

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование кислотно-основных свойств трепела Зикеевского месторождения
УДК 553.578(470.318)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7Б	Жимарева Александра Евгеньевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Чернова Анна Павловна	к.х.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	к.х.н., доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП 18.03.01 (бакалавр)
 направление «Химическая технология»
 специальность «Химическая технология синтетических биологически активных веществ,
 химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОПК -1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п.1.1), СДИО(п. 1.1, 4.1, 4.3, 4.8)
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач	Требования ФГОС ВО (ПК-1, 4,18), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2), СДИО (п. 1.1, 3.2, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС ВО (ПК-1, 2, 4, 16 ОПК-2,3), Критерий 5 АИОР (пп.1.2), СДИО (1.2, 2.1, 4.5)
P4	Разрабатывать <i>новые</i> технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, <i>проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды</i>	Требования ФГОС ВО (ПК-4, 5, 11), Критерий 5 АИОР (п.1.3), СДИО (п.1.3, 4.4, 4.7)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-10, 16), Критерий 5 АИОР (п.1.4), СДИО (п. 2.2)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, <i>выводить на рынок новые материалы</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС ВО (ПК-6,10,12,13,14,15, ОПК-6), Критерий 5 АИОР (п.1.5) СДИО (п. 4.1, 4.7, 4.8, 3.1, 4.6)

<i>Общекультурные компетенции</i>		
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО (ОК-1,2,3,4,6,7), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5), СДИО (п. 2.5)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО (ОК-7), Критерий 5 АИОР (2.6), СДИО (п. 2.4)
P9	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС ВО (ОК-5, ПК-20), Критерий 5 АИОР (п.2.2), СДИО (п. 3.2, 3.3)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, <i>демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве</i> , ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС ВО (ОК-6, 7, ПК-14) , Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3) СДИО (п. 4.7, 4.8, 3.1)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
 Уровень образования: бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ): Отделение химической инженерии
 Период выполнения: весенний семестр 2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	9.06.2021
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2021	Обзор литературы	20
30.04.2021	Выполнение экспериментов	30
10.05.2021	Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
20.05.2021	Разработка раздела «Социальная ответственность»	10
25.05.2021	Обработка полученных данных	30

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Чернова Анна Павловна	к.х.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Елена Валентиновна	К.х.н., доцент		

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»
 Отделение школы (НОЦ): Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Михеева Е.В.
 (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
2Д7Б	Жимаревой Александре Евгеньевне

Тема работы:

Исследование кислотно-основных свойств трепела Зикеевского месторождения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№29-68/с от 29.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	9.06.2021
--	-----------

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>Объект исследования – трепел Зикеевского месторождения Калужской области, модифицированный трепел, Tonsil OPTIMUM 210FF, Taiko Classic 1G.</p> <p>Режим работы – периодический.</p> <p>Вид сырья – тонкодисперсные порошки светло-коричневого цвета.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Провести литературный обзор по тематике научно-исследовательской работы. Провести комплекс экспериментов для достижения цели исследования. Провести анализ и обсуждение результатов проведенной работы. Анализ экономической эффективности и ресурсоэффективности проекта. Провести анализ рисков и опасностей проведения исследования. Сформулировать выводы и заключения по работе.</p>
--	---

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

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

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицина Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>29.01.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель/консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Чернова Анна Павловна	к.х.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7Б	Жимарева Александра Евгеньевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Д7Б	Жимаревой Александре Евгеньевне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 «Химическая технология»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 198632,93 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 108895,08 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент- 1,3; - накладные расходы – 16%; - норма амортизации 12%. Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не мене 4,6 баллов из 5
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей и анализ конкурентных технических решений. Проведение SWOT-анализа проекта.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта, определение затрат на проектирование (смета затрат).
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.03.2021
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7Б	Жимарева Александра Евгеньевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Д7Б	Жимаревой Александре Евгеньевне

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОХИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология

Тема ВКР:

Исследование кислотно-основных свойств природных земель.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Объект исследования – трепел с Зикеевского месторождения, трепел модифицированный, Tonsil OPTIMUM 210FF, Taiko Classic 1G; - Приборы – Рентгенофлуоресцентный спектрометр, ИК-спектрометр «Agilent 660», агатовая ступка, ручной пресс, хемосорбционный анализатор, спектрофотометр «Agilent Carry 600», весы лабораторные, бюретка, лабораторная нагревательная плита, секундомер, лабораторная стеклянная посуда; - Методика – исследование кислотно-основных свойств природных земель; - Рабочая зона – лабораторное помещение физико-химических методов анализа ОХИ НИ ТПУ, 2 корпус, 213 аудитория; - Области применения – изучение кислотных и основных свойств отбеленных глин оптическими и электрохимическими методами.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. 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>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны – аналитической лаборатории физико-химических методов анализа ОХИ НИ ТПУ, 2 корпус, 213 аудитория;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018); - ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования; - ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p>

	<p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата; - Статические перегрузки; - Повышение уровня шума на рабочем месте; - Отсутствие или недостаток естественного света; - Недостаточная освещённость рабочей зоны; - Химические вещества; - Поражение человека электрическим током; - Получение ожогов.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. - Решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ 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. - Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.03.2021
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д7Б	Жимарева Александра Евгеньевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 102 страницы, 19 рисунков, 34 таблицы, 53 источника.

Ключевые слова: природные земли, сорбент, сорбция, трепел, трепел модифицированный, Tonsil OPTIMUM 210FF, Taiko Classic 1G, кислотно-основные свойства, термопрограммируемая десорбция, ИК-спектроскопия, индикаторный метод Гаммета, йодное число.

Объектом исследования являются: трепел с Зикеевского месторождения, трепел модифицированный, Tonsil OPTIMUM 210FF, Taiko Classic 1G.

Целью работы является исследование кислотно-основных свойств трепела Зикеевского месторождения.

В процессе исследования проводились исследование кислотно-основных свойств природных земель на основе отечественных сорбентов, таких как трепел с Зикеевского месторождения и трепел модифицированный, для сравнения были использованы импортные представители - Tonsil OPTIMUM 210FF и Taiko Classic 1G. Также был проведен сравнительных анализ исходного и модифицированного отечественного сорбента.

В результате исследования был изучен минералогический состав природных сорбентов, определены функциональные группы, расположенные на поверхности минералов, исследованы кислотно-основные свойства, также определены активные центры и значение йодного числа.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: научно-исследовательская работа проводилась в аналитической физико-химической лаборатории ОХИ НИ ТПУ, оснащённой всем необходимым для исследования оборудованием.

Степень внедрения: работа находится на стадии исследований.

Область применения: химическая промышленность, масложировая промышленность, сельскохозяйственная промышленность, водоочистка.

Экономическая эффективность/значимость работы: использование новых эффективных природных материалов, улучшение процесса сорбции, снижение стоимости сорбционных процессов.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	15
1. Обзор литературы.....	17
1.1. Сорбенты природные	17
1.1.1. Цеолиты	18
1.1.2. Bentonиты.....	19
1.1.3. Вермикулиты	20
1.1.4. Глаукониты	21
1.1.5. Бокситы	22
1.1.6. Опал-кристаллитовые породы.....	23
1.1.6.1. Диатомиты	24
1.1.6.2. Спонголиты.....	24
1.1.6.3. Радиоляриты	25
1.1.6.4. Опоки	26
1.2. Трепелы.....	27
1.3. Методы определения кислотно-основных свойств сорбентов	30
2. Объект и методы исследования	32
2.1. Объекты исследования.....	32
2.1.1. Трепел Зикеевского месторождения	32
2.1.2. Трепел химически модифицированный	33
2.1.3. Tonsil OPTIMUM 210 FF.....	33
2.1.4. Taiko Classic 1G	34
2.2. Методы исследования	34
2.2.1. Исследование минералогического состава природных земель методом рентгенофлуоресцентного анализа	34
2.2.2. Определение основных функциональных групп природных земель методом ИК-спектроскопии	35
2.2.3. Определение энергии связи адсорбированных молекул на поверхности частиц методом термопрограммированной десорбции.....	35

2.2.4. Изучение кислотно-основных центров природных земель индикаторным методом Гаммета	36
2.2.5. Определение йодного числа методом титриметрического анализа	38
3. Результаты проведённого исследования	40
3.1. Изучение минерального состава природных земель методом рентгенофлуоресцентного анализа	40
3.2. Исследование функциональных групп на поверхности сорбентов методом ИК-спектроскопии	42
3.3. Определение энергии связи адсорбированных молекул на поверхности частиц методом термопрограммированной десорбции.....	44
3.4. Изучение кислотно-основных центров природных земель индикаторным методом Гаммета	45
3.5. Определение йодного числа методом титриметрического анализа	47
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	50
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	50
4.1.2. Основные потенциальные конкуренты	50
4.1.3. Анализ конкурентных технических решений.....	51
4.1.4. SWOT – анализ	53
4.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	56
4.3. Планирование исследовательских работ в рамках ВКР.....	57
4.3.1. Структура работ в рамках проводимого исследования.....	57
4.3.2. Определение трудоёмкости выполнения работ	58
4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	59
4.4. Бюджет исследования	65
4.4.1. Расчёт материальных затрат	65
4.4.2. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	70

4.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) и накладные расходы	72
4.4.4. Формирование бюджета затрат ВКР	73
4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	74
5. Социальная ответственность	78
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей нормы) правовые нормы трудового законодательства	78
5.1.2. Организационные предприятия при компоновке рабочей зоны	79
5.2. Профессиональная социальная безопасность	81
5.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	81
5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	83
5.3. Экологическая безопасность	90
5.3.1. Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду	90
5.3.2. Анализ влияния процесса на окружающую среду	91
5.3.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	91
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	92
5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследования	93
5.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
Список публикаций студента	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	98

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день политика многих государств в сфере рационального природопользования направлена на вовлечение в производство новых, неиспользуемых в настоящее время полезных ископаемых. В связи со стремлением снизить стоимость сорбционных процессов популярной тенденцией становится использование природных минеральных сорбентов, которые обладают высокой сорбционной способностью.

В качестве природных минеральных сорбентов широко применяются сорбенты импортного производства. Отечественные материалы реже используются в различных отраслях промышленности несмотря на то, что они обладают необходимыми технологическими характеристиками и невысокой стоимостью. В связи с этим, был разработан модифицированный отечественный сорбент, который на данный момент является одним из объектов для исследований в данной сфере. Разработка и применение новых эффективных материалов является актуальной задачей и требует более детального изучения механизма сорбции и свойств природных земель.

Целью работы являлось исследование основно-кислотных свойств трепела Зикеевского месторождения.

Задачи работы:

- Определение минерального состава природных земель методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА);
- Определение кислотно-основных свойств следующими методами:
 1. Метод ИК-спектроскопии;
 2. Метод термопрограммируемой десорбции (ТПД);
 3. Индикаторный метод Гаммета;
 4. Метод титриметрии.
- Проведение сравнительного анализа исходного и модифицированного отечественного сорбента.

Практическая значимость работы заключается в расширении сфер применения природных минеральных сорбентов за счёт изучения их кислотных и основных свойств.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались в рамках XXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке».

1. Обзор литературы

1.1. Сорбенты природные

На сегодняшний день политика многих государств в сфере рационального природопользования направлена на вовлечение в производство новых, неиспользуемых в настоящее время полезных ископаемых. Это связано с тем, что в условиях прогрессирующих технологий, ресурсы регулярно используемых видов неумолимо истощаются. Также с развитием промышленных процессов, ужесточаются требования к технологичности используемого сырья. С каждым годом число неиспользуемых материалов, привлекающее производителей, возрастает, в связи с этим, популярной тенденцией становится использование ранее неизвестных или мало применяемых природных минеральных сорбентов, которые обладают высокой сорбционной способностью [1,2].

Природные сорбенты являются сырьем многопрофильного назначения, используемым в строительстве, бурении, теплоизоляции, сельском хозяйстве, водоочистке и также для охраны природной среды.

Они представляют достаточно однородную смесь частиц составляющих из минералов. По характеру структуры и проявлению сорбционных свойств их подразделяют на 2 группы (таблица 1). В первую группу входят минералы с кристаллической структурой, ко второй относят породы с аморфной структурой [2].

Таблица 1 – Виды природных сорбентов по структурному состоянию и проявлению сорбционных свойств [2]

Группа	Структура	Характер сорбции	Характер пористости	Сырьё
Кристаллические	Каркасные	Молекулярная, катионный обмен	Микропористые	Цеолит

Продолжение таблицы 1

	Слоистые и ленточно-слоистые	Молекулярная, ионный обмен	Переходно-пористые	Бентонит
	Слоистые и неразбухающие	Катионный обмен	Макропористые	Вермикулит, глауконит
Аморфные	Силикатные	Молекулярная	Макропористые	Диатомит, трепел, опока
	Алюмосиликатные	Молекулярная	Макропористые	Боксит

Рассмотрим основные виды природных земель, широко используемых в различных отраслях производства.

