

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

---

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (профиль) 18.03.01 «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)  
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Исследование сточных вод на содержание нефтепродуктов</b>

УДК 665.71:628.31

**Студент**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Репшис Алёна Игоревна		

**Руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кривцова Надежда Игоревна	к. т. н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Трубникова Наталья Валерьевна	д. и. н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова Ольга Александровна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Е.А.	к. т. н.		

Томск – 2019 г.

## Запланированные 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>иностраным 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 науки и высшего образования 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
3-2Д43	Репшис Алёне Игоревне

Тема работы:

<b>Исследование сточных вод на содержание нефтепродуктов</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	<b>От 20.03. 2019 г. № 2136/с</b>

Срок сдачи студентом выполненной работы:	<b>24.05.19 г.</b>
--	--------------------

**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>	Объекты исследования: нефть Гураринского месторождения, сорбенты для удаления нефтепродуктов из воды: силикагель марки АСКГ, окисленный древесный уголь, низинный торф 902-7. Методика определения нефтепродуктов в воде – ПНД Ф 14.1:2.116-97. Требования к содержанию нефтепродуктов в воде – ГОСТ 17.1.4.01-80.

<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>Введение.</p> <p>Виды и основные источники нефтяных и нефтепродуктовых загрязнений. Воздействие нефтедобывающих комплексов на окружающую среду: источники техногенного воздействия на атмосферу, источники техногенного воздействия на педосферу, источники техногенного воздействия на гидросферу. Методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов: механическая очистка, физико-химическая очистка, химическая очистка, биологическая очистка.</p> <p>Заключение.</p>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Нет</p>
--	------------

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>
---

Раздел	Консультант
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Трубникова Наталья Валерьевна, доктор исторических наук, профессор отделения социально-гуманитарных наук
<b>Социальная ответственность</b>	Немцова Ольга Александровна, ассистент отделения общетехнических дисциплин

<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>14.01.19 г.</b></p>
--	---------------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кривцова Н.И.	К.т.н., доцент		14.01.19 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Репшис А.И.		14.01.19 г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Д43	Репшис Алёне Игоревне

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение химической инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Бюджет затрат НИИ 4355 руб.; Размер основной заработной платы руководителя проекта 44888,0 руб.; Размер основной заработной платы дипломника 24357,1 руб.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: - временные - материально-технические - финансовые - человеческие</i>	<i>Число календарных дней в году – 365; Продолжительность выполнения проекта – 78 дней; Дополнительная заработная плата – 15% от основной; Районный коэффициент – 30%; Премимальный коэффициент – 30%; Накладные расходы – 20% от суммы всех расходов.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Тариф страховых взносов – 27,1%; Налог на добавленную стоимость – 18%.</i>

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проанализировать конкурентные технические решения. Составить SWOT-анализ.</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Структура работ в рамках НИ. Определение трудоемкости работы. Разработка графика проведения НИ. Бюджет НИИ. Расчет материальных затрат НИИ. Расчет заработной платы исполнителей НИ.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет интегральных финансовых показателей, интегральных показателей эффективности разработки. Сравнительная эффективность НИ.</i>

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Альтернативы проведения НИ</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</li> </ol>
---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	14.01.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доктор исторических наук	Трубникова Наталья Валерьевна	профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Репшис Алёна Игоревна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2Д43	Репшис Алёне Игоревне

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение химической инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Очистка сточных вод от нефтепродуктов. Область применения – очистка промышленных сточных вод.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	1.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность:</b>	2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов; 2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	3.1 Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 3.2 Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); 3.3 Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований; 4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент (ООД, ШБИП)	Немцова Ольга Александровна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Репшис Алёна Игоревна		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 90 страниц, рисунков 6, 18 таблиц, 60 источников литературы.

Ключевые слова: исследование, нефтесодержащие сточные воды, нефтепродукты, торф, уголь, силикагель, сорбент, адсорбция, эффективность очистки.

Объектом исследования является нефть Гураринского месторождения, сорбенты для удаления нефтепродуктов из воды: силикагель марки АСКГ, окисленный древесный уголь, низинный торф 902-7.

Цель работы: определить эффективность очистки нефтесодержащих сточных вод адсорбционным методом.

В ходе выполнения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) Изучены основные методы очистки нефтесодержащих сточных вод;
- 2) Изучена методика проведения количественного химического анализа для определения состава нефтесодержащих сточных вод;
- 3) Подобрано эффективное адсорбирующее вещество;
- 4) Определен состав нефтепродуктов в сточной воде;
- 5) Проведен сравнительный анализ эффективности очистки сточной воды адсорбционным методом.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

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

### **Сокращения, обозначения**

Данная работа содержит следующие обозначения и сокращения:

ДОУ – древесный окисленный уголь;

НП – нефтепродукты;

АСКГ – активированный силикагель крупнопористый гранулированный;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

НТИ – научно-технические исследования.

## Оглавление

Введение.....	12
1 Виды и основные источники нефтяных загрязнений.....	14
2 Воздействие нефтедобывающих комплексов на окружающую среду.....	18
2.1 Источники техногенного воздействия на атмосферу.....	18
2.2 Источники техногенного воздействия на педосферу.....	19
2.3 Источники техногенного воздействия на гидросферу.....	20
3 Методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов.....	22
3.1 Механическая очистка.....	22
3.2 Физико-химическая очистка.....	34
3.3 Химическая очистка.....	38
3.4 Биологическая очистка.....	40
4 Объекты и методы исследования.....	42
4.1 Характеристика объектов исследования.....	42
4.2 Методы исследования.....	45
5 Результаты и обсуждения.....	50
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	54
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	54
6.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	58
6.3 Бюджет научно-технического исследования.....	64
7 Социальная ответственность.....	70
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	71
7.2 Производственная безопасность.....	72
7.3 Экологическая безопасность.....	80
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
Заключение.....	83
Список использованных источников.....	85

## Введение

В настоящее время происходит интенсивное развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Попадание нефти и её компонентов в окружающую среду (воздух, вода и почва) вызывает изменение физических, химических и биологических свойств и характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов. В ходе трансформации углеводородов нефти могут образоваться стойкие к микробиологическому расщеплению ещё более токсичные соединения, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами. Нефтедержащие сточные воды представляют собой сложную гетерогенную полидисперсную систему, в которой содержатся загрязнения минерального и органического происхождения. Из минеральных загрязнений присутствуют песок, глинистые частицы, продукты коррозии, растворы минеральных солей, кислот и щелочей. Количество механических примесей зависит от количества воды, применяемой в производственных процессах, технологии производства, степени благоустройства и местных условий территории предприятия, с которой поступают атмосферные воды [1].

Состав нефтедержащих сточных вод характеризуется сложностью, большим разнообразием и зависит от вида, назначения и технологии производства. Важность исследования заключается в том, что интенсивное развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности приводит к увеличению объемов нефтедержащих сточных вод. Сброс неочищенных нефтедержащих сточных вод в водоемы опасен не только тем, что, не смотря на многократное разбавление, делает воду непригодной для бытового использования, но и тем, что рыба с ее кормовыми объектами испытывает сильное токсическое действие нефтепродуктов.

Нефтезагрязнения сточных вод влияют не только на поверхностные водоемы. С поверхности земли при непосредственной инфильтрации сточных вод нефтепродукты могут поступать и в водоносный слой подземных вод, ухудшая их состав и физические свойства [2,3].

Целью данной дипломной работы является определение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод, исследуя количественное содержание нефтепродуктов в пробах анализируемой сточной воды, адсорбционным методом.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) Изучение основных методов очистки нефтесодержащих сточных вод;
- 2) Изучение методики проведения количественного химического анализа для определения состава нефтесодержащих сточных вод;
- 3) Выбор эффективного адсорбирующего вещества;
- 4) Определение состава нефтепродуктов в сточной воде;
- 5) Проведение сравнительного анализа эффективности очистки сточной воды адсорбционным методом.

## 1 Виды и основные источники нефтяных загрязнений

Один из наиболее распространенных видов загрязнения воды, вследствие которого её нельзя не только пить, но и зачастую применять для промышленных нужд – это примеси различных нефтепродуктов.

В неё входят:

- мазутные примеси;
- керосиновые загрязнения;
- бензиновые загрязнения;
- примеси различных нефтяных масел.

Все перечисленные выше соединения высокотоксичны, из-за чего крайне опасны для экологического состояния окружающей среды. Эти нефтяные примеси заносятся в почву вместе со стоками, а уже из неё распространяются по природным и искусственным водоемам, на которых и установлены водозаборы, снабжающие гражданские и промышленные объекты [4].

Нефтяные и нефтепродуктовые примеси делятся на следующие категории:

- легко отделимые;
- трудноудаляемые;
- растворимые.

*Трудноудаляемые* виды примесей, как правило, находятся в капельном (грубодисперсном) состоянии. В зависимости от их количества, они могут образовывать на водной поверхности либо плавающую пленку, либо цельный поверхностный слой. Такие примеси составляют большую часть нефтяных загрязнений.

*Легко отделимые* примеси составляют гораздо меньшую часть. В основном при соединении их с водой образуется эмульсия. Если вовремя не принять мер по её удалению, то она, вследствие своей высокой устойчивости, может сохраняться в воде длительное время. Однако, соответствующая обработка загрязненной эмульсией воды переводит этот вид примесей в такое состояние, которое с легкостью можно удалить.

*Растворимых соединений* – еще меньше, поскольку органические компоненты, составляющие структуру нефти и нефтепродуктов, плохо растворяются в воде. Однако, концентрация нефтепродуктов, точнее – их водорастворимых соединений, при длительном контакте загрязнений с водой постепенно увеличивается [5].

К основным источникам такого рода водных загрязнений относятся:

1. нефтехранилища;
2. нефтеперерабатывающие предприятия (НПЗ);
3. предприятия, обеспечивающие транспортировку нефти и нефтепродуктов;  
нефтеперевалочные базы (раздача топлива);
4. иные предприятия, входящие в топливно-энергетической комплекс.

Технологические процессы большинства перечисленных выше предприятий допускают разливы нефтепродуктов и сырой нефти, а также предусматривают такие процессы, как: мытье оборудования и резервуаров с помощью воды или водных растворов; слив конденсата, который образует высокая концентрация паров нефтепродуктов и воды, загрязненной нефтепродуктами; попадание в промышленные стоки оборотной воды, загрязненной нефтяными примесями через подшипники и сальники применяемого оборудования. Помимо этого, загрязненные нефтепродуктами сточные воды образуются в случаях нарушения герметичности емкостей для хранения таких продуктов, и в результате процесса конденсации влаги из воздуха.

Загрязнения, содержащиеся в сточных водах, по физическому состоянию можно разделить на следующие группы:

1. нерастворенные вещества;
2. коллоидные вещества, имеющие частицы от 0,1 до 0,001 мкм;
3. растворенные вещества, состоящие из молекулярно-дисперсных частиц с размерами менее 0,001 мкм.

Нефть и нефтепродукты содержатся в сточных водах в виде взвесей, эмульсий, коллоидных растворов, а также в растворенном состоянии. Основная часть взвешенных загрязнений, всплывающая на поверхность, удаляется на сооружениях механической и физикохимической очистки.

Эмульгированные и растворимые нефтепродукты плохо очищаются методами основного нефтеулавливания (физико-механической очисткой), и основная их часть, с диаметром частиц от 2 до 60 мкм, поступает на сооружения биохимической очистки.

Загрязнение природных водоемов производственными сточными водами, содержащими нефть и нефтепродукты, проявляется в образовании нефтяной пленки на поверхности водоема, отложении тяжелых нефтяных остатков на дне водоема и в воздействии на воду растворимой части нефти и ее продуктов. Всё это приводит к тому, что вода приобретает запах и привкус и в ней снижается содержание растворенного кислорода [6].

Эмульсия типа «нефть в воде», поступающая со сточной водой в водоем, сильно в нем разбавляется при этом увеличивается поверхностное натяжение нефти на границе с водой, вследствие чего эмульсия разрушается. Частицы эмульгированных нефтепродуктов сливаются и, всплывая, образуют на поверхности водоема пленку даже при очень небольшом количестве нефтепродуктов, попадающих в водоем. Этот процесс интенсивнее происходит в проточном водоеме. Одна капля нефти может образовать на поверхности чистой воды пленку площадью примерно 0,25 м<sup>2</sup>.

Образование на поверхности водоема нефтяной пленки неблагоприятно влияет на качество воды в нем, особенно на качество воды рек. Между тем около 65% производственных сточных вод нефтепромыслов и нефтеперерабатывающих заводов поступает в реки. В результате количество растворенного кислорода в воде рек снижается и дефицит кислорода в воде может составлять более 50%. Запас же кислорода в речной воде восстанавливается медленно.



