

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Электронного образования
Направление подготовки Химическая технология природных энергоносителей и
углеводородных материалов
Кафедра Химическая технология топлива и химической кибернетики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Адсорбция красителей в деятельном слое торфяной залежи

УДК 622.331:667.081.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д23	Тощева Галина Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маслов Станислав Григорьевич	К.т.н., с.н.с.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой ХТТ и ХК	Юрьев Егор Михайлович	К.т.н.		

Томск – 2017 г.

Запланированные результаты

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов сепарации.
P2	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке.
P3	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P4	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.
P5	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

Институт электронного обучения
 Направление подготовки (специальность) «Химическая технология природных
 энергоносителей и углеродных материалов»
 Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Юрьев Е. М.
 (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
3-2Д23	Тощева Галина Сергеевна

Тема работы:

Адсорбция красителей в деятельном слое торфяной залежи

Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.01.2017 г., № 496/С
---	-------------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25 мая 2017 г.
--	-----------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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></p>	<p>Характеристика верхних слоев торфяной залежи в междуречье Кёнга-Чузик.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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,</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Введение. 2) Обзор литературы: загрязнение таежной зоны при добыче нефти. 3) Аналитический обзор: нефтяные сорбенты. 4) Объекты и методы исследования. 5) Результаты и их обсуждение. 6) Финансовый менеджмент. 7) Социальная ответственность. 8) Заключение.

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	9) Список используемой литературы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1) Характеристика объекта исследования. 2) Результаты работы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г., к.э.н., доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Немцова О.А., ассистентка кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Экспериментальная часть	Архипов В.С., к.х.н., с.н.с.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18 января 2017 г.
---	--------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ХТТ и ХК	Маслов С.Г.	К.т.н., с.н.с.		18.01.2017 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д23	Тощева Галина Сергеевна		19.01.2017 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д23	Тощевой Галине Сергеевне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ХТГ и ХК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	ХТПЭ и УМ

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта.
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски.	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности.	Проведение оценки экономической эффективности исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
5. Сравнительная эффективность разработки

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д23	Тощева Галина Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д23	Тощевой Галине Сергеевне

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ХТТ и ХК
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	ХТПЭ и УМ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Научно-исследовательская работа проводилась в ТПУ на кафедре ХТТ. Адсорбция красителей в деятельном слое торфяной залежи.</p> <p>Приготовление образцов торфа (просев торфа через сито 3мм), определение влажности каждого образца торфа в сушильном шкафу; приготовление рабочих растворов красителей.</p> <p>Использование электрических приборов сушильные шкафы, лабораторные весы, перистальтический насос и фотоэлектроколориметр. Применяется для очистки сточных вод от разных органических примесей в том числе и нефтяных.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p>1.1. Вредные производственные факторы: токсичные и едкие вещества (ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ); Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548–96); повышенный уровень шума на рабочем месте (ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ);</p> <p>1.2. Электробезопасность</p> <p>В качестве основных мероприятий по защите при использовании электрических приборов применяют заземление оборудования. ГОСТ Р 50571.3-94; пожаровзрывобезопасность (причины: технологического режима эксплуатации; несоблюдение инструкций по промышленной безопасности и противопожарных правил. Средства пожаротушения: огнетушитель ОУ-2; огнетушитель ОХП; ОПС-10; асбестовое одеяло; ящик с песком; ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ</p>
--	--

<ul style="list-style-type: none"> - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу, литосферу. Разработать защиту от вредного воздействия загрязненной окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<ul style="list-style-type: none"> - Пожары, взрывы, угроза взрывов; - Пожаровзрывоопасность веществ и материалов; - Меры.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Работодатель обязан выполнять требования согласно статье 223-224 ТК РФ. 2. Размещение оборудования в помещении учебной лаборатории должно обеспечивать удобство и безопасность выполнения всех видов рабочей деятельности при проведении лабораторных работ.</p>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д23	Тощева Галина Сергеевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 85 страниц, рисунков 5, таблиц 30.

Ключевые слова: торф, слой, загрязнения, сорбент, адсорбция, концентрация, краситель.

Объект исследования представляет собой верховой сфагновый торф в активном слое, Васюганского месторождения Томской области в исходном состоянии. Работа выполняется на приготовленных растворах красителей.

Целью проводимой работы является выявление адсорбционной способности торфа. Для достижения этой цели было исследовано семь образцов торфа в исходном состоянии, определена адсорбционная активность торфа, исследовано влияние природы торфа, концентрации рабочих растворов красителей 400, 600 и 1000 мг/дм³ на процесс адсорбции.

Все изученные образцы торфа могут быть использованы для очистки мало концентрированных промышленных стоков от нефтяных загрязнений.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда. Шум;

2. ГОСТ 12.1.019 – 2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

3. ГОСТ 17.2.3.02 – 78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями;

4. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация;

5. ГОСТ Р 50571.3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током;

6. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение;

7. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях;

8. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

9. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения;

10. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования;

11. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;

12. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

13. ГОСТ 11305-2013 Торф и продукты его переработки. Методы определения влаги.

В настоящей бакалаврской работе применяются следующие сокращения:

ГПЗ – газоперерабатывающий завод;

ЗВ – загрязняющие вещества;

МК – метиловый красный;

МФ – метиловый фиолетовый;

НП – нефтепродукты;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

ПАВ – поверхностно-активные вещества;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

НИР - научно-исследовательская работа.

Оглавление

Введение.....	13
1 Загрязнение таежной зоны при добыче нефти (обзор литературы).....	15
1.1 Источники загрязнения	17
1.2 Загрязнение почв.....	19
1.3 Загрязнения поверхностных и подземных вод.....	20
1.4 Источники загрязнений атмосферного воздуха.....	22
1.5 Характерные загрязняющие вещества нефтегазового комплекса и их воздействие на человека.....	24
2 Нефтяные сорбенты (аналитический обзор).....	28
2.1 Классификация нефтяных сорбентов	30
2.2 Неорганические сорбенты.....	31
2.2.1 Углеродные сорбенты.....	31
2.2.2 Неуглеродные сорбенты.....	32
2.3 Биосорбенты.....	33
2.4 Синтетические сорбенты.....	33
2.5 Торф.....	34
2.6 Адсорбционные свойства торфа.....	35
3 Объекты и методы исследования.....	37
3.1 Характеристика объекта исследования.....	37
3.2 Методика проведения работы.....	38
3.2.1 Краткое описание методики исследования.....	38
3.2.2 Метод определения влажности (ГОСТ 11305–2013).....	39
3.2.3 Описание установки.....	40
3.2.4 Красители: метиловый фиолетовый и метиловый красный.....	40
3.2.5 Построение градуировочного графика фотоэлектроколориметра по МК и МФ.....	43
3.2.6 Проведение испытания.....	48
3.2.7 Обработка результатов.....	49

4	Результаты работы и их обсуждение	
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	51
5.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	51
5.2	SWOT-анализ.....	52
5.3	Планирование научно-исследовательских работ.....	56
5.3.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	56
5.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
5.3.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	58
5.4	Бюджет научно-исследовательской работы (НИР).....	61
5.4.1	Состав затрат, включаемых в себестоимость НИР.....	61
5.4.2	Формирование и расчет затрат, включаемых в себестоимость.....	61
5.4.2.1	Материальные затраты НИР.....	61
5.4.2.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	62
5.4.2.3	Основная заработная плата исполнителей темы.....	64
5.4.2.4	Отчисления во внебюджетные фонды.....	65
5.4.2.5	Накладные расходы.....	66
5.4.2.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	66
5.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	67
6	Социальная ответственность	
	Заключение.....	70
	Список используемой литературы.....	71

Введение

Загрязнение окружающей среды в последние годы стало одной из важнейших проблем человечества.

К наиболее характерным загрязнителям для различных средств относится нефть и нефтепродукты (НП), поверхностно-активные вещества (ПАВ), тяжелые металлы и др. В настоящее время для очистки биосферы от загрязнителей используются многочисленные варианты, используют механические, физико-химические, химические, биологические методы. Из физико-химических методов наибольший интерес представляет адсорбция. Процесс адсорбции, очень часто наблюдается в природе, находят все более широкое применение в промышленности, которая весьма эффективна, а при многоступенчатой организации процесса способна обеспечить очистку до любого требуемого уровня. В качестве сорбентов применяются как природные на растительной и минеральной основе (хлопок, мох, опилки, древесные стружки, древесная мука, пенка, солома, глина и др.), так и искусственные и синтетические материалы на основе вискозы, гидратцеллюлозы, синтетических волокон, термопластических материалов, пенополиуретана и др.

Особый интерес в этом отношении как основа дешевых, доступных и эффективных сорбентов широкого ряда загрязнителей биосферы представляет торф, который используется как самостоятельно, так и в модифицированном виде. Торф полезное ископаемое, возникает в процессе естественного отмирания и частичного распада болотных растений в условиях избыточного увлажнения и затруднённого доступа воздуха. Микроструктура торфа и состав ионогенных групп существенно зависят от вида, типа, степени разложения. Пористой структуре торфа характеризуется неравномерностью изменчивости пористого пространства под воздействием внешних условий.

Для оценки поглотительных свойств торфа по отношению к нефтепродуктам сточных вод могут быть использованы синтетические красители различных типов. Известно, что красители по своему химическому

строению относятся к органическим соединениям ароматического строения с полисопряженными цепями.

В водных растворах органические красители образуют ассоциаты различной сложности. Это их свойство позволяет использовать растворы красителей как модельные вещества для оценки адсорбционных свойств сорбентов по отношению к нефтепродуктам и другим загрязнителям сточных вод с близкими физико-химическими свойствами. К таковым относятся сточные воды предприятий пищевой промышленности (молокозаводы, скотобойни, рыбозаводы) и сельскохозяйственных комплексов. Применение красителей для оценки качества сорбентов обусловлено рядом методических преимуществ: стабильность состава красителей, простота приготовления растворов, высокая чувствительность, экспрессность и надежность фотоколориметрического определения концентрации красителей в растворе. В связи с этим красители широко используются для изучения процессов адсорбции в водных растворах[1].

1 Загрязнение таежной зоны при добыче нефти (обзор литературы)

Состояние окружающей природной среды является одной из наиболее острых социально-экономических проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека. Во всех развитых странах мира экологическая информация стала предметом особого внимания официальных властей всех уровней, политических партий и общественных движений, средств массовой информации и самых широких слоев населения, так как понимание сохранения природы в планетарном масштабе обрело однозначный смысл. Современное экологическое состояние территории России можно определить как критическое. Продолжается интенсивное загрязнение природной среды[11].

Проблемы экологической безопасности сегодня, как никогда, стоят перед человечеством. В настоящее время нефть и нефтепродукты подтверждены приоритетными загрязнителями окружающей среды. По степени воздействия на окружающую среду нефтедобывающие предприятия входят в десятку наиболее опасных. Неизбежный вынос на поверхность нефти и нефтепродуктов в результате аварий в процессе нефтедобычи приводит к гибели растений и деградации очень неустойчивых почв западной Сибири. Оно загрязняет практически все сферы окружающей среды – атмосферу, литосферу и гидросферу, причем не только поверхностные, но и подземные воды, геологическую среду. Все компоненты биосферы в районах нефтедобычи испытывают интенсивную техногенную нагрузку, приводящую к нарушениям равновесия в экосистемах.