1.1.1. Цеолиты

Наиболее распространённой и большой группой природных материалов являются цеолиты. Они представляют собой плотные породы светлого цвета, образованные водными алюмосиликатами щелочно-земельных и щелочных металлов, имеющие бесконечную трёхмерную структуру (рисунок 1).

Главное свойство цеолитов – способность к обратимой гидратации и ионному обмену. На сегодняшний день известно около 50 видов данного минерала [3].

Каждый вид цеолита имеет свою собственную уникальную кристаллическую структуру, размер, форму полостей и пористость, следовательно, свой собственный набор физических и химических свойств.

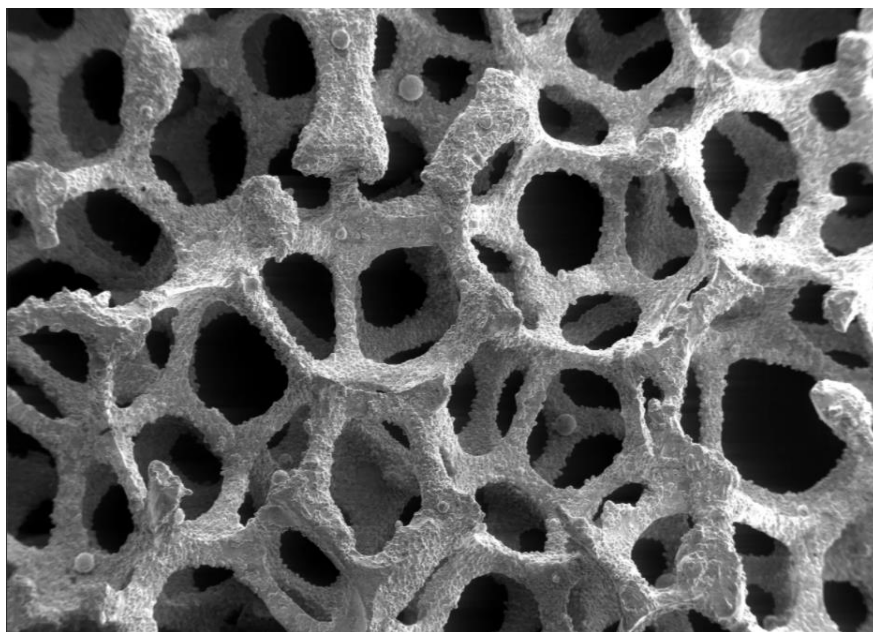


Рисунок 1 – Структура цеолитов [4]

За счёт высокой адсорбционной способности, потенциальной областью применения цеолитов является очистка воды, сельское хозяйство, садоводство и корма для животных [4].

1.1.2. Бентониты

Бентониты представляют плотные, жирный на ощупь глинистый материал, ключевая особенность – слоистое строение кристаллической решётки (рисунок 2). Выделяют 2 разновидности бентонитов [3]:

- Щелочные (натриевые разновидности);
- Щелочно-земельные (кальциевые, кальций-магниевые разновидности);

Сорбционная активность подразумевает ионообменную способность, которая в большей степени проявляется у щелочных разновидностей бентонита.

Бентониты находят применение в различных сферах деятельности, таких как [3]:

- Литейное производство (формовочные материалы, железорудные окатыши, брикетирование пылеватых руд);
- Бурение (создание буровых растворов);
- Строительные материалы (получение керамзита);

- Активные наполнители и носители (производство бумаг, пластмасс, резины и фармпрепаратов, носители катализаторов);
- Сельское хозяйство (кондиционирование химических удобрений, производство суспензионных удобрений).

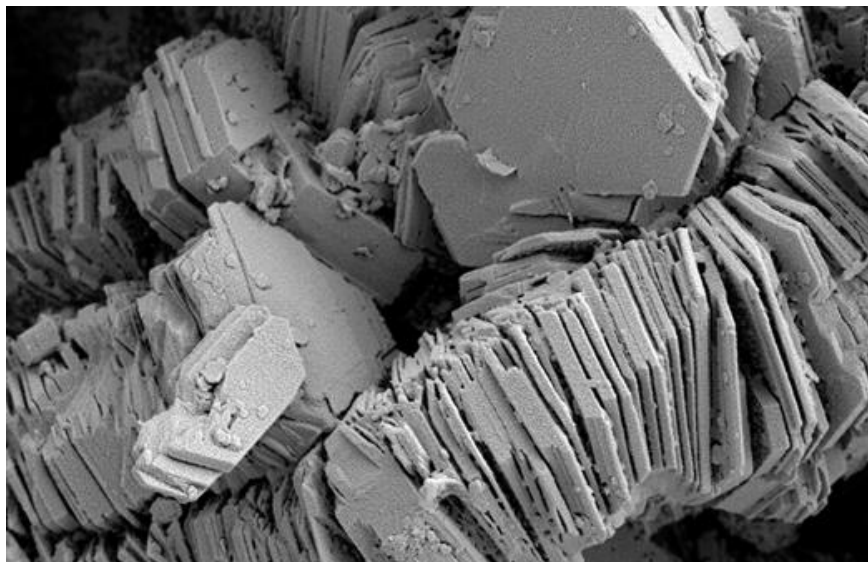


Рисунок 2 – Структура бентонитов

1.1.3. Вермикулиты

Вермикулиты состоят из микроскопических частиц, похожих по своему виду на слюды, из которых они происходят путём изменения. «Истинные» вермикулиты представляют собой триоктаэдрические минералы со солями, аналогичными слоям в тальке (рисунок 3).

Структура вермикулита является предметом многочисленных исследований, так как он имеет большое количество кристаллических структур при различном изменении параметров. Таким образом, его строение может представлять как трехмерно упорядоченную структуру, так и почти полный беспорядок молекул [5].

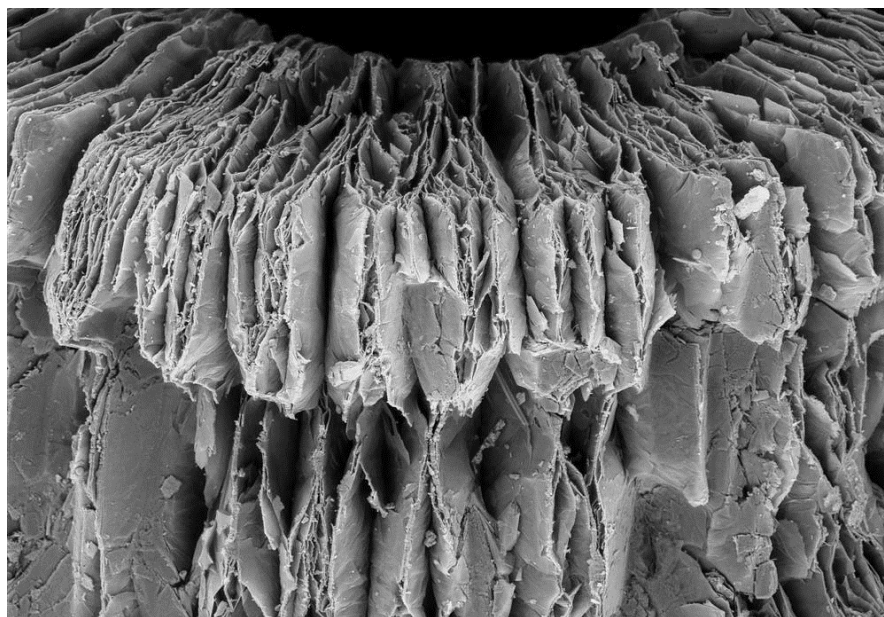


Рисунок 3 – Структура вермикулита

Вермикулиты находят широкое применение в таких сферах как [3]:

- Теплоизоляция (производство засыпки и заполнителя);
- Производство абразивов;
- Сельское хозяйство (суспензионные удобрения, гидропоника, мелиорация и пролонгация, дражирование семян);
- Экологическая реабилитация (захоронение отходов, очистка прудов и водоёмов, реабилитация почв).

1.1.4. Глаукониты

Глауконитами являются слоистые гидрослюды, которые обладают неупорядоченной решёткой диоктаэдрического типа (рисунок 4). Сорбционная активность подразумевает ионообменные процессы, за счёт высоких показателей ионообменной способности и удельной поверхности.

Существует классификация глауконита в зависимости от соотношения и содержания закиси железа [3]:

- Темно-зеленый (повышенное содержание закиси железа и низкотемпературной воды);

- Светло-зеленый (повышенное содержание разбухающих слоёв, повышенная ёмкость катионного обмена, пониженное содержание закиси железа).

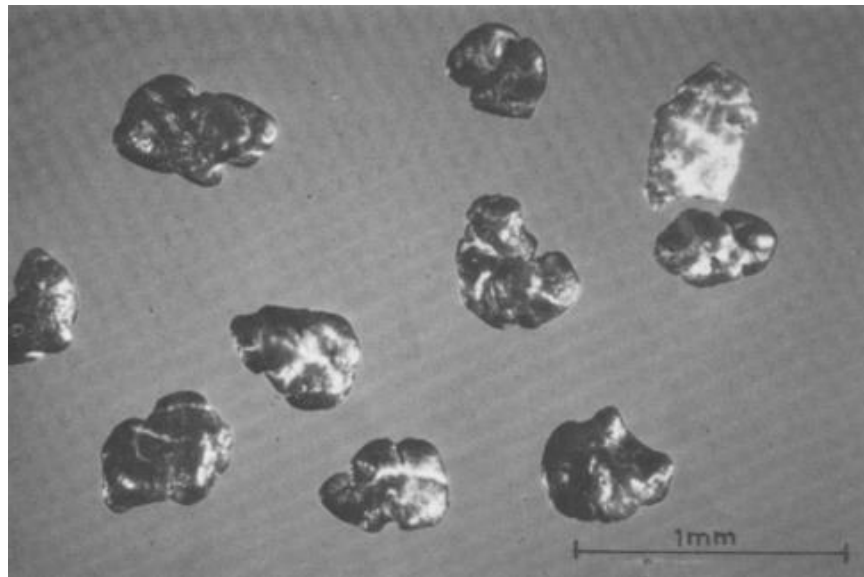


Рисунок 4 – Гранулы глауконита под микроскопом [6]

Основное применение вермикулита в геологии заключается в датировании абсолютного возраста осадочных пород [6]. Также он применяется для производства фосфатно-калийных удобрений, при отбелке масел и жиров, в водоочистке, а также при реабилитации почв и очистке водоёмов [3].

1.1.5. Бокситы

Бокситы представляют литифицированные или нелитифицированные остаточные продукты выветривания, богатые глинозёмом, характеризующиеся низким содержанием щелочей, щелочно-земельных металлов и кремнезёма (рисунок 5).

С промышленной точки зрения боксит – природный материал, который может быть переработан в высокочистый глинозём. В основном бокситы состоят из смеси гидроксидов алюминия, вредными компонентами для производства являются оксиды железа и титана, кварц и множество других минералов [7].

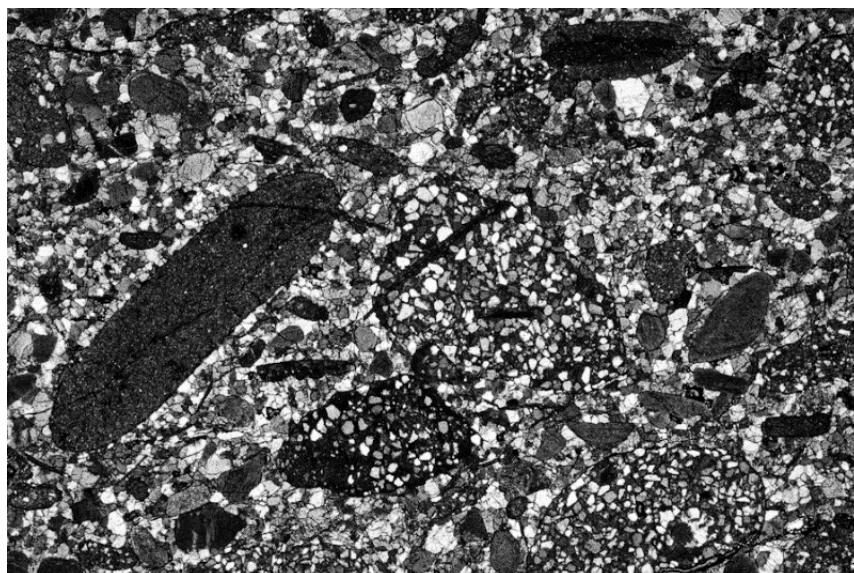


Рисунок 5 – Структура боксита в шлифе

На сегодняшний день, он эффективно используется для очистки нефтепродуктов от сернистых соединений несмотря на то, что по своим отбеливающим свойствам уступает другим природным минералам. Другие сферы применения бокситов не изучены [3].

