

Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление 12.03.02 Опототехника  
Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Оценка спектроскопии комбинационного рассеяния света для экспресс-анализа нефтесодержащих шламов</b>

УДК 665.66:535.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Ананьева Александра Алексеевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Шеремет Е.С.	PhD		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И.В.	к.т.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Степанов С.А.	к.ф.-м.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оптотехники
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий оптотехники
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
P5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
<i><b>Общекультурные компетенции</b></i>	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области оптотехники
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности
P9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 12.03.02 «Оптотехника»  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
С.А. Степанов  
 (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
4В61	Ананьева Александра Алексеевна

Тема работы:

Оценка спектроскопии комбинационного рассеяния света для экспресс-анализа  
 нефтесодержащих шламов

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31.05.2020

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><small>(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.).</small></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Литература по теме ВКР.</li> <li>Объект исследования: шламы с нефтяных месторождений.</li> <li>Методы исследования: спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния света.</li> </ol>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><small>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в</small></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Аналитический обзор литературы по методикам экспресс-диагностики шламов, нефтесодержащих пород и фракций нефти, включая спектроскопию комбинационного рассеяния света.</li> <li>Проведение измерений шламов и фракций</li> </ol>

<i>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>	нефти для подбора условий измерений. 3.Проведение измерений спектроскопией комбинационного рассеяния света шламов с различным содержанием нефти. 4.Анализ спектров для оценки потенциала метода для анализа шламов
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1.Схема эксперимента; 2Спектры комбинационного рассеяния.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент</b>	
<b>Социальная ответственность</b>	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<i>Перевод осуществляться не будет</i>	
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИШФВП	Шеремет Евгения Сергеевна	PhD		29.09.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Ананьева Александра Алексеевна		29.09.2019

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

Инженеру:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4В61	Ананьева Александра Алексеевна

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	12.03.02. «Оптотехника»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ</i>

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

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке стенда</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.</i>

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

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Оценка перспективности нового продукта
5. График разработки и внедрения ИР
6. Бюджет ИП
7. Основные показатели эффективности ИП

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		02.03.2020

**Задание принял к исполнению Инженер:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4В61	Ананьева Александра Алексеевна		02.03.2020

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4В61	Ананьева Александра Алексеевна

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	12.03.02. «Оптотехника»

Тема ВКР:

Оценка спектроскопии комбинационного рассеяния света для экспресс-анализа нефтесодержащих шламов	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является нефтяной шлам, добытый с различной глубины залегания. Исследования проводились на спектрометре Rigaku xantus.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимальное размещение предметов труда и документации;</li> <li>- Подбор мебели для рабочего места для выполнения работ сидя.</li> </ul> <p>Согласно Трудовому кодексу РФ, а также Федеральному закону N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)</p> <p>2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы рабочей зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата в помещении;</li> <li>- Повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- Нервно-психические перегрузки. Опасный фактор рабочего места инженера-проектировщика:</li> <li>- Электробезопасность;</li> <li>- Пожаро – и взрывобезопасность;</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Во время работы над ВКР могут возникнуть такие негативные</p>

	<p>воздействия на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- атмосфера: загрязнение шумом, теплом, э/м излучением;</li> <li>- гидросфера: попадание в сточные воды химических продуктов при пропоподготовке;</li> <li>- литосфера: нарушение целостности земляного покрова при добыче породы, загрязнение бытовым мусором, возникающем при использовании расходных материалов.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>При разработке и эксплуатации проектируемого решения не исключена возможность возникновения ЧС, такие как пожар, землетрясение, обрушение зданий, аварии на электросетях. Однако пожар является наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для учебного помещения.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		02.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Ананьева Александра Алексеевна		02.03.2020

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: с. 61, рис.9, источника 28.

Ключевые слова: шлам, комбинационное рассеяние света, углеводороды, нефтяные фракции.

Объектом исследования является шлам с нефтяных месторождений.

Цель работы: оценка возможностей использования КР спектроскопии для экспресс-анализа шламов с использованием портативного спектрометра.

Метод проведения работы: проводился литературный обзор методик экспресс-диагностики шламов, нефтесодержащих пород и фракций нефти. Проводились исследования для подбора условий измерений, после чего были получены спектры на длинах волн 532, 785 и 1064 нм.

Степень внедрения: результаты данной работы будут использоваться для дальнейшего исследования спектров нефтяного шлама методами спектроскопии комбинационного рассеяния.

Экономическая значимость: возможность оптимизации добычи и переработки нефти.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

шлам: отходы, образующиеся при инженерной разработке горного продукта;

спектроскопия комбинационного рассеяния (спектроскопия КР): спектроскопия неупругого рассеяния оптического излучения на молекулах вещества, сопровождающееся изменением частоты излучения;

ИК спектроскопия: методика спектроскопии, основанная на получении и изучении инфракрасных спектров;

люминесцентно-битумный анализ (ЛБА): метод определения качественного состава и количественного содержания битуминозных

образований в породе, основанный на способности органических соединений люминесцировать при их возбуждении ультрафиолетовыми лучами.

## Оглавление

Введение.....	11
1. Обзор литературы.....	12
1.1. Методики экспресс-диагностики шламов, нефтесодержащих пород и фракций нефти, включая спектроскопию комбинационного рассеяния света.....	12
1.2. ИК спектроскопия.....	14
1.3. Люминесцентно-битумный анализ.....	18
1.4. КР спектроскопия.....	20
2. Объекты и методы экспериментального исследования.....	23
2.1. Проведение измерений шламов и фракций нефти для подбора условий измерений.....	23
2.2. Проведение измерений спектроскопией комбинационного рассеяния света шламов с различным содержанием нефти.....	25
3. Результаты исследования КР спектров для оценки возможности использования метода экспресс-диагностики.....	27
3.1. Анализ спектров для оценки потенциала метода для анализа шламов....	27
4. Финансовый менеджмент.....	29
5. Социальная ответственность.....	45
Заключение.....	58
Список используемых источников.....	59

## **Введение**

В настоящее время нефте- и газодобывающая отрасль оказывает огромное влияние, как на экономические, так и на экологические показатели. В силу тесной взаимосвязи со всеми отраслями человеческой жизни, продукты нефтегазовых промышленности, такие как бензин, нефтехимикаты, асфальт, дизельное топливо пользуются колоссальным спросом, и от рационализации освоения месторождений зависит положение страны на мировом рынке.

В процессе разработки нефтяных месторождений важно получать информацию о химическом составе извлекаемого вещества для оценки целесообразности их дальнейшей разработки. Субъективная оценка месторождения проводится экспертами на месте, для получения конкретной информации о химическом составе шлама необходим его анализ в специализированных лабораториях.

Стандартными методами анализа являются:

- электрохимические методы контроля, при которых производится качественный и количественный анализ;
- физические методы, предоставляющие сведения о таких показателях как плотность, вязкость, температуры плавления и замерзания;
- физико-химические методы, такие как калориметрия, хроматография и другие;
- экспресс-методики, позволяющие осуществлять более детальный химический анализ, основываются методах оптической спектроскопии таких как фотолюминесценция и ИК спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния света отличается высокой химической специфичностью и низким влиянием воды на спектры, однако сигнал КР спектроскопии существенно перекрывается более интенсивной фотолюминесценцией углеводородов. В связи с этим, в данной работе проводится оценка возможностей использования КР спектроскопии для экспресс-анализа шламов с использованием портативного спектрометра.

## **1. Обзор литературы**

### **1.1. Методики экспресс-диагностики шламов, нефтесодержащих пород и фракций нефти, включая спектроскопию комбинационного рассеяния света.**

В процессе выработки нефти особое внимание уделяется шламам, представляющим собой сложную многоструктурную систему. В состав шламов входят нефтепродукты, вода, а также минеральная часть, а именно песок, глина, ил и продукты резервуара, соотношение которых варьируется в достаточно широком диапазоне в зависимости от вида сырья, способа его переработки и прочих условий. В основном шлам представляет собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в себе:

- 10-56% нефтепродуктов;
- 30-85% воды;
- 13-46% твердых примесей.

Органическая часть включает в себя смесь неокисленных углеродов (парафины, нафтены, алкенбензолы, нафталины) и гетероциклических соединений. [1]

Для детального изучения состава шлама, керна (извлеченной породы) и нефтей в химических лабораториях проводится ряд исследований, предусматривающих получение информации для планирования добычи и совершенствования существующих способов добычи и переработки нефти, а также для ведения контроля за работой нефтеперерабатывающих установок, посредством как электро- и физико-химии, так и оптики.

При стандартных исследованиях анализ занимает длительное время из-за подготовки образца, а именно:

- обезвоживание, путем нагрева и отстаивания, так как наличие воды вызывает коррозию оборудования при переработке
- обессоливание путем помещения исследуемого образца в делительную воронку с водой и отстаивание. В зависимости от содержания солей

производится один или несколько раз, что увеличивает время пробоподготовки.

