

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>СТАТИСТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СЕЙСМОФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ СЕВЕРО-ОСТАНИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>

УДК 552.578.2.061.4:552.54:550.834(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ71	Чучалина Кристина Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Меркулов В.П.	к.г.-м.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер ЦППС НД ТПУ	Волкова А.А.			

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Ишков О.Ю.	Ph.D		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Белозеров В.Б.	д.г.-м.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чернова О.С.	д.г.-м.н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)     (Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ71	Чучалиной Кристине Юрьевне

Тема работы:

Статистическое обоснование сейсмофациального анализа сложнопостроенных карбонатных коллекторов Северо-Останинского нефтяного месторождения
--

Утверждена приказом директора ИШПР	Приказ №7340/с от 19.07.2019
------------------------------------	------------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.08.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Геологическое описание и геофизические исследования по Северо-Останинскому нефтяному месторождению, данные лабораторных исследований керна, графические материалы отчетов и научно-исследовательских работ, сейсмофациальная карта
---------------------------------	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Литературные данные по исследуемой тематике.</li> <li>2. Обоснование сейсмофациального анализа.</li> <li>3. Сопоставление полученных результатов с данными геолого-геофизических исследований.</li> <li>4. Использование сейсмической инверсии.</li> <li>5. Построение геологической модели</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема взаимосвязи сейсмической информации с разными типами данных</li> <li>2. Временной срез скорости средних значений исследуемого окна по кровле Ф2</li> <li>3. Временной срез плотности средних значений исследуемого окна по кровле Ф2</li> <li>4. Временной срез акустического импеданса средних значений исследуемого окна по кровле Ф2</li> <li>5. Карта распределения средней мощности известняка в объеме исследуемого окна 40 м</li> <li>6. Карта распределения средней мощности доломита в объеме исследуемого окна 40 м</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Ph.D, Ишков О.Ю.
<b>Социальная ответственность</b>	д.г.-м.н., профессор Белозеров В.Б.
<i>если вы консультировались у кого-то по иным разделам ВКР, внесите их сюда</i>	инженер лаборатории геологии месторождений нефти и газа ЦППС НД ТПУ Волкова А.А.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

1. Литературный обзор

1. Literature review

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	24.06.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Меркулов В.П.	к.г.-м.н.		24.06.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ71	Чучалина Кристина Юрьевна		24.06.2019

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b> 2ТМ71	<b>ФИО</b> Чучалиной Кристине Юрьевне
------------------------	--

<b>Инженерная школа</b>	<b>природных ресурсов</b>	<b>Отделение</b>	<b>Нефтегазовое дело</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Магистратура</b>	<b>Направление/специальность</b>	21.04.01 Нефтегазовое дело

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i></li> <li>– <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i></li> <li>– <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i></li> <li>– <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i></li> </ul>	<p>Рабочим местом является помещение с персональными компьютерами. Таким образом, все производственные процессы, техника безопасности и правила поведения напрямую связаны с работой за компьютером. Рассмотрены вредные факторы такие как: отклонение норм микроклимата в помещении, отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная запыленность рабочего места, электромагнитное излучение, нервно-психические нагрузки, электрический ток, а также пожароопасность.</p>
---	--

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

<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i></li> <li>– <i>действие фактора на организм человека;</i></li> <li>– <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i></li> <li>– <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i></li> </ul>	<p>Рассмотрены вредные факторы, такие как микроклимат, уровень шума, повышенная запыленность, освещенность рабочей зоны и электромагнитное излучение и нервно-психические нагрузки.</p>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i></li> <li>– <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i></li> <li>– <i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</i></li> <li>– <i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i></li> </ul>	<p>Рассмотрены опасные факторы, такие как - электрический ток и пожароопасность.</p>
<p>3. <i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>защита селитебной зоны</i></li> <li>– <i>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</i></li> <li>– <i>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</i></li> <li>– <i>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</i></li> <li>– <i>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i></li> </ul>	<p>Проанализированы воздействия Северо-Останинского нефтяного месторождения на поверхностные воды, атмосферный воздух, а также ландшафт и почву.</p>