Чтобы свести к минимуму вероятность загрязнения водоемов отходами нефти и нефтепродуктов, поступающих с промышленными стоками с предприятий топливно-энергетического комплекса, необходимо уделить особое внимание тому, чтобы очистка сточных вод от нефтепродуктов была максимально эффективной, и максимальному ужесточению контроля содержания нефтяных примесей в используемой воде [7].

## **2 Воздействие нефтедобывающих комплексов на окружающую среду**

В случае нормального режима работы нефтедобывающих комплексов загрязнение минимально, так как система добычи, сбора и транспортировки нефти полностью герметизирована. Аварийные ситуации могут возникнуть в результате следующих причин: технологических (нарушение норм технологического режима), механических (вызванных частичным разрушением или износом технологического оборудования или отдельных деталей), организационно-технических (прекращение подачи электроэнергии, ошибки персонала), стихийных (стихийные бедствия, пожары и т.д.) [8].

К основным источникам негативного воздействия на окружающую среду относятся: проведение буровых работ, эксплуатация строительной и специализированной техники при проведении буровых работ, системы водоснабжения и водоотведения, источники теплоснабжения и другие [9].

### **2.1 Источники техногенного воздействия на атмосферу**

Зоной влияния нефтедобывающих комплексов на атмосферный воздух считается та территория, где суммарное загрязнение атмосферы от всей совокупности источников выброса объекта (предприятия), в том числе низких и неорганизованных, превышает 0,05 ПДК загрязняющих веществ. Загрязнение атмосферного воздуха происходит в результате поступления:

- продуктов сгорания топлива;
- выбросов газообразных, аэрозольных и взвешенных веществ от различных промышленных объектов;
- испарений из емкостей для хранения жидких химических веществ и топлива;
- газообразных выделений свалок и полигонов захоронения промышленных отходов;
- пыли с поверхности отвалов, золоотвалов, хвостохранилищ.

В состав атмосферных газообразных веществ входит сернистый ангидрид, оксид углерода, фенолы, органические соединения; в состав жидких загрязнителей – масляный туман супертонкими, тонкодисперсными,

грубодисперсными брызгами; твердые загрязнители атмосферы представлены смесью органической и неорганической пыли, сажи, смолистых веществ, в том числе канцерогенных.

Нефтепродукты, в состав которых входит большое количество углеводородов с низкой температурой кипения (бензины), легче испаряются с поверхности загрязненных водоемов и образуют газовые ореолы [10].

Парниковые газы, находящиеся в выбросах нефтедобывающих предприятий, оказывает негативное воздействие на климат, что, в конечном счете, сказывается на повышении уровня моря. Общим фактом является то, что выбросы  $\text{CO}_2$ , образующиеся в результате сжигания топлива, составляют значительную часть общей концентрации парниковых газов [11].

## **2.2 Источники техногенного воздействия на педосферу**

Почвы представляют собой важнейший объект биогеохимического круговорота веществ в экосистемах. В то же время почва является источником поступления веществ в растительность. Далее по трофическим цепям эти вещества в организм животных и человека. Почва аккумулирует загрязнители в течение продолжительного времени. При эксплуатации нефтедобывающих предприятий в почвенных горизонтах образуется регрессивно-аккумулятивный тип распределения тяжелых металлов и других видов загрязнителей. Данный тип распределения загрязнителей отличается повышенным содержанием загрязняющих веществ в гумусовом горизонте и резким понижением содержания в нижних горизонтах почвы.

Для загрязнения почвенного покрова характерны следующие виды:

- загрязнение земной поверхности твердыми нерастворимыми веществами, запыление тонкодисперсной пылью, загрязнение нефтепродуктами;

- закисление растворимыми соединениями ( $\text{pH} < 6,5$ ), раскисление ( $\text{pH} > 8,5$ ) [10].

Загрязнение почв нефтепродуктами, буровыми и тампонажными растворами может возникать при плохой обваловке амбаров и их

некачественной гидроизоляции, а также при переполнении амбаров [10]. Сточные воды, образующиеся в результате разведки и добычи нефти, обычно являются рассолом, содержащим нефтяные углеводороды и тяжелые металлы. Утечки, разливы и сброс этой воды на суше могут загрязнять почву. Нефтяное загрязнение наиболее устойчиво и опасно [12].

Степень загрязненности почв нефтью и нефтепродуктами определяется глубиной ее проникновения и зависит от физико-химических свойств нефти, ее количества и механического характера грунтов. На воздухе быстро происходит загустение смолистой нефти, она теряет подвижность. В случае если нефть просачивается сверху, ее смолисто-асфальтеновые компоненты сорбируются главным образом в верхнем, гумусовом горизонте, иногда прочно цементируя его.

Твердые метановые углеводороды (парафины), попадая на поверхность почвы, переходят в твердое состояние, вследствие чего тяжело разрушаются, плохо окисляются на воздухе, затрудняют свободный влаго- и воздухообмен, надолго "запечатывая" поры почвенного покрова, что приводит к полной деградации биоценоза [10].

### **2.3 Источники техногенного воздействия на гидросферу**

Нефть и нефтепродукты при их попадании в водотоки и водоемы, а также на заболоченные участки образуют стойкие пленочные формы, которые препятствуют аэрации. Как следствие, снижается содержания кислорода в воде. Кроме того, загрязнение водоемов нефтепродуктами приводит к увеличению содержания сульфидов и растворенных углеводородов (в основном ароматических веществ). Таким образом, нефтяное загрязнение негативно воздействует на гидробионтов, снижая их численность [10,13]. Возможные проявления негативного воздействия при строительстве скважин на поверхностные и подземные воды могут иметь место при:

- использовании водозабора пресных подземных вод для нужд бурения
- эксплуатации шламового амбара для хранения бурового шлама;

- загрязнении прилегающей к скважинам территории производственно-дождевыми стоками [12].

Характер миграции техногенных потерь нефтей и нефтепродуктов в водных средах (поверхностные и подземные воды) определяется физическими и физико-химическими свойствами теряемых нефтей или нефтепродуктов, т.е. плотностью, вязкостью, температурой кипения, водорастворимостью и сорбируемостью породами.

Аварийные разливы нефти наносят наибольший ущерб водным объектам. Площади поражения нефтяным загрязнением зависят не только от объемов разлитой нефти, но и от ее вязкости, температуры среды, скорости течения и времени непринятия мер к локализации. При аварийных ситуациях на речных переходах и смыве дождями с загрязненной поверхности водосбора в реку могут попасть десятки и даже сотни тонн нефтепродуктов. Это свидетельствует о том, что загрязнение нефтепродуктами в районах разработки нефтяных месторождений носит долговременный и региональный характер.

При попадании 1 т нефти в открытый водоем на поверхности образуется тонкая пленка, которая загрязнет значительный участок площадью 2,6 км<sup>2</sup>. Вследствие этого нарушаются кислородный, углекислотный и другие виды газового обмена в поверхностном слое воды, оказывается негативное воздействие на речную и озерную флору и фауну [10].

### **3 Методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов**

Выбор метода очистки сточных вод предприятий зависит от многих факторов: количество сточных вод различных видов, их расходы, экономическая целесообразность извлечения примесей из сточных вод, требования к качеству очищенной воды при ее использовании для повторного и оборотного водоснабжения и сброса в водоем, мощность водоема, наличие районных или городских очистных сооружений.

Очистка нефтесодержащих сточных вод должна обеспечивать:

- максимальное извлечение ценных примесей для использования их по назначению;
- применение очищенных сточных вод в технических процессах;
- минимальный сброс сточных вод в водоем.

Для очистки сточных вод от нефтепродуктов применяют:

- механические;
- физико-химические;
- химические;
- биологические методы.

Из механических практическое значение имеют отстаивание, центрифугирование и фильтрование; из физико-механических - флотация, коагуляция и сорбция; из химических - хлорирование и озонирование [14].

#### **3.1 Механическая очистка**

Механическую очистку сточных вод от нефтепродуктов применяют преимущественно 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 механической очистки заключаются в подготовке воды к физико-химической и биологической очисткам.

Механическую очистку проводят для выделения из сточной воды находящихся в ней нерастворенных грубодисперсных примесей путем процеживания, отстаивания и фильтрования [15].

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.

Сооружения, в которых при отстаивании сточных вод выпадают тяжелые частицы, называются песколовками.

Сооружения, в которых при отстаивании загрязненных промышленных вод всплывают более легкие частицы, называются в зависимости от всплывающих веществ жироловками, маслоуловителями, нефтеловушками и другие.

Фильтрацию применяют для задержания более мелких частиц. В фильтрах для этих целей используют фильтровальные материалы в виде тканей (сеток), слоя зернистого материала или химических материалов, имеющих определенную пористость. При прохождении сточных вод через фильтрующий материал на его поверхности или в поровом пространстве задерживается выделенная из сточной воды взвесь [16].

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 [15].

### **Песколовки**

Песколовки предназначены для выделения механических примесей с размером частиц 200 - 250 мкм. Необходимость предварительного выделения механических примесей (песка, окалины и др.) обуславливается тем, что при отсутствии песколовки эти примеси выделяются в других очистных сооружениях и тем самым усложняют эксплуатацию последних.

Принцип действия песколовки основан на изменении скорости движения твердых тяжелых частиц в потоке жидкости.

Песколовки делятся на горизонтальные, в которых жидкость движется в горизонтальном направлении, с прямолинейным или круговым движением воды, вертикальные, в которых жидкость движется вертикально вверх, и песколовки с винтовым (поступательно-вращательным) движением воды. Последние в зависимости от способа создания винтового движения разделяются на тангенциальные и аэрируемые.

Самые простейшие горизонтальные песколовки представляют собой резервуары с треугольным или трапецеидальным поперечным сечением. Глубина песколовков 0,2 - 1 м. Скорость движения воды в них не превышает 0,3 м/с.

Песколовки с круговым движением воды изготавливаются в виде собираются в коническом днище, откуда его направляют на переработку или отвал. Применяются при расходах до 7000 м<sup>3</sup>/сут.

Вертикальные песколовки имеют прямоугольную или круглую форму, в них сточные воды движутся с вертикальным восходящим потоком со скоростью 0,05 м/с.

Конструкцию песколовки выбирают в зависимости от количества сточных вод, концентрации взвешенных веществ. Наиболее часто используют горизонтальные песколовки. Из опыта работы нефтебаз следует, что горизонтальные песколовки необходимо очищать не реже одного раза в 2 - 3 суток. При очистке песколовков обычно применяют переносный или стационарный гидроэлеватор [17].

### **Отстойники**

Отстаивание - наиболее простой и часто применяемый способ выделения из сточных вод грубо дисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дне отстойника или всплывают на его поверхности [18].

#### *Статические отстойники*

Нефтетранспортные предприятия (нефтебазы, нефтеперекачивающие станции) оборудуют различными отстойниками для сбора и очистки воды от



нефти и нефтепродуктов. Для этой цели обычно используют стандартные стальные или железобетонные резервуары, которые могут работать в режиме резервуара-накопителя, резервуара-отстойника или буферного резервуара в зависимости от технологической схемы очистки сточных вод.

Исходя из технологического процесса, загрязненные воды нефтебаз и нефтеперекачивающих станций неравномерно поступают на очистные сооружения.

Для более равномерной подачи загрязненных вод на очистные сооружения служат буферные резервуары, которые оборудуют водораспределительными и нефтесборными устройствами, трубами для подачи и выпуска сточной воды и нефти, уровнемером, дыхательной аппаратурой и т.д. Так как нефть в воде находится в трех состояниях (легко-, трудноотделимая и растворенная), то попав в буферный резервуар, легко- и частично трудноотделимая нефть всплывает на поверхность воды. В этих резервуарах отделяют до 90 - 95% легко отделимых нефтей. Для этого в схему очистных сооружений устанавливают два и более буферных резервуара, которые работают периодически: заполнение, отстой, выкачка. Объем резервуара выбирают из расчета времени заполнения, выкачки и отстоя, причем время отстоя принимают от 6 до 24 ч. Таким образом, буферные резервуары (резервуары-отстойники) не только сглаживают неравномерность подачи сточных вод на очистные сооружения, но и значительно снижают концентрацию нефти в воде.

Перед откачкой отстоявшейся воды из резервуара сначала отводят всплывшую нефть и выпавший осадок, после чего откачивают осветленную воду. Для удаления осадка на дне резервуара устраивают дренаж из перфорированных труб [19].

#### *Динамические отстойники*

Отличительная особенность динамических отстойников заключается в отделении примеси, находящейся в воде, при движении жидкости.