Следующим этапом при определении фракционного состава является перегонка, преследующая следующие цели:

1. получение данных для построения кривых перегонок нефти и отдельных ее фракций;
2. установление потенциального содержания в нефти нефтепродуктов и их компонентов;
3. получение фракций нефти для исследования их группового углеводородного состава [2].

Согласно этому методу нефть перегоняют при атмосферном давлении в вакууме, который применяется для понижения температуры кипения компонентов во избежание термического разложения компонентов.

Экспресс-диагностика включает в себя такие подходы как исследование образцов методом флуоресцентного анализа и методом ИК спектроскопии. Достоинства этих методов заключаются в следующем:

- для анализа можно использовать как органическое, так и неорганическое вещество в любом агрегатном состоянии;
- возможность проведения анализа на месте разработки скважины;
- отсутствие расходного материала;
- минимальная пробоподготовка.

## 1.2. ИК спектроскопия

В зависимости от того какой объект подвергается исследованию спектроскопия подразделяется на атомную и молекулярную. Атомная спектроскопия позволяет получить информацию о строении и свойствах атомов, а значит об элементом составе, тем временем как молекулярная дает информацию о строении и свойствах молекул. Методом спектроскопии является спектральный анализ, который основан на поглотительной и испускательной способности атомов и молекул.

ИК спектроскопия - раздел спектроскопии, включающий измерение и изучение инфракрасных спектров, а также занимается изучением молекулярных спектров испускания, поглощения и отражения. Все это основывается на существовании в ИК области большинства колебательных и вращательных спектров молекул. В результате исследования по полученным спектрам проводится идентификация вещества, если его спектр известен.

ИК лучи, при прохождении через вещество, возбуждают колебательные уровни молекул. В случае совпадения частоты ИК колебания с частотой колебания молекулы происходит резонансное поглощение энергии с образованием полосы поглощения, которая характеризуется частотой колебания  $\nu$  (либо длиной волны  $\lambda$ ), а также формой и интенсивностью [3].

С помощью метода ИК спектроскопии появляется возможность определить состояние воды в минерале, характер изоморфных примесей, степень структурной упорядоченности, отнесение минералов к определённым структурному типу и др [3].

Метод ИК спектроскопии применялся при исследовании ачимовского месторождения. На рис. 1. Представлен спектр, записанный в диапазоне волновых чисел  $1800\text{--}450\text{ см}^{-1}$  на спектрометре Varian Excalibur 3100.

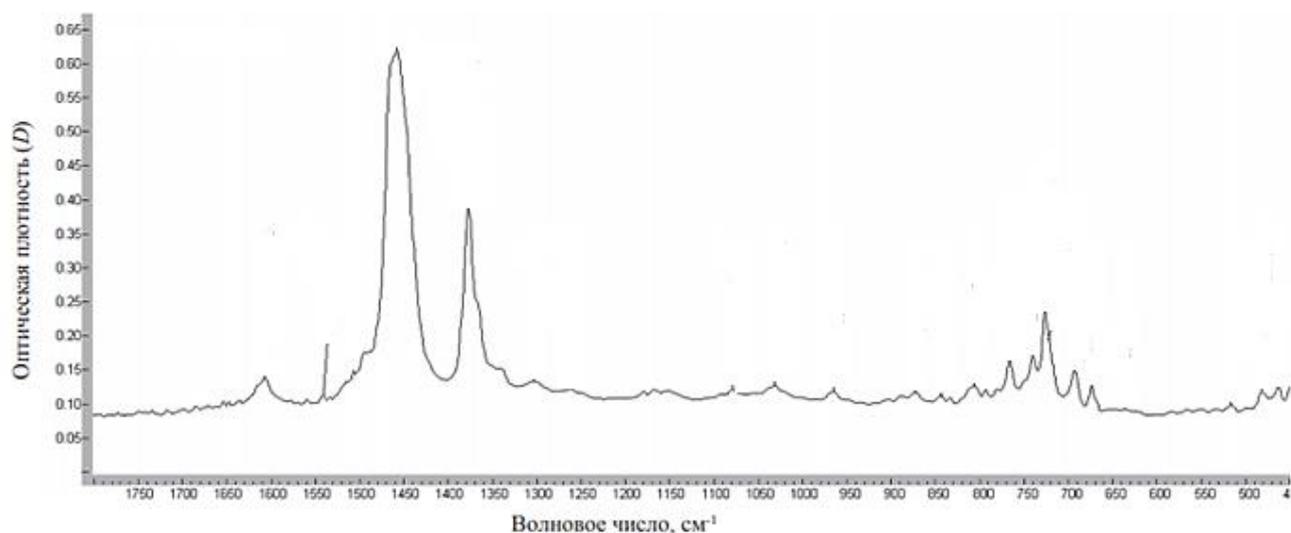


Рисунок 1 – Характерный ИК-спектр конденсатов ачимовской толщи Уренгойского нефтегазоконденсатное месторождение, полученный при измерении на ИК спектрометре Фурье с использованием полного внутреннего отражения [4].

На представленном спектре представлен широкий набор полос поглощения, которые относятся к ароматическим структурам разного строения. Интенсивные полосы 675 (бензол), 464 и 727 (толуол), 740 (п-ксилол), 767  $\text{см}^{-1}$  (м-ксилол) указывают на повышенное содержание в составе ароматической фракции индивидуальных соединений.

Интенсивная полоса в области 727  $\text{см}^{-1}$  перекрывается с полосой 724  $\text{см}^{-1}$ , что свидетельствует о наличии метиленовых групп парафиновых цепей. Полосы 966 и 1030  $\text{см}^{-1}$  характерны для нафтеновых структур.

Также ИК спектроскопия Фурье применялась в исследовании фракций сырой нефти (рис.2), в результате чего оптический метод анализа оказался более дешевой и информативной альтернативой классическому геохимическому методу.

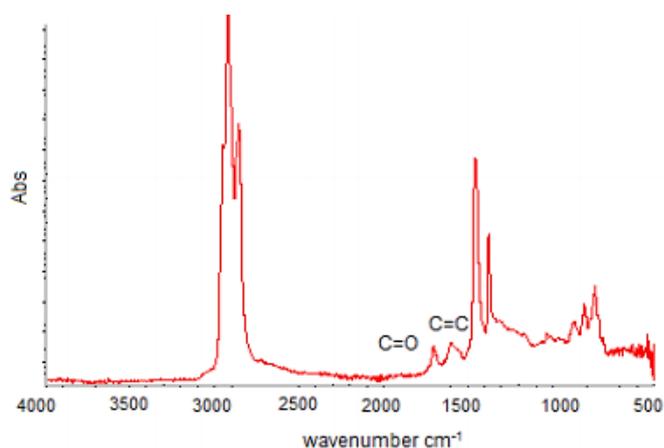


Рисунок 2 – Спектр Фурье для образца сырой нефти [5].

На спектре отчетливо видны пики C=O в области  $1699\text{ см}^{-1}$ , появление которого связано с фотоокислением образца. Пик C=C в области  $1600\text{ см}^{-1}$  обусловлен высокой концентрацией ароматических молекул. Пики в диапазоне между  $890$  и  $730\text{ см}^{-1}$  свидетельствуют о наличии в образце смол и асфальтенов [5].

Для сравнения в одинаковых условиях были проведены измерения другого образца нефти, результаты представлены на рисунке 3.

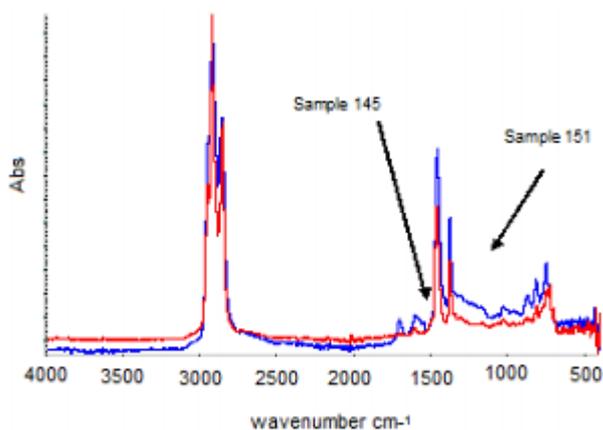


Рисунок 3 – Спектры образцов сырой нефти [5].

По рисунку видно, что спектр образца нефти под номером 145, показанный красным цветом, не подвергся деградации, т.е. фотоокислению, так как отсутствует пик C=O, а пики в области  $890$  и  $730\text{ см}^{-1}$  менее выражены, что говорит о пониженном содержании смолы и асфальтенов в образце [5].

Метод ИК спектроскопии уникален тем, что является практически универсальным методом исследования нефти и нефтепродуктов, которые

проводятся в ближней, средней и дальней областях спектра. Преимуществом данного вида диагностики является более точное определение функциональных групп, свойств индивидуальных соединений, а также позволяет охарактеризовать гетероатомсодержащие соединения. Структурно-групповой состав нефтей и ее компонентов, как правило, определяется по интенсивности характерных полос поглощения в ИК спектрах, а также путем подсчета среднего содержания метиленовых групп в алкильных цепях различной длины. По полученным данным дается приблизительная оценка степени разветвленности алифатических цепей, которая связана с октановым числом топлив [4].