<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>перечень возможных ЧС на объекте;</i></li> <li>– <i>выбор наиболее типичной ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</i></li> <li>– <i>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i></li> </ul>	<p>Рассмотрены чрезвычайные ситуации на Северо-Останинском нефтяном месторождении, такие как лесные и торфяные пожары, сильные морозы, а также аварийные разливы нефти.</p>
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i></li> <li>– <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i></li> </ul>	<p>Изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на Северо-Останинском нефтяном месторождении.</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	<p>1. Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером  2. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции  3. Перечь основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу</p>

<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	<p>24.06.2019</p>
--	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Белозеров В.Б.	Д.Г.-М.Н.		24.06.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ71	Чучалина Кристина Юрьевна		24.06.2019

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

Студенту:

<b>Группа</b> 2ТМ71	<b>ФИО</b> Чучалиной Кристине Юрьевне
------------------------	--

<b>Инженерная школа</b>	<b>Природных ресурсов</b>	<b>Отделение</b>	<b>Нефтегазовое дело</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	21.04.01 Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно предложенной методики.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы времени на выполнение научно-исследовательской работы, тарифные ставки заработной платы, нормы расхода материалов.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Налоговый кодекс Российской Федерации

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

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Технико-экономическое обоснование необходимости прогнозирования и обоснования сейсмофациального анализа.
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	- Организационная структура проекта - Ограничения и допущения проекта - Результаты проекта
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Составление графика проведения научно-технического исследования.
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	- Бюджет научного исследования - Расчет затрат, включенных в себестоимость НИР - Расчет заработной платы

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

1. Сведения о сегментировании рынка услуг по сейсмофациальному анализу
2. Причинно-следственная диаграмма проблемы неопределенности результатов анализа
3. Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации
4. Методы коммерциализации результатов научно-технического проекта, целесообразность выбора
5. Цель и задачи проекта
6. Сведения о рабочей группе проекта
7. Сведения об ограничениях и допущениях в магистерской работе, сведения о заинтересованных сторонах проекта, иерархическая структура работ в проекте
8. Календарный план работ
9. Расчет затрат на материалы, баланс рабочего времени, расчет основной заработной платы

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	24.06.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
профессор	Ишков О.Ю.	Ph.D		24.06.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ТМ71	Чучалина Кристина Юрьевна		24.06.2019

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

---

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 21.04.01 Нефтегазовое дело  
Уровень образования Магистратура  
Отделение школы (НОЦ) Отделение нефтегазового дела  
Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
--------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.08.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.06.2019	Обзор литературы	20
01.07.2019	Физико-географическая характеристика томского района	10
02.07.2019	Геологическая характеристика территории исследования	20
04.07.2019	Сейсмофациальный анализ	30
29.07.2019	Социальная ответственность	10
05.08.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Меркулов В.П.	К.Г.-М.Н.		24.06.2019

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чернова О.С.	Д.Г.-М.Н.		24.06.2019