В силу специфических условий формирования почвы Западной Сибири отличаются слабой эколого-геохимической устойчивостью к техногенным воздействиям и малым потенциалом для самоочищения и самовосстановления. Высокая чувствительность ландшафтов к техногенному воздействию, длительный срок их восстановления обуславливают необходимость проведения углубленных почвенно-экологических исследований с целью оценки последствий загрязнения почв нефтью. Обострение экологических проблем,

связанных, в первую очередь, с возросшей техногенной нагрузкой, определяет приоритетность изучения закономерностей трансформации почв как центрального звена экосистемы. В то же время научные подходы к проблеме рекультивации почв требуют выявления экологических последствий загрязнения, разработки обоснованных нормативов предельно допустимой нефтяной нагрузки на почвы, что в свою очередь, предполагает выяснение характера и скорости процессов трансформации нефти и самоочищения почвы[2].

Источниками загрязнения почвы в результате деятельности нефтегазовый комплекс могут быть: нефть, отработанные нефтепродукты и растворители, нефтяные шламы, поверхностно-активные вещества, кислые кубовые остатки, гудроны, отработанные твёрдые сорбенты и катализаторы, различные некондиционные жидкие продукты, смолы, тяжёлые металлы, их соли и хлориды, оксиды, сульфаты, сульфиды, активный ил биологических очистных сооружений, алюминий содержащие продукты, осадки сточных вод и др. В процессе буровых работ почва загрязняется буровым раствором, химическими веществами сточных и промывочных жидкостей, а также шламом[4].

Обычно загрязнения нефтью и нефтепродуктами приводят к значительным изменениям физико-химических свойств почв. Так, разрушение слабых почвенных структур и диспергирование почвенных частиц сопровождается снижением водопроницаемости почв. За счёт загрязнения нефтью в почве резко возрастает соотношение между азотом и углеродом, что нарушает корневое питание растений и ухудшает азотный режим. Кроме того нефть, попадая на поверхность земли и впитывается в грунт, сильно загрязняет подземные воды и почву, в результате чего плодородный слой земли в течение длительного времени не восстанавливается. Почва самоочищается очень медленно, путём биологического разложения нефти[4].

Вредное действие нефти на почву и растительность усиливается при наличии в ней высокоминерализованных пластовых вод. Сточные и пластовые

воды газовых и нефтяных промыслов, содержащие различные вредные вещества (соли, нефть, газ, и т.д.), из-за своей токсичности отрицательно действуют на растительность и живые организмы. При разливе высокоминерализованных вод на плодородный слой земли вероятный период восстановления почвы - около 20 лет.

1.1 Источники загрязнения

Предприятия нефтегазовой отрасли выполняют функции добычи, разведки, хранения газа, переработки, нефти и газового конденсата, поставки потребителям внутри страны и за рубежом углеводородного сырья. Во всех видах такой производственной деятельности окружающая природная среда используется как источник потребляемых природных ресурсов и как природная емкость для хранения углеводородного сырья, а также для сброса непригодных для дальнейшего использования на данном этапе развития производственных отходов, их хранения или захоронения[11].

Основными объектами загрязнения окружающей среды при бурении нефтяных скважин является: рабочая площадка; устье скважины и прискваженные участки; циркуляционная система; блоки приготовления, очистки, утяжеления и регенерации бурового раствора; блок химреагентов; склад для хранения сыпучих материалов, блок емкостей для запасного бурового раствора, насосный блок, дизельный привод, обвязка буровых насосов; обвязка водоснабжения, земляные амбары.

Источниками механических нарушений являются следующие технологические процессы: устройство насыпной площадки под буровую при кустовом строительстве скважин; снятие и складирование плодородного слоя земли при подготовке территории буровой; сооружение технологических площадок под оборудование буровой; устройство земляных котлованов для сбора и хранения производственно-технологических отходов бурения.

Источниками гидрогеологических нарушений являются технологические процессы, связанные с бурением скважин (загрязнения подземных вод и открытых водоемов, почвенно-растительного покрова).

Источники загрязнения условно можно разделить на временные и постоянные. К первой группе относятся утечки и фильтрация жидких отходов бурения из накопительных котлованов, сооружаемых в минеральном грунте. Ко второй группе следует отнести источники временного действия: поглощение бурового раствора при бурении; выбросы пластового флюида на дневную поверхность; затопление территории буровой вследствие паводка в период весеннего половодья или интенсивного таяния снегов и разлив при этом содержимого шламовых амбаров; нарушение герметичности зацементированного заколонного пространства, приводящее к межпластовым перетокам и заколонным проявлениям. Общим для них является то, что они носят вероятностный характер, а их последствия трудно предсказуемы[3].

Наибольшую опасность для объектов природной среды представляют производственно-технологические отходы бурения (БШ, ОБР, БСВ), которые хранятся и накапливаются непосредственно на территории буровой, как правило, в земляных амбарах (котлованах-отстойниках), устраиваемых в насыпном или минеральном грунте. Отходы в своем составе содержат широкий спектр загрязнителей органической и минеральной природы, а также химреагентов[3].

Экологическая безопасность процесса строительства скважин обеспечивается: организованным сбором всех видов отходов бурения и их локализацией в строго отведенном месте; переработкой отработанного бурового раствора с разделением его на шлам и воду; очисткой загрязненных стоков до нормативного уровня с использованием центрифуги и блока коагуляции-флокуляции; использованием очищенной (осветленной) воды в системе замкнутого (оборотного) водоснабжения буровой при условии, что она очищена до параметров, отвечающих требованиям, предъявляемым к оборотной воде. Очищенная техническая вода используется для технологических нужд буровой (приготовление бурового раствора, обмыв оборудования, приготовление пара и т.д.); использованием малоопасных химреагентов для обработки бурового раствора; накоплением бурового шлама в

бункере-накопителе с последующим вывозом шлама на полигон для захоронения.

1.2 Загрязнение почв

Из всех геофизических сред особое место в биосфере занимают почвы, в наибольшей степени обеспечивающие биологическую продуктивность биосферы и в то же время подвергающиеся наибольшему антропогенному воздействию и являющиеся одним из опасных звеньев циркуляции загрязняющих веществ.

В процессе сооружения скважин, при прокладке подъездных путей, строительстве земляных амбаров, отстойников и т.п. нарушается поверхностный слой плодородных земель, растительный и лесной покров вследствие механического нарушения почвенного покрова на территории землеотвода. Например, при транспортировке крупных блоков БУ с одной точки бурения на другую мощными тракторами и тяжеловозами перепахивается верхний слой земли, сдвигается растительность на всем пути следования. При передвижении блоков на расстояние 15 км на площади 10 га гибнет растительность, появляются пески и т.п. Особенно ранима тундра. Каждый рейс только автомашины по бездорожью в тундре летом приводит к протаиванию грунтов, проявлению термокарста, в результате которого образуются провалы, ямы, заполненные водой, и так называемые развеваемые пески. При этом вездеход и тем более автомашина не может второй раз пройти по проложенной колее, поэтому тундровые земли покрыты многочисленными колеями. Уменьшить нарушения поверхности тундры в летний период позволяет использование автомобилей на шинах арочного профиля, болотоходов (с малым удельным давлением на почву) и машин на воздушной подушке.

В целях снижения изъятия земельных ресурсов рекомендуется соблюдение следующих положений: отвод земель в краткосрочное или долгосрочное пользование под производственные объекты исходя из минимально необходимых размеров площадных и линейных объектов;

сокращение площадей изъятия земель путем сокращения числа буровых площадок за счет использования наклонно-направленного и кустового бурения, системы коридорной прокладки линейных коммуникаций; использование под объекты обустройства уже нарушенных или малоценных земель; передвижение автотранспорта и спецтехники по существующим дорогам; осуществление постоянного контроля над состоянием арендованных земель; возврат рекультивированных земель первоначальным землевладельцам.

Негативное воздействие на почвы оказывают следующие факторы: переформирование рельефа; сбор и накопление отходов бурения из-за ненадежной изоляции дна и стенок земляных амбаров; разгерметизация циркуляционной системы, емкостей с горюче-смазочных материалов; разгрузка, хранение химреагентов и других материалов для приготовления буровых растворов; производство сварочных и окрасочных работ; эксплуатация дизель-электрических станций и дизелей в качестве привода бурового оборудования; работа автотракторной спецтехники; утечки вредных веществ в процессе работы бурового оборудования; аварийные выбросы жидкого флюида; пожары.

Процесс загрязнения почвогрунтов отходами бурения разделяется на три стадии. Первая характеризуется незначительным проникновением компонентов отходов бурения в грунтовую среду и образованием поверхностного ареала загрязнения. На второй стадии происходит вертикальная инфильтрация жидких компонентов. Третья стадия характеризуется боковой миграцией загрязнителей.

Особого внимания заслуживает вопрос загрязнения торфяников, так как они занимают значительную территорию Западно-Сибирского региона, а по своим морфологическим признакам отличаются от почвогрунтов. Имеющиеся данные позволяют считать торф не только активным аккумулятором нефти, но и средством, интенсифицирующим биodeградацию углеводородов нефти, биомелиоративной добавкой, позволяющей реально сократить сроки восстановления нарушенных почвенных экосистем.

Изучение последствий загрязнения почвенно-растительного покрова отходами показывает, что на всех пораженных участках наблюдается лишь незначительное восстановление растительного покрова. Даже по истечении 15 лет растительность восстанавливается менее чем наполовину. Во всех случаях после разлива отходов бурения, особенно содержащих нефть, растительный покров практически полностью уничтожается, особенно мхи и лишайники. Основной причиной гибели растений является вытеснение кислорода из почвы[3].

Отработанные буровые растворы и шлам, не содержащие вредных компонентов, в отдельных случаях в небольшом количестве могут быть сброшены на песчаные и супесчаные почвогрунты.

Наибольшую опасность загрязнения почв представляют аварийные разливы жидких продуктов (нефть, ПАВ, концентрированные растворы солей, буровые сточные воды и прочее). Даже при наличии обваловок вокруг скважины жидкие отходы бурения с вредными компонентами способны фильтроваться через обваловку и грунт и, попав в ливневые, подземные и грунтовые воды, распространяться на значительные расстояния. В этих ситуациях происходит стойкое загрязнение почвенных покровов с существенными изменениями физико-химических, морфологических и агрохимических свойств почв. Происходит нарушение воздушного режима, водных свойств почв, резко снижается численность живых микроорганизмов. Процесс самоочищения протекает медленно, особенно заторможены процессы на дерново-подзолистых почвах и лугово-черноземных мерзлых почвах тайги[3].

1.3 Загрязнения поверхностных и подземных вод

Под загрязнением вод понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ[3].

Огромны масштабы нефтяного загрязнения природных вод.

Источники нефтяного загрязнения разнообразны: промышленные стоки, аварии судов, прорывы нефти на буровых установках и др. Существенно, хотя

и редко упоминаемый источник поступления нефти в природные воды – естественное просачивание её по трещинам в горных породах[4].

Нефтепродукты чрезвычайно токсичны; так, нефтяная пленка, изолирующая воду от воздуха, приводит к гибели живых организмов в воде[3].

К наиболее наглядным последствиям нефтяного загрязнения относится гибель водоплавающих птиц и некоторых видов животных, обитающих в пресных и морских водах, загрязнение пляжей, прекращение или сокращение рыболовства на загрязняемых акваториях. Однако наибольшую опасность представляет воздействие нефтепродуктов на экологию водных объектов[4].

Поступившая в воду нефть образует слой вначале на поверхности, при этом легкие углеводороды начинают испаряться. Постепенно нефть вовлекается в турбулентное движение вод, смешиваясь с ними, и через некоторое время большая часть нефти сосредотачивается в водных массах. Вначале в водный раствор переходят жирные, карбоновые и нафтенновые кислоты, а также фенолы, крезолы. Через несколько суток после поступления нефтепродуктов в воду в результате химического и биохимического разложения образуются другие растворимые соединения – окисленные углеводороды, токсичность которых значительно выше, чем уне окислённых[4].