ИК спектроскопия применяется для определения типа нефтей. По отношению сигналов колебания аренов и алканов определяется такой показатель, как ароматизированность нефтей. Помимо всего этого, ИК-спектроскопия для получения структурно-группового анализа алканоциклоалкановых фракций позволяет получать качественные и количественные характеристики структурных фрагментов гипотетической средней молекулы.

К недостаткам можно отнести тот факт, что для исследования требуется подготовка образца, из-за наличия в нефти серо- и кислородсодержащих соединений требуется сооружение специальных установок очистки, а также применение специализированного дополнительного оборудования, что неудобно при использовании на месте разработки [6].

### 1.3. Люминесцентно-битумный анализ

Люминесценция, как известно, представляет собой явление излучения света материала, находящегося в неравновесном состоянии за счет энергии внешнего воздействия [8]. На данном эффекте основан люминесцентно-битумный анализ (ЛБА).

ЛБА представляет собой полуколичественный метод установления, как содержания, так и состава битуминозных веществ, находящихся в горной породе в зависимости от цвета и интенсивности их люминесценции. Люминесценция возбуждается УФ излучением, источником которого служит ртутно-кварцевая лампа сверхвысокого давления.

Главной задачей ЛБА является определение качественного состава и количественного содержания веществ, а также определение содержания основных групп органических соединений в нефтяных шламах.

Данный метод анализа нашел широкое применение при нефтегеологических исследованиях на поисковом этапе. На рис. 4 представлен пример того, как выглядит керн, добытый из скважины при дневном и УФ свете (рис.5).



Рисунок 4 – Фотографии ящиков с керном при дневном освещении [8].



Рисунок 5 – Фотографии ящиков с керном при УФ освещении [8].

Как видно на фотографиях, цвет и интенсивность свечения отличается на породах, добытых с различной глубины залегания, ввиду того, что они содержат различное содержание битумных веществ.

В нефтедобывающей промышленности этот способ нашел применение ввиду возможности проводить экспресс диагностику при достаточно высокой чувствительности. Однако недостаток метода заключается в том, что метод носит полуколичественный характер, что позволяет приблизительно, без какой либо конкретики, определить содержание битума.

Основными компонентами нефтей и природных битумов являются метановые, нафтеновые и ароматические углеводороды, а также различного рода неуглеводородные соединения [9]. При изучении влияния этих веществ на общую люминесценцию нефтей и битумов, нужно учесть тот факт, что основная часть нефтей: метановые, нафтеновые углеводороды не люминесцируют в видимой части спектра. Свечение в сине-фиолетовой области можно увидеть лишь для высших нафтенов (имеющих пять, шесть и более циклов в молекуле) [10]. Таким образом, люминесцентно-битуминологические исследования являются одним из видов качественного и количественного анализов.

#### 1.4. КР спектроскопия

Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) или Рамановская спектроскопия представляет собой неупругое рассеяние оптического излучения на молекулах вещества, сопровождающееся изменением частоты излучения, за счет чего она дает возможность идентификации вибрационных состояний молекул.

При воздействии на молекулы электромагнитного излучения часть поглощенного света рассеивается веществом хаотично по отношению к направлению входящего луча. В случае монохроматичности падающего луча, большая часть рассеянного излучения (упругое рэлеевское рассеяние) характеризуется частотой падающего света, а оставшаяся — частотами, отличными от первоначальной (Рамановский эффект, также эффект комбинационного рассеяния света). При интерпретации спектров проявляются лишь те линии, которые соответствуют колебаниям, сопровождающимся изменением поляризуемости молекулы [4].

По сравнению с другими методами, КР - спектроскопия имеет ряд таких преимуществ как отсутствие специальной подготовки образца и нечувствительность к полосам поглощения, что в дальнейшем облегчает процесс непосредственного измерения в твердых, жидких и газообразных средах.

Метод КР использовался для получения спектров нефти с нефтяных месторождений Джефферсон и Медина с целью изучения состава и подтверждении теории миграции полезного ископаемого. Исследование показало, что масла имели аналогичные молекулярно-массовые распределения, которые были характерны для одного исходного региона.

Сложность заключалась в схожести спектров углеводородов, в результате чего, было принято решение об изучении доминирующих признаков в каждом спектре.

Из широкого выбора всевозможных колебаний, наблюдаются самые сильные пики, что указывает на доминирующее химическое соединение в

пределах каждого образца. Менее интенсивные пики, вероятно, являются сигналом с менее выделяющихся функциональных групп. На рисунке 3 представлены спектры, которые имеют явные сходства, что подтверждает теорию о сходных регионах и миграции нефти [11].

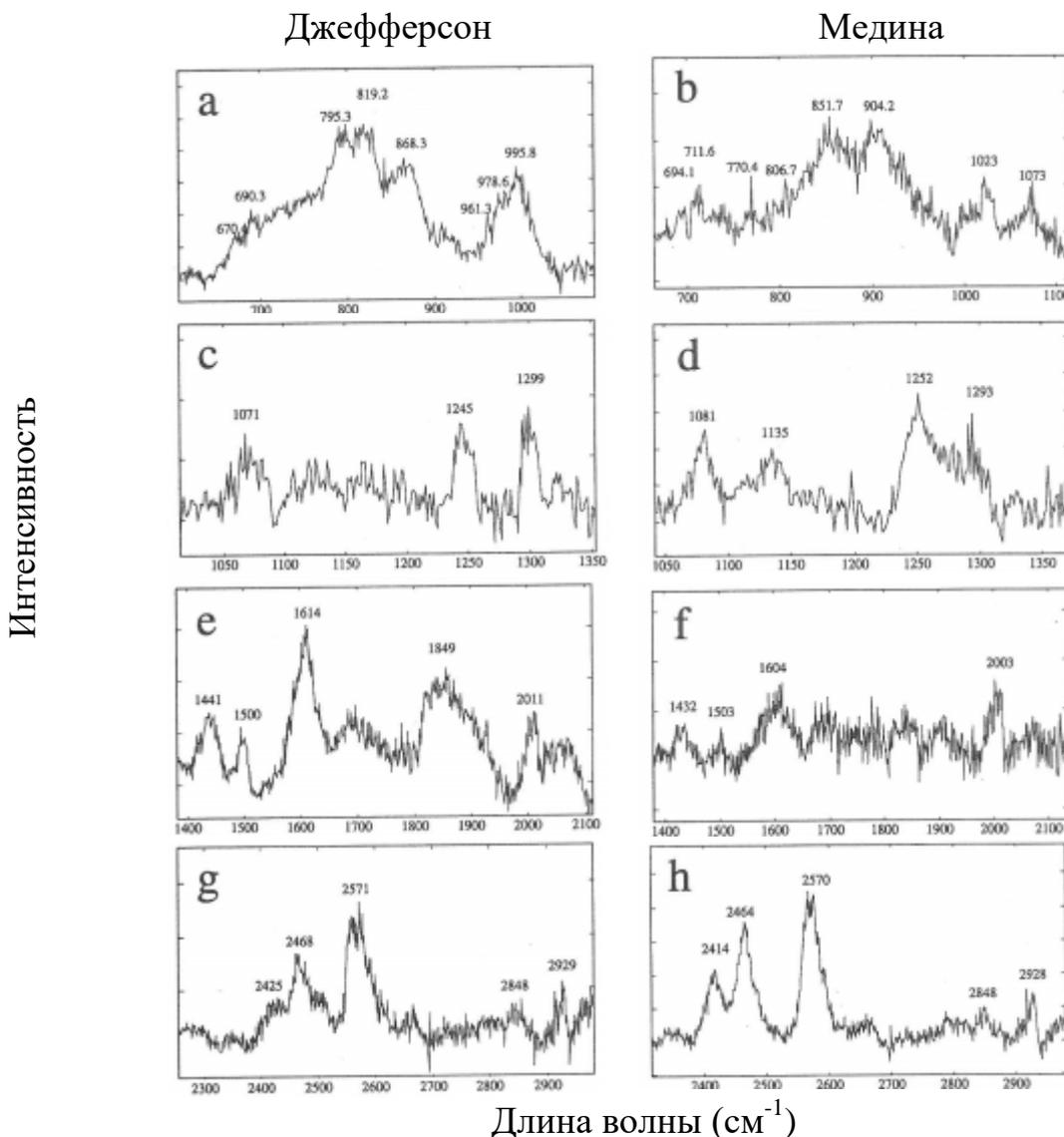


Рисунок 3 – Рамановские спектры сложных флуоресцентных сырых нефтей западного Олимпийского полуострова, Вашингтон, измеренные на длине волны 1064 нм [11].