## Цели основной образовательной программы (DD)

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС ВО и (или) заинтересованных работодателей
Ц1	<p>Готовность выпускника к междисциплинарным научным исследованиям для решения комплексных задач, связанных с творческой инновационной проектно-конструкторской деятельностью в области нефтегазового дела.</p>	<p>Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>. Потребности российских предприятий топливно-энергетического комплекса: ОАО «Томскнефть» ВНК, г. Стрежевой; ОАО «Новосибирскнефтегазгеология», г. Новосибирск; Региональные представительства ОАО НК «Нефтиса», ХМАО Тюменская, Томская и Новосибирская области; предприятия компании ПАО «Роснефть» (Западно-Сибирский регион); дочерние предприятия ПАО «Газпромнефть», ПАО «Газпром»: ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Ямбург».</p> <p><i>Профессиональные стандарты</i> (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</p>
Ц2	<p>Готовность выпускников к эксплуатации и обслуживанию современного высокотехнологичного оборудования с высокой эффективностью, выполнением требований защиты окружающей среды и правил безопасности производства и к осознанию ответственности за принятие своих профессиональных решений.</p>	<p>Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>. Потребности российских предприятий топливно-энергетического комплекса: ОАО «Томскнефть» ВНК, г. Стрежевой; ОАО «Новосибирскнефтегазгеология», г. Новосибирск; Региональные представительства ОАО НК «Нефтиса», ХМАО Тюменская, Томская и Новосибирская области; предприятия компании ПАО «Роснефть» (Западно-Сибирский регион); дочерние предприятия ПАО «Газпромнефть», ПАО «Газпром»: ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Ямбург».</p> <p><i>Профессиональные стандарты</i> (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</p>
Ц3	<p>Готовность выпускников к организационно-управленческой деятельности в междисциплинарных областях нефтегазовой отрасли, в том числе в интернациональном коллективе в условиях постоянного самообучения и непрерывного профессионального самосовершенствования</p>	<p>Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>. Потребности российских предприятий топливно-энергетического комплекса: ОАО «Томскнефть» ВНК, г. Стрежевой; ОАО «Новосибирскнефтегазгеология», г. Новосибирск; Региональные представительства ОАО НК «Нефтиса», ХМАО Тюменская, Томская и Новосибирская области; предприятия компании ПАО «Роснефть» (Западно-Сибирский регион); дочерние предприятия ПАО «Газпромнефть», ПАО «Газпром»: ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Ямбург».</p>



Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС ВО и (или) заинтересованных работодателей
		<i>Профессиональные стандарты</i> (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)
Ц4	Готовность выпускника к экспериментальной деятельности для решения задач, связанных с разработкой и внедрением методов разработки и эксплуатации месторождений углеводородов, сбора и подготовки нефти и газа	<p>Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Потребности российских предприятий топливно-энергетического комплекса: ОАО «Томскнефть» ВНК, г. Стрежевой; ОАО «Новосибирскнефтегазгеология», г. Новосибирск; Региональные представительства ОАО НК «Нефтиса», ХМАО Тюменская, Томская и Новосибирская области; предприятия компании ПАО «Роснефть» (Западно-Сибирский регион); дочерние предприятия ПАО «Газпромнефть», ПАО «Газпром»: ООО «Газпром добыча Ноябрьск», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Ямбург».</p> <p><i>Профессиональные стандарты</i> (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</p>

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 100 с., 46 рис., 21 табл., 37 источников.

**Ключевые слова:** сейсмофациальный анализ, сейсмофациальная карта, фация, геофизические исследования скважин, лабораторные исследования керна, акустический импеданс, инверсия, тренд, геологическая модель.

**Объектом исследования** является Северо-Останинское нефтяное месторождение, расположенное в пределах Парабельского района Томской области.

**Цель работы** – Прогноз и статистическое обоснование распределения фаций на основе геолого-геофизической информации.

Для достижения цели было необходимо решить следующие задачи:

1) По керну скважин, характеризующему литологическое строение и упругие свойства, выявить взаимосвязь с сейсмическими данными и установить литогенетический тип пород.

2) Выделить и охарактеризовать литотипы по комплексу геофизических исследований и установить связь с сейсмической информацией.

3) На основе комплексирования результатов сейсмических и геолого-геофизических исследований построить геологическую модель с учетом трендов для фаций известняка и доломита по акустическому импедансу.

**Актуальность темы исследования.** На начальном этапе разработки нефтегазовые компании обладают малым набором геолого-геофизической информации, что представляет неоднозначность в прогнозировании и выделении геологических объектов. Для уменьшения неопределенностей геологической интерпретации широко применяют различные классификационные алгоритмы в процессе обработки всего комплекса данных. Одним из подходов является применение классификационных методов к сейсмическому сигналу, которые разделяют исследуемый объект на однородные по ряду признаков области. В классификационный алгоритм по сейсмической трассе очень часто включают геофизические исследования скважин и лабораторные исследования керна, что подразумевает комплексирование информации. Комплексная интерпретация сейсмических и скважинных данных позволяет прогнозировать на качественном уровне литофациальную изменчивость на локальных участках, что способствует более рациональному размещению эксплуатационных скважин.