Все больше загрязняются моря промышленными отходами и сточными водами, содержащими значительное количество органических отходов. Нередко реки играют роль продолжения канализации и выносят большую часть стоков в моря. Загрязнение Мирового океана приняло угрожающие размеры.

1.4 Источники загрязнений атмосферного воздуха

Источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на источники выделения и источники выброса загрязняющего вещества.

Источник выделения загрязняющего вещества (ЗВ) - объект (агрегаты, машины или технологические процессы, технологические установки), в котором возникает и из которого выделяется загрязняющее вещество, но не поступает на этой стадии в атмосферу.

Источник выброса загрязняющих веществ - объект (установка, устройство, механизм), от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу.

Организация выбросов ЗВ в атмосферу осуществляется по схеме: источник выделения - установки очистки, обезвреживания и утилизации – источник выброса.

К технологическим объектам, способным выделять загрязняющие вещества в атмосферу, относятся: скважины, буровые установки, газовые промыслы; подготовки нефти и установки сбора, газа и конденсата; нефте- и газоперерабатывающие заводы (НПЗ, ГПЗ); компрессорные станции; линейная часть магистральных газопроводов; морские платформы; станции подземного хранения газа; газораспределительные станции; энергетические установки (электростанции, котельные, дизели и т.д.); заводы газовой аппаратуры, механические и ремонтные заводы[11].

Таким образом, в нефтегазовом комплексе выделяются пять подотраслей, влияющих на загрязнение атмосферного воздуха - бурение, добыча углеводородного сырья, переработка, транспорт и хранение газа и конденсата. Доля выбросов пятой подотрасли незначительна в общем объеме загрязняющих веществ комплекса, а источники выбросов, такие же как и в машиностроении и металлообработке[11].

При неисправности какого-либо элемента промысловых установок скважина на время устранения переводится на свечу, так как выкидные линии скважин не рассчитаны на высокое устьевое давление. Это вызывает значительные потери газа в атмосферу.

Технологические потери в атмосферу на перерабатывающих заводах имеют место: на атмосферно-вакуумных установках при нарушении технологических процессов на установках очистки и осушки газа, стабилизации конденсата; при нарушении правил технической эксплуатации технологических установок ГПЗ (установок получения серы, установок дегазации жидкой серы, производство печного, канального, термического техуглерода и др.), при

утечках через не плотности. Резервуары для хранения углеводородного сырья также являются источником технологических потерь.

Выброс в атмосферу осуществляется из заводских резервуаров через специальные дыхательные клапаны при небольшом избыточном давлении паров нефти (нефтепродукта) или при вакууме в резервуаре, а также через возможные не плотности в кровле резервуара и открытые люки. При заполнении резервуара сырьем в атмосферу из газового пространства вытесняются пары легких углеводородов[11].

Известно, что основные причины потерь при дальнем транспорте газа – его утечки вследствие негерметичности газопроводов и запорных устройств и выпуска газа в атмосферу при проведении ремонтных работ и продувок.

1.5 Характерные загрязняющие вещества нефтегазового комплекса и их воздействие на человека

Все объекты в нефтегазовой отрасли при соответствующих условиях загрязняют окружающую среду множеством опасных вредных веществ разной экологической значимости. Помимо собственных природных углеводородов, их спутников, в составе загрязнителей содержатся многочисленные реагенты, продуктов переработки, ПАВ, катализаторы, ингибиторы, вещества, кислоты, щелочи, образующиеся при сжигании, химическом превращении и т.д. [11].

Воздействия нефтепродуктов на организм человека зависит от их фракционного и углеводородного состава, а также от сочетания углеводородов, входящих в их состав[4].

Токсичность смеси углеводородов в составе нефтепродуктов выше токсичности отдельных компонентов смеси. Значительно возрастает токсичность нефтепродуктов при переработке высокосернистых и сернистых нефтей. Наиболее вредной при переработке нефтей, содержащих сернистые соединения, является комбинация сероводорода и углеводорода. Комбинированное действие сероводорода и углеводородов проявляется быстрее, чем при изолированном действии углеводородов[11].

Действие на организм человека, прежде всего порождает центральную нервную систему, в первую очередь страдает промежуточный мозг, как высший центр вегетативной нервной системы. Углеводороды могут влиять на эндокринный аппарат организма, сердечно-сосудистую систему, приводит к снижению в крови содержания гемоглобина и эритроцитов[4].

Действие на организм паров сырой нефти зависит от ее состава. Нефть, бедная ароматическими углеводородами, по действию приближается к бензинам. Пары сырой нефти малотоксичны. Большее воздействие оказывает соприкосновение с жидкой нефтью кожи человека, вследствие чего могут возникать дерматиты и экземы[11].

Бензины поступают в организм главным образом через дыхательные пути, всасываются в кровь из желудочно-кишечного тракта. Токсичность действие бензинов связано, в первую очередь, с их способностью растворять жиры и липоиды. Бензины могут вызывать острые и хронические отравления, иногда тяжелые – со смертельным исходом. При остром отравлении состояние человека напоминает алкогольное опьянение (при концентрации паров бензина в воздухе 0,005-0,01 мг/м³), при 0,04 мг/м³ почти мгновенно наступает смерть. Частные повторные отравления приводят к нервным расстройствам. Бензин поражает центральную нервную систему, кожный покров, действует на сердечно – сосудистую систему, процессы обмена[4].

Все виды бензина обладают более или менее выраженным запахом. Интенсивность запаха бензина зависит от его химического состава. Особенно неприятным и резким запахом отличается бензин, содержащий много непредельных углеводородов и сернистых соединений[11].

Керосин. Общее действие на организм человека керосином сходно с действием бензина, токсические концентрации паров керосина и бензина близки по значениям. Раздражающее действие паров керосина на слизистые оболочки выражается даже сильнее. Керосин действует на кожу, вызывая дерматиты и экземы[11].

Предельные углеводороды среди органических соединений наиболее инертны, они являются сильными наркотиками, кроме того вызывают покраснение, зуд, пигментацию кожи[4].

Характерна неустойчивость реакций центральной нервной системы, возникающих под влиянием паров некоторых предельных углеводородов. Такое действие проявляется не только при высоких концентрациях, но и при воздействии низких, пороговых. Присутствие сероводорода и повышенная температура усиливают токсичность предельных углеводородов[11].

Природный газ при содержании в воздухе 20% не оказывает токсического действия, поэтому считается безвредным. Главная опасность здесь связана с удушьем при недостатке кислорода, когда за счет высокой концентрации метана в воздухе резко снижается удельное содержание кислорода. В целом его действие идентично действию предельных углеводородов. В то же время следует отметить, что из числа последних метан – наименее токсичный. С увеличением в предельном углеводороде числа атомов углерода его токсическое действие возрастает[4].

Природные газы, содержащие сероводород, очень токсичны. Известно большое число тяжелых и молниеносных отравлений этими газовыми смесями[11].

Оксид углерода (CO) – бесцветный газ без запаха и вкуса – не оказывает, по видимому, никакого воздействия на поверхности материалов, на жизнедеятельность высших растений. Однако многочисленные исследования показали, что высокие концентрации его могут привести к физиологическим и патологическим изменениям и даже к неожиданной смерти. Оксид углерода – токсичный газ, вызывающий головную боль, головокружение, рвоту, одышку, замедление дыхания, судороги и летальный исход, поэтому установлены жесткие предельно-допустимые его концентрации: в рабочих помещениях – 20 мг/м³; в воздухе населенных пунктов максимально разовая – 3 мг/м³, среднесуточная 1 мг/м³. Оксид углерода можно считать вдыхаемым ядом, который лишает ткани тела необходимого им кислорода[4].

Вследствие этого у человека наступает аноксемия, отражающаяся, прежде всего, на центральной нервной системе. При вдыхании оксида углерода усиливается атеросклеротический процесс.

При разных концентрациях и в зависимости от времени воздействия оксида углерода на организм человека проявляются различные симптомы отравления: снижение слуха, цветовой и световой чувствительности зрения, появление болей в области лба и затылка, тошнота, ослабление дыхания и сердечной деятельности, потеря сознания, рвота, смерть[4].

Диоксид углерода (CO_2) – бесцветный, тяжелый, малореакционноспособный газ. При умеренно низких температурах обладает слегка кисловатым запахом и вкусом. ПДК CO_2 в воздухе составляет 1%. При концентрации 4-5% CO_2 раздражающе действует на организм, значительно учащая частоту дыхания; при 10% вызывает сильное отравление. Повышенное содержание CO_2 в атмосфере может привести к появлению слабости, головокружения, вызвать головную боль, повышенное кровяное давление, расстройство дыхания, сердцебиение, частый пульс; в больших концентрациях – наркотическое, раздражающее действие, общее угнетение, удушье[4].

Сернистые соединения. Профессиональная вредность сернистых соединений определяется наиболее токсичными ингредиентами газовыделений из многосернистой нефти, природного газа и конденсата[11].

Сероводород (H_2S) – бесцветный горючий высокотоксичный газ, имеющий характерный запах тухлых яиц, является нервно-паралитическим ядом. ПДК сероводорода в воздухе рабочих помещений составляет 10 мг/м^3 , а среднесуточная ПДК в воздухе населенных пунктов – $0,008\text{ мг/м}^3$. Порог ощущения запаха H_2S у человека соответствует $1 - 3 \cdot 10^{-2}\text{ мг/м}^3$, при 4 мг/м^3 ощущается значительный запах и головная боль; боль в глазах возникает при концентрации 6 мг/м^3 , если период вдыхания составляет 4 ч. При вдыхании H_2S в концентрации 1000 мг/м^3 отравление развивается почти мгновенно (судороги, потеря сознания) и заканчивается быстрой смертью от остановки дыхания[4].

Прямой пропорциональности между концентрацией сероводорода и интенсивностью запаха не существует. Напротив, при большой концентрации ощущение запаха газа становится более слабым и даже исчезает, по-видимому, вследствие паралича окончаний обонятельного нерва.

Сероводород – один из наиболее токсичных загрязнителей атмосферы, выбрасываемых объектами нефтегазового комплекса[4].

Диоксид серы (SO₂) - бесцветный газ с резким запахом – губительно влияет на здоровье человека, растительный и животный мир, разрушает металлы, краску, кожу, строительные материалы, бумага, текстильные ткани. Вызывает общетоксическое, раздражающее, эмбриотоксическое действие: раздражает глаза, дыхательные пути, кроветворные органы; вызывает слезотечение, кашель, головную боль, одышку, слабость, спазм бронхов[4].

Порог раздражающего действия диоксида серы находится на уровне 20 мг/м³. Острое токсическое действие проявляется при более высоких концентрациях – выше порога раздражения. При концентрации 20-60 мг/м³ диоксид серы раздражает слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, вызывает кашель, чихание, покалывание в носу; при 120 мг/м³ вызывает одышку, синюшность; человек переносит эту концентрацию только в течение трех минут. Воздействие в течение одной минуты SO₂ в концентрации 300 мг/м³ человек теряет сознание[11].

Из всех перечисленных вредных веществ сероводород, диоксид серы, являются наиболее распространенными в природных сероводородах содержащих газах. Они могут выделяться на всех стадиях технологического процесса, что определяет их высокую опасность[11].

2 Нефтяные сорбенты (аналитический обзор)

Увеличивающиеся масштабы производства и повышение требований к качеству воды диктуют поиск все более эффективных способов удаления загрязнений из природных, попутно-добываемых и сточных вод производств различного назначения и, прежде всего нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего комплекса, возврата очищенных стоков для

повторного их использования. Нефтяное загрязнение отличается от других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постоянную, а залповую нагрузку на среду, вызывая ее быструю ответную реакцию. При оценке последствий такого загрязнения не всегда можно однозначно судить о возможности возврата экосистемы к ее устойчивому состоянию. Во всех мероприятиях, связанных с ликвидацией загрязнения, с восстановлением экосистемы, необходимо исходить из главного принципа: не нанести экосистеме больший вред, чем тот, который уже нанесен при загрязнении. Среди методов, успешно применяющихся для решения этой задачи, сорбционная очистка воды является одним из наиболее эффективных способов. К преимуществам сорбционного метода можно отнести: возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом[5].