Полученные от минеральных масел спектры, состоят из ряда выявленных пиков, которые свидетельствуют о наличии в составе синтетических включений, алкенов ( $1389 - 1426 \text{ см}^{-1}$ ), алканов ( $1446 - 1473 \text{ см}^{-1}$ ), ненасыщенный углеродов, ароматических колец (полосы около  $1600 \text{ см}^{-1}$ ) а

также серных комплексов. Самые интенсивные пики наблюдаются на 2420, 2465 и 2570  $\text{см}^{-1}$ , сигнал которым дают симметричные и антисимметричные C-H валентные колебания [11].

Таким образом, на основе существующих данных, в исследовательской работе будет осуществлена оценка возможности использования КР спектрометра для экспресс-анализа шламов.

## 2. Объекты и методы экспериментального исследования

### 2.1. Проведение измерений шламов и фракций нефти для подбора условий измерений.

Для возможности анализа спектров, полученных при измерении нефтяного шлама, были измерены спектры на длине волны 532 (рис. 4) и 785 нм (рис.5), каждой фракции, входящей в состав.

На рисунке 4 представлены спектры, на которых при измерении на длине волны 532 нм происходит поглощение излучения, в результате чего наблюдается люминесценция, которая отличается более широкими пиками по сравнению с сигналом КР спектроскопии .

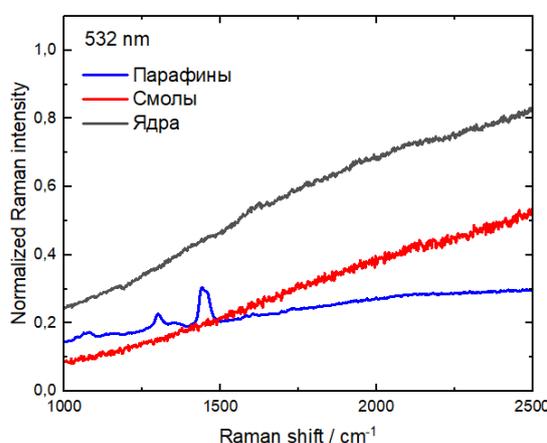


Рисунок 4 – Спектры, полученные на длине волны 532 нм.

Однако, у парафинов прослеживается характерный пик для графита и аморфного углерода (рис.5).

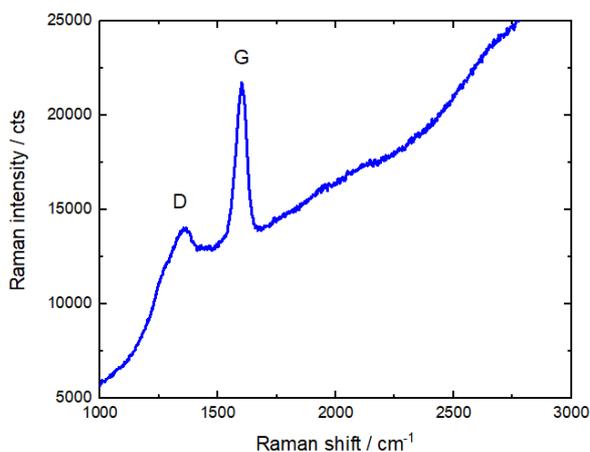


Рисунок 5 – Спектр парафинов.

На рисунке 6 представлены спектры фракций, полученных на длине волны 785 нм.

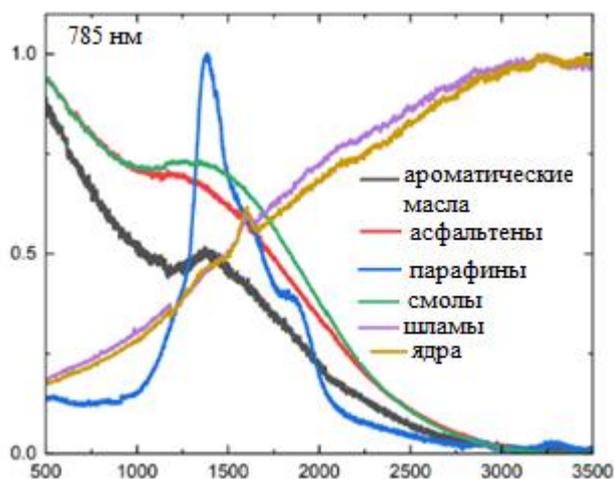


Рисунок 6 – Спектры фракций нефти, полученные на длине волны 785нм.

Как видно из рисунка, спектры шлама и извлеченной породы отличаются выраженной широкополосной люминесценцией, а в области  $1300 - 1550 \text{ см}^{-1}$ , находятся пики, характерные для углеродов. Для фракций нефти, а именно ароматических масел, асфальтенов, парафинов, смол кроме люминесценции самих углеводородов наблюдается люминесценция стекла (особенно для парафина как прозрачной фракции).

Таким образом, в конфигурации микроскопических измерений получение информативного КР сигнала невозможно в связи с доминированием люминесценции.

## 2.2. Проведение измерений спектроскопией комбинационного рассеяния света шламов с различным содержанием нефти.

Для того, чтобы избежать влияния люминесценции, были проведены измерения с использованием длины волны 1064 нм с использованием портативного спектрометра. Возможность выбора длины волны лазера, чтобы избежать люминесценции, связана с тем, что в КР спектроскопии измеряется сдвиг длины волны излучателя по отношению к падающему свету, а не абсолютная величина. На портативной установке Rigaku xantus-2 (рис.7) в специальную кювету, находящуюся в фокусе спектрометра, помещался образец шлама в форме порошка, добытого с различной глубины. Важным условием измерения было то, что пятно от спектрометра, размером порядка 2 мм в диаметре, должно полностью перекрывать образец. Измерения проводились на длине волны 1064 нм.



Рис.7 – Рамановский спектрометр Rigaku xantus-2 [10].

Основные характеристики прибора, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

	Длины волн	
	785 нм	1064 нм
Диапазон длин волн	200-2000 нм	200-2000 нм
Спектральное разрешение	7-10 см <sup>-1</sup>	15-18 см <sup>-1</sup>
Мощность лазера	30-490 мВт	300-490 мВт

Результаты представлены на рисунке 8.

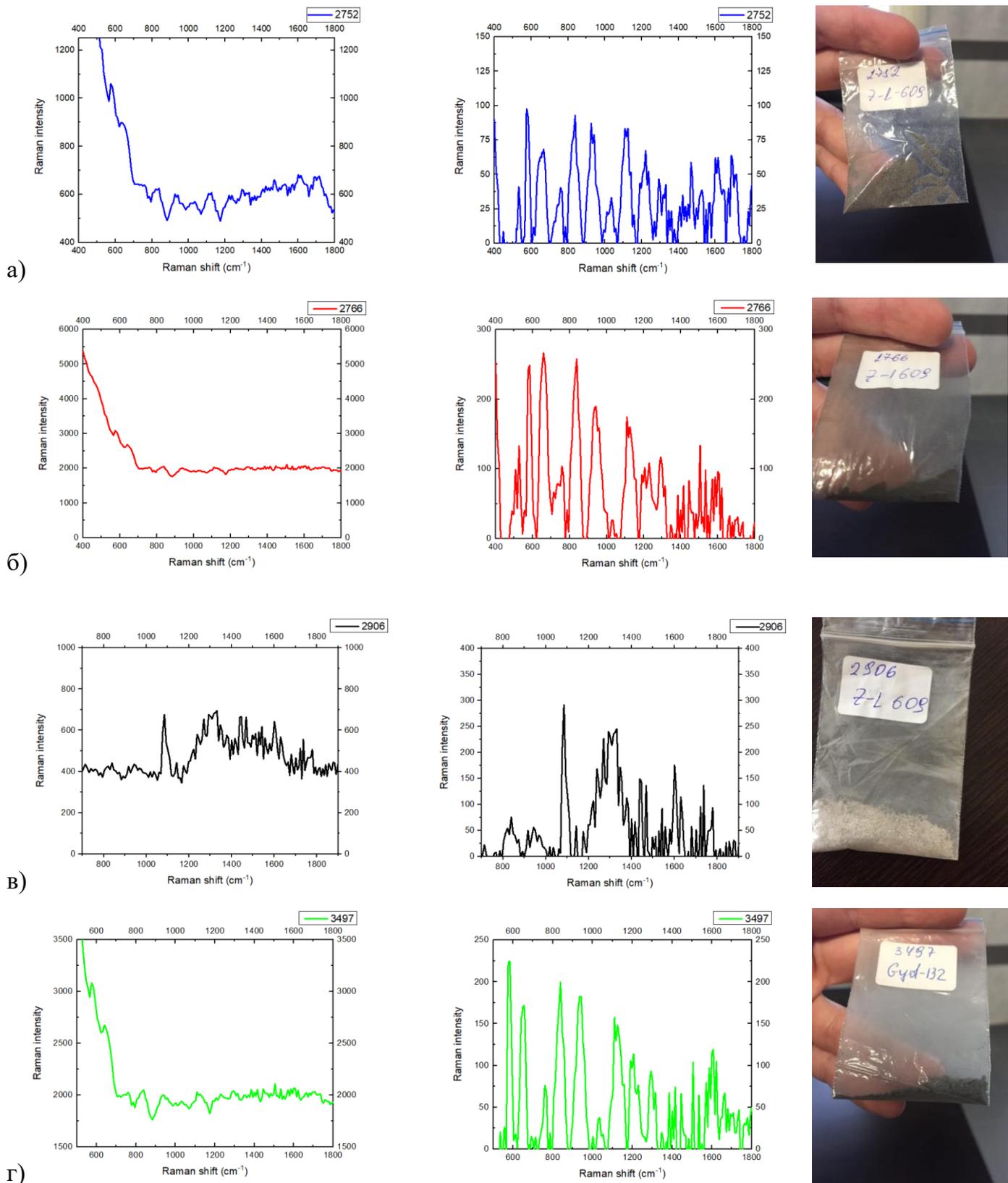


Рисунок 8 – Спектры и внешний вид измеряемых образцов измеренных на длине волны 1064 нм.