**Область применения:** месторождения, характеризующиеся сложным геологическим строением.

**Экономическая эффективность/значимость работы** заключается в учете латеральной изменчивости литологических типов пород, что оказывает влияние на разработку и экономическую оценку месторождения.

В будущем планируется продолжить изучение и разработку различных классификационных алгоритмов для выявления литофациальной изменчивости исследуемой территории.

**Благодарности.** Выражаю особую благодарность сотрудникам ЦППС НД ТПУ: В.П. Меркулову, О.С. Черновой, А.А. Волковой, И.И. Чурочкину, Ю.А. Ужеговой за предоставленную помощь при написании данной магистерской работы.

## СОКРАЩЕНИЯ

ГИС – геофизические исследования скважин;

ВНИГНИ – Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт;

ВНК – водонефтяной контакт;

ГНК – газонефтяной контакт;

АК – акустический каротаж;

ГГК-П – гамма-гамма-каротаж плотностной;

ЭМИ – электромагнитные излучения;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

ГСМ – горючие смазочные материалы;

ППД – поддержание пластового давления;

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	15
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	17
2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОМСКОГО РАЙОНА .....	20
2.1 Административное положение района .....	20
2.2 Гидрология .....	21
4. СЕЙСМОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ.....	22
4.1 Анализ входных данных .....	22
4.2 Подходы к определению фациального строения.....	28
4.2.1 Геофизический метод .....	29
4.2.2 Вещественно-петрографический метод.....	39
4.3 Методологический подход к геологическому моделированию .....	44
для выделения фаций.....	44
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	52
5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой .....	53
производственной среды.....	53
5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой .....	56
произведённой среды .....	56
5.3 Охрана окружающей среды .....	58
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	61
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	62
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	64
6.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала.....	64
научно-технического исследования.....	64
6.1.2 Потенциальные заказчики результатов исследования .....	64
6.1.3 Диаграмма Исикавы .....	65
6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	66
6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	68
6.2 Разработка устава научно-технического проекта.....	69
6.2.1 Организационная структура проекта .....	70
6.2.2 Ограничения и допущения проекта .....	71
6.2.3 Результаты проекта .....	71
6.3 Планирование процесса управления научно-технического .....	72
исследования .....	72

6.3.1 График проведения научно-технического исследования .....	73
6.4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности .....	74
6.4.1 Бюджет научного исследования .....	74
6.4.2 Расчет затрат, включенных в себестоимость .....	74
6.4.3 Заработная плата .....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
1. Literature review.....	82

## ВВЕДЕНИЕ

Экономическая привлекательность освоения месторождений является одной из главных задач нефтегазовой отрасли. Очень часто геолого-геофизические данные имеют низкую информативность, что является следствием возникновения неопределенностей для прогноза формы, размера, расположения геологического тела, а также для выявления зон нефтегазонакоплений. Данные трудности возникают, например, из-за сложного строения территории или из-за разрешающей способности методов исследования. Последнее обстоятельство, если рассматривая сейсмические исследования, где горизонтальная разрешающая способность определяется первой зоной Френеля, имеет радиус исследования 400 м. Применение комплексного исследования территории увеличивает достоверность геологического прогноза, который подразумевает использование технологической цепочки комплексной интерпретации геолого-геофизических данных. Совместное изучение и сопоставление геологической информации необходимо для рационального освоения месторождения. Необходимо отметить, что геологические тела характеризуются широким спектром характеристик, которые находятся в тесной связи, определяющие седиментационные условия, фильтрационно-емкостные свойства для построения геологической модели. Таким образом, одним из необходимых критериев повышения достоверности прогноза характеристик природного резервуара, является комплексирование данных. Рассматриваемый подход позволяет реконструировать специфику процессов осадконакопления не только в пространстве, но и во времени.

Применение сейсмической инверсии, основанной на совместном использовании сейсмических и геофизических данных, стала одним из самых востребованных инструментов количественной интерпретации данных сейсморазведки. Сейсмическая инверсия подразумевает использование сейсмических данных для прогноза объемного распределения геологических тел, а также петрофизических параметров в межскважинном пространстве.