Под сорбционной очисткой воды обычно подразумевается сорбция вещества на поверхности или в объеме твердого материала. Любое тело в пространстве ограничено поверхностью, и, следовательно, вещество его потенциально является сорбентом. Однако в практике очистки воды используются лишь сорбенты с развитой или специфической поверхностью, применение которых значительно эффективнее.

Производства любого сорбента, даже из отходов, - это особый технологический процесс, рентабельность которого напрямую зависит от производительности установок. На локальных очистных сооружениях, где расходуется всего 1...10 тонн сорбента в год и регенерация его нецелесообразна, можно использовать природные углеродные сорбенты: кокс, бурый уголь и торф. Сорбционная емкость этих материалов в 3...10 раз ниже, чем у промышленных активных углей, однако их низкая стоимость, доступность и возможность дальнейшего использования в качестве топлива позволяют широко использовать их для предварительной и тонкой очистки вод.

2.1 Классификация нефтяных сорбентов

Для производства нефтяных сорбентов используют огромное количество материалов, из которых в настоящее время уже созданы сотни различных товарных продуктов. Однако поток материалов, предлагаемых для производства сорбентов, все время нарастает, и для того чтобы разобраться во всем многообразии этих материалов и выбрать из них наиболее оптимальные для своей практической деятельности, необходимо уметь пользоваться той или иной классификационной схемой сорбентов.

Все многообразие сорбентов можно разделить на две основные группы – абсорбенты и адсорбенты.

Абсорбенты – это материалы, для которых характерен диффузионный процесс поглощения нефти и нефтепродуктов всем своим объемом. Эффективность данного процесса прежде всего зависит от химического родства материалов сорбентов и впитываемой жидкости, а также от структуры вещества абсорбента. Впитывание нефти в абсорбент протекает в результате начальной быстропротекающей адсорбционной стадии, при которой нефть смачивает поверхность абсорбента, а затем более медленно проникает в пористую структуру материала и заполняет все имеющиеся пустоты под действием, в основном, капиллярных сил [5].

Адсорбенты – это материалы, для которых характерен процесс поглощения, или связывания, нефти путем физической поверхностной адсорбции. Явление адсорбции возникает из-за наличия взаимного притяжения между молекулами адсорбента и нефти на границе раздела соприкасающихся фаз. В связи с этим количество поглощаемого данным материалом вещества прежде всего зависит от их свободной площади и свойств поверхности [5].

Процесс адсорбции в реальных условиях доминирует лишь только в случаях очистки поверхностных водоемов от тонких молекулярных пленок нефти и нефтепродуктов. В случае применения порошковых адсорбентов для очистки сильно загрязненной нефтью поверхности воды наряду с процессом адсорбции протекает процесс сгущения нефти вследствие образования суспензии

гидрофобных частиц в жидкой фазе. Порошковые гидрофобные материалы в данном случае выступают как вещества-сгустители. При контакте твердых олеофильных частиц с большим количеством нефти вокруг них образуются мицеллы, взаимодействующие между собой с образованием своеобразной сетчатой структуры, что значительно увеличивает вязкость суспензии в целом, приводя при достижении больших концентраций порошковых адсорбентов в нефти к образованию достаточно плотных конгломератов[15].

Поглотительная способность сорбентов зависит как от свойств непосредственно самого сорбента, так и от условий его применения. Максимальную поглотительную способность сорбенты проявляют при избыточном количестве поглощаемого нефтепродукта. Поглотительная способность сорбентов будет непосредственно зависеть от толщины поглощаемого слоя нефти[5].

Классификация нефтяных сорбентов может быть осуществлена и по другим признакам, в частности по исходному сырью, по характеру смачивая водой, по пористой структуре, по дисперсности, по назначению, по плавучести, и по структуре.

2.2 Неорганические сорбенты

2.2.1 Углеродные сорбенты. Для сорбционной очистки воды используют множество материалов естественного и искусственного происхождения, однако, чаще других применяют активные угли.

Активные угли – это пористые твердые тела, пустоты которых соединены между собой так, что структура их напоминает структуру древесины. В зависимости от условий формирования все активные угли обладают моно- или полидисперсной системой. Они состоят из множества беспорядочно расположенных микрокристаллов графита, образовавшихся в результате сочетания углеродных атомов при нагреве углеродсодержащего сырья. Размеры этих кристаллов составляют 1,8...2,6 нм в диаметре и 0,7...1 нм по высоте[5].

В настоящее время для сорбции водных растворов используют порошкообразные и гранулированные угли, а также углеродные волокна[12].

К порошкообразным активным углям относят углеродные сорбенты с размером частиц 0,07...0,12 мм. К основным преимуществам порошкообразных активных углей относится их низкая стоимость и хорошая кинетика сорбции, а значительная площадь внешней поверхности обуславливает эффективную сорбцию даже макромолекул красителей, белков и жиров[15].

Гранулированные активные угли имеют размер частиц 0,07...7 мм. В зависимости от размера пор они с успехом могут быть использованы для извлечения из воды загрязнений с различным размером молекул, грубодисперсных примесей и смесей полидисперсного состава (бытовые сточные воды)[15].

Исходным сырьем для производства активных углей может служить практически любой углеродсодержащий материал: древесина, уголь, полимеры, целлюлозно-бумажной, отходы пищевой и других отраслей промышленности[5].

Физико-химические и механические свойства активных углей не всегда удовлетворяют современным технологическим требованиям – они недостаточно прочны, малоэффективны при извлечении диссоциирующих и полярных молекул, а их регенерация возможна только при условии соблюдения жестких требований. В связи с этим все последующие усилия исследователей были сориентированы в направлении на создание сорбентов, лишенных недостатков активных углей[15].

2.2.2 Неуглеродные сорбенты. Породы, которые формируют земную планету и исследованы на данный момент, сложены относительно небольшим числом минеральных видов из известных минералогом почти 3000 видов и разновидностей минералов. Наиболее распространенные порообразующие минералы представлены силикатами, но выделяются также сульфиды, оксиды, гидроксиды, карбонаты, галогениды и фосфаты [5].

Из этого ассортимента породообразующих минералов в качестве природных сорбентов в настоящее время востребовано только ограниченное их количество и, прежде всего, цеолиты, глинистые породы, фосфаты, пироксеноиды и некоторые другие материалы. Использование таких минеральных сорбентов обусловлено достаточно высокой их сорбционной емкостью, избирательной, катионообменными свойствами некоторых из них, сравнительно низкой стоимостью и доступностью (иногда – как местного материала). Обладающие свойствами сорбентов, известны только в некоторой части групп минералов. Ввиду недостаточной изученности, не выявлены все минералы, способные обладать сорбционными свойствами. Помимо этого по тем или иным причинам часть минералов в настоящее время непригодна для производства из них сорбентов[15].

2.3 Биосорбенты

Под понятием биологические сорбенты подразумевают сорбенты, иммобилизированные культурами микроорганизмов, обеспечивающих биологическое разложение нефти и нефтепродуктов.

Природные экосистемы в ходе эволюции постоянно сталкиваются с такими загрязнителями, как нефтяные углеводороды. Наиболее перспективной, на наш взгляд технологией очистки воды от нефтяных загрязнений является комплексная технология, включающая использование природных органических сорбентов и биопрепаратов. Главной и основной составляющей процесса очистки воды от нефтяных загрязнений, являются биодеградация нефти углеводородокисляющими бактериями[5].

2.4 Синтетические сорбенты

Синтетические органические сорбенты (особенно пористые) находят все более широкое применение для сбора разлитой нефти и нефтепродуктов, поскольку доступны, производятся в промышленных масштабах и часто являются отходами производства.

Варьируя исходными компонентами при синтезе пористых материалов, можно получать адсорбенты, с заранее заданными свойствами: гидрофильными

или гидрофобными. Наиболее гидрофобными адсорбентами являются материалы, полученные на основе дивинилбензола и стирола. Сополимеры метилметакрилата и стирола, винилпиридина и фенолоформальдегида, винилпиридина и дивинилбензола более гидрофильны и поэтому, вероятно, особенно пригодны для адсорбции из растворов гидрофильных соединений[15].

2.5 Торф

Одним из широко используемых направлений в практике создания и использования сорбентов являются сорбенты на основе торфа. Значительная доля запасов торфа приходится на Россию.

Торф – это многокомпонентный природное образование, состоящее из остатков болотных растений, имеющее в своем составе различные минеральные и органические соединения.

В состав минеральной части торфа в наиболее значимых количествах входят следующие элементы: SiO_2 , CaO , MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , P_2O_5 , SO_2 . На долю перечисленных элементов приходится 98...99 % золы. Органическая часть торфа состоит из органических остатков, не потерявших естественного строения, и гумуса, или перегноя. Гумусом называют комплекс относительно устойчивых, обычно темноокрашенных органических соединений почвы, образовавшихся в результате биологических и биохимических превращений остатков отмерших растительных и животных организмов.

Групповой состав органического вещества торфа разнообразен и представлен преимущественно следующими соединениями: азотистые вещества (алкалоиды, белки, хлорофилл); углеводы (гемицеллюлоза, клетчатка, крахмал, пектины, хитин); липиды, лигнин (воска, жиры); гуминовые и фульво-кислоты; дубильные вещества, зола и смолы. Органическое вещество торфа состоит из кислорода, углерода, водорода, серы и азота. Для торфа в целом содержание этих элементов состоит в пределах 48-65% С; 4,7-7,3% Н; 0,02-1,2% S; 0,5-4% N; 24,7-45,2% О. Общее содержание

неорганической части оценивают показателем зольности (в %). Количество золы в торфе и ее состав определяются водно-минеральным режимом торфообразования.

Торф подразделяют в зависимости от растительности и условий образования, рассматривая два основных типа торфа –верховой и низинный. Верховой торф образован олиготрофной растительностью (сосна, пушица, сфагнум) при переувлажнении, вызванном преимущественно атмосферными осадками. Он беден зольными элементами (2-4%); его окраска изменяется с повышением степени разложения от светло-желтой до темно-коричневой. Верховой торф используется как топливо или для теплоизоляции. Низинный торф образован эуτροφной растительностью (ольха, осока, зелёный мох) при переувлажнении грунтовыми водами. Зольность его -6-18%; преобладают серые оттенки, переходящие в землисто-серый цвет. Он представляет хорошее удобрение. Кроме этого, выделяют торф переходного типа, который образован при переувлажнении грунтовыми водами. Он беден минеральными солями, зольность его составляет 4-6%.

2.6 Адсорбционные свойства торфа

Основу торфа составляют остатки растений-торфообразователей – твердых высокополимеров целлюлозной природы и продукты их распада. Кроме органической части, содержатся в торфе минеральные компоненты, неорганическая часть представлена нерастворимыми минералами разной природы, адсорбционными образованиями минералов с гуминовыми веществами и другими продуктами распада, неорганическими компонентами торфяной воды, ионообменными гетерополярными органоминеральными соединениями и комплексно-гетерополярными производными. В целом в торфе весь этот органоминеральный комплекс находится в динамическом равновесии с водным раствором низко- и высокомолекулярных веществ – с торфяной водой [3].