Отличие первого и второго столбца заключается в том, что изначальный спектр (столбец 1) нормализован, т.е. присутствует базовая линия, позволяющая удалить шумы и люминесценцию, для возможности интерпретации спектра. Как видно из рисунка, образцы отличаются по цвету, что говорит о разной степени насыщения тяжелыми углеводородами. Как правило, чем образец темнее, тем он более нефтенасыщен, и наоборот, о чем также можно судить по результатам пиролиза, представленным в таблице 2.

Таблица 2. Результаты пиролиза\*

Образец	Кол-во легких углеводородов (мг/г)	Кол-во тяжелых углеводородов (мг/г)
2752	4,92	25,91
2766	3,08	12,71
2906	0,05	0,06

\* Результаты пиролиза предоставлены Смирновой Натальей, ТПУ.

### **3. Результаты исследования КР спектров для оценки возможности использования метода экспресс-диагностики.**

#### **3.1. Анализ спектров для оценки потенциала метода для анализа шламов.**

Для сравнительного анализа из рис. 9 можно сделать вывод, что образцы имеют схожие спектры, разница заключается лишь в интенсивности пиков, лежащих в области  $1200 - 1800 \text{ см}^{-1}$ , характерных для углеводородов. Спектры образцов 3497 и 2766 идентичны друг другу (в связи с чем красная линия не видна на рисунке), из чего следует, что полученный спектр вероятно является артефактом измерений данного прибора.

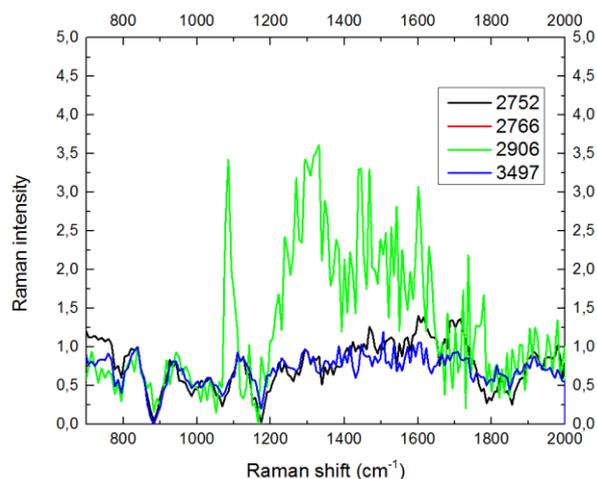


Рисунок 9 – Спектры измеряемых образцов.

Образцы 2752 и 2906 показывают сложные спектры, характерные для смеси органических веществ, причем наблюдаются существенные отличия между ними. Таким образом, измерения с длиной волны 1064 нм представляются перспективными для анализа шламов методом КР спектроскопии. С другой стороны, наиболее интенсивный сигнал получен для наименее насыщенного образца, что может быть связано с большей глубиной проникновения лазерного излучения.

#### **4. Финансовый менеджмент**

Целью данного раздела является экономическое обоснование научно-исследовательской работы по оценке спектроскопии комбинационного рассеяния света для экспресс-анализа нефтесодержащих шламов.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель работы – разработка стенда для исследования путей повышения эффективности диагностики обмоток трансформаторов. В качестве исследуемого метода, выступает импульсный метод диагностики изоляции. Для повышения эффективности диагностики данного метода необходимо разработать стенд, позволяющий коммутировать объект испытания с генератором импульсов, в заданный момент времени.

## 4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

### 4.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научно-исследовательский проект, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. При проведении анализа не было выявлено конкурентов для спектрометра Rigaku Xantus. Данный прибор производится японским производителем измерительной техники, и сочетает в себе все необходимые характеристики в своем ценовом сегменте.

#### 4.1.01. SWOT-анализ

Для комплексной оценки научно-исследовательского проекта применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	С1. Удобный пользовательский интерфейс С2. Возможность расширения функционала С3. Возможность измерения на разных длинах волн	Сл1. Возможность появления помех Сл2. Поглощение излучения образцом Сл3. Недостаточность данных по расшифровке спектров Сл4. Жесткость

	С4. Возможность измерения веществ в различном агрегатном состоянии	условий измерения
<b>Возможности:</b> В1. Защита окружающей среды В2. Проведение исследований образцов на месте выработки В3. Оптимизация процесса нефтедобычи и нефтепереработки В4. Адаптация под другие проекты	Высокая гибкость разработанного решения позволит использовать его в рамках различных проектов. Проведение серии измерений позволит не только оптимизировать процесс добычи и переработки нефти, но и существенно сэкономит время и трудозатраты специалистов	Внедрение технологии в другие проекты может быть затруднено, ввиду сложности расшифровки спектров.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие у покупателей специалистов, способных проводить работы с проектом У2. Ограничение финансирования со стороны ТПУ У3. Полное поглощение излучения образцом	Для внедрения технологии в другие проекты может быть потрачено много времени и ресурсов	Существует возможность закрытия проекта из-за невозможности получения адекватных спектров на фоне шума от самого прибора.

#### 4.2. Планирование научно- исследовательских работ

Предполагаемые работы планируются следующим образом:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ.

#### 4.2.1. Структура и порядок работ научного исследования

Для начала необходимо определить участников проводимого исследования. Таковыми являются профессор отделения материаловедения (или руководитель), Инженер группы 4В61. Каждой выполняемой работе соответствует исполнитель, обладающей определенной должностью.

Таблица 6- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Определение направления исследования	Руководитель
	2	Составление задания	Руководитель
	3	Согласование задания с исполнителем	Руководитель, Инженер
Выбор направления исследований	4	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических обоснований	Руководитель, Инженер
	7	Разработка технологии изготовления	Инженер
	8	Изготовление	Инженер
	9	Ознакомление с методами оптического анализа	Руководитель, Инженер
	10	Оптический анализ	Инженер
	11	Оптимизация параметров	Инженер
	12	Сравнение результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	13	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, руководитель
Оформление отчета по НИР	14	Представление результатов для отчета по НИР	Инженер
	15	Анализ результатов отчета, выводы	Инженер

#### 4.2.2. Определение трудоемкости работ

Так как трудовые затраты составляют основную часть стоимости разработки, трудоемкость определяется для каждого из участников исследования экспертным путем в человеко- днях по следующей формуле:

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

Где  $t_{\min i}$  - минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем, чел.-дн.;

$t_{\max i}$  - максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем, чел.-дн.

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i},$$

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

$ч$ -количество исполнителей, одновременно выполняющих поставленную задачу, чел.

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально.

Переведем длительность каждого из этапов в календарные дни:

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

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

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

где  $T_{\text{вых}}$  - кол- во выходных дней в году;

$T_{пр}$ - кол-во праздничных дней в году.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ представлен на примере работы «Составление и утверждение технического задания ан ВКР»:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 4}{5} = 3,4 \text{ чел} - \text{дн},$$
$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i} = \frac{3,4}{1} = 3,4 \text{ раб. дн.},$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели для руководителя:

$$k_{\text{кал.рук.}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вык}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы:

$$T_{ki.рук} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 3,4 \cdot 1,48 = 5,032 \approx 5 \text{ календ. дн.}$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели Инженера:

$$k_{\text{кал.ст}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вык}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66 - 14} = 1,28$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы на примере работы «Подбор и изучение материалов по теме»:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 7}{5} = 5,8 \text{ чел} - \text{дн},$$
$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i} = \frac{5,8}{1} = 5,8 \text{ раб. дн.},$$

$$T_{ki.ст} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 5,8 \cdot 1,28 = 7,424 \approx 8 \text{ календ. дн.}$$

Все рассчитанные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 7.

Таблица 7 - Временные показатели научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни.		$t_{max}$ , чел-дни.		$t_{ож}$ , чел.дни.					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Определение направления исследования	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-	6	-
Составление задания	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	4	-
Согласование задания с исполнителем	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	3	-
Изучение материалов по теме	-	10	-	14	-	11,6	-	11,6	-	18
Ознакомление с методами оптического анализа	-	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	9
Оптический анализ	-	5	-	6	-	5,4	-	5,4	-	7
Оптимизация параметров	-	4	-	5	-	4,4	-	4,4	-	7
Сравнение результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	-	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	5

Представление результатов для отчета по НИР	-	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	5
Анализ результатов отчета, выводы	4	5	5	6	4,4	5,4	4,4	5,4	7	7
Написание пояснительной записки	-	21	-	25	-	22,6	-	22,6	-	34

После произведенных расчетов, представленных в таблице 7, строится диаграмма Ганта, представленная в таблице 8.

