне- или взрывоопасных веществ.

*Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС.* При возникновении аварийной ситуации работники лаборатории обязаны прекратить работу и сообщить о случившемся заведующему лаборатории или диспетчеру по ремонту. Далее выполнять его указания по устранению возникшей аварийной ситуации. В лабораториях с легковоспламеняющимися нефтепродуктами запрещается использовать электроприборы с нарушенной изоляцией проводов, неисправными вилками. При прекращении подачи тока все электроприборы и установки должны быть выключены.

Электрооборудование и освещение выполнены во взрывозащищенном исполнении в соответствии с ПУЭ. Помещение оборудуется вентиляцией, обеспечивающей воздухообмен.



При возникновении пожара, воспламенении горючих веществ работник лаборатории должен: без промедления сообщить об этом по телефону в пожарную охрану; принять меры по вызову к месту пожара своего непосредственного руководителя или другого ответственного лица; покинуть зону воздействия опасных факторов пожара, воздействующих на организм человека, за пределы помещения или здания, в которых возник пожар, где возник пожар, используя при необходимости СИЗ органов дыхания типа СПИ-20; приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

К средствам тушения пожара в лаборатории относятся: вода, песок, асбестовые одеяла. Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей используют углекислую пену. В лаборатории используют огнетушители ОП-10, порошковые огнетушители [49].

#### **5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Законодательство Российской Федерации об охране труда состоит из соответствующих норм Конституции Российской Федерации, Трудового кодекса Российской Федерации и издаваемых в соответствии с ними законодательных и иных нормативных и подзаконных актов Российской Федерации.

В соответствии со ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый человек имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Согласно ст. 41 Конституции РФ каждый имеет право на охрану здоровья.

Право работников на здоровые и безопасные условия труда закрепляется в Трудовом кодексе РФ. В содержание Трудового кодекса входят разделы: «Трудовой договор», «Рабочее время», «Время отдыха», «Гарантии и компенсации», «Охрана труда», «Профессиональная подготовка», «Переподготовка и повышение квалификации работников», «Трудовой распорядок», «Дисциплина труда» и др. Законодательные акты, кроме законов, могут включать указы

Президента РФ, а также постановления, письма, положения и другие документы министерств и ведомств.

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на: рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда; обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом; отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда; обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя; обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя [50].

## Заключение

В результате выполнения данной работы были проведены лабораторные исследования процесса очистки сточных вод на АЛПДС.

Результаты исследования показали, что очистные сооружения работали эффективно, сброс нефтепродуктов и взвешенных веществ не превышает предельно допустимого сброса (ПДС). Значения ПДС нефтепродуктов и взвешенных веществ до очистки и после свидетельствуют о том, что за счет эффективной работы очистных сооружений их количество уменьшается: для нефтепродуктов почти в 240 раз, взвешенных веществ – в 22 раза.

На основании анализа работы сточных сооружений можно сделать вывод об эффективности их работы, т.к. данные очистные сооружения обеспечивают глубокую очистку сточных вод от взвешенных веществ до уровня ПДС

Новые промышленные предприятия проектируются уже с учетом оборудования для очистки сточных вод. Тенденция появления новых норм и правил для предприятий в области сброса сточных вод тесно связана с появлением новых технологических решений и оборудования. Эта связь поможет в будущем правильно организовать отведение и очистку промышленных сточных вод.

Таким образом, данные исследования свидетельствуют о получении очищенной воды высокого качества, как для повторного использования в технических целях, так и для сброса в соответствии с жесткими требованиями ПДС.

## Список использованных источников

1. Пономарев, В.Г. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов/ В.Г. Пономарев [Электронный ресурс] . – URL:<https://www.twirpx.com/file/2128682>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 22.05.2018.
2. Абдрахимов, Ю.Р. Анализ химико-технологических водных систем нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа //Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 6. – С.222-260 [Электронный ресурс] . – URL:<http://www.ogbus.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 22.05.2018.
3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
4. СанПиН С2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Дата введения 1 января 2001 г.
5. Методы повышения эффективности очистки сточных вод. – М.,Эководстройтех, 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecovod.ru/informatsiya/metody-povysheniya-effektivnosti-ochistki-stochnykh-vod>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 22.05.2018.
6. ГОСТ 31861-2012 . Вода. Общие требования к отбору проб.
7. Ко КоМаунг. Экспериментальное исследование сорбционных технологий для очистки сточных вод от нефтепродуктов на тепловых электростанциях Мьянмы: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ко КоМаунг; МГУ. – М, 2018. – 134 с.
8. Елькин, А.Б. Управление техносферной безопасностью: учеб. пособие / А.Б. Елькин, К.Н. Тишков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Нижний Новгород, 2014. – 105с.
9. Каракеян, В.И. Очистные сооружения/ В.И. Каракеян. – М.: Юрайт, 2016. – 201 с.

10. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов РД 153-39.4-041-99.
11. ВНТП 5-95 Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз). Дата введения 1995-05-01.
12. СП 155.13130.2014 Свод правил склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности.
13. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения САНПИН № 4630-88 Министерство здравоохранения СССР Москва-1988 г.
14. Нормы и правила водоочистки. – М., Алькар, 2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://alkargroup.com/equipment/vodoochistnoe-oborudovanie/normy-i-pravila>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 22.05.2018.
15. СП 32.13330.2012. Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/11).
16. Аксенов, В.И. Водное хозяйство промышленных предприятий/ В.И. Аксенов. – М.: «Теплотехник», 2012. – 120 с.
17. Григин, А.С. Экологическая безопасность/ А.С. Григин. – М.: Фаир – Пресс, 2012. – 260 с.
18. Методические указания по расчету количества и качества промышленных сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов. – М.: Госстрой России, 2007. – 39 с.
19. ПНД Ф 12.15.1-08. Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод.
20. Установки по очистке сточных вод. – М, КлимЭко, 2018, [Электронный ресурс] . – URL: [http://www.klimeso.ru/?show=shop&item\\_id=11701](http://www.klimeso.ru/?show=shop&item_id=11701), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 22.05.2018.

21. Устройство для очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов (патент № 1674895 СССР, МКИ В01, D 17/02, 21/00 А. В. Селиванов и др.); заявл. 27.07.79; опубл. 07.09.81, Бюл. № 33.

22. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 01-05-2012). ПНДФ 14.1:2:4.128-98 (Издание 2012 г.).

23. ПНД Ф 14.1:2:3.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации взвешенных веществ в пробах природных и сточных вод гравиметрическим методом .

24. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб

25. ПНД Ф 12.15.1-08. Методически указания по отбору проб для анализа сточных вод

26. ГОСТ 17.1.5.05-85 Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков

27. Суменко, Л.Г. Англо- русский словарь по информационным технологиям. – М.: ГП ЦНИИС, 2013. – 350 с.

28. ИСО 9000:2000 Системы менеджмента качества - основы и словарь [Электронный ресурс] . – URL: [http://university.tversu.ru/general/inner\\_quality/q\\_info\\_iso/iso9000\\_2000.doc](http://university.tversu.ru/general/inner_quality/q_info_iso/iso9000_2000.doc), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.

29. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

30. Посуда [Электронный ресурс] . – URL: <http://skale.ru/magazin/folder/labposuda>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.

31. Эксикатор [Электронный ресурс] . – URL:<https://www.pulscen.ru/price/080102-yeksikator>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.
32. Стандартное оборудование для лабораторий. [Электронный ресурс] . – URL :<http://www.labteh.com/productID16613>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.
33. Требования к очищенной воде [Электронный ресурс] . – URL:<http://www.optimum-lab.ru/product/32256>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.
34. Гексан[Электронный ресурс] . – URL:[http://www.vektion.ru/e\\_sale/?gd=136](http://www.vektion.ru/e_sale/?gd=136), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.
35. Прайс лист на лабораторное оборудование [Электронный ресурс] . – URL: [http://www.daihan-ltd.ru/index.php?show\\_price=yes](http://www.daihan-ltd.ru/index.php?show_price=yes), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 27.05.2018.
36. Федеральный закон от 24.07.2009 №212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования»
37. Показатели эффективности организации. [Электронный ресурс] //URL:<http://psylist.net>.
38. Экономика/ Учебник под ред. А.С. Булатова. [Электронный ресурс].URL:<http://bibliotekar.ru/economika-8-3/index.htm>.
39. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия [13.04.12].
40. Охрана труда в химической промышленности/Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Маринина, П. И. Софийский, В. А. Старобинский, Н. И. Торопов. – М., Химия, 1989. – 496 с.
41. СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помеще-

ний. Санитарные правила и нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21) , 1996.

42. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

43. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

44. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Изменением N 1).

45. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

46. РД Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Обращение с нефтешламами на объектах организаций системы «Транснефть», 2016–41с.

47. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

48. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

49. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ).

50. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).



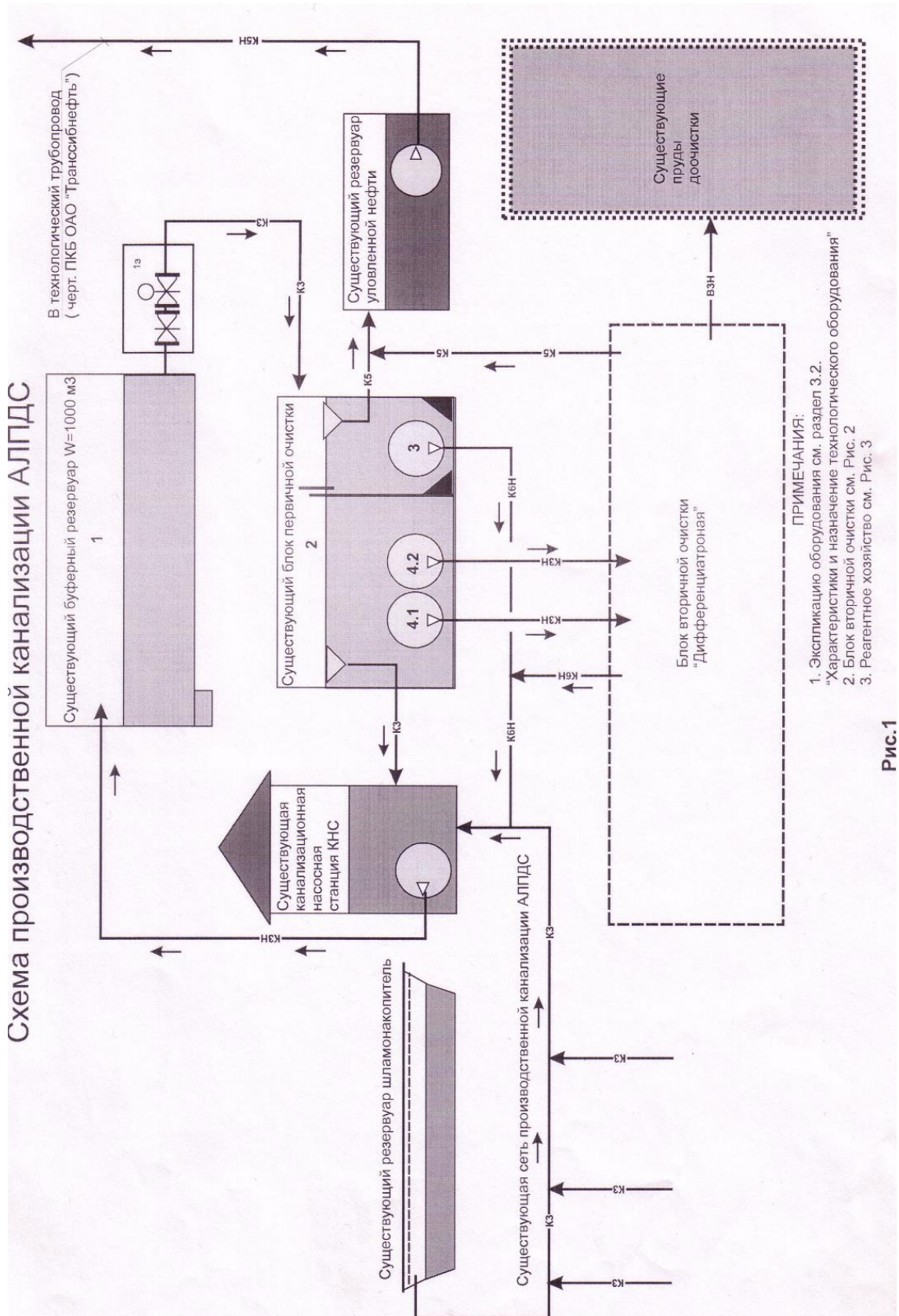


Рис.1

# Блок вторичной очистки "Дифференциаторная"

## Условные обозначения

КЗН	Подача нефтесодержащих стоков на очистку
К6	Шламопровод самотечный
К6Н	Шламопровод напорный
К5	Уловленные нефтепродукты
ВЗ	Очищенная техническая вода
ВЗН	Подача очищенной воды в пруды доочистки
ВЗА0	Воздухоподводящая смесь
А1	Вентиляция дифференциаторов
А0	Воздух от воздухоподогревателя
А0Н	Сжатый воздух от компрессора
Р1	Реагент коагулянт
Р2	Реагент флокулянт
.....	Планируемые перемены

## ПРИМЕЧАНИЯ

1. Экспликацию оборудования см. раздел 3.2 "Характеристики и назначение технологического оборудования"
2. Блок первичной очистки см. Рис.1
3. Реагентное хозяйство см. Рис.3.