Твердое вещество торфа, формирующееся в результате биохимического распада растений, состоит из высокомолекулярных соединений различной

химической природы: гуминовых веществ, гемицеллюлозы, лигнина, целлюлозы и др. Химический разнородный комплекс в торфообразовательном процессе претерпевает ряд сложных превращений и изменений, в результате которых продуцируются гуминовые вещества. Гуминовые вещества, водорастворимые, легко- и трудногидролизуемые углеводы, а также лигнин (негидролизуемый остаток) составляют гидрофильную часть торфа. Гидрофобными являются битумы торфа. Твердые компоненты торфа в естественных условиях имеют агрегатное строение из органических и органоминеральных комплексов. Объединение макромолекул в ассоциаты осуществляется посредством межмолекулярных, химических, капиллярных сил и главным образом водородных связей [3]. Большое количество и разнообразие активных функциональных групп (COOH, OH и др.) в твердых компонентах торфа (особенно в гуминовых веществах) обуславливают высокую его ионообменную и сорбционную способность. Поэтому агрегаты (ассоциаты) торфа неустойчивы, их компактность и размеры зависят от кислотности, влажности, содержания катионов, концентрации сухого веществ и многих других факторов.

Агрегаты, образующиеся в высокодисперсной части торфа, в зависимости от условий могут разрушаться в одном месте системы и возникать в другом. Ассоциаты имеют рыхлую структуру, их внутренние полости – ячейки микроструктуры (микропористость) – заполнены влагой.

3 Объекты и методы исследования

3.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования является верховой сфагновый торф, находящийся в центральной части Васюганского торфяного месторождения в 74 км от г. Кедровый, 168 км от с. Парбиг, в координатах: 57°37'06''с.ш. и 80°32'38''в.д.(в междуречье Кёнга-Чузик, рисунок 1)[4].

Для исследования были отобраны пробы из слоев монолита 2 и монолита 3. Рассмотрено семь образцов торфов.

Монолита 2 слой:

0-10 см – моховой очес верхового выпуклого сфагнового болота.

15–30 см – пористый слой губчатого торфа.

50–60 см – переходный слой залежи к инертному слою.

Ниже 60 см – инертный слой торфяной залежи.

Монолита 3 слой:

15–30 см – пористый слой губчатого торфа.

50–60 см – переходный слой залежи к инертному слою.

Ниже 60 см – инертный слой торфяной залежи.

Для очистки нефтезагрязненных территорий находят применения сорбционные методы. На территории Томской области для этих целей может быть использован торф, распространенный в районах добычи нефти. Перспективность использования торфа для поглощения нефтяных загрязнений связан с его доступностью, дешевизной и высоким уровнем механизации торфодобычи.

В экспериментальной практике водорастворимые синтетические органические красители нашли широкое применение как модельные вещества для определения показателей адсорбции из водных растворов. Органические красители образуют в водных растворах ассоциаты различной сложности. Это их свойство позволяет использовать растворы красителей для оценки качества сорбентов по отношению к нефтепродуктов и другим загрязнителями сточных вод с близкими физико- химическими свойствами. Применение красителей для

оценки качества сорбентов обусловлено рядом методических преимуществ: стабильность состава красителей, простота приготовления растворов, высокая чувствительность, экспрессность и надежность фотоколориметрического определения концентрации красителей в растворе.

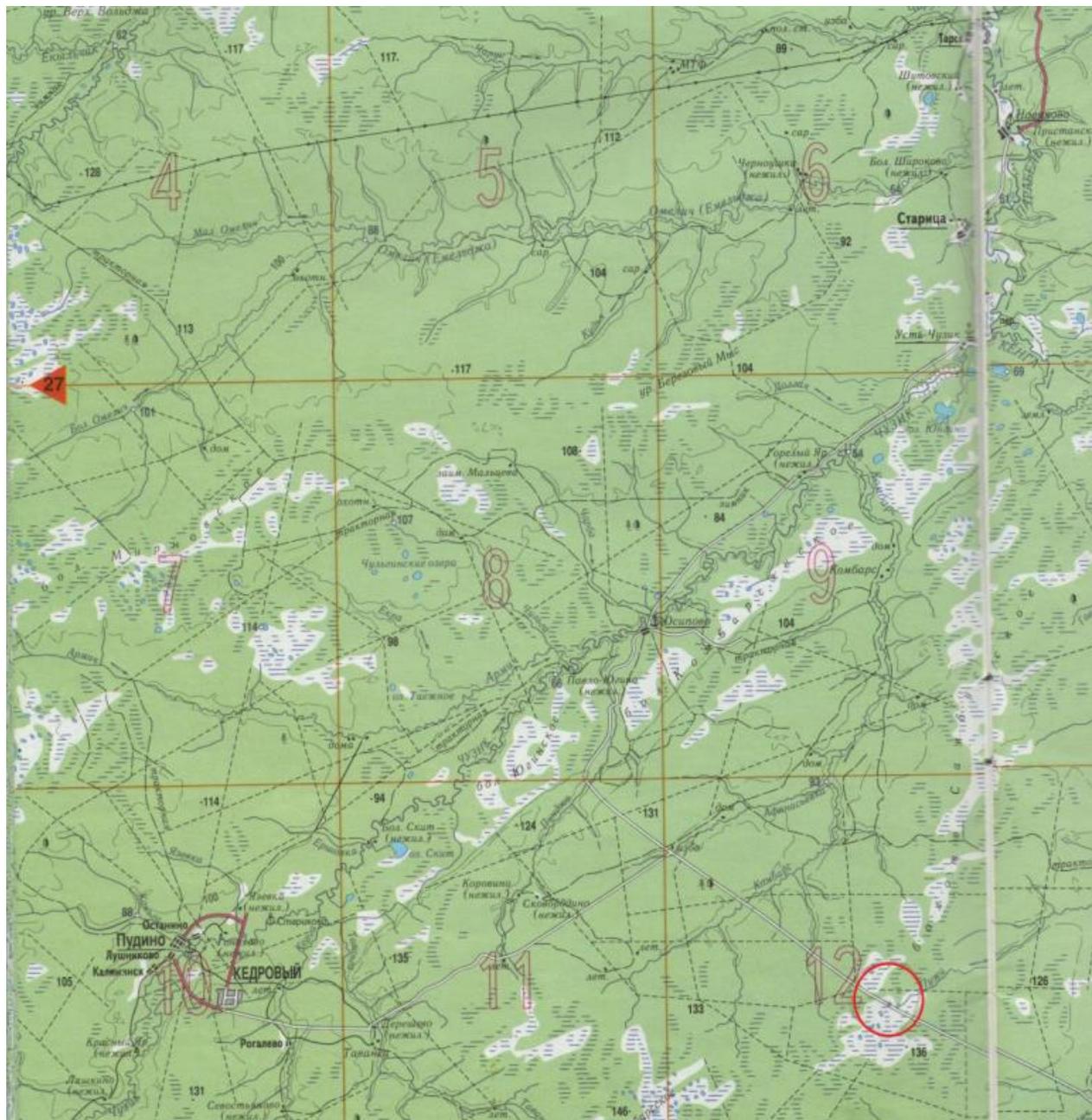


Рисунок 1 - Фрагмент карты Томской области (красным отмечено место отбора проб торфа)

3.2 Методика проведения работы

3.2.1 Краткое описание методики исследования. Для проведения анализа тщательно перемешивают торф, разравнивают ровным слоем на

противне, доводят до влажности 70% сушкой на воздухе или в сушильном шкафу при комнатной температуре, измельчают до прохождения через сито с диаметром ячеек 3,00 мм. Измельченный торф хранят в плотно закрытых банках.

Проводят определение влажности в слоях торфа (ГОСТ 11305–2013).

Для анализа берется две параллельные навески торфа с массой примерно 1 г. С помощью фотоэлектроколориметра ФЭК-56М определяли конечную концентрацию красителя МФ и МК в растворе. Исследование проводились при разных концентрациях равной 400, 600, 1000 мг/дм³ монолит 2 и равной 400 и 1000 мг/дм³ монолит 3.

3.2.2 Метод определения влажности (ГОСТ 11305–2013).

Лабораторную пробу торфа с частицами размером менее 3,00 мм перемешивают в открытой банке ложкой, после чего берут в предварительно взвешенные бюксы с крышками навески торфа массой около 2,5-4,5г.

Бюксу с навеской торфа помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры 105-110°С и при этой температуре сушат не менее трех часов. После окончания сушки бюксы вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышками и охлаждают 2-3 мин на металлической подставке, затем в эксикаторе до комнатной температуры, после чего взвешивают [38].

Проводят контрольные сушки в течение одного часа каждая до тех пор, пока расхождение между двумя взвешиваниями будет не более 0,001 г. За результат принимают самую низкую массу.

Массовую долю влаги в лабораторной пробе в процентах вычисляют по формуле:

$$W = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где m_1 – масса навески торфа после сушки, г;

m – масса навески торфа до сушки, г.

Результаты вычисляют с точностью до 0,1% [38].

Результаты анализа представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Определение влажности торфа в монолите 2

Проба торфа	Вес бюкса (пустой), г	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г	Вес торфа с бюксом после высушивания, г	Контрольное взвешивание, г	Потеря влаги, г	Влажность, %	Влажность средняя, %
Слой 0-10 см	22,5073	25,2219	2,7147	23,2741	23,2740	1,9479	71,75	72
	22,2217	25,1580	2,9363	23,0308	23,0298	2,1282	72,48	
Слой 15-30 см	27,6129	31,2282	3,6153	28,4080	28,4071	2,8211	78,03	78
	20,8396	24,9373	4,1177	21,7013	21,7000	3,2373	78,62	
Слой 50-60 см	22,5646	25,7828	3,2182	23,4388	23,4383	2,3445	79,19	79
	26,7393	30,5504	3,8111	27,6868	27,6857	2,8647	79,09	
Слой ниже 60 см	26,8462	31,2313	4,3851	27,7594	27,7589	3,4724	72,85	74
	26,2037	30,3095	4,1058	27,0636	27,0622	3,2473	75,17	

Таблица 2 – Определение влажности торфа в монолите 3

Проба торфа	Вес бюкса (пустой), г	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г	Вес после высушивания, г	Контрольное взвешивание, г	Потеря влаги, г	Влажность, %	Влажность средняя, %
Слой 15-30 см	13,7728	18,0958	4,3230	14,6140	14,6130	3,4828	80,56	80
	13,1319	16,1988	3,0669	13,7341	13,7333	2,4655	80,39	
Слой 50-60 см	14,8015	18,0705	3,2690	15,5093	15,5084	2,5621	78,38	78
	15,2691	19,3587	4,0896	16,1453	16,1446	3,2141	78,59	
Слой ниже 60 см	14,5664	17,6174	3,0510	15,1749	15,1741	2,4433	80,08	80
	14,8297	17,8704	3,0407	15,4255	15,4246	2,458	80,44	

3.2.3 Описание установки. Установка для определения адсорбционной активности торфа состоит из адсорбционной ячейки и перистальтического насоса. Адсорбционная ячейка представляет собой стеклянную трубку с внутренним диаметром 23 мм и высотой 160 мм. Нижняя часть колонки имеет сливную трубку для подсоединения откачивающей трубки насоса. Важным элементом ячейки является фильтр, расположенный в нижней части. Он состоит из латунной сетки с отверстиями диаметром 0,1 мм, которая уложена на опорную графитовую решетку и прижата к ней сверху кольцом из резины. В установке используется перистальтический насос тип pp1-05 (производство Польши). Принятая скорость циркуляции раствора 3 мл/мин. обеспечивается диаметром передавливаемой трубки 2 мм при скорости вращения валика насоса 2,3 м/мин. Циркуляция проводится в нисходящем потоке, что имеет для торфа принципиальное значение. Торфяные частицы обычно делятся в растворе на всплывшие вверх, осевшие внизу на фильтре и постоянно оседающие или взвешенные в средней части ячейки. При подаче раствора снизу мелкая взвесь торфа кольматирует верхний слой и возникает поршневой эффект, в результате чего верхний слой торфа выдавливается из ячейки. При подаче раствора сверху это явление исключено, а осевшие на фильтре грубые тонко-дисперсные частицы торфа усиливают очищающую роль фильтра и не дают мелкой взвеси распространяться по системе соединительных трубок. Применение перистальтического насоса и фильтра позволило исключить процедуру центрифугирования.