Таблица 8 Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работы	Вид работы	Исполнитель	T <sub>кi</sub> дн	Продолжительность выполнения работ													
				февр.			март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Определение направления исследования	Руководитель	6	▨													
2	Составление задания	Руководитель	4		▨												
3	Согласование задания с исполнителем	Руководитель	3			▨											
4	Изучение материалов по теме	Инженер	18			■	■	■									
5	Ознакомление с методами оптического анализа	Инженер	9				■	■									
6	Оптический анализ	Инженер	7				■	■									
7	Оптимизация параметров	Инженер	7					■	■								
8	Сравнение результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер	5						■	■							
9	Представление результатов для отчета по НИР	Инженер	5							■	■						
10	Анализ результатов	Руководитель Инженер	7 7									▨					



### 4.3.1. Расчет материальных затрат НИИ

В этом разделе учитываются все материалы, использованные при выполнении задания.

В данной работе конкретно для исследования никаких затрат, кроме канцелярских, не осуществлялось, то есть все необходимое уже было в наличии.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i} = (1 + 0,25) \cdot 1280 = 1600 \text{руб.},$$

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

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

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

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

Материальные затраты, произведенные для выполнения данного научно-технического исследования, представлены в таблице 8.

Таблица 8- Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество	Суммарная стоимость, руб.
Канцелярские товары	280	1	280
Расходные материалы	1000	1	1000
Всего за материалы, руб.			1280
Транспортно-заготовительные расходы, руб.			320
Итого по статье, руб.			1600

### 4.3.2. Расчет амортизации специального оборудования

В данном разделе учитываются все затраты, которые связаны с приобретением оборудования, необходимого для проведения работ по исследовательской работе. Но для данного исследования оборудование отдельно не приобреталось, поэтому следует рассчитать амортизацию оборудования, которое уже было в наличии и использовалось для экспериментов.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Амортизация использовавшегося оборудования представлена в таблице.

Таблица 9- Затраты на амортизацию оборудования

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт	Цена ед. оборудования, тыс. руб.	Срок полезного использования, год	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Спектрометр Rigaku Xantus	1	5461	6	5461
2	Ноутбук HP	1	30	5	30
<b>Итого</b>			5491 тыс. руб		

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для спектрометра, с учётом того, что срок полезного использования составляет 6 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{6} = 0,167$$

Общую сумму для спектрометра амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,167 \cdot 5461000}{12} \cdot 2 = 151998 \text{ руб.}$$

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 5 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Общую сумму для ноутбука амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 30000}{12} \cdot 2 = 1000 \text{ руб.}$$

### 4.3.3. Основная заработная плата исполнителей НИП

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{\text{осн}}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где  $Z_{\text{дн}}$  – средневзвешенная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Средневзвешенная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{45825 \cdot 11,2}{213} = 2409,6 \text{ руб.}$$

где  $Z_m$  – должностной оклад работника за месяц;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн.;

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

- при отпуске в 28 раб. дня –  $M=11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней –  $M=10,4$  месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя Инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{23653,5 \cdot 10,4}{246} = 999,9 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_m = Z_k \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 23500 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 45825 \text{ руб.}$$

Для Инженера:

$$Z_m = Z_k \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 12130 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 23653,5 \text{ руб.}$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, принимается равным 0,3;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок, принимается равным 0,2;

$k_p$  – районный коэффициент, принимается равным 1,3 (для г. Томска).

Таблица 1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104/14	52/14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск	24/10	48/5
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	213	246

Таблица 2 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИП	$Z_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_{р}$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	23500	0,3	0,2	1,3	45825	2409,6	20	48192
Инженер	12130	0,3	0,2	1,3	23653,5	999,9	92	91990,8
Итого:								140182,8

#### 4.3.4. Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп} = 0,15 \cdot 48192 = 7228,8 \text{ руб.}$$

Для Инженера:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп} = 0,15 \cdot 91990,8 = 13798,6 \text{ руб.}$$

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

#### 4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{внеб} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot k_{внеб} = (48192 + 7228,8) \cdot 0,3 = 16626,2 \text{ руб}$$

Для Инженера:

$$Z_{внеб} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot k_{внеб} = (91990,8 + 13798,6) \cdot 0,3 = 31736,7 \text{ руб}$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

### 4.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя прочие затраты, такие как: печать и ксерокопирование документов, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и др.

Накладные расходы в целом рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}} = 553571,1 \cdot 0,2 = 1170714,2$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 0,2).

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИП по форме, приведенной в таблице 3.

Таблица 3 – Группировка затрат по статьям

Статьи, руб							
Материальные затраты	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
5491000	152998	140182,8	21027,4	48362,9	5853571,1	1170714,2	7024285,3

### 4.3. Определение финансовой, бюджетной и экономической эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научно-исследовательского проекта. В рамках данной рассматривается только один единственно возможный вариант исполнения, поскольку данный проект является уникальным.

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и

спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 105 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 92 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 20;

2. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 7024285,3 рублей.

Таким образом в данном разделе рассчитаны все необходимые для данного исследования расходы, включая материальные затраты, заработную плату, страховые отчисления во внебюджетные фонды. В ходе выполнения работы были достигнуты все поставленные цели и решены необходимые для этого задачи. В ходе выполнения работы были достигнуты все поставленные цели и решены необходимые для этого задачи. Было проведено планирование научно - технических работ, также был рассчитан бюджет НИИ, который составил 7024285,3 рублей.

Таким образом, подводя итоги данного раздела, хочется отметить, что предложенный исследовательский проект актуален в настоящее время, имеет научную новизну. Также планируемый проект является экологическим, энергоэффективным и экономически эффективным. Для выполнения данного проекта необходимо 105 дней. С учетом выходных дней и длительности рабочего дня работа может быть выполнена за 3- 4 месяца.

## **5. Социальная ответственность**

В любой сфере трудовой деятельности необходимо обеспечение безопасных условий труда, то есть организация рабочего места, таким образом, при котором все опасные, вредные и угрожающие жизни факторы сводятся к минимуму.

Данный раздел подразумевает принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве, снижающих вредное воздействие на окружающую среду, защищающих здоровье работников, и обеспечивающих экономичное использование невозобновимых природных ресурсов. Главная задача – распознавание основных опасностей в ходе выполнения темы научно- исследовательской работы и выбор комфортных условия труда, как для лаборатории, так и для организации в целом.

Научно – исследовательская работа представляет собой процесс исследования возможностей использования КР спектроскопии для экспресс-анализа шламов с использованием портативного спектрометра. Исследование проводится на спектрометре. Экспресс – анализ позволит проводить исследование нефтяного шлама на месте разработки, позволяя минимизировать расходные материалы, а главное значительно увеличить продуктивность нефтедобывающей отрасли. Работа выполнялась в учебном корпусе №1 в лаборатории 302. При работе использовался портативный спектрометр Rigaku xantus.

Согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 работа относится к разряду легких, но имеет характер высокой умственной и нервно-психологической нагрузки.

### **5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В современных условиях труда для снижения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости важным является внедрение системы целенаправленных действий по защите и охране труда на всех стадиях производственного процесса. В этом разделе рассмотрены вопросы, связанные с охраной труда в лаборатории №302 корпуса ТПУ №1, правила эксплуатации помещения при возникновении опасных ситуаций. Также проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на исследователя, а также приведены методы обеспечения безопасности, как для лаборатории, так и для организации в целом. Научно-исследовательская работа представляет собой оценку возможности использования спектроскопии комбинационного рассеяния для анализа нефтяного шлама. Экспериментальная часть производится с использованием рамановского спектрометра, на котором измеряются спектры образцов с разным временем покрытия и персональный компьютер. Согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 работа принадлежит к разряду легких, но носит характер высокой умственной и нервно-психологической нагрузки.

### **5.2. Производственная безопасность**

В данном разделе отображены все вредные и опасные факторы, способные возникнуть при разработке и эксплуатации проектируемого решения. В ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ (с измен. 1999 г.) выделяются опасные производственные факторы, которые имеют влияние на здоровье и работоспособность сотрудника.

Таблица 1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении научно-исследовательской работы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов- ление	Эксплуа- тация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96[25]
2.Превышение уровня шума				ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ[26]
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СНиП 23-05-95*[27]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016[28]
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ[29]

Все перечисленные факторы приводят к нарушению нормальной жизнедеятельности и работоспособности человека. Это выражается в нарушении целостности кожных покровов, утомлении, умственном перенапряжении, напряжении зрительного аппарата, усталости, болезненных ощущений.