1.1.6. Опал-кристаллитовые породы

Также среди промышленных минеральных образований выделяют группу опал-кристаллитовых пород, представляющих равномерную природную смесь опалового кремнезёма, глинистого и обломочного материала, которую подразделяют на две группы [3]:

- Сложенные преимущественно кремневыми панцирями организмов (или их обломками);
- Представленные микрозернистым и глобулярным кремнеземом.

Первую группу составляют диатомиты, спонголиты, радиоляриты и силикофлагеллиты, вторую – опоки и трепелы. Повышенный промышленный интерес среди всех природных сорбентов опал-кристаллитовых пород представляют диатомиты и трепелы, применяемые в различных сферах деятельности.

1.1.6.1. Диатомиты

Диатомиты представляют собой мягкие тонкопористые породы, состоящие из мельчайших (0,01-0,04 мм) опаловых панцирей диатомовых водорослей, являются представителями опаловой биогенной природы. Пористость варьируется в пределах 70-75%. Окраска диатомитов белая, жёлтая, иногда тёмно-серая и буровато-серая, прочность не более 30 кг/см² [3].

Благодаря своей уникальной структуре (рисунок 6), низкой насыпной плотности, высокой поглощающей способности и сравнительно низкой истираемости его используют в качестве функционального наполнителя, в роли сырья для фильтрации жидкостей, также широко эксплуатируется в качестве подложки хроматографических колонок, бумаги, резины, пластмасс и теплоизоляционных материалов [8].

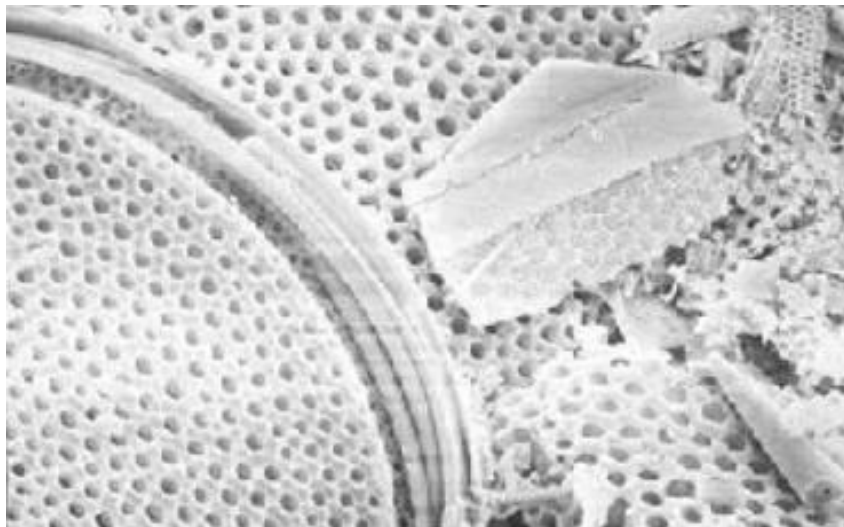


Рисунок 6 – Структура диатомитов

1.1.6.2. Спонголиты

Спонголиты являются породами, сложенными в основной массе кремневыми спикулами губок и их обломками (рисунок 7). Истинная плотность равна 2,56-2,59 г/см³, пористость от 5,4 до 16,4%. В основном применяется при производстве строительных и теплоизоляционных материалов [9].

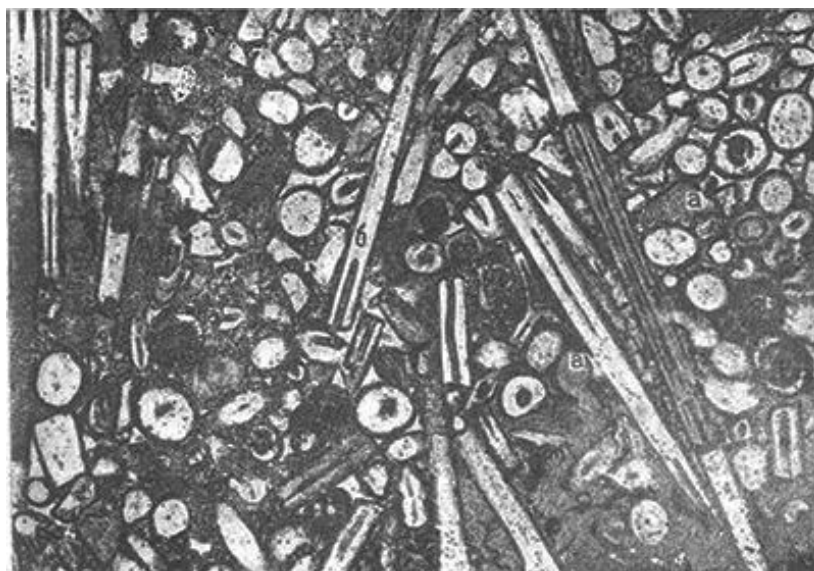


Рисунок 7 – Структура спонголита в шлифе

1.1.6.3. Радиоляриты

К радиоляритам относят породы, сложенные в основном кремневыми скелетными остатками радиолярий. Они сложены мелкими (не более 0,1-0,2 мм) шарообразными радиолярий – шарообразные скелеты морских одноклеточных (рисунок 8).

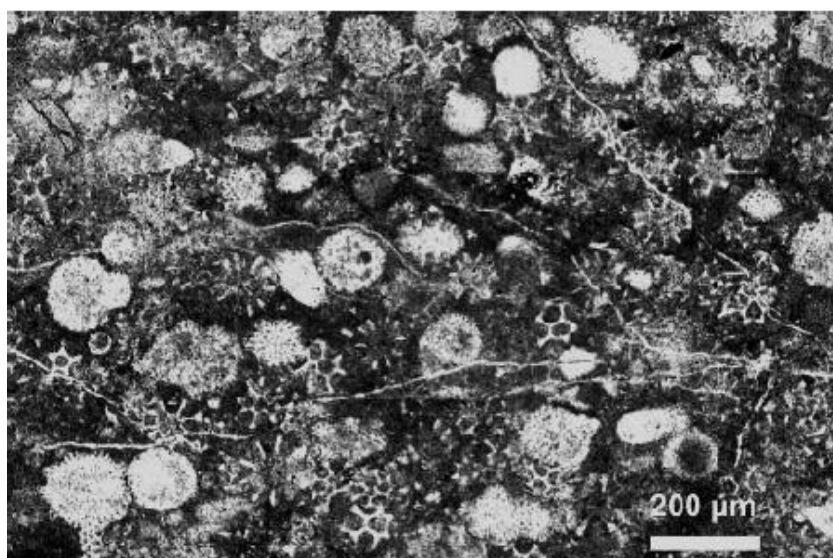


Рисунок 8 – Структура радиолярита в шлифе

Окраска от светло-серой до коричневатой-серой. Встречаются разновидности радиоляритов напоминающие по внешнему виду диатомиты и плотные твёрдые породы [10].

В ископаемом состоянии чистые разновидности их редки, промышленное значение невелико [3]. Содержат фосфатный, глинистый и иногда опаловые глобулы и остатки диатомей и др.

1.1.6.4. Опоки

Опоки представляют лёгкие плотные тонкопористые породы, состоящие в основном из мельчайших (менее 0,005 мм) частиц кремнезёма (рисунок 9). По внешнему виду похожи на скол фаянса. Содержит примеси глины, глауконита и др. Пористость достигает 55%. Окраска опок варьируется от светло-серой до тёмно-серой.

Опока обладает высокой пористостью, устойчивостью к действию щелочей и кислот. Применяется для очистки сточных вод, создания катализаторов и концентрирования ионов из объектов окружающей среды [11].



Рисунок 9 – Структура опоки в шлифе

Все вышеописанные природные минеральные сорбенты имеют широкие сферы применения и на сегодняшний день активно используются в различных отраслях промышленности. Но также стоит отметить, что среди известных природных земель выделяют еще одну группу, группу трепелов, которая в данный момент находится на стадии исследований его сорбционных свойств. Именно эта осадочная порода стала объектом научно-

исследовательской деятельности и будет подробнее рассмотрена в следующем разделе.

1.2. Трепелы

Трепелы являются лёгкими тонкопористыми породами, состоящими в основном из мельчайших (менее 0,005 мм) глобулярных зёрен кремнезёма, выступают в роле представителей опал-кристобалитовой и α -кристобалитовой природы (рисунок 10). В составе трепелов нередко в значительном количестве (до 20-30%) присутствуют такие минеральные образования как цеолиты и глаукониты, также в небольшом количестве может содержать кварц и полевые шпаты. Окраска их от светло-серой, почти белой, до жёлто-серой, буровато-серой. Пористость – от 50% до 70% [3].

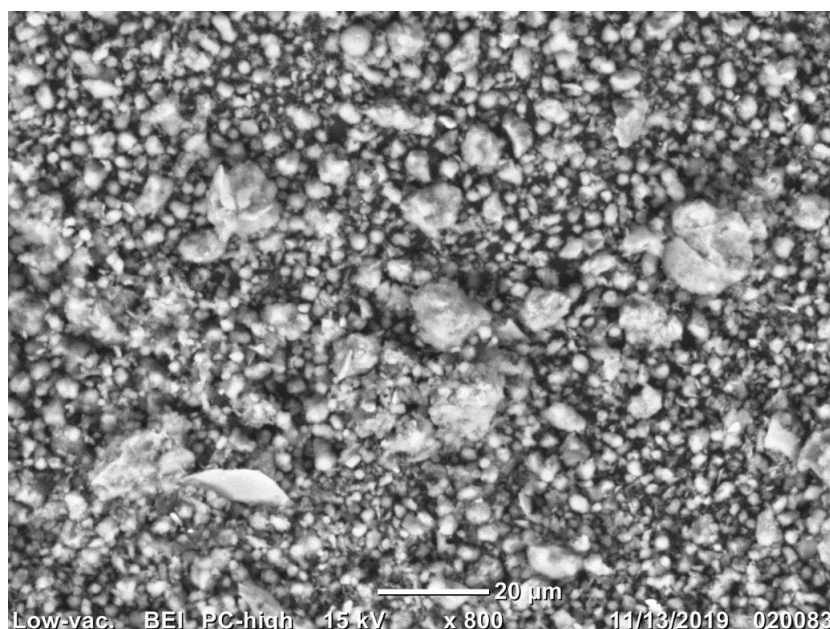


Рисунок 10 – Структура трепела

Месторождения трепелов выявлены как в осадочных, так и в вулканогенных комплексах. Промышленные типы месторождений данного минерала представлены в таблице 2. По величине запасов все месторождения подразделяют на:

- Весьма крупные (20-50 видов запасов минерального сорбента);
- Крупные (50-5 видов запасов минерального сорбента);
- Средние (20-1 видов запасов минерального сорбента);
- Мелкие (менее 3-1 видов запасов минерального сорбента).

Основные месторождения связаны с отложениями эпиконтинентальных бассейнов верхнего мела, источником кремнезёма служили продукты выветривания окружающей суши. Также стоит отметить, что трепелы, которые связаны с вулканогенным источником кремнезёма, пользуются небольшим распространением [10].

Таблица 2 – Характеристики месторождения трепелов [3]

Тип	Содержание сырья, %	Сопутствующие минералы	Форма залежей	Масштабы месторождений	Промышленное значение	
					В РФ	В мире
гипергенный (выветривания)	40-80	мел, опока	линзовидная, гнездовая	мелкие	незначительное	незначительное

В России находится несколько месторождений трепелов, располагающихся в Европейской части России (таблица 3). Повышенный интерес промышленников представляет трепел Зикеевского месторождения Калужской области, которое эксплуатируется с 1946 года [10].

Трепелы данного месторождения обладают особым сочетанием химических и физических свойств, а также характеризуются высокими сорбционными и катионообменными свойствами, химической стойкостью и стабильностью к кислотам и термостойкостью [12].

Таблица 3 – Месторождения трепела на территории РФ (2021 год)

Часть Российской Федерации	Месторождения
Европейская	Городецкое, Дабужское, Зикеевское, Матчино-Ресское, Пекшинское, Соболевское, Хотьковское, Хотынецкое

Активные центры трепелов представлены гидроксильными группами, которые расположены на поверхности сорбента. Они несут избыточный отрицательный заряд, который объясняется изоморфизмом, связанным с ненасыщенными связями и различными структурными позициями, а также с обменными катионами, которые компенсируют заряд кристаллической решётки [13].

Благодаря высокому содержанию активного кремнезёма они используются в производстве как гидравлические материалы при производстве портландцементов и различных видов вяжущих, также являются сырьём для создания адсорбционных порошков, жидкого стекла и т.п.

За счёт высоких показателей пористости находят широкое применение в производстве теплоизоляционных изделий и строительных материалов. Специфические особенности структуры при высоком содержании кремнезёма определяют каталитические и сорбционные свойства, возможность получения из них различных материалов, используемых в процессах фильтрации различных продуктов, а также в осушке газов [14].

На сегодняшний день существуют новые приоритетные направления развития использования, в их число входят очистка промышленных стоков от опасных и вредных примесей, получение стекольной шихты, улучшение состояния почв и т.д. [14].