Установка для определения адсорбционной активности торфа представлен на рис.2.

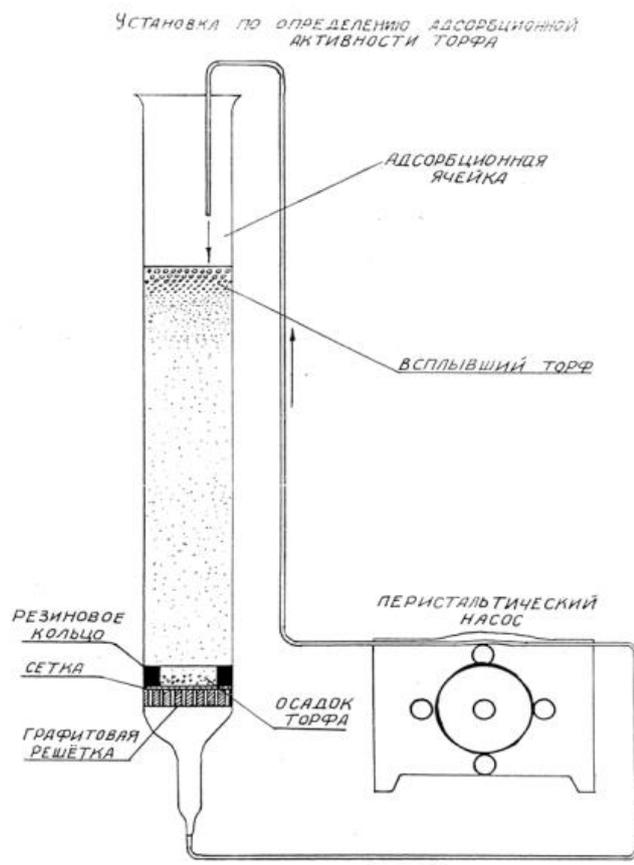


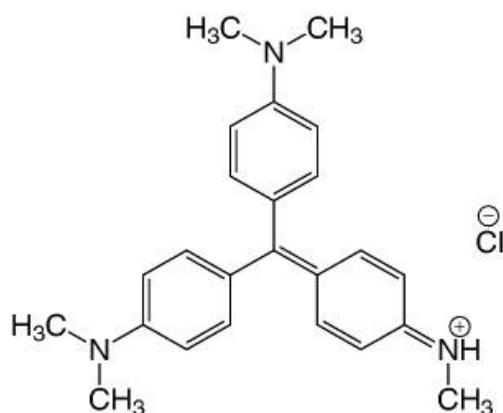
Рисунок 2 - Установка по определению адсорбционной способности торфа

3.2.4 Красители: метиловый фиолетовый и метиловый красный.

Метиловый фиолетовый (метилвиолет) — органический краситель, представляющий алкильные (в основном, метильные) производные фуксина. В зависимости от числа метильных групп различают формы метивиолета, которые отличаются цветом: увеличение числа метильных групп вызывает постепенные переход цвета к синему[16].

Применяется для изготовления чернил, окраски лент пишущих машинок, для окраски микроорганизмов (метод Грама), ограниченно — для крашения шерсти, шёлка, в аналитической химии для определения некоторых ионов.

Химическая формула: $C_{24}H_{28}N_3Cl$

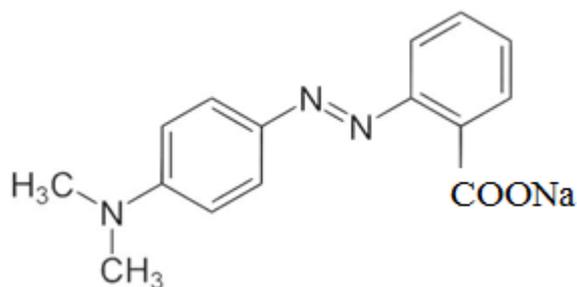


Метилловый красный (п-диметиламиноазобензол-2 карбоновая кислота), фиолетовые кристаллы; температура плавления 175 °С (с разложением); плохо растворим в воде, хорошо растворим в уксусной кислоте, бензоле (особенно нагретом), умеренно растворим в этаноле. Выпускается также в водорастворимой форме в виде Na – соли. Кислотно – основной индикатор [16].

В кислой среде метиловый красный приобретает красный цвет, в нейтральной и щелочной — желтый (переход от красного к желтому приблизительно в интервале pH 4,4 - 6,2).

Используется также при титровании алифатических аминов в 1,4-диоксане и хлороформе. Применяется в аргентометрии как адсорбционный индикатор (переход окраски от жёлтой к оранжево-красной).

Химическая формула: $C_{15}H_{14}NaN_3O_2$



3.2.5 Построение градуировочного графика фотоэлектроколориметра по МК и МФ. Для построения градуировочного графика подготавливают рабочий раствор с концентрацией 1000 мг/дм³. Для этого в мерную колбу ёмкостью 1 дм³ пересыпают со стекла навеску красителя

МК и МФ массой 1г. Прилипшие к часовому стеклу частицы смывают в колбу дистиллированной водой. Для удобства растворения и перемешивания в колбу заливают лишь половину из необходимого 1 дм³ воды. Полученную взвесь МК и МФ в воде растворяют перемешиванием на встряхивателе в течение 30-40 минут. Затем, убедившись в отсутствии твердых частиц в колбе, доливают ее до метки и тщательно перемешивают раствор.

Для построения градуировочного графика отмеривают в 4 мерных колб по МК и в 5 мерных колб по МФ, емкостью 100 мл с помощью бюретки 0,5; 1,0; 3,0; 5,0 см³ по МК и 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0 см³ по МФ, раствора МК и МФ концентрацией 1000 мг/дм³. Доливают колбы дистиллированной водой до метки и хорошо перемешивают. Полученные концентрации МК составят: 5; 10; 30; 50 мг/дм³, и полученные концентрации МФ составят: 1; 2; 4; 8; 10 мг/дм³. Оптическую плотность растворов измеряют на фотоколориметре ФЭК-56М при ширине подвижных кювет 10 мм с синим светофильтром №5 по МК и по МФ светофильтр №7 и рассеивателем. Неподвижная кювета (5мм) заполнена дистиллированной водой. Измерение при каждой концентрации повторяют 3 раза и берут из них среднее арифметическое.

По результатам измерений, строят график в координатах «оптическая плотность – концентрация МК и МФ» в мг/дм³ (Рисунок 3, 4 и 5).

Данные для построения градуировочного графика в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 - Данные для построения градуировочного графика фотоэлектроколориметра по МК и МФ монолит 2

Объем красителя в мерную колбу 100мл, мл	Концентрация, С мг/л	Оптическая плотность, ρ	Средняя оптическая плотность, ρ
По метиловому красному			
0,5	5	0,110	0,110
		0,110	
		0,110	
1,0	10	0,190	0,190
		0,191	

		0,190	
3,0	30	0,470 0,47 0,480	0,470
5,0	50	0,680 0,690 0,690	0,690
По метиловому фиолетовому			
0,1	1	0,230 0,230 0,230	0,230
0,2	2	0,435 0,435 0,434	0,435
0,4	4	0,760 0,755 0,758	0,758
0,8	8	1,460 1,450 1,455	1,455
1,0	10	1,700 1,700 1,700	1,700

Таблица 4 - Данные для построения градуировочного графика фотоэлектроколориметра по МК и МФ, монолит 3

Объем красителя в мерную колбу 100мл, мл	Концентрация, С мг/л	Оптическая плотность, ρ	Средняя оптическая плотность, ρ
По метиловому красному			
0,5	5	0,070 0,069 0,070	0,070

1,0	10	0,168 0,168 0,169	0,168
3,0	30	0,450 0,451 0,450	0,450
5,0	50	0,650 0,650 0,650	0,650
По метиловому фіолетовому			
0,1	1	0,230 0,230 0,230	0,230
0,2	2	0,435 0,435 0,434	0,435
0,4	4	0,760 0,755 0,758	0,758
0,8	8	1,460 1,450 1,455	1,455
1,0	10	1,700 1,700 1,700	1,700

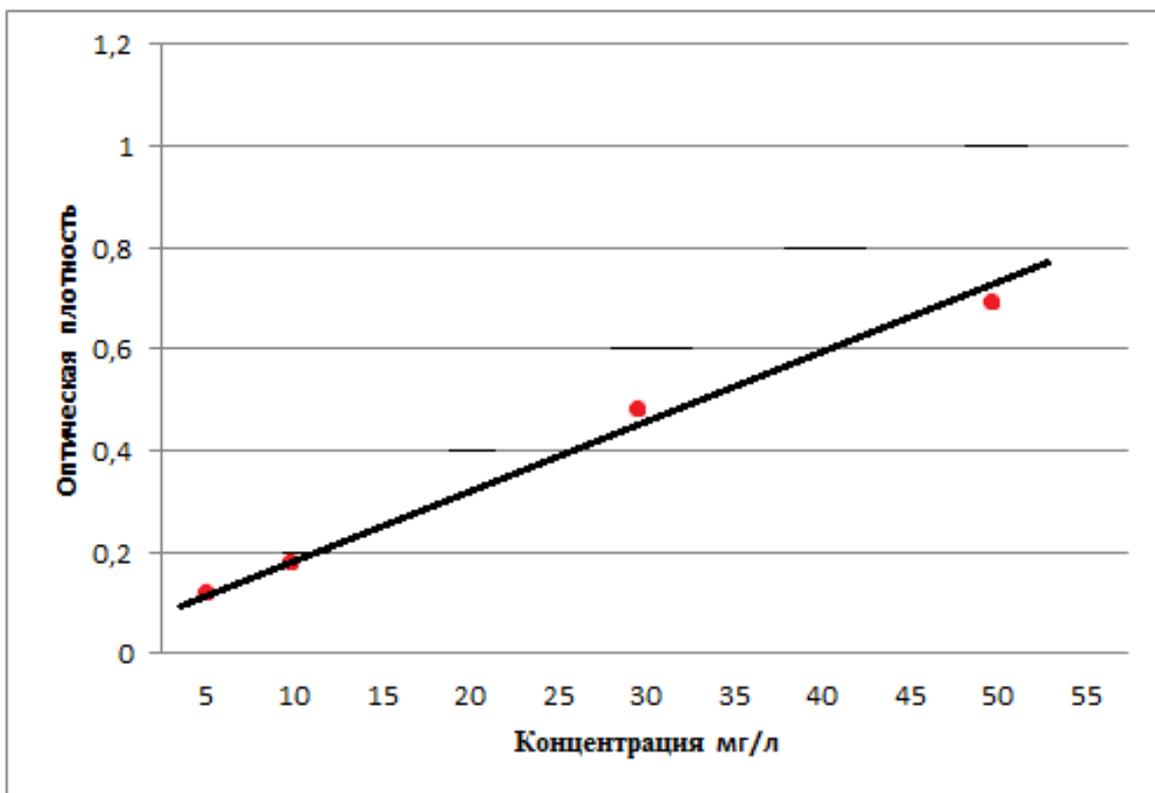


Рисунок 3 - Градуировочный график фотоэлектроколориметра ФЭК-56М по МК, монолит 2