Соответственно, высокая производительность труда напрямую зависит от грамотной организации рабочего места и обеспечения комфортных условий труда. Только при соблюдении этих условий работник будет иметь максимальную работоспособность и, как следствие, хороший результат выполненной работы. Микроклимат, освещенность, шум, ПЭВМ и электричество являются основными характеристиками условий труда.

### 5.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов

#### 5.3.1. Показатели микроклимата

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест, с учетом интенсивности энергозатрат работающих, в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения. В зависимости от характеристик отдельных категорий работ, можно отнести работу инженера-проектировщика к категории Iб (таблица 2), к этим категориям относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140-174 ккал/ч, производимые в основном сидя и сопровождающиеся физическими напряжениями [20].

Таблица 15 – Параметры микроклимата для категории работ Iб.

Период года	Температура в помещениях, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21-23	60-40	До 0,1
Теплый	22-24	60-40	До 0,1

Параметры микроклимата в помещении, где расположено рабочее место, регулируются системой центрального отопления, естественной приточно-вытяжной вентиляцией и имеют следующие значения: относительная влажность воздуха 40-60 %, скорость движения воздуха до 0,1 м/с летом и 0,1 м / с зимой, летняя температура 23 °с зимой 23 °С, эти значения поддерживаются автоматической системой кондиционирования.

Площадь помещения, в котором выполнялась научно-исследовательская работа составляет 15 м<sup>2</sup> (ширина  $a = 5,95$  м; длина  $b = 2,5$  м), при высоте потолка 2,8 м, соответственно, объем равен 41,65 м<sup>3</sup>. Помещение подразумевает 3 рабочих места, а по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 на одного человека должны приходиться площадь в 4,5 м<sup>2</sup> и объем 15 м<sup>3</sup>. Судя по этим

значениям, можно сказать, что размеры помещения и количество рабочих мест не совсем соответствуют нормам и стандартам.

Вентиляция в помещении осуществляется за счет дверного проема а также вспомогательной вентиляционной шахты. По нормам СП 60.13330.2012. объем воздуха, который требуется для одного человека без вспомогательной вентиляции, не должен быть более 40 м<sup>3</sup>, то есть необходимо сделать дополнительную вентиляцию для лучших и достаточных условий труда в данном помещении.

### **5.3.2. Уровень шума на рабочем месте**

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Шум – это, один из самых распространенных в производстве вредных факторов. Он создается непосредственно от работающего оборудования, а именно компьютерами, вытяжками в вентиляционных шахтах, преобразователями напряжения, а также работающими осветительными приборами. За счет шума у человека начинаются головные боли, ослабляется внимание и ухудшается память.

Согласно требованию, СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 защита и уровень шума в помещении, в котором работает инженер-проектировщик на персональном компьютере не должно превышать 50 дБА [21]. Уровень шума в кабинете, где проходило основная часть написания дипломной работы колеблется от 35 до 40 дБА. Следовательно, можно сказать, что данный кабинет соответствует требованиям.

### **5.3.3. Освещенность в помещении**

Освещение производственных помещений требует тщательного подхода, для минимизации зрительной нагрузки. Также достаточная освещенность служит признаком предотвращения аварийных ситуаций. Все требования к освещению производственного помещения изложены в СП 52.13330.2016 [22].

Грамотно спроектированное освещение поможет уменьшить нагрузку на органы зрения, не утомляет психологически человека, способствует высокой производительности труда.

Падающий световой поток должен быть равномерным, без пульсаций, также на уровень освещения влияет цвет и отражательная способность стен, потолков и полов. В данном помещении реализуется только искусственное освещение.

Освещенность в помещении с работой средней точности должна быть 400 Лк на рабочей поверхности согласно СанПиНу 2.2.2/2.4.1340-0. В качестве источников света выступают светодиодные источники света, которые обладают рядом преимуществ над другими типами ламп, например, они имеют высокую светоотдачу при малой мощности и большим сроком службы, а также не требуют теплового нагрева, обладают хорошим индексом цветопередачи, являются безопасными источниками света. Освещение должно обязательно обеспечивать безопасность эксплуатации, удобство и экономичность.

#### **5.3.4. Электромагнитное излучение**

Все электрические приборы, даже самые мелкие, характеризуются электромагнитным излучением. Большая часть такого излучения исходит от кабелей, системных блоков, блоков питания. К примеру, монитор компьютера включает в себя рентгеновское, ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, в том числе остальной диапазон электромагнитных волн других длин волн.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 содержит в себе предельно- допустимые значения напряженности электромагнитного поля: на расстоянии полуметра от установки с электромагнитным излучением напряженность не должна превышать 25 В/м от 5-2кГц и 2,5 В/м в диапазоне 2-400 кГц [23].

Основными организационными мероприятиями, которые направлены на предотвращение вредного воздействия электромагнитного излучения на организм человека, являются:

- размещение источников излучения так, чтобы минимизировалось воздействие излучения на человека и окружающую среду;
- ограниченное количество времени пребывания с излучающими приборами;
- ограничительные знаки, содержащие информацию о приборе;
- использование защитных экранов для монитора;
- регламентированные перерывы в 15 минут на каждый час работы;

В лаборатории каждый монитор и блок расположен на безопасном расстоянии от работника, так что можно сказать, что условия соответствуют требуемым нормам.

Также при работе с ЭВМ повышенную опасность представляют электрические сети, силовые кабели, любая электро- и радиоаппаратура. Поражение электрическим током влечет за собой большую угрозу для жизни человека. Наличие в лаборатории оборудования напряжением 220В и частотой 50 Гц уже несет потенциальную угрозу.

Существует ряд факторов, которые могут усилить или, наоборот, ослабить, степень поражения электрическим током. К примеру, при таких условиях, как повышенная влажность (более 75% относительной влажности воздуха), высокая температура (более чем 35°C), токопроводящая мебель и остальные элементы интерьера, способные соприкасаться имеющим соединение с землей металлическим элементам и корпусам электрооборудования возрастает возможность поражения электрическим током. В лаборатории, где проводилась научно-исследовательская работа такие условия отсутствуют, поэтому нет повышенной опасности, а возможность поражения током способна возникнуть только при прямом соприкосновении с токоведущими частями электроприборов, с нетоковедущими частями, но под напряжением (а также полом и стенами), при возникновении короткого замыкания в блоках питания различной аппаратуры.

#### **5.4. Экологическая безопасность**

Работа любого производства сопровождается образованием отходов, которые попадают в окружающую среду в виде выбросов в атмосферу, сбросов в водоем, твердых промышленных и бытовых отходов и мусора на поверхность и в недра Земли. Загрязнение среды обитания и образование в ней опасных зон, для которых характерны высокие концентрации токсичных веществ и повышенные уровни энергетического воздействия. Неисправные компьютеры и прочая оргтехника и является отходами при данном виде работ. Профессиональная утилизация компьютеров – это сложный, но важный процесс. Для выполнения процедуры утилизации техники существуют профессиональные фирмы, прошедшие регистрацию в Пробирной Палате [24].

Мероприятия, направленные на сокращение и уменьшение воздействия на окружающую среду, условно подразделяются на профилактические и технологические. Профилактические обеспечивают безаварийную работу оборудования. Технологические способствуют сокращению объемов выбросов и снижению их приземных концентраций. Общие профилактические мероприятия, направленные на сокращение и уменьшение воздействия на окружающую среду:

- устройство и озеленение площадки;
- поддержание в полной технической исправности и герметичности резервуаров и емкостей, технологического оборудования и трубопроводов;
- планово-предупредительные ремонты технологического оборудования, выполняемые по утвержденным планам-графикам специализированными бригадами предприятия;
- контроль сварных стыков физическими методами; о гидравлическое испытание трубопроводов, резервуаров и оборудования на прочность и герметичность;
- контролируемый и планируемый слив воды после гидроиспытаний;
- высокие требования к качеству металла труб;
- необходимый запас надежности по толщине стенки труб;

Общие технологические мероприятия, направленные на сокращение и уменьшение воздействия на окружающую среду:

- покрытие оборудования и трубопроводов антикоррозионной изоляцией;
- о защита оборудования от атмосферной коррозии;
- система постоянного контроля регламентированных значений технологических параметров

Основные мероприятия по охране атмосферного воздуха. С целью снижения неорганизованных выбросов вредных веществ в атмосферу через неплотности аппаратов, арматуры, фланцевых соединений, уплотнений предусмотрены следующие мероприятия:

- применение герметичных аппаратов и трубопроводов под давлением;
- герметичность трубопроводов за счет максимального соединения элементов трубопроводов сваркой;
- применение технологического оборудования и запорно-регулирующей арматуры в соответствии с рабочими параметрами процесса и коррозионной активностью среды.

Основные мероприятия по защите поверхностных вод.

Для защиты поверхностных вод предусмотрены следующие мероприятия:

- открытая дренажная система поверхностных стоков;
- открытая дренажная система опасных стоков;
- закрытая дренажная система.

Для предупреждения истощения подземных вод предусмотрены следующие мероприятия:

- учёт использования подземных вод на проектируемом объекте;
- строгое соблюдение лимитов на воду;
- проведение гидрогеологического контроля за предотвращением истощения эксплуатационных запасов подземных вод;
- размещение проектируемого объекта вне водоохраных зон рек и озер.