В работах была изучена сорбционная способность природных минеральных земель, в том числе трепела с Зикеевского месторождения, путём проведения исследований по очистке природной воды от различных примесей тяжёлых металлов (железа, свинца, цезия, никеля и др.) [15–17].

Было детально рассмотрено влияние трепела в сельскохозяйственной сфере, как добавки, используемой в рационе крупнорогатого скота. Исследование показало, что полученный комбикорм стимулирует и улучшает процессы пищеварения [18,19].

В работе авторов [20] изложена информация о том, что трепел используется для отбеливания красящих веществ из хлопкового масла, также отмечено, что полученный порошок обладает слабой адсорбционной ёмкостью, значение фактора отбеливания достигает 3,5 – 3,8.

Трепел может быть использован при изготовлении энтеросорбента широкого спектра действия, что рассмотрено в работе [21]. Полученный продукт применим для снижения различного рода интоксикаций, а также применим для лечения радиационно-термических поражений как людей, так и животных.

Также стоит отметить, что трепел нашел использование в качестве материала для фильтрования в фильтрах периодического действия, что отображено в соответствующем патенте о композиции фильтрующих материалов [22].

1.3. Методы определения кислотно-основных свойств сорбентов

На сегодняшний день изучен ряд методов определения кислотно-основных свойств различных видов сорбентов.

В работах [23–25] за основу взят спектрофотометрический метод адсорбции индикаторов Гаммета для изучения газохроматографических сорбентов и сорбентов на основе гидратированных оксидов циркония и алюминия. Было исследовано распределение кислотно-основных центров Бренстеда и Льюиса, распределенных на поверхности сорбентов и выявлена закономерность «состав – метод получения – поверхностные свойства».

Авторы [25,26] используют метод рН-метрии при исследовании исходных и модифицированных сорбентов. При работе был использован рН-метр со стеклянным электродом. Данный способ позволяет оценить интегральную кислотность поверхности. Установлено, что зависимость $pH_{\text{суп}} = f(\tau)$ характеризует различную силу и соотношение бренстедовских и льюисовских центров на поверхности образцов.

Также, в работе [27] были изучены свойства сорбентов с использованием метода лимитированного испарения, который основан на анализе кинетики испарения сорбата из рабочей ячейки с образцом в квазиравновесных условиях. Результатом исследования является изотерма десорбции воды из сорбента.

При изучении кислотно-основных свойств сульфозетилованных полиэтилениминов [28] использовался метод обратного кислотно-основного титрования с потенциометрической индикацией, который позволяет определить статическую обменную ёмкость по гидроксид-ионам. Также была исследована динамическая обменная ёмкость методом прямого титрования.

Ионообменные и кислотно-основные свойства силикагеля были изучены с использованием хроматографа для ВЭЖХ в работе [29]. В результате исследования было установлено, что сорбент проявляет анионообменные свойства. Также, показано, что высокие значения эффективности и селективности ионообменника могут быть использованы для определения и разделения анионов в водных образцах.

2. Объект и методы исследования

В данном разделе представлена информация об объектах исследования данной тематики и методах проведения выполненных экспериментов, приведены соответствующие методики.

2.1. Объекты исследования

Исследование кислотно-основных свойств природных сорбентов проводили на природном минеральном сырье отечественного и импортного происхождения. В качестве отечественного сорбента использовали трепел Зикеевского месторождения, а также химически модифицированный трепел в аналитической лаборатории ОХИ НИ ТПУ. Для сравнительного анализа использовали коммерческие природные минералы Tonsil OPTIMUM 210FF, производства Германии и Taiko Classic 1G, производства Малайзии.

2.1.1. Трепел Зикеевского месторождения

Данное минеральное сырье привезено с Зикеевского месторождения Калужской области, представляет тонкодисперсный лёгкий порошок светло-коричневого или желтовато-коричневого цвета (рисунок 11). В основном состоит из кремнезёма SiO_2 .



Рисунок 11 – Трепел Зикеевского месторождения

2.1.2. Трепел химически модифицированный

Трепел, привезенный с Зикеевского месторождения Калужкой области, был подвержен комбинированной модификации, включающей в себя кислотную и щелочную активацию [30]. Для кислотной модификации была использована 7 %-ная соляная кислота, для щелочной – 5,5%-ный раствор гидроксида натрия.

Полученный сорбент (рисунок 12) представляет пористый хлопьевидный белый порошок с низкой плотностью и высокой удельной поверхностью.

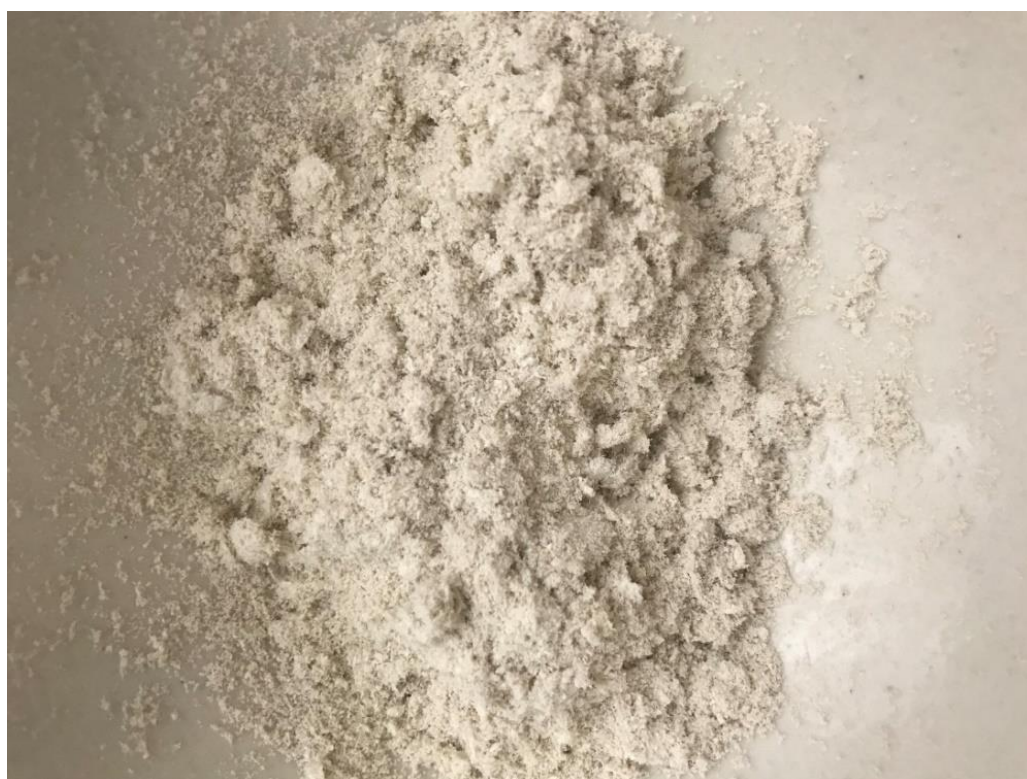


Рисунок 12 – Модифицированный трепел

2.1.3. Tonsil OPTIMUM 210 FF

Минералогический состав отбелной земли весьма сложен большим количеством минералов: кварц, глауконит, слюда типа мусковит и продукт ее природного гидролиза (иллит). Достаточно хорошо идентифицируется монмориллонит, и чуть менее четко, но вполне уверенно аттапульгит. Кроме

того, в пробе отмечаются пики, характерные для цеолитов, которые возможно введены были искусственно или образовались при обработке глин.

2.1.4. Taiko Classic 1G

В минералогическом составе отбеленной земли присутствует: кварц, глинистые минералы (галлуазит, палыгорскит). Кроме того, отмечается наличие ангидрита (CaSO_4), что может свидетельствовать об обработке глины серной кислотой с последующим прокаливанием.

2.2. Методы исследования

В данном разделе описаны методы проведения исследований природных земель согласно соответствующим методикам анализа. Приведено описание таких исследований как: изучение минералогического состава, определение функциональных групп на поверхности сорбентов, обнаружение активных центров, изучение кислотно-основных свойств методом Гаммета, определение йодного числа.

2.2.1. Исследование минералогического состава природных земель методом рентгенофлуоресцентного анализа

Минеральный состав природных земель был определен при помощи рентгеноструктурного анализа. При исследовании был использован рентгенофлуоресцентный спектрометр.

Методика по содержанию элементов в осадочных породах взята из учебно-методического пособия по теории и практике рентгенофлуоресцентного анализа [31], которая включает в себя следующие этапы:

- 1 Измельчали образцы;
- 2 Прессовали двухслойные диски на подложке из борной кислоты;
- 3 Анализировали образцы с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра.

Время на приготовление одного образца не превышает 3 минут, воспроизводимость составляет 2 %. Также для анализа необходимо

использование стандартных образцов (СО) осадочных пород. В качестве основного критерия полученных результатов был выбран диоксид кремния (SiO_2).

2.2.2. Определение основных функциональных групп природных земель методом ИК-спектроскопии

Для изучения кислотно-основных свойств природных сорбентов первоначально необходимо определить наличие характерных функциональных групп, которые могут обуславливать те или иные свойства.

Изучение проводилось согласно пособию [32], где описаны основы ИК спектроскопии и подготовка проб для анализа. Исследование включает в себя следующие этапы:

- 1 Приготовили навески сорбента, массой 0,007 г;
- 2 Растирали образец до мелкодисперсного состояния в агатовой ступке;
- 3 Смешивали навески с KBr, массой 0,170 г;
- 4 Прессовали таблетки при помощи ручного пресса;
- 5 Анализировали образец на ИК-спектрометре.

Спектрограмма записывалась в интервале частот $4000-1100 \text{ см}^{-1}$. Время регистрации спектра не превышает 2 минут. Для расшифровки полученных результатов использовались значения характеристических частот определенных функциональных групп [32].

2.2.3. Определение энергии связи адсорбированных молекул на поверхности частиц методом термопрограммированной десорбции

Метод термопрограммированной десорбции (ТПД) относится к группе физических методов, которые позволяют определять энергии связи адсорбированных молекул на поверхности частиц.

Проведение данного исследования осуществляется согласно учебному пособию об адсорбционных процессах [33]. Исследование складывается из следующих этапов:

- 1 Приготовили навески сорбента, массой 0,20 г;

- 2 Растирали образец до мелкодисперсного состояния в агатовой ступке;
- 3 Размещали пробу в кварцевые ампулы, которые оборудованы отростками из фтористого кальция;
- 4 Предварительно выдерживали образец в ампулах при 300 °С в течение 1 часа в атмосфере (для очистки его от примесей);
- 5 Охлаждали образец до комнатной температуры (25 °С);
- 6 Подавали $\text{NH}_3(\text{CO}_2)$ в течение 1 часа в потоке гелия, повышали температуры до 600 °С со скоростью 10 °С/мин.

Вывод о количестве типов основных центров осуществляли с учётом данных, полученных при исследовании методом ИК-спектроскопии.

2.2.4. Изучение кислотно-основных центров природных земель индикаторным методом Гаммета

Данное исследование проводилось согласно методике [33]. Метод основан на измерении оптической плотности индикаторов Гаммета (таблица 4) в растворе до и после процесса сорбции на сорбенте. Основополагающим параметром представленного метода является значение кислотной силы центров, расположенных на поверхности сорбента (pK_a).

Таблица 4 – Индикаторы Гаммета

№ п/п	Ind	λ_{max} , нм	pH
1	О-нитродифениламин	340	-2,4
2	n-Нитродифениламин	370	0,8
3	Кристаллический фиолетовый	580	1,3
4	Бриллиантовый зеленый	610	2,1
5	Фуксин (основание)	540	2,5
6	m-Нитроанилин	340	3,46
7	Метиловый оранжевый	460	4,1
8	Бромфеноловый синий	590	5
9	Метиловый красный	430	6
10	0-динитрофенол	430	6,4

Продолжение таблицы 4

11	Бромкрезоловый пурпурный	540	7,3
12	Бромтимоловый синий	430	8,8
13	Тимоловый синий	430	9,45
14	Пирокатехин	275	10,5
15	Нильский голубой	640	12,8
16	Индигокармин	610	13,1
17	Маннит	589	14,2
18	Этиленгликоль	200	17,2
19	2.4-динитротолуол	250	-3,39

Исследование кислотно-основных свойств сорбентов индикаторным методом Гаммета осуществляется за счёт проведения следующих этапов:

- 1 Приготавливали навески образца сорбента, массой 0,02 г;
- 2 Размещали образец в пробирке, ёмкостью 5 см³, добавляли индикатор, объёмом 0,3-1,0 см³, с определенным значением рКа;
- 3 Одновременно проводили «холостой» опыт в отсутствии индикатора (использование воды);
- 4 Центрифугировали и декантировали растворы по окончании сорбции;
- 5 Измеряли оптическую плотность при соответствующем максимуме поглощения на спектрофотометре с использованием кюветы с толщиной поглощающего слоя, равным 1 см.