В динамических отстойниках или отстойниках непрерывного действия жидкость движется в горизонтальном или вертикальном направлении, отсюда и отстойники подразделяются на вертикальные и горизонтальные.

Вертикальный отстойник представляет собой цилиндрический или квадратный (в плане) резервуар с коническим днищем для удобства сбора и откачки осаждающегося осадка. Движение воды в вертикальном отстойнике происходит снизу вверх (для осаждающихся частиц).

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный резервуар (в плане) высотой 1,5 - 4 м, шириной 3 - 6 м и длиной до 48 м. Выпавший на дне осадок специальными скребками передвигают к приемку, а из него гидроэлеватором, насосами или другими приспособлениями удаляют из отстойника. Всплывшие примеси выводят с помощью скребков и поперечных лотков, установленных на определенном уровне.

В зависимости от улавливаемого продукта горизонтальные отстойники делятся на песколовки, нефтеловушки, мазутоловки, бензоловки, жироловки и т.п. Некоторые типы нефтеловушек представлены на рисунке.

В радиальных отстойниках круглой формы вода движется от центра к периферии или наоборот. Радиальные отстойники большой производительности, применяемые для очистки сточных вод, имеют диаметр до 100 м и глубину до 5 м.

Радиальные отстойники с центральным впуском сточной воды имеют повышенные скорости впуска, что обуславливает менее эффективное использование значительной части объема отстойника по отношению к радиальным отстойникам с периферийным впуском сточных вод и отбором очищенной воды в центре [20].

#### *Тонкослойные отстойники*

Чем больше высота отстойника, тем больше необходимо времени для всплытия частицы на поверхности воды. А это, в свою очередь, связано с увеличением длины отстойника. Следовательно, интенсифицировать процесс отстаивания в нефтеловушках обычных конструкций сложно. С увеличением

размеров отстойников гидродинамические характеристики отстаивания ухудшаются.

Чем тоньше слой жидкости, тем процесс всплытия (оседания) происходит быстрее при прочих равных условиях. Это положение привело к созданию тонкослойных отстойников, которые по конструкции можно разделить на трубчатые и пластинчатые [20].

#### *Трубчатые отстойники*

Рабочий элемент трубчатого отстойника - труба диаметром 2,5 - 5 см и длиной около 1 м. Длина зависит от характеристики загрязнения и гидродинамических параметров потока. Применяют трубчатые отстойники с малым  $10^\circ$  и большим до  $60^\circ$  наклоном труб.

Отстойники с малым наклоном трубы работают по периодическому циклу: осветление воды и промывка трубок. Эти отстойники целесообразно применять для осветления сточных вод с небольшим количеством механических примесей. Эффективность осветления составляет 80 - 85%.

В круто наклонных трубчатых отстойниках расположение трубок приводит к сползанию осадка вниз по трубкам, и в связи с этим отпадает необходимость их промывки.

Продолжительность работы отстойников практически не зависит от диаметра трубок, но возрастает с увеличением их длины.

Стандартные трубчатые блоки изготавливают из поливинилового или полистирольного пластика. Обычно применяют блоки длиной около 3 м, шириной 0,75 м и высотой 0,5 м. Размер трубчатого элемента в поперечном сечении составляет 5\*5 см. Конструкции этих блоков позволяют монтировать из них секции на любую производительность; секции или отдельные блоки легко можно устанавливать в вертикальных или горизонтальных отстойниках [21].

#### *Пластинчатые отстойники*

Пластинчатые отстойники состоят из ряда параллельно установленных пластин, между которыми движется жидкость. В зависимости от направления

движения воды и выпавшего (всплывшего) осадка, отстойники делятся на прямоточные, в которых направления движения воды и осадка совпадают; противоточные, в которых вода и осадок движутся навстречу друг другу; перекрестные, в которых вода движется перпендикулярно к направлению движения осадка. Наиболее широкое распространение получили пластинчатые противоточные отстойники.

Достоинства трубчатых и пластинчатых отстойников - их экономичность вследствие небольшого строительного объема, возможность применения пластмасс, которые легче металла и не корродируют в агрессивных средах.

Общий недостаток тонкослойных отстойников - нефти, окалина, песка и др. Сгустки имеют нулевую плавучесть, их диаметр может достигать 10-15 см при глубине в несколько сантиметров. Такие сгустки очень быстро выводят из строя тонкослойные отстойники. Если часть пластин или труб будет забита подобными сгустками, то в остальных повысится расход жидкости. Такое положение приведет к ухудшению работы отстойника. необходимость создания емкости для предварительного отделения легко отделимых нефтяных частиц и больших сгустков [21].

### **Гидроциклоны**

Осаждение взвешенных частиц под действием центробежной силы проводят в гидроциклонах и центрифугах.

Для очистки сточных вод используют напорные и открытые (безнапорные) гидроциклоны.

При вращении жидкости в гидроциклонах на частицы действуют центробежные силы, отбрасывающие тяжелые частицы к периферии потока, силы сопротивления движущегося потока, гравитационные силы и силы инерции. Силы инерции незначительны и ими можно пренебречь. При высоких скоростях вращения центробежные силы значительно больше сил тяжести [22].

#### *Напорные гидроциклоны*

В напорные гидроциклоны вода подается через тангенциально направленный патрубок в цилиндрическую часть. В гидроциклоне вода,

двигаясь по винтовой спирали наружной стенки аппарата, направляется в коническую его часть.

Здесь основной поток изменяет направление движения и перемещается к центральной части аппарата. Поток осветленной воды в центральной части аппарата по трубе выводится из гидроциклона, а тяжелые примеси вдоль конической части перемещаются вниз и выводятся через патрубок шлама.

Промышленность выпускает напорные гидроциклоны нескольких типоразмеров. Для грубой очистки применяют гидроциклоны больших диаметров. Эффективность гидроциклонов находится на уровне 70 %.

Гидроциклоны малого диаметра объединяют в общий агрегат, в котором они работают параллельно [23].

#### *Безнапорные гидроциклоны*

Одним из технических приспособлений для сбора нефтяной пленки с поверхности воды является безнапорный гидроциклон.

Если в предыдущих конструкциях для вращения жидкости в гидроциклоне применяли подачу воды в гидроциклон по патрубку, расположенному по касательной в цилиндрической части, то в данном случае проводят отсос воды из гидроциклона по патрубку, расположенному по касательной внизу конической части гидроциклона. Такое расположение патрубка дает возможность образовывать внутри гидроциклона вращение жидкости, причем поступление воды из водоема происходит в верхней части гидроциклона.

Собранная с поверхности воды пленка нефтепродуктов, попадая в гидроциклон как более легкая, собирается в центре гидроциклона. По мере увеличения количества нефтепродуктов в гидроциклоне внутри него образуется конус из нефтепродуктов, который, увеличиваясь в размере, достигает нефтяного отборного патрубка, расположенного в центре гидроциклона. Нефтепродукты по этому патрубку сбрасываются в специальные емкости на берегу водоема.

При очистке нефтесодержащих сточных вод безнапорные гидроциклоны имеют существенные преимущества перед напорными. В них достигается высокий эффект очистки от нефтепродуктов, так как в вихревом движении воды создается увеличивающаяся к центру угловая скорость, которая способствует концентрации нефтяных частиц в центральной части аппарата. Осветленная вода отводится тонким слоем через водослив, отделенный от всплывшего слоя полупогружной перегородкой. Уловленные нефтепродукты с поверхности воды могут быть удалены через переливные воронки или лотки [23].

### **Центрифуги**

Для удаления осадков из сточных вод могут быть использованы фильтрующие или отстойные центрифуги.

Центробежное фильтрование достигается вращением суспензии в перфорированном барабане, обтянутом сеткой или фильтровальной тканью.

Осадок остается на стенках барабана. Его удаляют вручную или ножевым съемом. Такое фильтрование наиболее эффективно, когда надо получать продукт наименьшей влажностью и требуется промывка осадка.

Центрифуги могут быть периодического или непрерывного действия; горизонтальными, вертикальными или наклонными; различаются по расположению вала в пространстве; по способу выгрузки осадка из ротора (с ручной, с ножевой, поршневой или центробежной выгрузкой). Они могут быть в герметизированном и негерметизированном исполнении [24].

### **Фильтры**

Метод фильтрования приобретает все большее значение в связи с повышением требований к качеству очищенной воды. Фильтрование применяют после очистки сточных вод в отстойниках или после биологической очистки.

Процесс основан на прилипанию грубодисперсных частиц нефти и нефтепродуктов к поверхности фильтрующего материала. Фильтры по виду

фильтрующей среды делятся на тканевые или сетчатые, каркасные или намывные, зернистые или мембранные.

Фильтрация через различные сетки и ткани обычно применяют для удаления грубо дисперсных частиц. Более глубокую очистку нефтесодержащей воды можно осуществлять на каркасных фильтрах. Пленочные фильтры очищают воду на молекулярном уровне [16].

#### *Микрофильтры*

Микрофильтры представляют собой фильтровальные аппараты, в качестве фильтрующего элемента использующие металлические сетки, ткани и полимерные материалы. Микрофильтры обычно выпускают в виде вращающихся барабанов, на которых неподвижно закреплены или прижаты к барабану фильтрующие материалы. Барабаны выпускают диаметром 1,5-3 м и устанавливают горизонтально.

Очищаемая вода поступает внутрь барабана и фильтруется через фильтр наружу. Микрофильтры широко используют для осветления природных вод. В промышленности применяют микрофильтры различных конструкций. Процесс фильтрации происходит только за счет разности уровней воды внутри и снаружи барабана. Полотно сетки не закреплено, а лишь охватывает барабан в виде бесконечной ленты, натягиваемой с помощью натяжных роликов. Микросетки изготовляют из различных материалов: капрона, латуни, никеля, нержавеющей стали, фосфористой бронзы, нейлона и др [25].

#### *Каркасные фильтры*

Фильтровальные процессы на каркасных фильтрах можно разделить на три большие группы:

- фильтрация через пористые зернистые материалы, обладающие адгезионными свойствами (кварцевый песок, керамзит, антрацит, пенополистирол, котельные и металлургические шлаки и др.);

- фильтрация через волокнистые и эластичные материалы, обладающие сорбционными свойствами и высокой нефтеемкостью (нетканые синтетические материалы, пенополиуретан и др.);

- фильтрация через пористые зернистые и волокнистые материалы для укрупнения эмульгированных частиц нефтепродуктов (коалесцирующие фильтры).

Два первых метода близки по основным технологическим принципам, лежащим в основе процесса изъятия нефтепродуктов из воды, и отличаются нефтеемкостью, регенерацией фильтрующей загрузки и конструктивным оформлением. По мере насыщения загрузки нефтепродуктами их фронт перемещается в глубь слоя к его нижней границе, и концентрация нефтепродуктов в фильтрате возрастает. При этом фильтр отключается и производится регенерация загрузочного материала. Имеются конструкции фильтров с непрерывной регенерацией загрузки.

Третий метод принципиально отличается от рассмотренных. Период фильтроцикла, характерный для первых двух методов, завершает этап «зарядки» коалесцирующего фильтра. После этого пленка нефтепродуктов отрывается от поверхности фильтрующего слоя в виде капель с диаметром несколько миллиметров. Капли быстро всплывают и легко отделяются от воды.

До недавнего времени в основном применяли каркасные фильтры с засыпкой из пористых материалов. В качестве фильтрующего материала используют гравий, песок, дробленый антрацит, кварц, мрамор, керамическую крошку, хворост, древесный уголь, синтетические и полимерные материалы.

Фильтры разделяются по скорости движения воды в них на фильтры с постоянной и переменной скоростью. При переменной скорости фильтрации (постоянной разности давления до и после фильтра) по мере увеличения объема фильтрата, т.е. продолжительности фильтрации, скорость фильтрации уменьшается. При постоянной скорости фильтрации разность давления до и после фильтра увеличивается.

В нефтяной и нефтехимической промышленности обычно применяют фильтры с зернистой загрузкой, которые по скорости фильтрации делятся на медленные, скорые и сверхскоростные. Зернистую загрузку размещают в



определенном порядке и во избежание выноса ее из фильтра применяют специальные дренажные системы и поддерживающие слои [25].

### *Фильтры с эластичной загрузкой*

Для очистки нефтесодержащих сточных вод разработана новая технология с использованием эластичных полимерных материалов, в частности, эластичного пенополиуретана. Этот материал имеет открытоячеистую структуру со средним размером пор 0,8 - 1,2 мм и кажущуюся плотность 25 - 60 кг/м<sup>3</sup>. Эластичный пенополиуретан характеризуется высокой пористостью, механической прочностью, химической стойкостью, гидрофобными свойствами, что обеспечивает значительную поглощающую способность по нефтепродуктам.