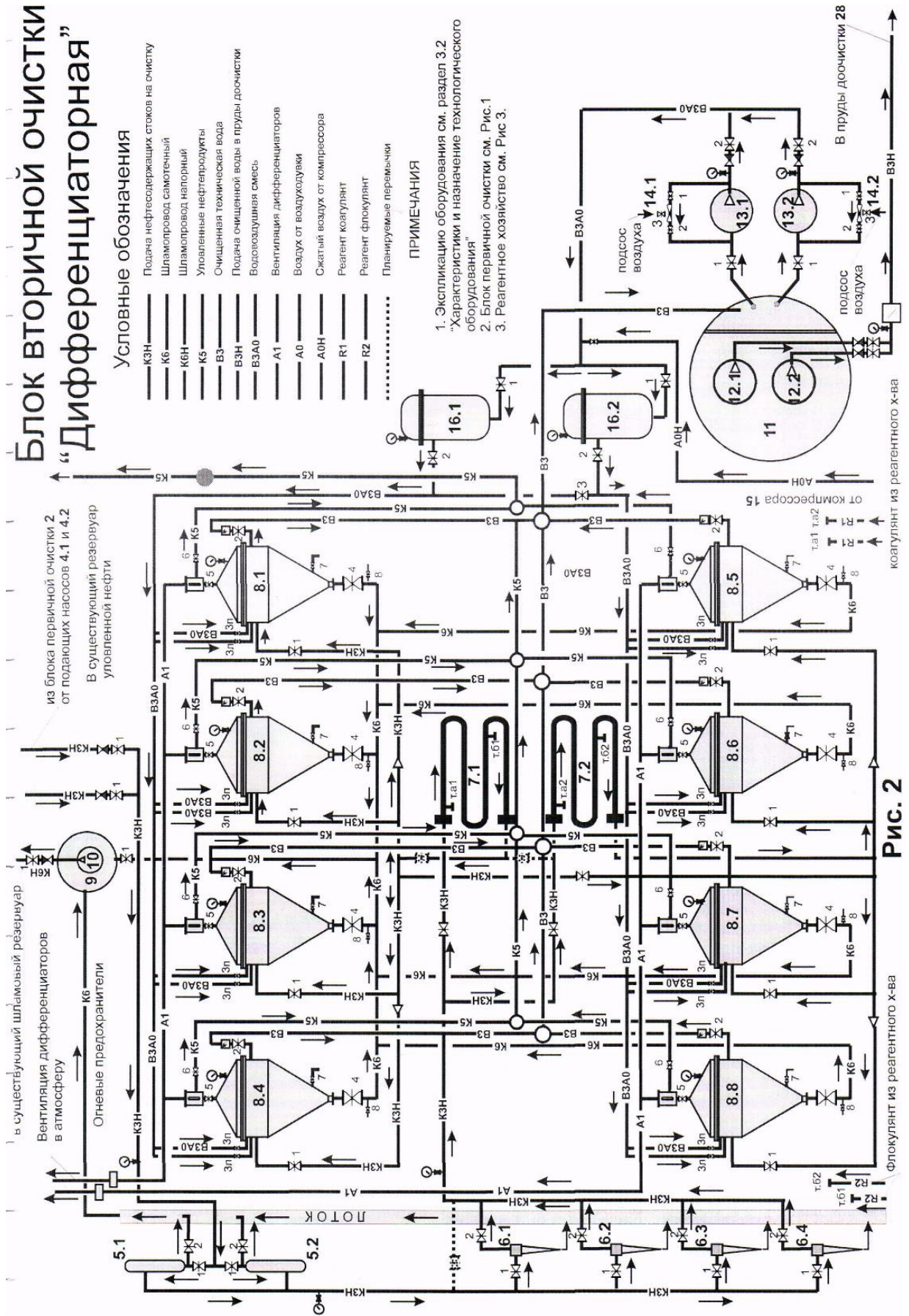
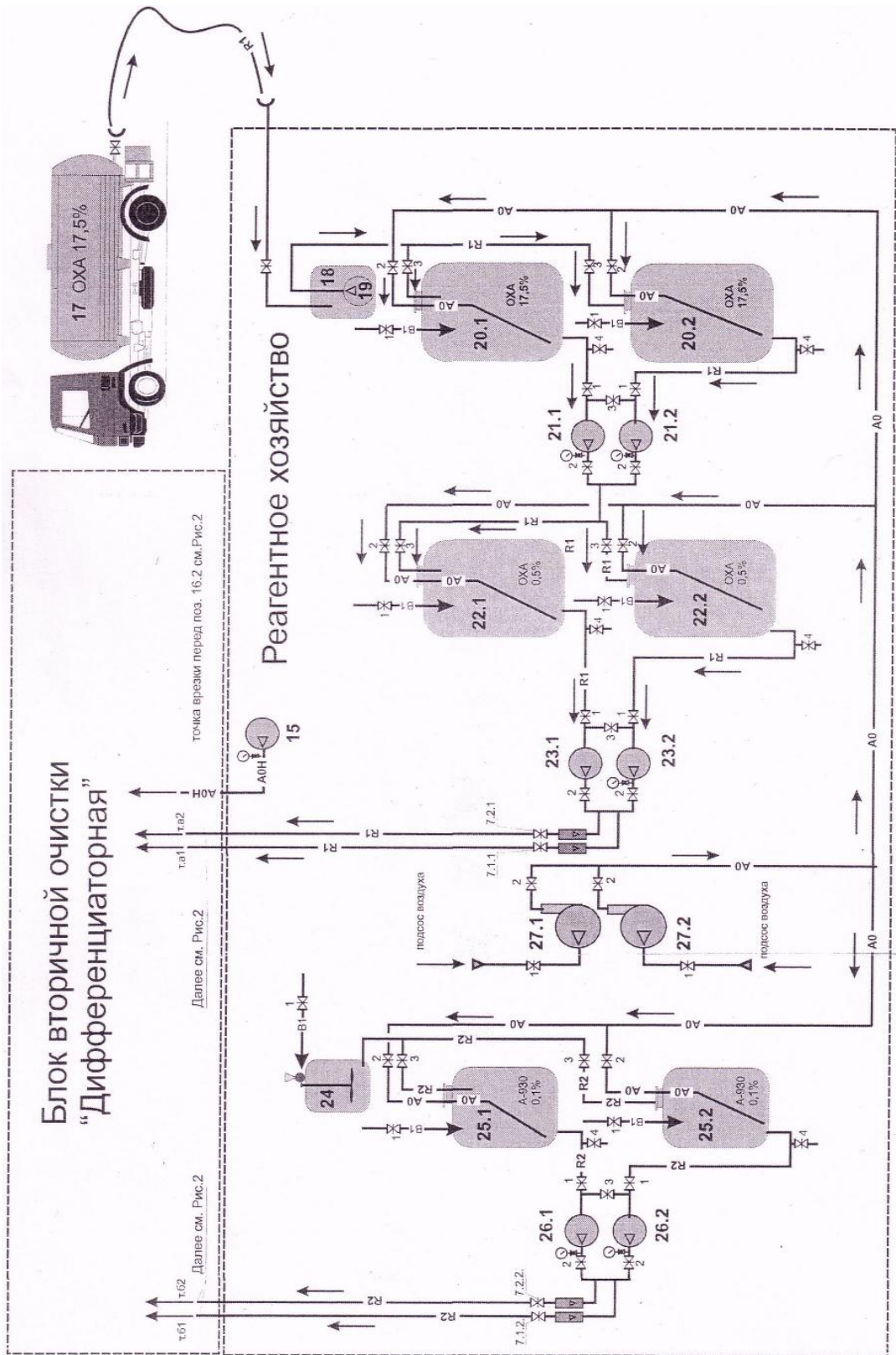


РИС. 2



**Блок вторичной очистки  
"Дифференциальная"**

**Реагентное хозяйство**

- ПРИМЕЧАНИЯ**
1. Экспликацию оборудования см. раздел 3.2 "Характеристики и название технологического оборудования"
  2. Блок первичной очистки см. Рис.1
  3. Блок вторичной очистки см. Рис.2

**Рис.3**