Концентрация активных центров (q_{pKa}) данной силы, которая эквивалентна количеству адсорбированного красителя, рассчитывается по формуле (1):

$$q_{pKa} = \frac{C_{Ind} \cdot V_{Ind}}{D_0} \cdot \left[\frac{|D_0 - D_1|}{a_1} \pm \frac{|D_0 - D_2|}{a_2} \right] \quad (1)$$

где C_{Ind} - концентрация индикатора, моль/л;

V_{Ind} - объем индикатора, взятого для анализа, см³;

D_0 - оптическая плотность раствора индикатора до сорбции;

D_1 - оптическая плотность раствора индикатора после сорбции;

D_2 - оптическая плотность раствора индикатора в «холостом» опыте;

a_1, a_2 - навески образца соответственно в «рабочем» и «холостом» опытах, г.

Функция кислотности, которая отображает протонодонорные свойства гомогенной среды, для центров Льюиса и Бренстеда рассчитывается по следующей формуле (2):

$$H_0 = \frac{\sum(pK_a \cdot q_{pK_a})}{\sum q_{pK_a}} \quad (2)$$

2.2.5. Определение йодного числа методом титриметрического анализа

Определение йодного числа природных минеральных сорбентов проводилось согласно ГОСТ 33618-2015 [34].

Йодное число – относительный показатель пористости сорбентов. Данный параметр может быть использован для приблизительной оценки удельной поверхности. Значение йодного числа может варьироваться за счёт наличия в сорбентах серы, летучих веществ, а также веществ, экстрагируемых водой.

Испытание проводится при осуществлении следующих этапов:

- 1 Приготавливали навески сорбента, массой 1,0-2,0 г;
- 2 Сушили образец и охлаждали её в эксикаторе;
- 3 Размещали две навески образца в конические колбы, объёмом 250 см³;
- 4 Добавляли 5% раствора соляной кислоты, объёмом 10 см³ в каждую колбу, взбалтывали содержимое до полного намокания проб;
- 5 Нагревали колбы на плите в вытяжном шкафу, доводили смеси до кипения и выдерживали их при слабом кипении в течении 30 с, с последующим охлаждением колб до комнатной температуры;
- 6 Добавляли в каждую колбу 100 см³ 0,1 Н раствора йода, встряхивали содержимое в течение 30 с;
- 7 Фильтровали смеси;

8 Отбирали аликвоты фильтрата, объёмом 50 см³, переносили в конические колбы, ёмкостью 250 см³;

9 Титровали фильтрат раствором 0,1 Н тиосульфата натрия до бледно-жёлтого цвета, добавляли несколько капель раствора крахмала, продолжали титрование до обесцвечивания раствора.

По полученному значению потраченного объёма тиосульфата натрия рассчитывали две величины:

- Масса адсорбированного йода, мг (X/M)
- Концентрация остаточного йода в фильтрате, Н (С).

Масса адсорбированного йода рассчитывается по формуле (3):

$$X/M = \frac{A - (DF \cdot B \cdot S)}{M} \quad (3)$$

$$A = N_2 \cdot 12693,0 \quad (4)$$

$$B = N_1 \cdot 126,93 \quad (5)$$

где M – масса навески угля, г;

S – объём раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование, см³;

DF – коэффициент разбавления;

$$DF = \frac{(I+H)}{F} \quad (6)$$

где H – объём 5% раствора соляной кислоты, см³;

F – объём фильтрата, взятого для титрования, см³;

Концентрация остаточного йода в фильтрате рассчитывается по формуле (7):

$$C = \frac{S \cdot N_1}{F} \quad (7)$$

По полученным данным строили график в зависимости X/M (ось ординат) от С (ось абсцисс) в логарифмических координатах.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Все технологические процессы сопровождаются потреблением первичных ресурсов (вода, воздух, энергия), материальных и трудовых. Формирование и реализация стратегии ресурсосбережения на всех уровнях управления – один из важнейших вопросов стратегического менеджмента, поскольку ресурсоемкость является второй стороной товара, когда первой является его качество.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования кислотно-основных свойств природных земель могут являться агропромышленные компании, химические и медицинские производства, а также предприятия, работающие в сфере водоочистки и строительства.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что данный объект исследования является широкопрофильным товаром и пользуется большим спросом как на рынке Российской Федерации, так и на мировом рынке.

4.1.2. Основные потенциальные конкуренты

Основные предполагаемые потенциальные конкуренты – это компании и организации, занимающиеся добычей и продажей минеральных сорбентов. На сегодняшний день на территории Российской Федерации

существует ряд организаций, занимающийся данной услугой на рынке (рисунок 19).

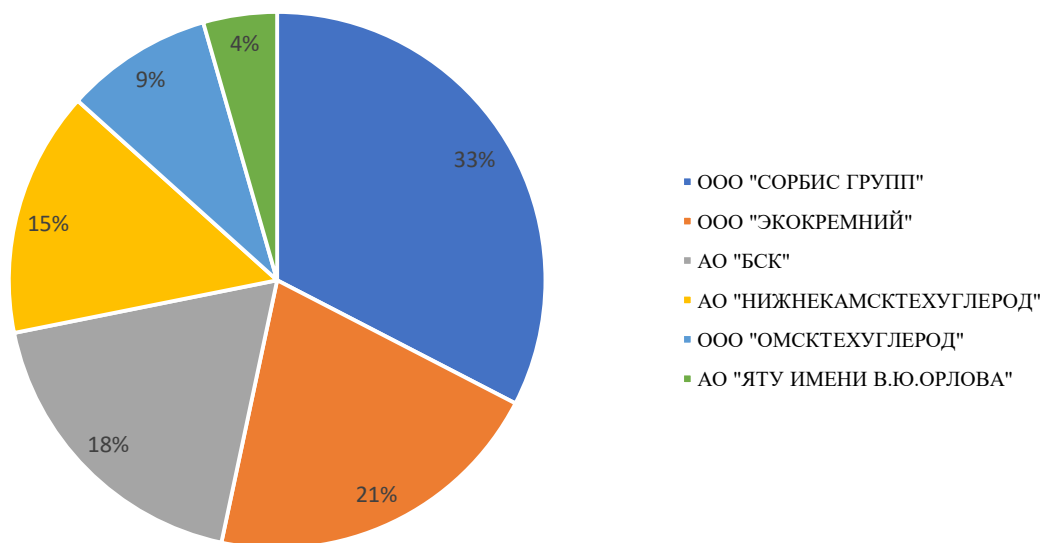


Рисунок 19 – Карта сегментирования рынка по природным минеральным сорбентам

На основе карты сегментирования рынка можно сделать вывод о том, что на рынке существует достаточное количество компаний, занимающихся добычей и продажей природных сорбентов.

4.1.3. Анализ конкурентных технических решений

Проведение детального анализа конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Данный анализ позволяет вносить коррективы в научное исследование для улучшения его конкурентоспособности.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта сравнения конкурирующих технических решений исследования кислотно-основных свойств природных земель представлена в таблице 10.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес i -го показателя;

B_i – балл i -го показателя.

Выпускная квалификационная работа включает в себя несколько методов исследования кислотно-основных свойств. Для составления оценочной карты конкурентных технических решений был взят ключевой метод анализа – индикаторный метод Гаммета.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок): K_G – анализ индикаторным методом Гаммета, K_{II} – анализ потенциометрическим методом, K_C – анализ хроматографическим методом.

Критерии оценки	Вес критерия	Конкурентоспособность					
		B_G	B_{II}	B_C	K_G	K_{II}	K_C
1	2	3	4	5	7	8	9
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Точность определения	0,25	5	4	5	1,25	1	1,25
2. Экспрессность	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
3. Простота эксплуатации	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,25	4	5	3	1	1,25	0,75

Продолжение таблицы 10

2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	4	5	4	0,4	0,5	0,4
3. Стоимость оборудования	0,10	4	4	3	0,4	0,4	0,3
Итого	1	27	25	23	4,55	4,20	3,90

По итогам анализа оценочной карты можно сделать вывод о том, что научная разработка, исследуемая в данной выпускной квалификационной работе, является конкурентоспособной по сравнению с методами потенциометрического и хроматографического исследования.

4.1.4. SWOT – анализ

SWOT – анализ – комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяемый для исследования внешней и внутренней среды проекта, в котором Strengths - сильные стороны, Weaknesses - слабые стороны, Opportunities - возможности и Threats – угрозы.

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.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты первого этапа SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Простота эксплуатации</p> <p>С2. Экспрессность</p> <p>С3. Широкий спектр объектов анализа</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Обязательная необходимость прибора</p> <p>Сл2. Ошибки в работе спектрофотометра</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 11

<p>Возможности:</p> <p>В1. Расширение сфер использования исследуемого объекта</p> <p>В2. Появление спроса на продукт</p> <p>В3. Высокая стоимость конкурентных решений</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Развитие конкурентных методов анализа</p> <p>У2. Ограниченный круг потребителей</p>		

Второй этап SWOT-анализа состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» - если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

В рамках данного этапа были построены интерактивные матрицы проекта, представленные в таблицах 12 и 13.

Таблица 12 – Интерактивная матрица возможностей проекта

Возможности	Сильные стороны			Слабые стороны	
	С1	С2	С3	Сл1	Сл2
В1	+	+	+	-	-
В2	+	+	+	-	-
В3	+	+	0	-	-

Таблица 13 – Интерактивная матрица угроз проекта

Угрозы	Сильные стороны			Слабые стороны	
	С1	С2	С3	Сл1	Сл2
У1	+	+	0	-	0
У2	-	-	+	-	-

Таким образом, в рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 14.

Таблица 14 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Простота эксплуатации</p> <p>С2. Экспрессность</p> <p>С3. Широкий спектр объектов анализа</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Обязательная необходимость прибора</p> <p>Сл2. Ошибки в работе спектрофотометра</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Расширение сфер использования исследуемого объекта</p> <p>В2. Появление спроса на продукт</p> <p>В3. Высокая стоимость конкурентных решений</p>	<p>Полученные результаты позволят увеличить спрос на исследуемый объект, а также расширить сферы практического применения, также позволят создать улучшенную версию объект</p>	<p>Долгий срок поставок материалов и оборудования может негативно сказаться на успешном внедрении данного продукта, а соответственно, на его спросе</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Развитие конкурентных методов анализа</p> <p>У2. Ограниченный круг потребителей</p>	<p>Следует изучить как можно больше областей применения, чтобы увеличить спрос и число потребителей. Заявленная простота оборудования и экспрессность могут сделать предлагаемую методику определения конкурентоспособной</p>	<p>Следует выработать маркетинговую стратегию в области продвижения разработки на рынок. Отсутствие прибора может привести к большим затратам времени на проведение исследований</p>

Таким образом, при исследовании работы при помощи SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны проекта, рассмотрены возможности и угрозы.

4.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес. Морфологическая матрица с рассмотрением альтернативных решений приведена в таблице 15.

Таблица 15 – Морфологическая матрица

	1	2	3
Объект анализа	Осадочная порода	Полусинтетический сорбент	Синтетический сорбент
Метод анализа	Спектрофотометрический	Хроматографический	Потенциометрический

Данную работу можно описать как выбор наиболее желательных функционально конкретных решений вида А1Б1:

- Объект анализа – осадочная порода (природный сорбент), который на данный момент является актуальным объектом для исследований, за счёт низкого уровня изученности;
- Метод анализа – спектрофотометрический, который является одним из самых доступных и экспрессных методов анализа, позволяющий изучать широкий ряд объектов.

4.3. Планирование исследовательских работ в рамках ВКР

4.3.1. Структура работ в рамках проводимого исследования

Для выполнения данной ВКР была сформирована рабочая группа, в состав которой входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы. В таблице 16 представлен составленный перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования с распределением исполнителей по видам работ.

Таблица 16 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Ознакомление с экспериментальными данными и выбор направления исследований	Научный руководитель, бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель, бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение лабораторных анализов	Бакалавр
	6	Проведение расчётов и их обоснование на основании экспериментальных данных	Бакалавр
	7	Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель, бакалавр

Продолжение таблицы 16

Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, бакалавр
	9	Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель, бакалавр
Проведение ВКР			
Разработка технической документации и проектирование	10	Оценка эффективности проведения анализа	Бакалавр, консультант по ЭЧ
	11	Разработка социальной ответственности по теме	Бакалавр, консультант по СО
Оформление комплекта документации по ВКР	12	Составление пояснительной записки	Бакалавр

4.3.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудоёмкость 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 трудоёмкости $t_{ожi}$ используется формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоёмкость выполнения i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоёмкость выполнения 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 по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

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

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

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

Результаты расчётов представлены в таблице 17.

4.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – это горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма Ганта строится на основании данных таблицы 8.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

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

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

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

В свою очередь коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

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

Количество календарных дней для 2020/2021 учебного года составит 365. Количество выходных и праздничных дней – 118.