Технология работы фильтров следующая. Сточная вода по трубопроводу поступает в емкость фильтра, заполненную измельченным пенополиуретаном размером 15 - 20 мм. Пройдя через слой загрузки, сточные воды освобождаются от нефтепродуктов и механических примесей и через сетчатое днище отводятся по трубопроводу из установки. В процессе фильтрования загрузка насыщается нефтепродуктами и периодически цепным ковшовым элеватором подается на отжимные барабаны для регенерации. Отрегенерированная загрузка вновь поступает в емкость фильтра, а отжатые загрязнения по сборному желобу отводятся в разделочную емкость.

Такие фильтры целесообразно применять после предварительной очистки стоков в песколовках и нефтеловушках. Очищенную воду можно использовать в техническом водоснабжении промышленных предприятий.

Общим недостатком всех рассмотренных фильтров (кроме пенополиуретановых) является то, что в результате их регенерации образуются высокоэмульгированные и весьма стойкие эмульсии, существенно затрудняющие утилизацию выделенных нефтепродуктов.

Кроме вышеупомянутых фильтров, существуют и другие типы:

- открытые - вода, прошедшая через этот фильтр, должна быть прозрачной, а концентрация нефтепродуктов в ней не должна превышать 10-15 мг/л;

- с плавающей загрузкой - в связи с высокой адгезионной способностью по отношению к нефтепродуктам их применяют и для разделения водонефтяных эмульсий;

- коалесцирующие - укрупнение мелких эмульгированных капель нефтепродуктов в более крупные [25].

### **3.2 Физико-химическая очистка**

К физико-химическим методам очистки сточных вод от нефтепродуктов относят коагуляцию, флотацию и сорбцию. Это процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.

В очистке вод ее применяют для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей и эмульгированных веществ. Коагуляция наиболее эффективна для удаления из воды коллоидно-дисперсных частиц, то есть частиц размером 1 - 100 мкм. Коагуляция может происходить самопроизвольно или под влиянием химических и физических процессов. В процессах очистки сточных вод коагуляция происходит под влиянием добавляемых к ним специальных веществ – коагулянтов. Коагулянты в воде образуют хлопья гидроксидов металлов, которые быстро оседают под действием силы тяжести. Хлопья обладают способностью улавливать коллоидные и взвешенные частицы и агрегировать их. Так как коллоидные частицы имеют слабый отрицательный заряд, а хлопья коагулянтов слабый положительный заряд, то между ними возникает взаимное притяжение [26].

#### **Флотация**

Флотация является сложным физико-химическим процессом, заключающимся в создании комплекса частица-пузырек воздуха или газа, всплывании этого комплекса и удалении образовавшегося пенного слоя. Процесс флотации широко применяют при обогащении полезных ископаемых, а также при очистке сточных вод.

В зависимости от способа получения пузырьков в воде существуют следующие способы флотационной очистки:

- флотация пузырьками, образующимися путем механического дробления воздуха (механическими турбинами-импеллерами, форсунками, с помощью пористых пластин и каскадными методами);
- флотация пузырьками, образующимися из пересыщенных растворов воздуха в воде (вакуумная, напорная);
- электрофлотация.

Процесс образования комплекса пузырек-частица происходит в три стадии: сближение пузырька воздуха и частицы в жидкой фазе, контакт пузырька с частицей и прилипание пузырька к частице.

Прочность соединения пузырек - частица зависит от размеров пузырька и частицы, физико-химических свойств пузырька, частицы и жидкости, гидродинамических условий и других факторов. Процесс очистки стоков при флотации заключается в следующем: поток жидкости и поток воздуха (мелких пузырьков) в большинстве случаев движутся в одном направлении.

Взвешенные частицы загрязнений находятся во всем объеме сточной воды и при совместном движении с пузырьками воздуха происходит агрегирование частицы с воздухом. Если пузырьки воздуха значительных размеров, то скорости воздушного пузырька и загрязненной частицы различаются так сильно, что частицы не могут закрепиться на поверхности воздушного пузырька. Кроме того, большие воздушные пузырьки при быстром движении сильно перемешивают воду, вызывая разъединение уже соединенных воздушных пузырьков и загрязненных частиц. Поэтому для нормальной работы флотатора во флотационную камеру не допускаются пузырьки более определенного размера [26,27].

#### *Вакуумная флотация*

Вакуумная флотация основана на понижении давления ниже атмосферного в камере флотатора. При этом происходит выделение воздуха, растворенного в воде. При таком процессе флотации образование пузырьков

воздуха происходит в спокойной среде, в результате чего улучшается агрегирование комплексов частица-пузырек и не нарушается их целостность вплоть до достижения ими поверхности жидкости [27].

### *Напорная флотация*

Этот вид очистки сточных вод выполняется в две стадии: насыщение воды воздухом под давлением; выделение пузырьков воздуха соответствующего диаметра и всплытие взвешенных и эмульгированных частиц примесей вместе с пузырьками воздуха. Если флотация проводится без добавления реагентов, то такая флотация относится к физическим способам очистки сточных вод [27].

### *Импеллерная флотация*

Флотаторы импеллерного типа применяют для очистки сточных вод нефтяных предприятий от нефти, нефтепродуктов и жиров. Их также можно использовать для очистки сточных вод других предприятий. Данный способ очистки в промышленности применяют редко из-за его небольшой эффективности, высокой турбулентности потоков во флотационной камере, приводящей к разрушению хлопьевидных частиц, и необходимости применять поверхностно-активные вещества [27].

### *Флотация с подачей воздуха через пористые материалы*

Для получения пузырьков воздуха небольших размеров можно использовать пористые материалы, которые должны иметь достаточное расстояние между отверстиями, чтобы не допустить срастания пузырьков воздуха над поверхностью материала. На размер пузырька большое влияние оказывает скорость истечения воздуха из отверстия. Для получения микропузырьков необходима относительно небольшая скорость истечения [27].

### *Электрофлотация*

Сточная жидкость при пропускании через нее постоянного электрического тока насыщается пузырьками водорода, образующегося на катоде. Электрический ток, проходящий через сточную воду, изменяет химический состав жидкости, свойства и состояние нерастворимых примесей.

В одних случаях эти изменения положительно влияют на процесс очистки стоков, в других - ими надо управлять, чтобы получить максимальный эффект очистки.

В общем, достоинствами флотации являются непрерывность процесса, широкий диапазон применения, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, простая аппаратура, селективность выделения примесей, по сравнению с отстаиванием большая скорость процесса, а также возможность получения шлама более низкой влажности (90 - 95%), высокая степень очистки (95 - 98%), возможность рекуперации удаляемых веществ [27].

### **Сорбция**

Среди физико-химических методов очистки сточных вод от нефтепродуктов лучший эффект дает сорбция на углях.

Сорбция – это процесс поглощения вещества из окружающей среды твердым телом или жидкостью. Поглощающее тело называется сорбентом, поглощаемое – сорбатом. Различают поглощение вещества всей массой жидкого сорбента (абсорбция) и поверхностным слоем твердого или жидкого сорбента (адсорбция). Сорбция, сопровождающаяся химическим взаимодействием сорбента с поглощаемым веществом, называется хемосорбцией. Сорбция представляет собой один из наиболее эффективных методов глубокой очистки от растворенных органических веществ сточных вод предприятий нефтехимической промышленности.

В качестве сорбентов применяют различные пористые материалы: золу, коксовую мелочь, торф, силикагели, алюмогели, активные глины и др. Эффективными сорбентами являются активированные угли различных марок.

Пористость этих углей составляет 60 - 75%, а удельная площадь поверхности 400 - 900 м<sup>2</sup>/г. В зависимости от преобладающего размера пор активированные угли делятся на крупно- и мелкопористые и смешанного типа. Поры по своему размеру подразделяются на три вида: макропоры размером 0,1-2 мкм, переходные размером 0,004 - 0,1 мкм, микропоры – менее 0,004 мкм.

В зависимости от области применения метода сорбционной очистки, места расположения адсорберов в общем комплексе очистных сооружений, состава сточных вод, вида и крупности сорбента и др. назначают ту или иную схему сорбционной очистки и тип адсорбера. Так, перед сооружениями биологической очистки применяют насыпные фильтры с диаметром зерен сорбента 3 - 5 мм или адсорбер с псевдоожиженным слоем сорбента с диаметром зерен 0,5 - 1 мм. При глубокой очистке производственных сточных вод и возврате их в систему оборотного водоснабжения применяют аппараты с мешалкой и намывные фильтры с крупностью зерен сорбента 0,1 мм и менее.

Наиболее простым является насыпной фильтр, представляющий собой колонну с неподвижным слоем сорбента, через который фильтруется сточная вода. Скорость фильтрования зависит от концентрации растворенных в сточных водах веществ и составляет 1 - 6 м/ч; крупность зерен сорбента 1,5 - 5 мм. Наиболее рациональное направление фильтрования жидкости снизу вверх, так как в этом случае происходит равномерное заполнение всего сечения колонны и относительно легко вытесняются пузырьки воздуха или газов, попадающих в слой сорбента вместе со сточной водой.

В колонне слой зерен сорбента укладывают не беспровальную решетку с отверстиями диаметром 5 - 10 мм и шагом 10 - 20 мм, на которые укладывают поддерживающий слой мелкого щебня и крупного гравия высотой 400 - 500 мм, предохраняющий зерна сорбента от проваливания в прорешеточное пространство и обеспечивающий равномерное распределение потока жидкости по всему сечению. Сверху слой сорбента для предотвращения выноса закрывают сначала слоем гравия, затем слоем щебня и покрывают решеткой (т.е. в обратном порядке) [28].

### **3.3 Химическая очистка**

Окислительный метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами

(сероводород, сульфиды). Такие виды сточных вод встречаются в машиностроительной (цехи гальванических покрытий), горно-добывающей (обоганительные фабрики свинцо-цинковых и медных руд), нефтехимической (нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы), целлюлозно-бумажной (цехи варки целлюлозы) и в других отраслях промышленности.

В узком смысле окисление – реакция соединения какого-либо вещества с кислородом, а в более широком – всякая химическая реакция, сущность которой состоит в отнятии электронов от атомов или ионов. В практике обезвреживание производственных сточных вод в качестве окислителей используют хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород и кислород воздуха [29].

### **Хлорирование**

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

### **Озонирование**

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

Растворимость озона в воде зависит от рН и количества примесей в воде. При наличии в воде кислот и солей растворимость озона увеличивается, а при наличии щелочей - уменьшается.

Озон самопроизвольно диссоциирует на воздухе и в водном растворе, превращаясь в кислород. В водном растворе озон диссоциирует быстрее. С ростом температуры и рН скорость распада озона резко возрастает.

Озон можно получить разными методами, но наиболее экономичным является пропускание воздуха или кислорода через электрический разряд высокого напряжения (5000 - 25000 В) в генераторе озона (озонаторе), который состоит из двух электродов, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга.

Промышленное получение озона основано на расщеплении молекул кислорода с последующим присоединением атома кислорода к нерасщепленной молекуле под действием тихого полукоронного или коронного электрического разряда.

Для получения озона необходимо применять очищенный и осушенный воздух или кислород. Перспективность применения озонирования как окислительного метода обусловлена также тем, что оно не приводит к увеличению солевого состава очищаемых сточных вод, не загрязняет воду продуктами реакции, а сам процесс легко поддается полной автоматизации [30].

### **3.4 Биологическая очистка**

Сточные воды, прошедшие механическую и физико-химическую очистку, содержат еще достаточно большое количество растворенных и тонкодиспергированных нефтепродуктов, а также других органических загрязнений и не могут быть выпущены в водоем без дальнейшей очистки [14].

Наиболее универсален для очистки сточных вод от органических загрязнений биологический метод. Он основан на способности микроорганизмов использовать разнообразные вещества, содержащиеся в сточных водах, в качестве источника питания в процессе их жизнедеятельности. Задачей биологической очистки является превращение органических загрязнений в безвредные продукты окисления  $\text{-H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и др. Процесс биохимического разрушения органических загрязнений в очистных сооружениях происходит под воздействием комплекса бактерий и простейших микроорганизмов, развивающихся в данном сооружении.

Для правильного использования микроорганизмов при биологической очистке необходимо знать физиологию микроорганизмов, т.е. физиологию



процесса питания, дыхания, роста и их развития. Всякий живой организм отличается от неживого наличием обмена веществ, в процессе которого происходит усвоение питательных веществ и выделение продуктов жизнедеятельности. Основными процессами обмена веществ являются питание и дыхание.