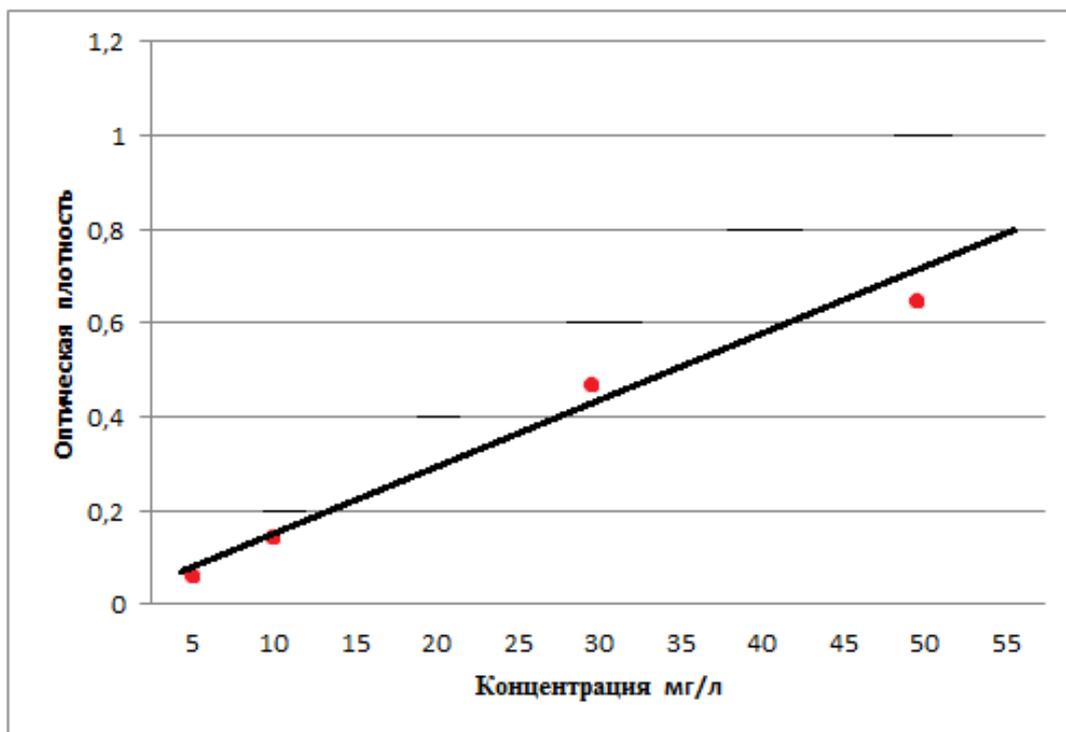


Рисунок 4 - Градуировочный график фотоэлектроколориметра ФЭК-56М по МК, монолит 3

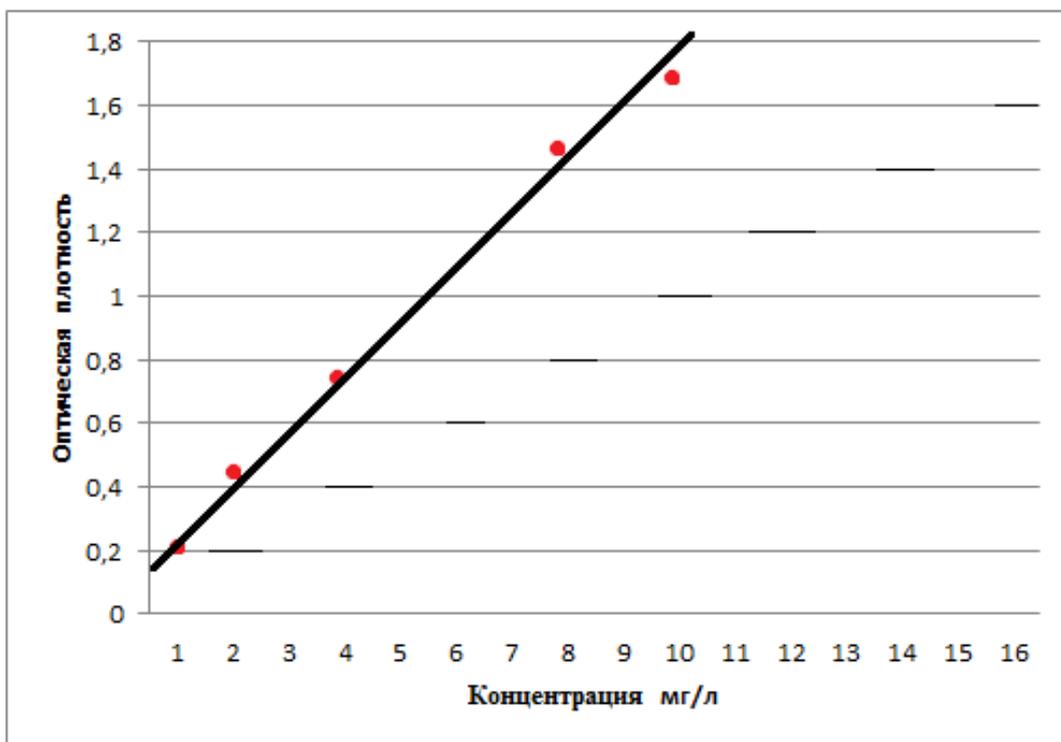


Рисунок 5 - Градуировочный график фотоэлектроколориметра ФЭК-56М по МФ, монолит 2 и монолит 3

3.2.6 Проведение испытания. Сущность определения адсорбционной активности заключается в том, чтобы определить, сколько мг в МФ и МК поглощается торфом.

Перед началом испытаний освободить соединительные трубки от воды и промыть их рабочим раствором МК и МФ. Концентрация рабочего раствора МК и МФ принято равной 1000 мг/дм³. Это значение ниже, чем принятое в ГОСТ 4453-74, т.к. при более высокой концентрации ухудшается смачиваемость торфа растворами МК и МФ. Ячейка должна быть промыта дистиллированной водой и высушена. Испытания проводятся в двух параллельных пробах. Необходимо добиться хорошего смачивания растворами МК и МФ навески торфа. Для этого заливают в ячейки по 10 мл раствора МК и МФ при подсоединенной отводящей трубке и поджатой панели насоса. Засыпают в ячейки через воронку примерно 1 г торфа крупностью частиц менее 3мм. Момент засыпки торфа в ячейки считается началом замачивания торфа, которое продолжается в течение 10 минут. Для удобства смачивания закрывают

ячейки резиновыми пробками и покачивают их в наклонном положении, добиваясь перехода частиц торфа с поверхности и со стенок ячейки в объем раствора. Затем добавляют в ячейки еще по 15 мл раствора МК и МФ, смывая со стенок ячейки прилипшие частицы торфа с помощью стальной проволоки. Затем опускаем концы подающих трубок в ячейки и заполняем трубки раствором МК и МФ, освобождая прижимную планку насоса. Спустя 10 мин после засыпки торфа в ячейки включаем насос и прокачиваем раствором МК и МФ через ячейки в течение 20 мин. Таким образом, общее время контакта торфа с раствором МК и МФ составляет 30 минут. По окончании прокачивания опускаем концы подающих трубок в стаканчики емкостью 50мл и сливаем раствор МК и МФ при работающем насосе. Удаление раствора из ячеек прекращают при появлении в трубках мелкодисперсной торфяной взвеси (мути). Затем измеряют оптическую плотность растворов МК и МФ на фотоэлектроколориметре ФЭК-56М. Неподвижная кювета с дистиллированной водой. Предварительно рабочая (правая) кювета должна быть промыта небольшой порцией анализируемого раствора. Необходимо соблюдать чистоту кювет при замерах. Капли раствора с внешних поверхностей удаляют перед измерением фильтровальной бумагой. После замера на ФЭК первой параллельной пробы пустую кювету споласкивают дистиллированной водой и ставят вверх дном на фильтровальную бумагу для стока избытка воды. Перед замером второй параллельной пробы обязательная промывка кюветы небольшой порцией анализируемого раствора.

По завершении работы вымыть ячейки, вытеснить растворы МК и МФ из подводящих трубок, и промыть их с помощью насоса дистиллированной водой. В перерывах между испытаниями концы трубок, заполненных водой опускают в стакан с дистиллированной водой. Кюветы также хранят в стакане с дистиллированной водой, тщательно вымыв их в теплой воде с содой.

3.2.7 Обработка результатов. Адсорбционная активность торфа рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{a}{m_{a.c.}}, \quad (2)$$

где A – вес МК и МФ, поглощенного 1г абсолютного сухого торфа, мг/г;

a – вес МК и МФ, поглощенного навеской торфа, мг;

m – вес абсолютно сухого торфа, г.

Величину a находим по разнице между содержанием МК и МФ в растворе до и после адсорбции

$$a = (C_0 - C) \cdot V, \quad (3)$$

где C_0 – исходная концентрация МК и МФ в растворе, равная 400, 600 и 1000 мг/дм³;

C – концентрация МК и МФ в растворе после адсорбции, мг/дм³;

V – объем раствора МК и МФ, равный 0,025 дм³;

Растворы после адсорбции получались большой концентрации, для измерения на приборе фотоэлектроколориметра ФЭК-56М раствор разбавляли, разбавление учитывалась при расчетах.

Для расчета величины m необходимо знать влажность торфа, которая определяется по ГОСТ 11305-83.

Масса абсолютно сухого вещества в торфе определяется по формуле:

$$m_{a.c.} = m_{н.т.} \cdot \left(\frac{100 - W_{cp}^p}{100} \right), \quad (4)$$

Где $m_{a.c.}$ – масса абсолютно сухого торфа, г;

$m_{н.т.}$ – масса торфа в рабочем состоянии, г;

W_{cp}^p - массовая доля влаги в торфе, %.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: Адсорбция красителей в деятельном слое торфяной залежи

Целевой рынок: торф можно использовать как сорбент для очистки нефтяных загрязнений.

Таблица 7 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,19	5	4	4	0,95	0,76	0,76
2. Надежность	0,13	5	3	3	0,65	0,39	0,39
3. Простота эксплуатации	0,14	5	4	4	0,70	0,56	0,56
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,07	5	3	3	0,35	0,21	0,21
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	4	3	0,35	0,28	0,21
2. Цена	0,08	5	4	4	0,40	0,32	0,32
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
5. Финансирование научной разработки	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
6. Срок выхода на рынок	0,08	5	4	4	0,40	0,32	0,32
7. Наличие сертификации разработки	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Итого	1	48	40	38	4,85	3,96	3,82

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (5)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

5. 2 SWOT-анализ

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

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде[17].

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров</p> <p>Сл2. Длительный анализ</p> <p>Сл3. Отсутствие инжиниринговой услуги, способной обучить работать в рамках проекта.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p>		

У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		
---	--	--

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Результаты второго этапа SWOT-анализа представлены в таблице 9, 10, 11, 12.

Таблица 9– Интерактивная матрица «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны						
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	0	+	+	+
	B2	-	-	+	+	-
	B3	+	+	+	+	+
	B4	-	+	-	-	-

Таблица 10 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и возможности»

Сильные стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности проекта	B1	+	-	+
	B2	-	+	-
	B3	+	-	-
	B4	+	-	-

Таблица 11 – Интерактивная матрица «Сильные стороны угрозы»

Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	-	+	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	0	+	0	+	+

Таблица 12 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны проекта				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	-
	У2	+	-	0
	У3	0	+	-

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в бакалаврской работе (табл. 13).