Тогда коэффициент календарности составит:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 67} = 1,22$$

Календарный план-график проведения научного исследования по исследованию кислотно-основных свойств природного сорбента представлен в таблице 18.

Таблица 17 – Временные показатели проведения исследования: Р – научный руководитель, Б – бакалавр, К1 – консультант по экономической части (ЭЧ), К2 – консультант по социальной ответственности (СО)

№	Название работ	Трудоемкость работ			Исполнитель	T_p , раб. дн	T_k , кал. дн
		t_{\min} чел -дн.	t_{\max} чел -дн.	$t_{\text{ож}}i$ чел -дн.			
1	Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Р	0,4	0,5
		1	2	1,4	Б	0,4	0,5
		1	2	1,4	К1	0,4	0,5
		1	2	1,4	К2	0,4	0,5
2	Ознакомление с экспериментальными данными и выбор направления исследований	3	5	3,8	Р	1,9	2,3
		5	7	5,8	Б	2,9	3,5

Продолжение таблицы 17

3	Подбор и изучение материалов по теме	3	5	3,8	Р	1,9	2,3
		3	7	4,6	Б	2,3	2,8
4	Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Р	0,9	1,1
		1	3	1,8	Б	0,9	1,1
5	Проведение лабораторных Анализов	14	21	16,8	Б	16,8	20,5
6	Проведение расчётов и их обоснование на основании экспериментальных данных	3	4	3,4	Б	3,4	4,1
7	Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	2	3	2,4	Р	1,2	1,5
		2	7	4	Б	2	2,44
8	Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,8	Р	1,4	1,7
		4	7	5,2	Б	2,6	3,2
9	Определение целесообразности проведения ВКР	3	5	3,8	Р	1,9	2,3
		3	5	3,8	Б	1,9	2,3
10	Оценка эффективности применения анализа	5	10	7	Б	3,5	4,27
		5	10	7	К1	3,5	4,27
11	Разработка социальной ответственности по теме	3	8	5	Б	2,5	3,1
		3	8	5	К2	2,5	3,1
12	Составление пояснительной записки	25	30	27	Б	27	32,94
Итого						82,6	100,82

Таблица 18 – Календарный план – график проведения ВКР

Вид работы	Исполнители	Т _к , кал. Дн	Продолжительность выполнения работ										
			февраль		март			апрель			май		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель,	0,5											
	консультант	0,5											
	ЭЧ, СО,	0,5											
	бакалавр	0,5											
Ознакомление с экспериментальными данными и выбор направления исследований	Научный руководитель,	2,3											
	бакалавр	3,5											
Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель,	2,3											
	бакалавр	2,8											
Календарное планирование работ	Научный руководитель,	1,1											

по теме	бакалавр	1,1												
Проведение лабораторных анализов	Бакалавр	20,5												
Проведение расчётов и их обоснование на основании экспериментальных данных	Бакалавр	4,1												
Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	Научный руководитель, бакалавр	1,5												
		2,44												
Оценка эффективности	Научный руководитель,	1,7												

полученных результатов	бакалавр	3,2											
Определение целесообразности проведения ВКР	Научный руководитель,	2,3											
	бакалавр	2,3											
Оценка эффективности применения анализа	Бакалавр, консультант	4,27											
	по ЭЧ	4,27											
Разработка социальной ответственности по теме	Бакалавр, консультант	3,1											
	по СО	3,1											
Составление пояснительной записки	Бакалавр	32,94											

Условные обозначения в таблице

Научный руководитель	Бакалавр	Консультант ПО ЭЧ	Консультант по СО

4.4. Бюджет исследования

В процессе формирования бюджета работ в рамках выполнения ВКР используется следующая группировка затрат по статьям: материальные затраты; затраты на оборудование; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); накладные расходы.

4.4.1. Расчёт материальных затрат

Материальные затраты включают стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, в частности, сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований). Материальные затраты и затраты на оборудование для данного исследования представлены в таблице 19, 20.

Расчёт материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи}$$

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.);

C_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.

Таблица 19 – Материальные затраты исследования

Наименование	Ед.изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Бюретка 1-1-2-25-0,1	шт	1	280	280
Колба Эрленмейера коническая термостойкая объёмом 250 см ³	шт	4	300	1200
Мерные колбы лабораторные стеклянные объёмом:	шт			
– 50 см ³ ;		3	200	600
– 100 см ³ ;		10	230	2300
– 1000 см ³ .		3	450	1350
Стаканы лабораторные стеклянные объёмом:	шт			
– 50 см ³ ;		5	40	200
– 100 см ³ ;		2	50	100
– 250 см ³ .		1	70	70
Мерный цилиндр стеклянный объёмом 100 см ³	шт	1	220	220
Пипетки Мора объёмом:	шт			
– 10 см ³ ;		1	120	120
– 100 см ³ .		1	255	255
Флакон пенициллиновый	шт	8	7	56
Воронка лабораторная стеклянная с диаметрами:	шт			
– 25 мм;		2	60	120
– 100 мм.		1	180	180

Продолжение таблицы 19

Фильтры обеззоленные «Красная лента»	уп	1	30	30
Крахмал	кг	0,2	296	60
Соляная кислота	ампула	3	40	120
Раствор йода	ампула	2	35	70
Тиосульфат натрия	ампула	1	55	55
Калия дихромат	ампула	1	43	43
Калия йодид	кг	0,01	5778	57,78
Индикатор «Кристаллический фиолетовый»	кг	0,02	3690	73,8
Индикатор «Бриллиантовый зелёный»	кг	0,02	3400	68
Индикатор «Метиловый оранжевый»	кг	0,02	8000	160
Индикатор «Фуксин (основание)»	кг	0,02	8000	160
Индикатор «Бромтимоловый синий»	кг	0,02	8600	172
Транспортные расходы (5%)				427
Итого				8548

Для оборудования нужно рассчитать величину амортизации по следующей формуле:

$$A = \frac{C_{\text{перв}} \cdot N_a \cdot a}{100 \cdot 12}$$

где $C_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость, руб.;

N_a – норма амортизации, %;

a – срок работы, месяц.

Норма амортизации:

$$H_a = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

где T – срок эксплуатации, год.

Таблица 20 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Кол-во единиц, шт.	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Срок эксплуатации, лет	Амортизация годовая, руб.	Амортизация, руб
Рентгенофлуоресцентный спектрометр	1	2 000 000	2 000 000	10	41666,67	9360,731
ИК – спектрометр «Agilent 660» (Россия)	1	1 000 000	1 000 000	5	41666,67	9360,731
Хемосорбционный анализатор	1	500 000	500 000	10	10416,67	2340,183
Спектрофотометр «Agilent Carry 600» (Германия)	1	570 000	570 000	10	11875	2667,808
Лабораторная нагревательная плита ПЛК-2822	1	38 000	38 000	5	1583,33	355,707
Дистиллятор для приготовления воды очищенной (Россия, ЧЗБТ)	1	35 000	35 000	1	2916,67	655,2519
Весы аналитические ACCULAB ALC 210 (класс точности 0,0001г, Россия)	1	38 000	38 000	2	3958,33	889,2687
Итого			4181000		114083,34	25629,68

4.4.2. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Статья заработной платы исполнителей темы включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением ВКР, (включая премии и доплаты) и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (таблица 18).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года ($M=10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 раб.дня);

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дней.

В таблице 21 приведен баланс рабочего времени каждого работника ВКР.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени в 2021 году

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Бакалавр	Консультант по ЭЧ	Консультант по СО
Календарное число дней	365			
Количество нерабочих дней: – Выходные дни – Праздничные дни	64	64	64	64
Потери рабочего времени: – Отпуск – Невыходы по болезни	48	-	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	300	252	252

Месячный оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр}) \cdot k_p$$

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

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

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

Таблица 22 – Расчёт основной заработной платы

Исполнитель	Разряд	З _{ТС} , руб.	k_p	$k_{пр}$	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _p , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	Доцент	35120	1,3	0,3	59352,8	2449,48	9,6	23515,01
Консультант по ЭЧ	Доцент	35120			59352,8	2449,48	3,9	9552,97
Консультант по СО	-	27770			46931,3	1936,85	2,9	5616,87
Бакалавр	-	12130			20499,7	846,02	66,2	56006,52
Итого								94691,37

Общая заработная плата исполнителей работы с учётом дополнительной заработной платы в 15 % представлена в таблице 23.

Таблица 23 – Общая заработная плата исполнителей

Заработная плата	Научный руководитель	Консультант по ЭЧ	Консультант по СО	Бакалавр
Основная	23515,01	9552,97	5616,87	56006,52
Дополнительная	3527,25	1432,95	842,53	8400,98
Итого	27042,26	10985,92	6459,4	64407,5

4.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) и накладные расходы

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются по формуле:

$$Z_{внеб} = \sum Z_{зп} \cdot K_{внеб}$$

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

Общий совокупный тариф отчислений составляет 30 %.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Полная (основная) заработная плата, руб.
Научный руководитель	27042,26
Консультант по ЭЧ	10985,92
Консультант по СО	6459,4
Бакалавр	64407,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3
Итого	
Научный руководитель	8112,68
Консультант по ЭЧ	3295,78
Консультант по СО	1937,82
Бакалавр	19322,25

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

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

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

Величину коэффициента накладных расходов $k_{\text{нр}}$ допускается взять в размере 16 %.

4.4.4. Формирование бюджета затрат ВКР

Определение бюджета затрат на ВКР по теме: «Исследование кислотно-основных свойств трепела Зикеевского месторождения» приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчёт бюджета затрат ВКР

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1	Материальные затраты	8548	Таблица 10
2	Затраты на оборудование	25629,68	Таблица 11
3	Основная заработная плата исполнителей	94691,37	Таблица 13
4	Дополнительная заработная плата исполнителей	14203,71	Таблица 14
5	Отчисления во внебюджетные фонды	32668,53	Таблица 15
6	Накладные расходы	22891,64	16% от статей 1-4
7	Бюджет затрат исследования	198632,93	Сумма статей 1-6

4.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения исследования (см. табл. 25). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{р}i}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки (таблица 26) отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 26 – Расчёт интегрального финансового показателя

Исп.	Стоимость исполнения	Максимальная стоимость исполнения	Интегральный финансовый показатель
С	301456,97	908152,75	0,33
Х	908152,76		1
П	199800,81		0,22

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

$$I_{pi} = \sum a_i b_i,$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 27).

Таблица 27 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта: С – спектрофотометрическая методика, Х – хроматографическая методика, П – потенциометрическая методика.

№	Критерий	Весовой коэффициент параметра	С	Х	П
1	Точность определения	0,4	4	5	4
2	Экспрессность	0,4	5	3	4
3	Простота эксплуатации	0,2	5	3	5
Итого		1	4,6	3,8	4,2

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-испi}}{I_{исп.i}^{финр}}$$

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

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Таблица 28 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	С	Х	П
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,33	1	0,22

Продолжение таблицы 28

2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,8	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	13,94	3,8	19,01
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,21	0,9	0,91

Вывод по разделу

В результате проведенной работы была спроектирована и создана конкурентоспособная разработка, отвечающая современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

5. Социальная ответственность

Введение

Выпускная квалификационная работа заключалась в исследовании кислотно-основных свойств природных земель, таких как трепел с Зикеевского месторождения, модифицированный трепел, Tonsil OPTIMUM 210FF (Германия) и Taiko Classic 1G (Малайзия), используемых в качестве сорбентов в химической, масложировой, сельскохозяйственной промышленности, а также при водоочистке.

Исследования проводились в лабораторном помещении физико-химических методов анализа ОХИ НИ ТПУ, 2 корпус, 213 аудитория, которое оснащено необходимым оборудованием и реактивами для проведения научной работы.

В настоящем разделе рассматриваются следующие аспекты: правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, экологическая безопасность, а также безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС).

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности и здоровья составляют Конституция РФ, которая гарантирует право граждан на труд, отдых, охрану здоровья и т.д., а также законы, постановления и подзаконные акты. На основе подзаконных актов разрабатываются положения, инструкции, правила, устанавливающие принципы организации работ по обеспечению безопасности и сохранению здоровья.

5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей нормы) правовые нормы трудового законодательства

Основные правовые гарантии в части обеспечения производственной безопасности регламентирует Трудовой кодекс Российской Федерации [35].

Согласно данному документу, режим рабочего времени определяется с учётом особенностей проводимой работы. В данном случае наиболее эффективным будет являться режим гибкого рабочего времени, при котором начало, окончание или общая продолжительность смены определяется по соглашению работника и работодателя [35].

На работу в лабораторном помещении допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование для решения вопроса о возможности работы в лаборатории.

При проведении исследований лаборант может быть подвержен действию опасных, вредных реагентов, оказывающих негативное воздействие на организм человека. С целью предотвращения от данного фактора, каждому сотруднику выдается комплект средств индивидуальной защиты.