Биохимическая очистка производственных сточных вод нефтеперерабатывающих заводов производится в аэрофильтрах (биофильтры), аэротенках и биологических прудах.

Биофильтры представляют собой железобетонные или кирпичные резервуары, заполненные фильтрующим материалом, который укладывается на дырчатое днище и орошается сточными водами. Для загрузки биофильтров применяют шлак, щебень, пластмассу и др. Очистка сточных вод в биофильтрах происходит под воздействием микроорганизмов, заселяющих поверхность загрузки и образующих биологическую пленку. При контакте сточной жидкости с этой пленкой микроорганизмы извлекают из воды органические вещества, в результате чего сточная вода очищается.

Аэротенки представляют собой железобетонные резервуары длиной 30 - 100 м и более, шириной 3 - 10 м и глубиной 3 - 5 м. Очистка сточных вод в аэротенках происходит под воздействием скоплений микроорганизмов (активного ила). Для нормальной их жизнедеятельности в аэротенки подают воздух и питательные вещества.

Преимущества биологического метода очистки - возможность удалять из сточных вод разнообразные органические соединения, в том числе токсичные, простота конструкции аппаратуры, относительно невысокая эксплуатационная стоимость. К недостаткам следует отнести высокие капитальные затраты, необходимость строгого соблюдения технологического режима очистки, токсичное действие на микроорганизмы некоторых органических соединений и необходимость разбавления сточных вод в случае высокой концентрации примесей [14,31].

## 4 Объекты и методы исследования

### 4.1 Характеристика объектов исследования

В качестве объекта исследования была выбрана проба нефти Гураринского месторождения.

Нефть с массовой долей серы 0,40% (класс 1 - малосернистая); с плотностью при температуре 20 °С 845,8 кг/м<sup>3</sup> (тип 1 - легкая); с кинематической вязкостью при температуре 20 °С 11,0787 мм<sup>2</sup>/с; с температурой застывания -22 °С; с массовой долей асфальтенов 1,25%; с массовой долей смол 3,32%; с давлением насыщенных паров 1,0 кПа (8,0 мм.рт.ст.); с выходом фракций до температуры 200 °С 22% об., до температуры 300 °С 44% об.; с массовой долей парафина 0,67% (тип 1 - легкая) [32].

Современная очистка сточных вод происходит с использованием сорбентов, так как они имеют широкий спектр поглощающих свойств.

В данной работе для очистки воды, загрязненной нефтью, были использованы следующие сорбенты:

- силикагель марки АСКГ;
- торф низинный;
- окисленный древесный уголь (ДОУ).

Силикагель марки АСКГ (активированный силикагель крупнопористый гранулированный). На внешний вид стекловидные прозрачные или матовые зерна овальной, сферической или неправильной формы (рисунок 1). От бесцветного до темного с черными включениями. С массовой долей зерен не менее 94,5%, при размере зерен 0,20 - 0,50 мм.; механическая прочность не нормируется; с массовой долей потери при высушивании 150 °С не более 5%.



Рисунок 1 – Силикагель АСКГ ГОСТ 3956-76

Перед применением технический силикагель должен быть просушен в проточном горячем воздухе или в сушильном шкафу при 150-180 °С в течении 3-4 часов для удаления адсорбционной влаги [33].

В качестве второго сорбента был использован низинный торф месторождения Гусевское. Характеристика торфа приведена в таблице 4.1.1

Таблица 4.1.1 – Групповой состав торфа месторождения Гусевское

Шифр пробы	Тип, вид торфа	Содержание, % на горючую массу						Σ
		Бит.	ВРВ+ЛГВ	ГК	ФК	Л	Ц	
902-7	Низинный, гипновый	2,2	43,2	28,0	12,3	9,8	3,5	98,9

Низинный торф – формируется из осоки, тростника, вейника, хвоща, зеленых гипновых мхов, ольхи, березы, ивы и других влаголюбивых и требовательных к плодородию почвы растений под влиянием грунтовых вод с повышенным содержанием минеральных веществ в понижениях рельефа (рисунок 2). Низинный торф богат органическими веществами, менее кислый, высокозольный, содержит до 50 % гуминовых веществ, богат известью и фтором [34].



Рисунок 2 – Низинный торф

Для очистки воды от нефтепродуктов в качестве сорбента также использовался окисленный древесный уголь.

Окисленный уголь (выветренный уголь) – это форма твердого углерода, содержащая на своей поверхности кислородсодержащие функциональные группы (рисунок 3).



Рисунок 3 – Окисленный древесный уголь

Способность окисленных углей к сорбции катионов металлов как особенность отличает их от обычных активных углей. Адсорбционная активность по отношению к металлам обусловлена наличием на поверхности ДОУ большого количества групп кислотного характера, различающихся не только по составу (карбоксильные, фенольные, гидроксильные), но и по способности к ионизации [35].

Характеристика окисленного древесного угля предоставлена в таблице 4.1.2 и таблице 4.1.3.

Таблица 4.1.2 – Химический состав золы окисленного угля

Компоненты анализа, %	Значение показателей (от-до/средне)
SiO <sub>2</sub>	29,9-69,0/40,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,4-15,9/11,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,7-31,4/19,8
TiO <sub>2</sub>	0,6-1,3/0,9
CaO	8,3-29,0/21,7
MgO	1,1-5,0/3,42
K <sub>2</sub> O	0,3-0,7/0,48
Na <sub>2</sub> O	0,3-0,7/0,52

Таблица 4.1.3 – Сводные показатели качества угля

Показатели качества	Значение показателей (от-до/среднее)
Влагоемкость максимальная, %	41,2-49,5/44,5
Влага рабочая, %	33,4-47,5/40,5
Зольность угля на сухую массу, %	12,0-46,8/19,6
Содержание гуминовых кислот, %	57,0-82,7/68,5
Выход летучих веществ на горючую массу, %	47,7-53,3/49,4
Сера общая, %	0,35-4,10/1,28
Высшая теплота сгорания угля, Ккал/кг МДж/кг	5590-6660 6181 25,9
Низшая теплота сгорания рабочего топлива, Ккал/кг МДж/кг	2210-2750 2481 10,4
Выход смолы полукоксования, %	5,5-7,6/6,25

## 4.2 Методы исследования

### *Методика приготовления эмульсии*

Для эксперимента было приготовлено 5 водонефтяных эмульсий с разным содержанием нефтепродуктов в воде.

Эмульсия готовилась путём приливания нефти к воде нагретой до температуры 40 °С с последующим перемешиванием при помощи лабораторной мешалки со скоростью 2000 об/мин в течении 10 минут. Полученная водонефтяная эмульсия помещалась в стеклянный бутыль вместимостью 3 литра.

Для эксперимента использовалась лабораторная мешалка ЭКРОС ES-8300 с различными скоростями перемешивания и пропеллерной мешалкой IM2 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Лабораторная мешалка ЭКРОС ES-8300

Для приготовления эмульсий использовался один режим перемешивания 2000 об/мин, при этом эмульсия была мелкодисперсная и практически не отстаивалась.

#### *Методика проведения адсорбции*

Для проведения адсорбции подготовили 3 адсорбционные колонки с сорбентами.

Адсорбционная колонка представляет собой стеклянную трубку диаметром 5 см и высотой 20 см, заканчивающуюся сужением диаметром 2,5 см. Дно колонки заполняется слоем ваты, потом через небольшую воронку заполняется образцом по объёму  $130 \text{ см}^3$ , при легком непрерывном встряхивании колонки и далее пропускают 500 мл загрязненной нефтепродуктами воды.

На рисунке 5, слева направо изображены 4 конические колбы после адсорбции. Первая колба представляет собой исходную эмульсию с содержанием  $6,5 \text{ мг/дм}^3$ . Колба №2 после очистки на силикагеле. Колба №3 после очистки низинным торфом 902-7 и колба №4 после очистки ДОУ.



Рисунок 5 – Колбы с пробами после адсорбции

По окончании адсорбции вода анализировалась на содержание НП.

*Методика определения содержания НП в сточной воде (ПНД Ф 14.1:2.116-97)*

Метод определения массовой концентрации основан на экстракции эмульгированных и растворенных нефтепродуктов из воды растворителем [36].

При выполнении измерений должны быть применены следующие средства измерений, оборудование и материалы:

Средства измерений, вспомогательное оборудование:

Весы лабораторные, 2 класса точности, ГОСТ 24104

Вытяжной шкаф

Посуда:

Колбы конические К-500-ТХС, ГОСТ 25336

Холодильник ХПТ или ХШ, ГОСТ 25336

Колба круглодонная К-1-500, ГОСТ 25336

Воронка ВД-3-500 ХС, ГОСТ 25336

Цилиндр 1-500, ГОСТ 1770

Мензурка 100, ГОСТ 1770

Стаканчики для взвешивания (бюксы), ГОСТ 25336

Стакан НН-50; 100, ГОСТ 19908

Пипетки мерные с делениями 0,1 см<sup>3</sup> 4(5)-2-1(2);

6(7)-1-5(10);

3-1-50 ГОСТ 29227

Бутыли из стекла с притертыми пробками вместимостью 3000 см<sup>3</sup> для отбора и хранения проб.

Реактивы, материалы:

Хлороформ, ТУ 6-09-800

Кислота соляная, ГОСТ 3118

Бумага индикаторная универсальная, ТУ 6-09-1181

Выполнение измерений:

При выполнении измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и сточных вод выполняют следующие операции:

0,5 дм<sup>3</sup> исследуемой пробы воды подкисляют соляной кислотой (плотн. 1,19г/см<sup>3</sup>) до рН<5. Затем помещают исследуемую пробу в делительную воронку вместимостью 500-700 см<sup>3</sup>, приливают 50 см<sup>3</sup> хлороформа и перемешивают в течении 10 мин [36].

Через 15 мин сливают нижний слой хлороформа в круглодонную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, стараясь не захватить при этом ни воды, ни промежуточного слоя эмульсии.

Оставшийся в делительной воронке водный слой с эмульсией, добавляют вторую порцию хлороформа 50 см<sup>3</sup> и снова перемешивают в течении 10 мин.

Через 15 мин отделяют второй экстракт и присоединяют его к первому, не захватывая при этом водного слоя. Затем небольшим количеством хлороформа (около 50 см<sup>3</sup>) обмывают стенки сосуда, в котором находилась проба до экстракции, переносят в ту же делительную воронку, взбалтывают, дают некоторое время отстояться и присоединяют слой хлороформа к первым двум экстрактам.

В проведении третьей экстракции обычно нет необходимости [36].



Колбу с экстрактом присоединяют к холодильнику, помещают её в кипящую водяную баню и отгоняют хлороформ до тех пор, пока в колбе не останется 10-20 см<sup>3</sup> раствора. Дают колбе остыть и разбирают прибор.

Предварительно взвешенный бюкс помещают в вытяжном шкафу, заполняют бюкс полученным экстрактом, продолжают испарение на воздухе пока не перенесут полностью. По мере испарения взвешивают бюкс, когда масса перестанет изменяться, измерение заканчивают [36].

Разность между массой бюкса с остатком после удаления хлороформа и массой пустого бюкса показывает общее содержание экстрагируемых хлороформом веществ.

Массовую концентрацию нефтепродуктов  $X$  (мг/дм<sup>3</sup>) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{V} * 1000, \text{ мг/дм}^3,$$

где  $m_1$  – масса бюкса с остатком после удаления хлороформа, мг;

$m_2$  – масса пустого бюкса, мг;

$V$  – объем пробы, взятой для анализа, см<sup>3</sup> [36].

## 5 Результаты и обсуждения

В данной работе был рассмотрен физико-химический метод очистки сточных вод от НП, основным из которых является сорбция.

Сорбция даёт максимальную эффективность очистки. Под данным процессом подразумевается поглощение твердым сорбентом примесей, которые содержатся в водной среде – включая нефтепродукты [28].

Во время проведения анализа в качестве сорбентов использовались силикагель марки АСКГ, окисленный уголь и низинный торф 902-7.

### *Недостатки и достоинства адсорбирующих веществ*

#### Недостатком силикагеля марки АСКГ [33]:

- низкое влагосодержание
- малая степень очистки
- дорогостоящий сорбент

#### Достоинством обладает:

- высокой механической прочностью
- высокой влагоемкостью
- широкое применение в разнообразных отраслях

#### Недостатком низинного торфа 902-7 является [34]:

- малая обменная емкость
- недолговечность в эксплуатации
- связывающая способность ниже, чем у ДОУ

#### Достоинством:

- обладает гидрофобностью
- наиболее широким применением
- экологически безопасный
- экономически выгодный

Изучив недостатки и достоинства исследуемых адсорбирующих веществ таких как, силикагель марки АСКГ, низинный торф 902-7 и окисленный уголь, можно сказать, что у окисленного древесного угля практически нет недостатков, кроме того, что уголь является мелкодисперсным и сильно распыляется, что создает трудности при работе с ним.