Таблица 13- SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров</p> <p>Сл2. Длительный анализ</p> <p>Сл3. Отсутствие инжиниринговой услуги, способной обучить работать в рамках проекта.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Сильные стороны и возможности:</p> <p>1. Проведение экспериментов в лабораториях ТПУ для проведения исследования наадсорбционность свойства торфа с целью оптимизации ее работы, получения продукта с конкурентными преимуществами оптимальной себестоимостью и высоким качеством</p> <p>2. Проведение исследования адсорбции красителей в деятельном слое торфяной залежи, торф можно использовать как сорбент для очистки нефтяных загрязнений.</p>	<p>Слабые стороны и возможности:</p> <p>1.Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей</p> <p>2.Сокращение поставок или смена поставщика</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>Сильные стороны и угрозы:</p> <p>1.Продвижение программы с целью создания спроса</p> <p>2.Создание конкурентных преимуществ готового продукта</p> <p>3.Сертификация и стандартизация продукта.</p>	<p>Слабые стороны и угрозы:</p> <p>1.Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей</p> <p>2. Продвижение программы с целью создания спроса</p> <p>3.Создание конкурентных преимуществ готового продукта</p> <p>4.Сертификация и стандартизация продукта</p> <p>5. Сокращение поставок или смена поставщика.</p>

5.3 Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования. В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл.14.

Таблица 14 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель бакалавр,
	5	Ознакомление с лабораторными установками: Фотоэлектроколориметр, Насос перистальтический	Бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение эксперимента по определению адсорбционной способности торфа	Бакалавр
	7	Проведение расчетов	Бакалавр
	8	Работа с литературой	Руководитель, бакалавр
Обобщение и оценка результатов	9	Обработка результатов	Бакалавр
	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель бакалавр
<i>Проведение ВКР</i>			
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Бакалавр

5.3.2 Определение трудоемкости 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:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (6)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 % [17].

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (7)$$

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

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

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

5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ[17].

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

$$T_{ki} = T_{ri} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (8)$$

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

T_{ri} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (9)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в период выполнения работы (с 1 ноября по 25 мая, $T_{\text{кал}} = 206$);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней = 49;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в 21.

Все рассчитанные значения указаны в таблице 15.

Таблица 15 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожг}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель	1,4	3
Выбор направления исследований	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Подбор и изучение материалов по теме	16	30	21,6	Бакалавр	21,6	33
Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Руководитель бакалавр,	0,9	2
Ознакомление с лабораторными установками: Фотоэлектроколориметр, насос перистальтический	2	2	2	Бакалавр	2	3
Проведение эксперимента по определению адсорбционной способности торфа	30	35	32	Бакалавр	32	49
Проведение расчетов	4	6	4,8	Бакалавр	4,8	8
Работа с литературой	15	20	17	Руководитель, бакалавр	8,5	13
Обработка результатов	9	11	9,8	Бакалавр	4,8	8
Оценка эффективности полученных результатов	5	7	5,8	Руководитель, бакалавр	2,9	5
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	18	22	19,6	Бакалавр	19,6	30

На основе табл. 15 построен календарный план-график (табл.16) по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования.

Таблица 16 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал ,дн.	Продолжительность выполнения работ																							
				нояб			дек			янв			февр			март			апрель			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3																								
2	Выбор направления исследований	Руководитель	3																								
3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр	33																								
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр	2																								
5	Ознакомление с лабораторными установками: фотоэлектродориметр, установка по определению адсорбционной способности торфа	Бакалавр	3																								
6	Проведение эксперимента по определению адсорбционной способности торфа	Бакалавр	49																								
7	Проведение расчетов	Бакалавр	8																								
8	Работа с литературой	Руководитель, бакалавр	13																								

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

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

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

Таблица 17 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Торф	кг	0,133	0,150	0,180	150	150	150	19,95	22,5	27
Порошок красителя метиловый фиолетовый	кг	0,01	0,01	0,01	2950	2950	2950	29,5	29,5	29,5
Порошок красителя индикатор метиловый красный	кг	0,01	0,01	0,01	4425	4425	4425	44,25	44,25	44,25
Бумага фильтровальная	упаковка	1	2	1	80	80	80	80	160	80
Тетрадь	48 листов	2	2	3	60	60	60	120	120	180
ручка	Шт	2	3	1	20	20	20	40	60	20
карандаш	Шт	2	2	1	26	26	26	52	52	26
Итого								385,7	488,25	406,75

5.4.2.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в табл.18.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

для научных работ

№ п/ п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудо вания	Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Шкаф сушильный	1	19500	20000	19800	19500	20000	19800
2	Аналитические весы лабораторные	1	64600	66000	64600	64600	66000	64600
3	Фотоэлектроколо- риметр	1	10000	10000	12000	10000	10000	12000
4	Насос перистальтический	1	20000	18900	19500	20000	18900	19500
5	Колба мерная с пробкой 50 мл	5	210	210	210	1050	1050	1050
6	Колба мерная с пробкой 1000 мл	2	255	255	255	510	510	510
7	Мерный цилиндр 100мл	1	96	96	96	96	96	96
8	Мерный стакан 50 мл	4	82	82	82	328	328	328
9	Пипетка градуированная 1 мл	1	75	75	75	75	75	75
10	Промывалка	1	212	212	212	212	212	212
11	груша химическая	1	44	44	44	44	44	44
Итого:						116415	117215	118215

5.4.2.3 Основная заработная плата исполнителей темы. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (11)$$

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

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

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (12)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (13)$$

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 научно-технического персонала, раб.дн. (табл. 19) [17].

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	206	206
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	49	49
- праздничные дни	21	21
Действительный годовой фонд рабочего времени	136	136

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot k_p, \quad (14)$$

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

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 20 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{tc} , руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	23700	1,3	30810	2356	59	139004
Бакалавр	0	0	0	0	0	0
Итого:						139004

5.4.2.4 Отчисления во внебюджетные фонды. В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников[17].

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (15)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлена в табличной форме (табл.21).

Таблица 21 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Величина отчислений во внебюджетные фонды,		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	139004	138400	138900	41701,2	41520	41670
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%					

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

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (16)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.4.2.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта. Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [17].

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 22.

Таблица 22 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	385,7	488,25	406,75
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	116415	117215	118215
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	139004	138400	138900
4. Отчисления во внебюджетные фонды	41701,2	41520	41670
5. Накладные расходы	22303	22223	22290
6. Бюджет затрат НТИ	319809	319847	321482

5.5 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 [17].

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

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

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (18)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 23 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,15	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	4	3	4
4. Энергосбережение	0,20	5	4	4
5. Надежность	0,25	5	4	5
6. Материалоемкость	0,10	4	3	3
ИТОГО	1			

$$I_{p-исп1} = 5*0,15 + 5*0,15 + 4*0,15 + 5*0,2 + 5*0,25 + 4*0,10 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 4*0,15 + 4*0,15 + 3*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 3*0,10 = 3,75;$$

$$I_{p-исп3} = 3*0,15 + 4*0,15 + 4*0,15 + 4*0,2 + 5*0,25 + 3*0,10 = 4,0.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения

разработки ($I_{исп.i.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}^{исп.2}} \quad (19)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (20)$$

Таблица 24 –Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,80	0,91	0,97
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,75	4,0
3	Интегральный показатель эффективности	5,63	4,12	4,12
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,37		1

Заключение

Исследованы семь образцов торфа, залегающих в активном слое торфяной залежи верхового сфагнового типа. Четыре образца представляют собой слои торфа на глубине 0 – 80 см отобранные на повышении торфяной залежи (монолит 2). Остальные три образца расположены в понижении торфяной залежи (монолит 3). Монолит 3 характеризуется более активной биохимической средой по сравнению с монолитом 2.

Образцы торфа изучены на адсорбционную активность по поглощению двух красителей – метилового фиолетового и метилового красного. Образцы торфа из одного монолита близки по своей адсорбционной активности. Отмечена повышенная адсорбционная активность образцов из монолита 2 по метиловому красному и пониженная – по метиловому фиолетовому (по сравнению с монолитом 3). В целом торф активного слоя залежи близок по своей адсорбционной активности к основной массе торфа в более глубоких слоях залежи.

Следует отметить более низкую адсорбционную активность изученных образцов по метиловому красному, по сравнению с показателями по метиловому фиолетовому. Это связано с разной физико – химической природой красителей, так как метиловый красный образец представляют собой в растворе анионы, а метиловый фиолетовый – катионы, которые лучше адсорбируются на отрицательно заряженных торфяных частицах.

Из полученных данных следует, что верхний слой верховой торфяной залежи 0,5 м может быть использован для очистки мало концентрированных промышленных стоков от нефтяных загрязнений с концентрацией 100 мг/дм³ и ниже.

Список используемой литературы

1. Физика и химия торфа : учебное пособие / И. И. Лиштван, Е. Т. Базин, Н. И. Гамаюнов, А. А. Терентьев. — Москва: Недра, 1989. — 304 с.: ил. — Библиогр.: с. 300.
2. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация/ В.П. Середина, Т.А. Андреева, Т.П. Алексеева, Т.И. Бурмистрова, Н.Н. Терещенко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 270с.
3. Экология нефтегазового производства/ Ю.А. Подалов – Москва: Инфра-Инженерия, 2010. – 416с.
4. Экология нефтегазового комплекса: Учебное пособие./ А.И. Владимирова и В.В. Ремизова. – М.: ГУП. Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 416с.
5. Нефтяные сорбенты./ Ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный – Москва-Инжевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2005. – 268с.
6. Адсорбционная технология очистки сточных вод. /Под ред. А.М. Когановский, и др.-К.:Техника, 1981. - 175с.
7. Архипов В.С. Методические указания (Определение адсорбционной способности торфа по метиленовому голубому)-2011г.
8. Гурвич Я.А., Кумок С.Т. Промежуточные продукты, органические красители и химикаты для полимерных материалов: Учеб пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 304 с.
9. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Косов В.И. Физические свойства торфа и торфяных залежей. – Минск: Наука и техника, 1985. – 240с.
10. Атлас «Томская область-2005». — Новосибирск: Новосибирская фотографическая фабрика, 2005. — 80 с.
11. Гриценко А.И., Акопова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. - М.: Наука, 1997. - 598 с.
12. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982.-168с.
13. Жданов С.П., Хвощев С.С., Самулевич Н.Н. Синтетические цеолиты – М.: Химия, 1981. – 264с.

14. Неймарк И.Е., Шейнфайн Р.Ю. Силикагель, его получения, свойства и применение – Киев: Наукрва думка, 1973 – 200с.
15. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. – 528 с.
16. Кнунянц И.Л. Химическая энциклопедия словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983 – 792 с.
17. Гаврикова Н.А.. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно–методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд–во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
18. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
19. Типовая инструкция по охране труда для рабочих, занятых погрузкой, транспортировкой, разгрузкой и хранением едких и ядовитых веществ и материалов ГОИ Р-218-43-95;
20. Захаров Л. Н. Техника безопасности в химических лабораториях. – Л.: Химия, 1985. – 184 с.
21. ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
- 22.ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
23. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
24. ГОСТ 12.1.019- 2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
25. ГОСТ Р 50571.3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током.
26. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

27. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.
28. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
29. Пожарная безопасность. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности N 123-ФЗ.
30. ГОСТ 17.2.3.02—78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
31. Федеральный закон об охране окружающей среды от 10.01.2002 (с изменением на 29 декабря 2015 года) введенной в действие с 1 января 2015 года Федеральным законом от 21 июля 2014 года N 219-ФЗ.
32. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
33. Журнал «Российский Налоговый Курьер» №15 за 2008 год.
34. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 45н «Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов»
35. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
36. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
37. Охрана окружающей среды: Учеб. Пособие для студентов вузов / Под ред. Белова С.В. – М.: Высш. Школа, 1983. – 264 с.
38. ГОСТ 11305-2013 Торф и продукты его переработки. Методы определения влаги.