Опасные условия труда отрицательно влияют на состояние здоровья и работоспособность сотрудников. В зависимости от класса опасности проводимой работы, работодатель обязан выплачивать работнику повышенную заработную плату, в соответствии с Трудовым кодексом РФ статья. Также возможно предоставление дополнительного оплачиваемого отпуска и досрочное назначение трудовой пенсии [35].

5.1.2. Организационные предприятия при компоновке рабочей зоны

Работа в лаборатории подразумевает проведение экспериментов и исследований в стоячем и сидячем положениях. В связи с этим, рабочее место должно соответствовать определенным нормативным документам [36,37].

К организационным мероприятиям при компоновке рабочей зоны в лаборатории относят:

– Наличие естественного и искусственного освещения, в соответствии с требованием СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [38];

– Поддержание температуры воздуха в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" [39];

– Наличие вентиляции, которая обеспечивает необходимый воздухообмен для сотрудников, а также способствует поддержанию уровня влажности и температуры. Установка и выбор вентиляции осуществляется в соответствии с ГОСТ 32548-2013 «Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства» [40];

– Выполняемая работа относится к легкой категории работ, следовательно, параметры рабочей зоны в соответствии с ГОСТ [36,37]:

Таблица 29 – Параметры рабочей зоны для стоячего и сидячего положений

Работа в стоячем положении	Высота рабочей поверхности	Для женщин	990 мм
		Для мужчин или женщин	1060 мм
		Для мужчин	1025 мм
Работа в сидячем положении	Высота рабочей поверхности	Для женщин	700 мм
		Для мужчин или женщин	750 мм
		Для мужчин	725 мм
	Высота сиденья	Для женщин	400 мм
		Для мужчин или женщин	420 мм
		Для мужчин	430 мм

– Полы должны быть покрыты линолеумом или резином, в специальных боксах – гладкой плиткой;

– Лабораторная мебель окрашена эмалевой или масляной краской, рабочие поверхности покрываются химически устойчивым материалом;

- Ширина проходов к рабочим местам или между рядами оборудования должна быть не менее 1,5 м;
- Электроприборы включают в сеть под соответствующим напряжением, что позволяет избежать поломки оборудования и возникновения пожароопасных ситуаций;
- Предоставление рабочему персоналу комплекта СИЗ: спецодежда, перчатки, обувь и др.

Рабочее место сотрудника аудитории 213, 2 корпуса ТПУ соответствует требованиям [36,37].

5.2. Профессиональная социальная безопасность

Выполнение научно-исследовательской работы требует четкого соблюдения правил по охране труда и технике безопасности, так как осуществляется работа с химическими реактивами, нагревательными приборами и оборудованием под напряжением.

5.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов

При исследовании кислотно-основных свойств природных земель возможно возникновение опасных и вредных факторов, которые оказывают отрицательное влияние на здоровье сотрудников. В таблице 30 рассмотрены возможные негативные факторы [41].

Таблица 30 – Возможные опасные и вредные факторы при исследовании

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	

Продолжение таблицы 30

1. Отклонение показателей микроклимата [39]	+	+	-	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Статические перегрузки [36,37]	+	+	+	ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
3. Превышение уровня шума [42,43]	+	+	-	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
4. Отсутствие или недостаток естественного света [44]	+	+	+	ГОСТ Р 55710-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны [38]	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
6. Работа с химическими веществами [45]	+	+	-	ГОСТ 12.1.007-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
7. Поражение человека электрическим током [49,50]	+	+	+	ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ПУЭ Общие правила. Заземление и защитные меры электробезопасности.

5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Рассмотрим мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов, при работе в аудитории 213, 2 корпуса НИ ТПУ, описанных в разделе 1.1.1.

Микроклимат в аналитической лаборатории

К основным показателям микроклимата воздуха в лаборатории, можно отнести:

- Температура воздуха и поверхностей;
- Относительная влажность воздуха;
- Скорость движения воздуха.

Оптимальные показатели параметров микроклимата, приведенные в таблице 31, контролируются согласно соответствующему нормативному документу [39].

Таблица 31 – Оптимальные показатели параметров микроклимата в аналитической лаборатории

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
Холодный	Средней тяжести	18 – 20	17 – 23	40 – 60	75	0,1	Не более 0,2
Теплый		21 – 23	18 – 27	40 – 60	65	0,2	0,1 – 0,3

Наличие системы вентиляции позволяет поддерживать требуемые параметры микроклимата. Она подаёт чистый воздух и удаляет загрязненный воздух из рабочей зоны. Локальная система подразумевает местную вентиляцию в роли которой выступает вытяжной шкаф и отопительная система.

Статические перегрузки

Статические перегрузки вызываются длительным пребыванием человека в вынужденном положении тела во время работы или длительным напряжением отдельных групп мышц.

Примером таких перегрузок может являться работа с наклоненной головой или туловищем, на корточках, с упором на локоть, удержание изделия на весу и т.д.

В связи с этим, рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах легкой и оптимальной зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При проектировании рабочей зоны необходимо учитывать антропометрические показатели как мужчин, так и женщин [36,37].

Повышенный уровень шума в аналитической лаборатории

Длительные звуковые колебания отрицательно влияют на здоровье человека, снижают остроту слуха и зрения, утомляет ЦНС, в следствие чего увеличивается число ошибок в рабочем процессе и снижается производительность труда.

Уровень шума регламентируется в ГОСТ 12.1.003 – 83, контроль данного параметра производится на производстве не реже двух раз в год [42].

Для снижения уровня звуковых колебаний проводят следующие основные мероприятия [42]:

- Рациональная планировка оборудования;
- Использование шумобезопасной техники;
- Уменьшение уровня шума источника;
- Использование систем звукоизоляции и звукопоглощения.

Также для снижения данного воздействия необходимо постоянное медицинское наблюдение сотрудников, правильная организация труда и отдыха.

Освещенность рабочей зоны

Для зрительной работы без перенапряжения глаз должна быть организована система освещения. В аналитической лаборатории для проведения работ необходимо естественное и искусственное освещение.

Требования к параметрам освещенности, таким как равномерность освещения, коэффициент пульсации, общий индекс цветопередачи и др., нормируются в соответствии с ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий» [44].

Работа с химическими веществами

При исследовании кислотно-основных свойств природных земель используются химические реактивы. Так, при изучении образцов на ИК-спектрометре для обработки оборудования используется хлороформ. При изучении свойств методом определения йодного числа, использовались концентрированная соляная и серная кислоты.

Пары хлороформа оказывают токсическое действие на организм человека, вызывает острую или хроническую интоксикацию. При попадании на кожу кислоты могут возникнуть химические ожоги. При работе с химическими реагентами необходимо работать под вытяжным шкафом, использовать защитную одежду (халат), средства защиты рук (перчатки), а также средства защиты глаз, лица и органов дыхания.

Согласно [44] используемые вещества можно отнести к высокоопасным веществам. В таблице 32 представлены характеристики данных веществ.

Таблица 32 – Характеристика используемых химических веществ

[46,47,48]

Наименование	Описание	Класс опасности	Величина ПДК (мг/м ³)	Действие на организм человека
Хлороформ	Бесцветная прозрачная жидкость с характерным запахом	2	5	Негативно влияет на работу ЦНС, может вызвать усталость, головную боль и головокружение
Соляная кислота	Бесцветная, прозрачная, едкая жидкость, «дымящаяся» на воздухе	3	5	При попадании на кожу вызывает сильные ожоги, особенно опасно попадание в глаза. Пары раздражают слизистые оболочки и дыхательные пути
Серная кислота	Тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха, с сильноокислым «медным» вкусом	2	1	Поражает дыхательные пути, слизистые оболочки и кожу, пары вызывают раздражение и ожог слизистых

Уменьшить возможный риск для организма человека в процессе выполнения работ возможно при проведении следующих мероприятий [45]:

- Использование средств индивидуальной защиты (лабораторный халат, перчатки, защитные очки);
- Система вентиляции (вытяжные шкафы, в которых проводят работу с химическими реактивами);
- Герметичные тары для хранения опасных химических реактивов;
- Герметичное оборудование для проведения работ;
- Соблюдение работниками техники безопасности и инструкций по работе с реактивами.

Электробезопасность

Аналитическая лаборатория для проведения физико-химических исследований 2 корпуса, 213 аудитории, согласно [49] относится к 1-ой категории по условиям опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°C, с влажностью 40-50%) поражения электрическим током.

При поражении человека электрическим током возможны ожоги, разрыв и нагрев тканей и т.д. Поэтому необходимо строгое соблюдение всех правил по технике безопасности при работе с электроустановками. Для предотвращения поражения человека электрическим током в аудитории 213, 2 корпуса ТПУ, проведены следующие мероприятия [49]:

- Соблюдены соответствующие расстояния до токоведущих частей;
- Ограждены токоведущие части;
- При проведении работ все сотрудники лаборатории используют средства индивидуальной защиты;
- Размещены специальные предупреждающие надписи и сигнализации;
- При каждом проведении работ проводится проверка целостности оборудования;

- Применяются специальные устройства для снижения напряженности электромагнитных полей до допустимых значений.

Основными непосредственными причинами электротравматизма являются:

- Прикосновение к оголенным проводам, контактам электроприборов, находящихся под напряжением;
- Прикосновение к частям электроприборов с поврежденной изоляцией;
- Прикосновение к предметам, случайно оказавшимся под напряжением;
- Нахождение вблизи оборванного провода электросети;
- Отсутствие индивидуальных средств защиты;
- Неправильное комплектование установки;
- Несоблюдение правил техники безопасности.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются [50]:

- Защитное заземление;
- Автоматическое отключение питания;
- Уравнивание потенциалов;
- Двойная или усиленная изоляция;
- Сверхнизкое (малое) напряжение;
- Защитное электрическое разделение цепей;
- Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки.

Пожаровзрывоопасность

Согласно [51] аналитическая лаборатория для проведения физико-химических исследований 2 корпуса 213 аудитории относится к пожароопасным помещениям группы А, так как в ней расположены электрооборудование, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, трудногорючие материалы и вещества.

Основные источники возникновения пожара:

- Неисправность нагревательных приборов (электроприборов, газовых горелок и т.п.);
- Неисправность газопроводов и электрических проводов;
- Несоблюдение правил эксплуатации электроустановок и электросети;
- Нарушение режимов работы термонагревающего оборудования;
- Возгорание воспламеняющихся жидкостей;
- Неосторожное нагревание веществ, пары которых могут воспламеняться;
- Несоблюдение мер техники безопасности.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Для предупреждения пожаров необходимо проводить следующий комплекс мероприятий [51]:

- Проведение осмотра оборудования и электрических цепей;
- Осторожное и бережное обращение с оборудованием;
- Наличие первичных средств пожаротушения;
- При работе с нагревательными приборами исключить наличие вблизи легковоспламеняющихся и горючих веществ.

Аудитория 213, 2 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 33 – Типы используемых огнетушителей при пожаре

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	Порошковый (серии ОП)
До 10,0	Углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу А (взрывопожароопасная).

Таблица 34 – Категория помещения по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся в помещении)
А (взрывопожароопасная)	<p>Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.</p> <p>Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.</p>

5.3. Экологическая безопасность

5.3.1. Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

Рассмотрим используемые в работе объекты исследования:

- Трепел с Зикеевского месторождения и модифицированный трепел представляют собой аморфный кремнезем, тонкопористую осадочную породу природного происхождения;
- Tonsil OPTIMUM 210FF добывается из природного глинистого минерала бентонита, получен деалюминированием глин соляной кислотой;
- Taiko Classic 1G добывается из природного минерала бентонита, получен активацией отбелкой глины серной кислотой.

Следовательно, все объекты исследования не представляют угрозы для окружающей среды, так как представляют собой вещества природного происхождения. По окончании срока службы их необходимо утилизировать.

5.3.2. Анализ влияния процесса на окружающую среду

Вещества, используемые в работе, могут попадать в окружающую среду по сточным водам в виде газа, дыма, пыли и твёрдых отходов производства.

В процессе данного исследования используются такие опасные вещества как хлороформ, соляная кислота и серная кислота, которые в дальнейшем попадают в сточные воды, но их количество незначительно, следовательно, они не оказывают критического влияния на окружающую среду.

5.3.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Рассмотрим мероприятия по защите окружающей среды на отдельных её частях – атмосфере, гидросфере и литосфере.

Защита атмосферы

Для снижения ущерба и избегания попадания вредных веществ в атмосферу, все работы необходимо проводить в вытяжном шкафу, который оборудован фильтром. Также в помещении должна быть оборудована система вентиляции.

Защита гидросферы

Для минимизации негативного влияния токсичных веществ на гидросферу необходимо также проводить отдельный сбор органических и неорганических отходов. Каждый вид отходов нужно сливать в специальные банки или ёмкости, а также нейтрализовать использованные кислоты. После все отходы необходимо утилизировать.

Защита литосферы

Для защиты литосферы необходимо организовать отдельный сбор твёрдых отходов, таких как пластик, бумага и стекло, и провести утилизацию.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация подразумевает обстановку на определенной территории, сложившуюся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [52].