Мною был сделан следующий вывод, что наиболее эффективным и актуальным сорбентом является окисленный уголь. Так как ДООУ обладает высокой сорбционной ёмкостью, высокой степенью очистки, дешёвизной и надёжностью. Результаты приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты остаточной концентрации НП в воде после адсорбции

Сорбент	Концентрация НП в исходной пробе воды, мг/дм <sup>3</sup>				
	1,2	2,8	4,3	5,0	6,5
	Остаточная концентрация НП в воде, мг/дм <sup>3</sup>				
силикагель марки АСКГ	0,07	0,08	0,09	0,1	0,2
низинный торф 902-7	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
окисленный уголь	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07

Однако при увеличении исходной концентрации НП в воде остаточная концентрация увеличивается. Полученные значения сравнивались с нормативами предельно-допустимых концентраций по ГОСТ 17.1.4.01-80. Таким образом, значения определяемых показателей, содержания НП в воде после адсорбционной очистки при помощи всех исследуемых сорбентов, соответствуют нормативам ПДК и составляет менее 0,3 мг/дм<sup>3</sup> [37].

Расчет степени эффективности очистки воды производился по формуле:

$$C.O. \% = \frac{C_{x(исх.пр)} - C_{xпосле}}{C_{x(исх.пр)}} * 100\%$$

где  $C_{x(исх.пр)}$  – остаточная концентрация исходной пробы, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{xпосле}$  – остаточная концентрация после очистки сорбента, мг/дм<sup>3</sup>.

Полученные результаты предоставлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Степень очистки загрязненной воды после адсорбции

Сорбент	Содержание исх. пробы, мг/дм <sup>3</sup>				
	1,2	2,8	4,3	5	6,5
	Степень очистки, %				
силикагель марки АСКГ	94,2	95,6	96,5	97,2	98
низинный торф 902-7	95	96	97,2	97,8	98,6
окисленный уголь	96,2	96,8	97,8	99	99,8

Вода после процесса адсорбции на силикагеле по цвету прозрачная, визуальнo пленки нефтепродуктов нет, а после очистки торфом и ДОУ имеет коричневый цвет, что связано с наличием гуминовых кислот, причем окрас на угле более насыщенный (рисунок 5). При начальной концентрации НП в воде 1,2 мг/дм<sup>3</sup> степень очистки силикагеля составила 94,2%, низинного торфа 95,0 % и окисленного угля 96,2%. При увеличении исходной концентрации НП в воде возрастает степень очистки сточной воды. Максимальной адсорбирующей ёмкостью имеет окисленный уголь.

Используя полученные данные построили график эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод (рисунок 5.1)

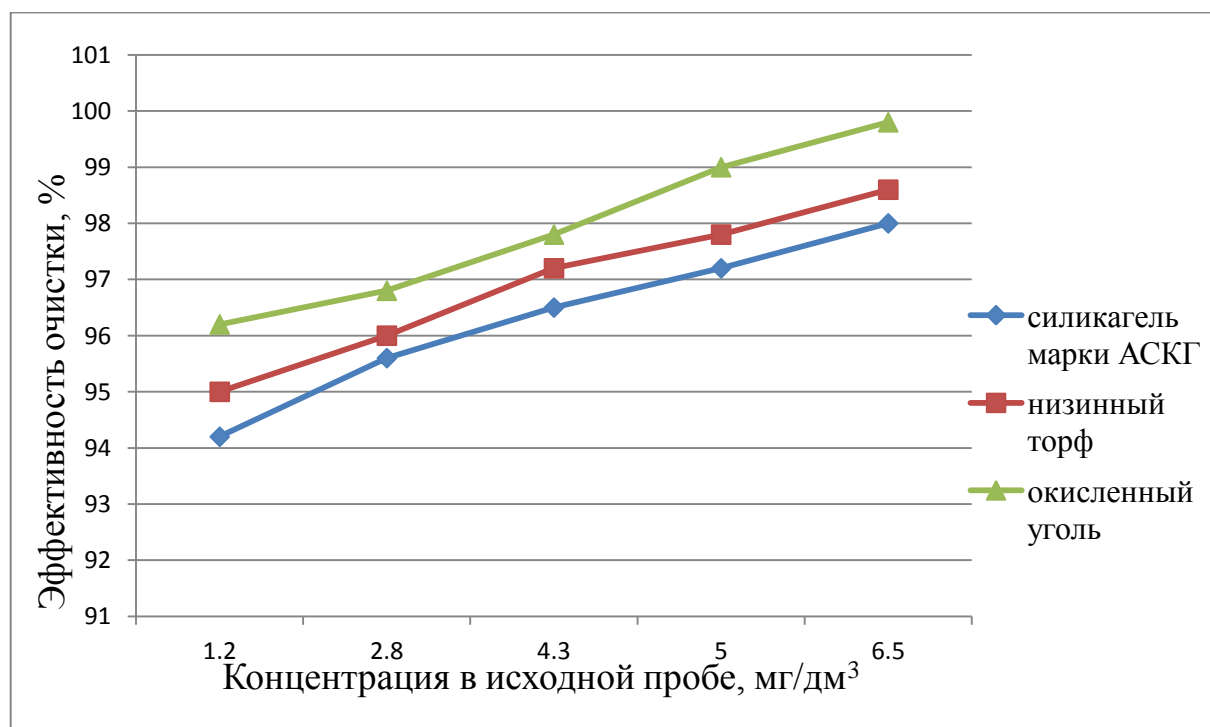


Рисунок 5.1 – Зависимость эффективности очистки воды от нефтепродуктов с использованием различных адсорбентов

Степень очистки нефтесодержащих сточных вод с помощью различных сорбентов изменяется достаточно сильно, что связано с качеством сорбирующих веществ.

По полученным результатам выявлено, что эффективность окисленного древесного угля, как сорбента достаточно высокая, и может составлять от 96,2 % до 99,8 %. Сделан вывод, что для очистки сточных вод от НП, стоит применять окисленный древесный уголь, как сорбент.

Таким образом, установлено, что природные материалы, обладающие сорбционными свойствами, широко распространены, недороги, следовательно, могут иметь практическое применение.

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

### **Введение**

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

### **6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### *6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования*

Целью очистки сточных вод от нефтепродуктов и оценки рисков его влияния, является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работника в процессе его трудовой деятельности.

Оценка рисков является составной частью системы управления охраной труда предприятия, направленной на формирование и поддержание профилактических мероприятий по оптимизации опасностей и рисков, в том числе по предупреждению аварий, травматизма и профессиональных заболеваний.

В данной выпускной квалификационной работе исследуется очистка сточных вод от нефтепродуктов. Объектом исследования является система очистных сооружений, отсюда можно сделать вывод, что потенциальными

потребителями результатов исследования являются все потенциально опасные объекты.

Сегментирование рынка услуг по использованию методики оценки рисков в результате процесса очистки сточных вод, можно выполнить по следующим критериям:

размер предприятия – предназначение методики анализа рисков существующих на предприятии.

Результатом сегментирования должно быть: определение основных сегментов данного рынка выбор сегментана на котором намерено ориентироваться промышленное предприятие; выявление сегментов рынка, привлекательных для предприятия в будущем.

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка услуг по использованию методики оценки рисков

Предназначение методики оценки рисков	Размер предприятия		
	Крупное	Среднее	Мелкое
Разработка паспорта безопасности опасного производственного объекта	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Определение опасных и вредных факторов в технологии производства и рабочего места	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Выбор и применение СИЗ на рабочем месте	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Применение знаков безопасности на рабочем месте	1,2,3	1,2,3	1,2,3

1 – лесоперерабатывающее предприятие;

2 – радиационно-опасный объект;

3 – транспортное предприятие.

Как видно из карты сегментирования, данная методика обладает высокой конкурентоспособностью, в силу своей необходимости и неуклонности потенциально опасных объектов в процессах очистки сточных вод. Это

обусловлено тем, что оценка рисков является наиболее эффективным превентивным мероприятием на промышленном предприятии.

При оценке рисков на промышленных предприятиях, учитываются не только неблагоприятные события и несчастные случаи, которые произошли ранее, но и опасности, которые пока не вызывают неблагоприятных последствий.

### **6.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В таблице 2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Таблица 2 - 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>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	3	1,5	1,2	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
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
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
<b>Итого</b>	<b>1</b>						

### 6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 –Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научноисследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научноисследовательского проекта:</b>
	<p>С1.Обеспечивает необходимое качество подготовки воды.</p> <p>С2.Наличие квалифицированного персонала, имеющего опыт работы в данной области.</p> <p>С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С4.Готовность и быстрая адаптация персонала к изменениям.</p>	<p>Сл1.Значительный износ сетей и сооружений.</p> <p>Сл2.Устаревшее оборудование.</p> <p>Сл3.Высокая степень износа оборудования.</p> <p>Сл4.Низкий уровень оплаты труда и отсутствие мотивации в эффективном управлении.</p>

<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В2.Появление спроса на данный вид исследования.</p> <p>В3.Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> <p>В4.Уменьшение значимости или достоинства конкурентных разработок.</p>	<p><b>Сильные стороны и возможности:</b></p> <p>Простота применения и адекватность разработки может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров.</p> <p>Кроме того, унифицированность и адекватность разработки может уменьшить конкурентноспособность других разработок.</p>	<p><b>Слабые стороны и возможности:</b></p> <p>1.Наработка и укрепление конкурентных преимуществ продукта.</p> <p>2.Модернизация оборудования.</p> <p>3.Внедрение технологии.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1.При отсутствии сервисного договора сильное влияние неформальных отношений.</p> <p>У2.Повышение требований к качеству продукции.</p>	<p><b>Сильные стороны и угрозы:</b></p> <p>1. Продвижение новой технологии с целью создания спроса.</p> <p>2.Внедрение менеджмента качества.</p>	<p><b>Слабые стороны и угрозы:</b></p> <p>1.Закрытие проекта.</p> <p>2. Дальнейшая проработка.</p>

## 6.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 4 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальной темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала и темы	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работа	

Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Анализ использующихся средств и методов	
	9	Систематизация и оформление информации	
Оценка полученных результатов	10	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	11	Заключение	Руководитель, студент

### 6.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования 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:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}, \quad (1)$$

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.

Для выполнения перечисленных в таблице 4 работ требуются специалисты:

инженер (И);

научный руководитель (НР).

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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

$t_{ожi}$  - ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

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

### 6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где  $T_{ki}$  - продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  - продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{кал}}$  - календарные дни (ТКАЛ = 366);

$T_{\text{вых}}$  - выходные дни (ТВД = 52);

$T_{\text{пр}}$  - праздничные дни (ТПД = 12).

$$k_{\text{кал}} = 366 / (366 - 52 - 12) = 366 / 302 = 1,212;$$

В таблице 5 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 5 – График проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни						Длительность работ, чел/дн.							
		$t_{\min}$		$t_{\max}$		$t_{\text{ож}}$		$T_{\text{pi}}$				$T_{\text{k}}$			
		НР		И		НР		И		НР		И		И	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Постановка задачи	НР	3	10	5	13	3,8	11,2	4,56	4,03	-	13,4	5,53	4,88	-	16,2
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	2	12	4	15	2,8	13,2	0,34	7,92	3,36	15,8	0,41	9,6	4,07	19,1
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	13	20	11,2	17	4,03	20,4	13,4	14,2	4,88	24,7	16,2	17,3
Разработка календарного плана	НР, И	2	3	4	5	2,8	3,8	0,67	4,56	3,36	-	0,81	5,53	4,07	-
Обсуждение литературы	НР, И	2	6	4	9	2,8	7,2	1,01	-	3,36	8,64	1,22	-	4,07	10,4
Проектирование структуры ПО	НР, И	15	10	20	13	17	11,2	20,4	4,03	14,2	13,4	24,7	4,88	17,3	16,2

Разработка ПО	НР, И	12	15	15	20	13,2	17	7,92	20,4	15,8 4	14,2 8	9,60	24,2 7	19,1 9	17,3
Тестирование ПО	И	6	2	10	4	7,6	2,8	-	0,67	9,12	3,36	-	0,81	11,0 5	4,07
Оформление расчетно -пояснительной записки	И	6	15	9	20	7,2	17	-	20,4	8,64	14,2 8	-	24,7 2	10,4 7	17,3
Оформление графического материала	И	2	3	5	5	3,2	3,8	-	4,56	3,84	-	-	5,53	4,65	-
Подведение итогов	НР, И	2	2	3	4	2,4	2,8	1,72	0,67	2,88	3,36	2,08	0,81	3,49	4,07
<b>Итого:</b>						74	78	<b>40,6 5</b>	<b>50,2 3</b>	<b>78,1 2</b>	<b>90,2 1</b>	49,2 7	60,2	94,6 8	80,6 5