Основные мероприятия по охране почв.

Для защиты почв предусмотрены следующие мероприятия:

- выполнение строительных работ исключительно в пределах монтажной площадки;
- организация площадок для сбора и хранения отходов производства и потребления;
- сдача отходов производства и потребления осуществляется в специализированную организацию;
- планировка и устройство твердого покрытия на технологических площадках;
- устройство ограждающих стен вокруг технологических резервуаров;

### **5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

При занятии любым видом деятельности нельзя недооценивать возможность возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС). Согласно ГОСТ 22.0.02-2016 ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [25].

При ЧС техногенного характера нарушается нормальная жизнедеятельность в результате аварии, к примеру, взрыв газа, выход из строя атомных электростанций и прочие. Техногенные ЧС подразделяются на локальные, местные, территориальные, федеральные и глобальные. Основное их различие в масштабе распространения негативного воздействия.

ЧС природного характера характеризуется неблагоприятной обстановкой сложившейся в результате опасного природного явления: потоп, землетрясение, извержение вулкана. Для Томской области ЧС природного характера являются не типичными.

ЧС социального и биологического характера возникают в результате распространения особо опасной инфекции, вызывающей массовую гибель людей.

Для предотвращения возникновения ЧС очень важным фактором является реализация профилактических мероприятий, а именно проведение инструктажей и ознакомление людей с превентивными мерами, так как от дальнейших действий зависит сохранность жизни, здоровья, а также имущества. Наиболее возможной ЧС при проведении исследования является ЧС техногенного характера, а именно пожар, возникающий в результате неисправности электрооборудования.

Для Кабинета № 302 была установлена категория пожароопасности В [26].

Возможными причинами пожара могут быть:

- короткое замыкание;
- опасная перегрузка сетей, что приводит к сильному нагреву токоведущие детали и светоизоляция;
- высокая плотность размещения электронных схем;
- нередко возникают пожары при запуске оборудования после ремонта;
- несоблюдение правил пожарной безопасности (курение в запрещенном месте, сжигание случайно брошенных матчей и т. д.).

Так как помещение не относится к классу опасных и особо опасных, то следует соблюдать простые меры предосторожности, которые предотвратят возникновение чрезвычайных ситуаций:

- перед началом работы проверить устойчивость и целостность выключателей и розеток;
- убедиться в отсутствии открытых токоведущих частей в помещении;
- проверить заземляющий проводник и его целостность;
- обнаружив неисправности, не следует самостоятельно пытаться их исправить, а оповестить ответственных сотрудников лаборатории;
- не загромождать рабочее пространство лишними предметами, которые могут помешать.

Еще на стадии проектирования помещения должны предусматриваться такие защитные меры, как:

- токоизоляция;
- ограждение;
- блокировка;
- установка пониженных напряжений;
- наличие электротехнических средств;
- сигнализация;
- знаки безопасности.

В обязательном порядке необходимо наличие защитного заземления, зануления и отключения [27].

Для предотвращения пожаров от коротких замыканий и перегрузок правильный выбор, установка и соблюдение установленного режима эксплуатации электрических сетей, дисплеев и других электрических объектов автоматики. Поэтому необходимо предусмотреть ряд профилактических мер, деятельность технического, оперативного, организационного плана.

Чтобы предотвратить возникновение пожара, необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности [28]:

- предотвращать образование горючей среды (герметизирующее оборудование, управление воздушной средой, работа и аварийная вентиляция);
- применение в строительстве и отделке зданий огнестойких или сложных горючих материалов. В офисе необходимо провести следующий профилактический контроль:
  - организационные мероприятия для технического процесса с учетом пожаробезопасности объекта;
  - операционная деятельность с учетом существующего оборудования;
  - технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтаж электрооборудования и обогревателей.

Организационная мера:

- противопожарное обучение обслуживающего персонала;

- обучение персонала правилам безопасности; – публикация инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Операционная деятельность:

- соответствие действующим стандартам оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- поддержание работоспособности изоляции токопроводящих проводников.

Техническая мера:

- соблюдение мер пожарной безопасности на устройстве электропроводка, оборудование, отопление, вентиляция и освещение.
- профилактический осмотр, ремонт и испытания оборудования. Здание должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения, пожарные краны, пожарная сигнализация и план эвакуации.

Таким образом, в данном разделе был проведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе проведения исследования спектров нефтяного шлама. Освещены вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. Также рассмотрены вопросы экологической безопасности, составлены меры и действия, проводимые работниками, во время возникновения аварийной ситуации.

## **Заключение**

В ходе исследовательской работы проведен литературный обзор методов анализа и экспресс-диагностики нефтяного шлама, получены КР спектры шламов, кернов (извлеченной породы) и фракций нефти. Спектры, полученные с использованием лазерного излучения 532 и 785 нм, практически полностью представлены сигналом люминесценции. Сигнал КР спектроскопии представлен широкими пиками на  $1300 - 1600 \text{ см}^{-1}$ , характерным для аморфного углерода. Эти результаты ожидаемы на основе литературных данных по люминесценции ароматических углеводородов. Спектры, полученные на портативном спектрометре с длиной волны лазера 1064 нм, характерны для спектров сложной смеси углеводородов и не содержат люминесцентного сигнала в связи с малой энергией падающих фотонов. Причем насыщенный тяжелыми углеводородами шлам темного цвета дает слабый сигнал, в то время как шлам более светлого цвета напротив, дает интенсивный сигнал. Вероятно, это объясняется большей глубиной проникновения излучения в светлый шлам, что приводит к увеличению неупругого рассеяния. Таким образом, методика представляется перспективной для экспресс-анализа шламов методом КР спектроскопии с длиной волны лазера 1064 нм. Дальнейшее развитие подхода потребует составление базы данных спектров и их корреляции с составом, полученным на основе лабораторных исследований.

### Список используемых источников

1. С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, Л.А. Черкасова Исследование состава нефтяных шламов // Вестник ТГУ, 2001. Т.6.,вып.1.
2. Справочник химика 21 – Химия и химическая технология/ [Электронный ресурс]. – URL: <http://chem21.info/info/1142704>.
3. М.В. Коровкин Инфракрасная спектроскопия карбонатных минералов: учебное пособие // Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 96 с.
4. В.Ю.Артемов, Е. Б. Григорьев, О.А. Шигидин Инфракрасная спектрометрия как один из методов контроля при разработке ачимовских отложений уренгойского нгкм // Научно-технический сборник вести газовой науки, 2013. – 21-26с.
5. Abdulkadir, S. Uba, A. Salihu A., M.N. Almustapha A Rapid Method of Crude Oil Analysis Using FT-IR Spectroscopy // Nigerian Journal of Basic and Applied Science; 2016. – 47–55 с.
6. Ильичев И.С., Лазарев М.А., Щепалов А.А. Основы физико-химического анализа продуктов нефтепереработки и нефтехимического синтеза: учебно-методический комплекс // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 163 с.
7. Л. В. Иванова, Р. З. Сафиева, В.Н. Кошелев ИК спектроскопия в анализе нефти и нефтепродуктов // Вестник Башкирского университета.
8. И.Н. Плотникова, Р.А. Батырбаева, В.М. Смелков Люминесцентно-битуминологический анализ: методическое пособие по выполнению анализа для бакалавров направления 05.03.01 «Геология», профиль «Геология и геохимия горючих ископаемых» // – Казань: Казан. ун-т. – 2015. – 24 с.
9. М.: Стандарти Скважины нефтяные и газовые. Геологотехнологические исследования. Общие требования // форм, 2009. – 19с.

10. Т.А.Ботнева, А.А.Ильина, И.А.Терской и др. Методическое руководство по люминесцентно-битуминологическим и спектральным методам исследования органического вещества пород и нефтей //– М.: Недра, 1979, 204с.
11. Daniel Orange, Elise Knitile, Daniel Farber, Quentin Williams Raman spectroscopy of crude oils and hydrocarbon fluid inclusions // A feasibility study – The Geochemical Society. Special Publication No.5, 1996
12. [Электронный ресурс] / Rigaku portable spectrometer Xantus-2/  
<http://www.spectran.com.ua/pdf/rigaku-xantus-2-data-sheet-5-13-pdf-2-3-meg.pdf>;  
дата обращения: 11.04.20.
13. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
14. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
15. Сущность методики FAST в области ФСА [Электронный ресурс]  
<http://humeur.ru/page/sushhnost-metodiki-fast-v-oblasti-fsa>.
16. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени. [Электронный ресурс]  
<https://studfiles.net/preview/712337/page:2/>
17. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация.
18. СП 51.13330.2011. Защита от шума
19. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
20. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
21. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
22. СанПиН 2.2.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона.

24. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
25. ПУЭ (Правила устройства электроустановок), 2000.
26. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. – М.: Энергия, 1990. – 312 с.
27. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
28. Правила пожарной безопасности ППБ 01-03.