Классификация ЧС [52]:

- Связанная с производственными авариями (взрывы, пожары, выброс вредных веществ);
- Связанная со стихийными бедствиями (наводнения, ураганы, землетрясения и т.д.);
- Конфликтного характера (применение оружия массового поражения, вооруженное нападение, действие экстремистских групп).

Подготовленность к ЧС является одним из важных факторов обеспечения безопасности жизнедеятельности людей.

5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследования

При выполнении исследования в аналитической физико-химической лаборатории может возникнуть несколько видов чрезвычайной ситуации:

- Замыкание проводки, которое может стать причиной возгорания;
- Неисправность оборудования;
- Пролив токсичных жидкостей вне вытяжного шкафа;
- Получение термического или химического ожога;
- Отравление химическими реагентами или их парами.

Также необходимо отметить стихийные бедствия, которые могут возникнуть в ходе работы. Данные явления возникают внезапно и могут привести к многочисленной гибели людей. В климатической зоне города Томска возможны паводки, ливни, сильные грозы и порывистый ветер. В случае последнего возможен обрыв линий электропередач, из-за чего возможны перебои электричества, что может стать причиной пожара.

5.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Мероприятия по предотвращению ЧС представляют собой проведение спасательных работ и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге поражения землей [52].

Для уменьшения потенциальных опасностей лабораторные помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства противопожарной безопасности [51,53].

Перед началом работ проводится инструктаж работника по требованиям безопасности труда. Для избежания любых ЧС необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности.

Некоторые этапы работы подразумевают взаимодействие с электрическими приборами и присутствует вероятность их короткого замыкания и последующего возгорания. Если прибор не соответствует

требованиям прилагаемой инструкции или имеет неисправности, то дальнейшее его использование строго запрещено, так как это может стать причиной возгорания. Работу можно будет возобновить только после устранения всех неполадок. После окончания работ с электрооборудованием, его нужно отключить и обесточить.

Перед уходом из аналитической лаборатории необходимо закрыть все окна, отключить электрооборудование, выключить освещение и убедиться, что отсутствуют потенциальные источники возгорания.

Сотрудники лаборатории, заметившие признаки горения, задымления или непосредственно пожара, должны принять следующие меры:

- Прервать свою работу и вызвать пожарную бригаду по телефону «101», сообщив следующую информацию: адрес, место, объект возгорания и своё ФИО;
- Принять меры, связанные с уменьшением распространения огня (убрать все горючие и легковоспламеняющиеся вещества, находящиеся вблизи очага возгорания, обесточить оборудование);
- При необходимости принять меры, связанные с эвакуацией людей;
- Донести информацию о случившемся начальнику лаборатории и сотрудникам;
- При звуке общего сигнала опасности, покинуть здание через эвакуационные выходы, согласно плану эвакуации, расположенному в здании.

При отравлении парами хлороформа необходимо вывести пострадавшего на свежий воздух, при необходимости провести искусственное дыхание, а также дать ему 30 капель кордиамина или 0,5 г камфоры [46].

При химическом ожоге соляной и серной кислотами необходимо промыть место поражения холодной проточной водой в течение 20-30 минут и затем использовать 3%-ный щелочной раствор (например, раствор

питьевой соды). Последним этапом является наложение асептической повязки или смоченной тем же щелочным раствором [47,48].

Вывод по разделу

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вопросы обеспечения безопасности и охраны труда, связанные с работой в аналитической лаборатории, произведен анализ опасных и вредных факторов и обоснованы мероприятия по защите сотрудников от их действия. Также был проведен анализ влияния данного исследования на окружающую среду и предложены меры по её защите. Кроме того, были рассмотрены вероятные ЧС и разработан порядок действий в случае их возникновения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были получены следующие результаты:

1 Методом РФА было установлено содержание различных оксидов в составе минеральных сорбентов, за счёт высокого содержания SiO_2 природные материалы обладают кислотными свойствами, также высокое содержание амфотерного Al_2O_3 указывает на наличие как кислотных, так и основных свойств;

2 При исследовании методом ИК-спектроскопии было изучено содержание функциональных групп на поверхности сорбентов, наличие –ОН групп характеризует основные свойства минералов, – С=О характеризует основные свойства земель, наличие кремниевых связей позволяет использовать исследуемые объекты при сорбции тяжёлых металлов;

3 Методом ТПД были обнаружены основные центры различной силы, установлено, что с повышением температуры снижается способность к адсорбции, следовательно, сорбционные процессы целесообразно проводить при невысоких температурах;

4 При исследовании индикаторным методом Гаммета было установлено высокое содержание кислотных центров на поверхности природных земель, что указывает на возможность сорбции катионов тяжелых металлов.

5 Наибольшими значениями йодного числа обладают коммерческие минеральные сорбенты, но вместе с этим модифицированный трепел также показывает высокое значение йодного числа. Модификация нативного трепела привела к повышению пористости сорбента и улучшению кислотно-основных свойств.

Список публикаций студента

1 A.E.Zhimareva, A.P. Chernova, V.A.Kutugin, *National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia* «Investigation of acid-base properties of natural materials», сборник материалов XXII Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных «Химия и химическая технология в XXI веке», том 2, 2021. – 234 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Balintova M., Demcak S., Pagacova B.A. Study of sorption heavy metals by natural organic sorbents // *Int. J. Energy Environ.* 2016. Vol. 10. P. 189–194.
2. У.Г. Дистанов, Т.П. Конюхова. Природные адсорбенты России: ресурсы, стратегия развития и использования.
3. У.Г. Дистанов. Справочник Сорбенты природные.
4. Shariatmadari F. The application of zeolite in poultry production // *Worlds. Poult. Sci. J.* 2008. Vol. 64, № 1. P. 76–84.
5. Craton L.E. Chapter 12. Introduction // *Writ. Pathways to Student Success.* 2020. № 1972. P. 105–107.
6. McRae S.G. Glauconite // *Earth Sci. Rev.* 1972. Vol. 8, № 4. P. 397–440.
7. Gow N.N., Lozej G.P. 3785-6828-2-PB.pdf // *Geoscience Canada.* 1993. Vol. 20, № 1. P. 9–16.
8. Galal Mors H.E. Diatomite: Its Characterization, Modifications and Applications // *Asian J. Mater. Sci.* 2010. Vol. 2, № 3. P. 121–136.
9. Б.Д. Тотурбиев, З.А. Мантуров, А.Б. Тотурбиев. Сырьевая смесь для изготовления теплоизоляционного ячеистого бетона. 2006. № 19. P. 1–7.
10. У.Г. Дистанов. Кремнистые породы СССР. 1976. P. 412.
11. А.В. Кондрашева, Р.И. Кузьмина. СТРУКТУРА ДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЁМА-ОПОКИ. P. 37–40.
12. Pyatko Y.N., Akhmetova R.T., Khatsrinov A.I., Fakhrutdinova V.K. EFFECT OF ULTRASONIC TREATMENT ON THE PROPERTIES OF TRIPOLI. 2015. Vol. 1. P. 320–324.
13. Е.А. Шенцева, Т.С. Шевченко, А.А. Шапошников, И.Н. Яковлева. Природные сорбенты, перспективы их использования. 2012.
14. У.Г. Дистанов. Справочник Опал-кristоболитовые породы.
15. Vannova E., Zaloznaya E., Kitaeva N., Merkov S., Muchkina M., Chaban A. Treating waste water polluted by oil products using natural sorbents // *Water Chem. Ecol.* 2012. P. 73–78.
16. T.A. Yurmazova. ADSORPTION OF PETROLEUM SUBSTANCES AND

INORGANIC IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING MINERAL
SORBENT // Bull. Tomsk Polytech. Univ. Geo Assets Eng. 2018.

17. Anisimov V., Petrov K., Ratnikov A., Martynov P., Podzorova E. Investigation of sorption and ion exchange properties of terra silicea and its chemically modified product // Water Chem. Ecol. № 11. P. 11–16.
18. Шнитко Е.А. Влияние скармливания бычкам трепела на перевариваемость и использование питательных веществ кормов // Ученые записки учреждения образования “Витебская государственная академия ветеринарной медицины”: научно-практический журнал. 2015. Vol. 2015. P. 1–239.
19. О.Г. Голушко, М.А. Надаринская, А.И. Козинец. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при использовании активированного трепела. 2018. P. 1–26.
20. Муслимов Б.Б., Исмаев С.Ш., Шарифова Н.А. ОТБЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАФИНАЦИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА 1 Муслимов Б.Б. , Исмаев С.Ш. 2 , Шарифова Н.А . 3. 2002. P. 11–13.
21. Р.А. Розиев, В.С. Нестеренко, Г.П. Жураковская, А.Я. Гончарова, Н.А. Кокунов, В.В. Хомичёнок, Е.М. Яценко, В.К. Подгородниченко. Патент RU 2319488 от 08.08.2006. Энтеросорбент // Zyw. Czlowieka I Metab. № 19. P. 1–7.
22. Е.Г. Николаева, М.С. Мерабишвили, В.Г. Кузьмин, Н.И. Широколобов, К.Г. Брагин, А.А. Александров, В.С. Родченков, И.Г. Кирпа, В.Г. Казаков. Композиция фильтрующих материалов. 1978. P. 3.
23. Pakhnutova, E.A., Slizhov Y.G. Acid-base properties of the surface of gas chromatographic sorbents with grafted layers of metal chelates // J. Phys. Chem. 2014. Vol. 88, № 7–8. P. 1228–1232.
24. Сорочкина Е.А. Кислотно-Основные Свойства Поверхности Сферически Гранулированных Сорбентов На Основе Гидратированных Оксидов Циркония И Алюминия // Вопросы Химии И Химической Технологии. 2013. Vol. 6. P. 102–104.

25. Ю.Г. Слизов, Т.Н. Матвеева. Кислотно-основные свойства поверхности газохроматографических сорбентов, модифицированных ацетилацетанионами металлов. 2012. Р. 534–538.
26. Ю.Г. Слизов, Т.Н. Матвеева. ВЛИЯНИЕ СПОСОБА НАНЕСЕНИЯ СЛОЕВ АЦЕТИЛАЦЕТОНАТОВ МЕТАЛЛОВ НА КИСЛОТНО - ОСНОВНЫЕ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ. 2013. № Ii. Р. 1407–1413.
27. Л.А. Шелковникова, О.Т. Гавлина, Д.Е. Виткина, Е.И. Школьников, В.А. Иванов. Кислотно основные свойства фенолформальдегидных сорбентов. 2012.
28. А.Р.Синельщикова, Е.И.Капитанова, Ю.С.Петрова, Л.К.Неудачина. Кислотно-основные свойства сульфозтилированных полиэтилениминов // J. Chem. Inf. Model. 2013. Vol. 53, № 9. Р. 1689–1699.
29. П.Н. Нестерко, П.А. Кебец. Ионообменные свойства силикагеля с ковалентно закрепленным гистидином. 2007. Р. 6–12.
30. В.Т. Батретдинова, Т.А. Серых. Исследование сорбционных свойств модифицированного сорбента на основе трепела. 2004. Vol. 1. Р. 245–246.
31. Н.Г. Черноруков, О.В. Нипрук. Теория и практика рентгенофлуоресцентного пнализа. 2012. Р. 1–57.
32. Б.Н. Тарасевич. Основы ИК спектроскопии с преобразованием Фурье. Подготовка проб в ИК спектроскопии. 2006. № 1. Р. 22.
33. Т.С. Минакова. Адсорбционные процессы на поверхности твёрдых тел. 2007. Vol. 284, № 1. 1–8 р.
34. ГОСТ 33618-2015. Межгосударственный стандарт. Уголь активированный. Стандартный метод определения йодного числа. 2015.
35. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664>
36. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005187>

37. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003913>
38. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084092>
39. СанПиН 2.2.4.548-96 Санитарные правила и нормы. "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704046>
40. ГОСТ 32548-2013 Межгосударственный стандарт «Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства». Общие технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110084>
41. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071>
42. ГОСТ 12.1.003-83 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200291>
43. ГОСТ 12.1.029-80 Межгосударственный стандарт. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200292>
44. ГОСТ Р 55710-2013 Национальный стандарт Российской Федерации. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200105707>
45. ГОСТ 12.1.007-76 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233>
46. ГОСТ 20015-88 Государственный стандарт союза ССР. Хлороформ. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200020599>
47. ГОСТ 3118-77 (СТ СЭВ 4276-83) Государственный стандарт союза ССР. Реактивы. Кислота соляная. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017281>

48. ГОСТ 4204-77 (СТ СЭВ 3856-82) Государственный стандарт союза ССР. Реактивы. Кислота серная. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017346>
49. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080203>
50. ПУЭ Общие правила. Заземление и защитные меры электробезопасности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218>
51. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953>
52. ФЗ РФ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями на 8 декабря 2020 года). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9009935>
53. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611>