### 6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) * \sum_{i=0}^m C_i * N_{расх\ i}, \quad (5)$$

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

$N_{расх\ i}$  - 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.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, руб	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Бумага	лист	150	100	2	2	345	230
Картридж для принтера	шт.	1	1	1000	1000	1150	1150
Ручка	шт.	1	1	20	20	23	23
Тетрадь	шт.	1	1	10	10	11,5	11,5
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	350	350	402,5	402,5
Дополнительная литература	шт.	2	1	400	350	920	402,5



Итого		2219,5	2135,5
-------	--	--------	--------

### 6.3.2 Основная заработная плата исполнительской темы

Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИР, включая премии и доплаты.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (7)$$

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

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (8)$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб.дн. (таблица 7)

Таблица 7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество рабочих дней:		
- выходные дни	51	102
- праздничные дни	12	12
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	250	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (9)$$

где  $Z_b$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_b$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	20390,0	0,3	0,5	1,3	47712,6	2137,5	21	44888,0
Исполнитель	14874,5	0,3	0,02	1,3	25524,6	1282,0	19	24357,1
<b>ИТОГО <math>Z_{осн}</math></b>								<b>69245,1</b>

#### 6.4 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (10)$$

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).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = 0,8; I_{\text{ф}}^a = 1,0$$

Таблица 9 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,28	5	4
2. Энергосбережение	0,32	4	4
3. Надежность	0,25	4	3
4. Материалоемкость	0,15	5	4
<b>ИТОГО</b>	1		

$$I_{\text{тп}} = 5 \cdot 0,28 + 4 \cdot 0,32 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,43$$

$$\text{Аналог} = 4 \cdot 0,28 + 4 \cdot 0,32 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,75$$

Интегральный показатель эффективности разработки  $I_{\text{финр}}^p$  и аналога  $I_{\text{финр}}^a$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^p}; \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (11)$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{4,43}{0,8} = 5,54; \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{3,75}{1} = 3,75.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.10) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ ):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} = \frac{5,54}{3,75} = 1,48 \quad (12)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{тэ}}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{тэ}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = 1,48.$$

Таблица 10 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1,0
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,43	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	5,54	3,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,48	

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## 7 Социальная ответственность

### Введение

Социальная ответственность предприятия складывается из нескольких факторов, и, несомненно, один из важнейших – охрана труда, обеспечивающая безопасность людей, и охрана окружающей среды (то есть мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу).

В основе концепции социальной ответственности лежит обеспечение безопасности труда работников компании, охрана здоровья сотрудников благодаря системе медицинского страхования, развитие человеческих ресурсов через программы обучения и подготовки, а также охрана окружающей среды путем внедрения комплексной системы управления.

Согласно природоохранному законодательству получены все разрешительные документы, направленные на недопущение экологически вредной производственной деятельности предприятия на окружающую среду.

На предприятии организовано постоянное наблюдение за воздушным бассейном и источниками выбросов вредных веществ в атмосферу, контроль качества воздушной среды осуществляется не только заводской лабораторией, но и сторонней аккредитованной организацией. Данные мониторинга на границе санитарно – защитной зоны свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха, на прилегающих к предприятию территориях соответствуют установленным нормативам.

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

### *7.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства*

К исследованию по данной выпускной квалификационной работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие теоретическое обучение и получившие доступ к самостоятельной работе. К работе допускаются лица мужского или женского пола. Лаборанту предоставляются индивидуальные средства защиты: хлопчатобумажный халат, резиновые перчатки, вкладыши для защиты органов слуха [43]. Время работы лаборанта определяется трудовым кодексом РФ. Оптимальное время работы в неделю – 40 часов.

### *7.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны*

Перед началом работы в лаборатории лаборант должен пройти вводный инструктаж и проходить повторный инструктаж не реже 1 раза в квартал. Помещения лабораторий следует содержать в чистоте и порядке. В шкафах, полках и лабораторных холодильных шкафах не допускается хранение вещей, не предназначенных для проведения исследований. На каждой емкости с химическим реагентом должна быть наклеена этикетка с названием вещества. Также необходимо соблюдать требования к работе с химическими реагентами и правила их хранения [43].

## 7.2 Производственная безопасность

Безопасность производственных процессов обеспечивается выбором технологического процесса, а также приемов, режимов работы и порядка обслуживания производственного оборудования и его размещения; распределением функций между человеком и оборудованием в целях ограничения тяжести труда.

При работах на сетях водоснабжения и канализации учитываются возможные специфические, опасные и вредные производственные факторы:

- загазованность колодцев, камер, коллекторов ядовитыми и взрывоопасными газами, что может привести к взрыву, отравлению или ожогам работников;
- возможность падения в колодцы, камеры емкостные сооружения при спуске в них, а также получения ушибов при открывании и закрывании крышек люков;
- опасные воздействия потоков воды при работе в колодцах;
- повышенная влажность в колодцах, камерах.

Во избежание возможности несчастного случая соблюдаются следующие основные правила:

- строгое соблюдение технологического режима, предусмотренного регламентом, производственными инструкциями;
- следить за исправным состоянием оборудования, арматуры, коммуникаций;
- осуществлять регулярный осмотр оборудования;
- следить за состоянием тепловой изоляции;
- следить за исправностью заземления.

В местах прохода через траншеи, ямы, канавы должны быть установлены переходные мостики шириной не менее 1,1 метра, со сплошной обшивкой внизу перил на высоту 0,15 метров с дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,5 метра от настила.

Работа в химико-аналитических лабораториях формирует следующие опасные и вредные факторы (таблица 1).



Таблица 1 - Опасные и вредные факторы при выполнении метода очистки производственных вод предприятия

Факторы (по 12.0.003-2015 [44])		Нормативные документы
Вредные	Опасные	
<p>повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>химические;</p> <p>отклонение параметров микроклимата</p>	<p>электрический ток;</p> <p>повышенная температура поверхностей оборудования;</p> <p>взрывоопасность и пожароопасность</p>	<p>ГОСТ 12.1.003–2014 [45]</p> <p>ГОСТ 12.1.029-80 [46]</p> <p>СП 51.13330.2011 [47]</p> <p>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [48]</p> <p>ГОСТ 12.1.007–76 [7] ГОСТ 12.1.008-76 [49]</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96 [50]</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82[51]</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2009[52]</p> <p>ГОСТ Р 51337-99 [53]</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 [54]</p> <p>ГОСТ 12.1.010–76 [55]</p>

## 7.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

### *Повышенный уровень шума на рабочем месте*

Источником повышенного шума на рабочем месте служат работающие вытяжной шкаф и насос вакуумный. Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха работника, а в редких случаях – к глухоте. Оценку уровня непостоянного шума следует производить по эквивалентному (дБА) и максимальному уровням звука (дБА). Для лабораторных помещений эквивалентный уровень звука не должен превышать 80 дБА [46].

Для минимизации воздействия шума на рабочем месте необходимо выполнение следующих мероприятий: использование индивидуальных средств защиты органов слуха, сокращение времени нахождения работника рядом с работающим оборудованием (если это возможно), использование технических средств (защитный кожух и др.) [47].

### *Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Причиной недостаточной освещенности рабочей зоны может являться слабое естественное освещение вследствие погодных условий и архитектурно-строительного положения помещения, а также тусклое искусственное освещение. Для данной работы использовалось естественное освещение, а также искусственное освещение (в темное время суток). В лабораториях имеются боковое естественное освещение и световые приборы общего освещения, установленные в верхней части помещения (искусственное освещение).

Недостаточность освещения может привести к напряжению зрения, ослаблению внимания и преждевременной утомляемости. Все эти причины могут приводить к несчастному случаю или профзаболеваниям.

Оценку уровня освещенности при естественном освещении производят по нормируемому значению коэффициента естественной освещенности – КЕО(%).

Для лаборатории в высшем учебном заведении и научно-технической лаборатории (в данной работе фотометрическая лаборатория) значение КЕО при естественном освещении составляет 1,5% [48].

Оценка уровня освещенности при искусственном освещении производится по нормированным значениям освещенности (лк). Значение общей освещенности для данных лабораторий должно составлять 400 лк [48].

Для защиты органов зрения от утомляемости при недостаточном естественном освещении необходимо пользоваться искусственным освещением, при этом должно соблюдаться достаточное и равномерное размещение осветительных приборов.

#### *Химические факторы*

Источником химического воздействия в лаборатории являются различные химические реагенты, используемые в процессе исследования: хлороформ, кислота соляная. Пары этих жидкостей могут спровоцировать раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. При длительном воздействии паров хлороформа наблюдаются ощущение сонливости, головокружения, в тяжелых случаях – торможение периферической нервной системы (онемение верхних и нижних конечностей).

Оценку уровня содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны производят по значению ПДК. ПДК хлороформа в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м<sup>3</sup> [56]. Для паров соляной кислоты ПДК в воздухе рабочей зоны составляет 5 мг/м<sup>3</sup> [57]. Вдыхание человеком газа высокой концентрации может вызывать болезни легких - пневмонию, отек легких, приводить к синдрому дисфункции дыхательных путей.

Для минимизации негативного воздействия на организм человека едких и летучих жидкостей помещение лабораторий необходимо оборудовать вытяжными шкапами. Емкости с токсичными жидкостями необходимо хранить в емкостях с герметичной пробкой. При длительной работе с данными

химическими веществами следует пользоваться индивидуальными средствами защиты: защитные очки, одноразовые маски.

#### *Отклонение параметров микроклимата*

Причиной неблагоприятных условий микроклимата в помещениях лаборатории является отклонение от нормы таких параметров, как: температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха. Повышение температуры возникает вследствие работы нагревательных лабораторных приборов (плитка, сушильный шкаф).

Повышение относительной влажности в помещении лаборатории может возникнуть вследствие работ по приготовлению питательной среды для культивирования микроорганизмов на нагревательной плите.

Повышение скорости движения воздуха в помещении может возникнуть в случае работы вытяжного шкафа при открытом окне или двери.

Неблагоприятные условия микроклимата могут привести к утомляемости, снижению внимания работника и оказаться причиной возникновения несчастного случая.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, указанным в таблице 2 применительно к категории работ Ib в холодный и теплый период времени года [50].

Таблица 2 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [50]

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	19,0 -20,9	23,1 -24,0	18,0 -25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 -21,9	24,1 -28,0	19,0 -29,0	15 - 75*	0,1	0,3

\*При температурах воздуха 25°С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5 СанПиН 2.2.4.548-96.

\*\*При температурах воздуха 26 - 28°С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6 СанПиН 2.2.4.548-96.

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях лабораторий необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию.

#### *Электрический ток*

Источниками опасности поражения электрическим током могут служить неисправные электроприборы и проводка помещения. Работа в таких условиях может привести к электротравмированию работника. Поражение электрическим током проявляется в судорожном сокращении мышц без потери сознания (первая степень) вплоть до летального исхода (четвертая степень).

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000В

с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000В с изолированной нейтралью не должны превышать значений (таблица 3) [51].

Таблица 3 - Предельно допустимые значения напряжений [51]

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св. 1,0
Переменный 50 Гц	U, В	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60	20
	I, А	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	6

Для уменьшения риска поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие меры безопасности: перед работой с электроприборами проводить их осмотр на предмет неисправности, не прикасаться к оголенным проводам, не заземлять провода дверями и т.п., не включать электроприборы в сеть мокрыми руками, штепсель необходимо держать за пластмассовую колодку.

#### *Повышенная температура поверхностей оборудования*

Источником высоких температур материальных объектов в лаборатории служат плита лабораторная нагревательная, сушильный шкаф лабораторный, а также нагреваемая в (на) них лабораторная посуда. Соприкосновение кожи с горячими поверхностями может привести к ожогам различной степени тяжести.

Для снижения риска получения ожогов необходимо избегать контакта с горячими поверхностями до их остывания. Если контакт с горячими поверхностями вынужденный – пользоваться индивидуальными средствами защиты (перчатки термостойкие резиновые).

### **7.2.2 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.

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.

Обо всех обнаруженных дефектах следует немедленно сообщить электрику. В случае перерыва в подаче электроэнергии электроприборы должны быть немедленно выключены.

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача [59].

#### *Пожарная безопасность*

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и

легковоспламеняющимися веществами – дополнительные средства пожаротушения.

В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара. Распоряжением по лаборатории из числа сотрудников назначается группа (3 – 5 человек), которая организует все противопожарные мероприятия. Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противоголоном, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории.

В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения. Курить разрешается только в отведенном и оборудованном для этой цели месте. Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки.

Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, закрыть газовые баллоны и воду во всех помещениях.

Для ликвидации небольших очагов пожара на территории объекта имеются первичные средства тушения пожара – огнетушители, ящики с песком, асбестовые одеяла (кошмы) [60].

### **7.3 Экологическая безопасность**

#### *7.3.1. Влияние процесса исследования на атмосферу*

В процессе работы в лаборатории используются летучие жидкости. Также используется пламя спиртовки для стерилизации различных поверхностей посуды (горлышки колб, пинцет) и марлевых пробок, вследствие чего может



образовываться незначительное количество дыма. ПДК хлороформа в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м<sup>3</sup> [57]. Для минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух все работы, связанные с использованием летучих жидкостей и пламени спиртовки, должны проходить при включенном вытяжном шкафе. Летучие жидкости следует хранить в стеклянных бутылках с герметичной пробкой вдали от источников тепла.

### *7.3.2. Влияние процесса исследования на гидросферу*

Летучие жидкости, используемые в процессе исследования, влияют и на гидросферу. Также после культивирования микроорганизмов остается отработанная питательная среда. Данные вещества не допускается сливать в бытовую канализацию. Для минимизации негативного воздействия на гидросферу отработанную питательную среду сливают в отдельную пластиковую емкость для дальнейшей стерилизации; отработанный «грязный» хлороформ сливают в пустую стеклянную бутылку с герметичной пробкой и передают на регенерацию.

### *7.3.3. Влияние процесса исследования на литосферу*

В процессе работы в лаборатории образуются следующие отходы: бумага (сухая), отработанная фильтровальная бумага, отработанные микроорганизмы, перчатки резиновые одноразовые. Для минимизации негативного воздействия на литосферу бумага (сухая) скапливается и отправляется на переработку. Отработанная фильтровальная бумага и отработанные микроорганизмы помещаются в мусорную корзину лаборатории и далее передается коммунальным службам.

## **7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### *7.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований*

В процессе работы в лаборатории возможны такие чрезвычайные ситуации техногенного характера, как взрывы и пожар. Пожар может возникнуть вследствие неаккуратного обращения с огнем при использовании

спиртовки (например, неосторожная стерилизация марлевых пробок над пламенем спиртовки), вследствие работы с легко воспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ), с нагревательными элементами электроприборов, а также вследствие работы с неисправными электрическими приборами и электропроводкой помещения лаборатории. Работа с неисправными электрическими приборами может привести и к взрывам.

#### *7.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС*

Для минимизации рисков возникновения пожароопасных и взрывоопасных ситуаций на рабочем месте необходимо соблюдать следующие меры безопасности: перед работой с электроприборами проводить осмотр на предмет их неисправности, хранение и работу с ЛВЖ производить вдали от горячих поверхностей нагревательных приборов и открытого огня, обеспечить рабочее помещение средствами противопожарной защиты – планом эвакуации людей при пожаре, углекислотными огнетушителями, автоматической установкой пожарной сигнализации и пожаротушения.

При возникновении ЧС необходимо обесточить помещение, провести эвакуацию людей, находящихся в здании, оповестить спасательные службы о ЧС. В случае небольшого пожара приступить к его ликвидации средствами пожаротушения, находящимися в помещении.

## Заключение

В ходе выполнения дипломной работы была определена эффективность очистки нефтесодержащих сточных вод с использованием метода количественного анализа содержания нефтепродуктов при помощи адсорбирующих веществ.

В работе проведена адсорбционная очистка воды от нефтепродуктов с использованием таких сорбентов как силикагель марки АСКГ, низинный торф 902-7 и древесный окисленный уголь. Данные сорбенты обладают рядом преимуществ: высокой механической прочностью, экологически безопасные, широким применением в разнообразных отраслях, высокой сорбционной ёмкостью, дешёвизной и надёжностью.

В качестве методики количественного химического анализа для определения состава нефтесодержащих сточных вод выбрана ПНД Ф 14.1:2.116-97. Очищаемая вода содержала НП концентрации от 1,2 до 6,5 мг/дм<sup>3</sup>. При этом остаточная концентрация при содержании 6,5 мг/дм<sup>3</sup> НП после адсорбции составила 0,2, 0,1 и 0,07 мг/дм<sup>3</sup> для силикагеля, торфа и угля, соответственно.

Степень очистки при увеличении начальной концентрации НП в воде растёт и при концентрации 6,5 мг/дм<sup>3</sup> составила 98,0 %, 98,6 % и 99,8 % для силикагеля, торфа и угля, соответственно.

Полученные результаты остаточной концентрации нефтепродуктов в воде сравнивались с нормативами предельно-допустимых концентраций, таким образом, соответствует нормам качества воды по ГОСТ 17.1.4.01-80, где ПДК сточной воды не более 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. В результате экспериментальных исследований все три сорбента могут быть использованы для очистки сточных вод от НП.

По визуальному анализу сточных вод после процесса адсорбции на торфе и угле вода, может быть преимущественно использоваться для удобрения

сельскохозяйственных культур, так как имеет специфический окрас и большое количество гуминовых кислот.

## Список использованных источников

- 1 Сребняк Е.А. Биопрепарат «Морской снег» для восстановления акваторий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, и его экологическая оценка // Экология и промышленность России. Изд-во: Калвис (М), том 9, с.42-44.
- 2 Фаргиев М.А. Система функционирования и перераспределения техногенных нефтепродуктов в сопредельных природных средах на объектах нефтегазового комплекса // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. с. 269-272.
- 3 Шамраев, А. В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А. В. Шамраев, Т. С. Шорина // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2009. — Вып. 6 (112). — С. 642–645.
- 4 Ушева Н.В., Кравцов А.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Моделирование технологии промысловой подготовки нефти // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308, № 4. – С. 127–130.
- 5 Кузубова Л. И., Морозов С. В. Очистка нефтесодержащих сточных вод / Отв. ред. д.т.н. Г. Р. Бочкарев. - Новосибирск, 1992. - 74 с.
- 6 Сироткина Е.Е., Новоселова Л.Ю. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. № 13. С. 359-337.
- 7 Жуков Д.В., Мурыгина В.П., Калюжный С.В. Кинетические закономерности биodeградации алифатических углеводов бактериями *Rhodococcus ruber* и *Rhodococcus erythropolis* // Прикладная биохимия и микробиология. 2007. Т. 43, № 6. С. 657-663.
- 8 Хаустов А.П. Охрана окружающей среды при добыче нефти/. А.П.Хаустов, М.М.Редина. — Москва: Дело, 2006. — 552 с.
- 9 Тамбулатова А. А. Управление ключевыми экологическими аспектами охраны окружающей среды при строительстве нефтяных и газовых скважин / А. А. Тамбулатова; науч. рук. Н. А. Алексеев // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность сборник трудов IV

Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 26-30 мая 2014 г.: в 2 т.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — 2014 . — Т. 2 . — [С. 234-236] .

10 O. Anomohanran. Estimating the Greenhouse Gas Emission from Petroleum Product Combustion in Nigeria. / O. Anomohanran // Journal of Applied Sciences. – 2011. – Vol. 11(17). – P. 3209-3214.

11 M.N.Hegazy. Monitoring some environmental impacts of oil industry on coastal zone using different remotely sensed data/ M.N.Hegazy, H.A.Effat // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. – 2010. – Vol. 13. – P. 63-74.

12 Kiely Uwe. Environmental Engineering; Irwin McGraw-hill. – 2006. – 718.

13 Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты гидросферы. Учеб. пособ. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 188 с.

14 Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов/С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов; Под ред. С.В. Яковлева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 335 с.

15 Гетманцев С.В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. Научное издание. Издательство АСВ. – М.: 2008. – 272 с.

16 Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир,2006. – 480 с.

17 Алексеев, Е. В. Основы технологии очистки сточных вод флотацией / Е.В. Алексеев.-М.:АСВ, 2016.- 407 с.

18 Яковлев С.В., Калицун В.И. Механическая очистка сточных вод: Учебник для вузов. - М.: Стройиздат, 1972. - 200с., ил.

19 Серебренникова, М. К. Биологические способы очистки нефтезагрязненных сточных вод (обзор) / М. К. Серебренникова, М. С. Тудвасева, М. С. Куюкина // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. — 2015. — Вып. 1. — С. 15–30.

- 20 Доливо-Добровольский, Л. Б. Микробиологические процессы очистки воды / Л.Б. Доливо-Добровольский. - М.: Издательство Министерства Коммунального хозяйства РСФСР, 2016. - 182 с.
- 21 Латыпова, Марина und Севостьянова Ольга Исследование процессов биохимической очистки токсичных сточных вод / Латыпова Марина und Севостьянова Ольга. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. - 469 с.
- 22 Маннанова, Гринада Васфиевна Методы Очистки Промышленных Сточных Вод / Маннанова Гринада Васфиевна. - Москва: СИНТЕГ, 2015. - 539с.
- 23 Динар, Фазуллин Методы очистки и утилизации водоземлюльсионных сточных вод / Фазуллин Динар , Геннадий Маврин und Рубен Мелконян. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. - 152 с.
- 24 Драгинский В. Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В. Л. Драгинский, Л. П. Алексеева, С. В. Гетманцев. - М. : [б. и.], 2005. - 576 с.
- 25 Баженов В. И. Современное технологическое обеспечение очистки сточных вод животноводческих комплексов / В. И. Баженов, В. В. Стыхин // Экология и промышленность России. - 2009. - № 1. - С. 24-28.
- 26 Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
- 27 Ксенофонтов Б. С. Интенсификация флотационной очистки сточных вод / Б. С. Ксенофонтов // Экология производства. - 2010. - № 1. - С. 43-52.
- 28 Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. – Барнаул, 2000.
- 29 Даценко, В. В. Очистка сточных вод в нефтепереработке / В. В. Даценко, Э. Б. Хоботова // Экология производства. - 2012. - № 12. - С. 65-69.
- 30 Каталитические реакции и охрана окружающей среды / Отв. ред. Д. Г. Батыр; А. Я. Сычев, С. О. Травин, Г. Г. Дука, Ю. И. Скурлатов. - Кишинев : Штиинца, 1983. - 271 с.

- 31 Баглай С.В. Биохимическая очистка промышленных сточных вод // ЭКиП: Экология и промышленность России.-2002.-№3.-С.9-11.
- 32 Вержичинская С.В. Химия и технология нефти и газа: Учебное пособие/С.В. Вержичинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин.-М.: Форум: Инфра-М, 2007.-400 с.: ил.-(Профессиональное образование).
- 33 Неймарк И.Е., Шейнфайн Р.Ю. Силикагель, его получение, свойства и применение. - Киев: Наукова думка, 1973. - 200 с.
- 34 Справочник по торфу/под ред. Б.Н. Соколова. – Л.:Химия, 2001. – 370с.
- 35 Клер В.Р. Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геолого-разведочных работах. М.: Недра,1975. - 319 с.
- 36 ПНД Ф 14.1:2.116-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных и сточных вод методом колоночной хроматографии с гравиметрическим окончанием.
- 37 ГОСТ 17.1.4.01 – 80 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
- 38 Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в диплом проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2014. - 299с.
- 39 Обзор статистики зарплат профессии/Trud[URL]: <https://tomsk.trud.com/salary/909/3831.html> (дата обращения 20.04.2019).
- 40 Воронина, М.В. Финансовый менеджмент: Учебник для бакалавров / М.В. Воронина. - М.: Дашков и К, 2015. - 400 с.
- 41 Щепетова, С.Е. Менеджмент и экономика качества: От естественного к формальному, от формального к естественному / С.Е. Щепетова. — М.: КомКнига, 2010. — 512 с.
- 42 В.А. Щербаков, Е.А. Приходько. Основы финансового функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 164 с.



- 43 Инструкция по охране труда для лаборанта аналитической лаборатории / Охрана труда в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/instructions/165/149144/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/165/149144/) (дата обращения 16.04.2019).
- 44 ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 45 ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.
- 46 ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
- 47 СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".
- 48 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
- 49 ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2).
- 50 ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
- 51 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 52 ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).
- 53 ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 54 ГОСТ Р 51337-99. Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей.

- 55 ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
- 56 ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
- 57 ГН 2.2.5.691-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 58 ГОСТ 3118-77 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия.
- 59 Кушелев В.П., Орлов Г.Г., Сорокин Ю.Г. Охрана труда в нефтеперерабатывающей промышленности. М: Недра, 1983. – 472с.
- 60 Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_148963/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148963/).