Учет пространственного распределения геологических тел напрямую влияет на процесс движения углеводородов, а также на выбор методов разработки месторождения. Определение данных условий позволяет пересматривать стратегию разработки с учетом бурения новых скважин, что способствует более достоверному качественному и количественному прогнозу.

В данной работе рассматривается методика применения комплексного анализа геолого-геофизических данных и статистическое обоснование сейсмофациального

анализа. В работе было выделено, что использование широкого спектра информации влияет на оценку и прогноз распределения геологических тел в пространстве.

В ходе работы были выявлены взаимосвязи сейсмической, геофизической информации и лабораторных исследований керна. Предложенная методика комплексного анализа данных подразумевает уменьшение неопределенностей в процессе оценки и прогноза геологической среды. Обоснование полученной сейсмофациальной карты на основе сейсмической инверсии позволяет эффективно прогнозировать геологическое распределение фаций в пространстве и времени, но также уменьшать неопределенности при построении геологической модели.



## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В настоящее время установлено, что без учета закономерностей геолого-фациального строения невозможно оценить и выделить геолого-петрофизические связи, как на качественном уровне, так и провести количественную оценку [26]. Широко применяются методы изучения отложений, которые осуществляют оценку генезиса обстановок осадконакопления, их формирование и влияние на геологический объект. Основная задача таких методов заключается в определении условий формирования породы на базе диагностических признаков. Были неоднократно использованы попытки для детализации и систематизации диагностических признаков в виде схем, таблиц и рисунков, что является, представлено в различных литературных источниках. Главная проблема, возникающая при оценке таких признаков разными авторами, заключается в использовании различной номенклатуры литолого-генетических типов пород. Также, возникает неоднозначность прогнозирования определенного диагностического признака, так как данный параметр носит вероятностный характер. Геологическая среда представляет вероятностную область, где один и тот же признак может встречаться реже или чаще. Несмотря на это, параметры, которые представлены редкой встречаемостью, могут оказывать значительное влияние на диагностику изучаемой среды. Для корректного определения влияния каких-либо параметров было предложено проводить анализ геологической среды последовательно залеганию фаций в разрезе и по латерали, геометрической формы геологических объектов. Для понимания литолого-генетического распределения в пространстве предлагается использовать классификационные алгоритмы.

Прогнозирование свойств и структуры геологических тел является основано на применении седиментологической интерпретации с помощью сейсмических данных, что подразумевает использование атрибутивного анализа [27]. Сейсмический атрибут представляет конкретные измерения геометрических, динамических и кинематических характеристик волнового поля, а также статистические данные, например, некоторые производные из сейсмических исследований. Набор сейсмических атрибутов включает стандартный набор динамических параметров волновой картины, который благодаря различным откликам дает ясное представление о геологических объектах, залегающих на разных исследуемых глубинах [31]. В последнее время сейсмические атрибуты характеризуют не только стандартный комплекс, но и результаты псевдоакустической инверсии. Важным параметром является выбор окна исследования, который зависит от сейсмической корреляции и привязки скважин, а также от петрофизических характеристик природного резервуара. Также стоит отметить, что выбор самого

сейсмического атрибута является важным критерием для более достоверной оценки изучаемой области, так как отложения имеют различный структурный и минералогический характер. Наиболее часто используются сейсмические атрибуты такие как:

1) Мгновенная частота (Instantaneous Frequency), которая представляет мгновенную центральную или среднюю частоту спектра [37].

2) Мгновенная фаза (Instantaneous Phase), ясно выделяющая слабые и сильные отражения.

3) Мгновенное качество (Instantaneous Quality).

4) Относительный акустический импеданс (Relative Acoustic Impedance) – отображает видимый акустический контраст, указывающий на последовательные границы, поверхности несогласия, неоднородности. Так же он может указывать на пористость или содержание флюида в коллекторе.

5) Первая производная (First Derivative) – определяется как скорость изменения исходной сейсмотрассы по времени и часто используется при стратиграфическом анализе.

6) Затухание ( $T^*$ Attenuation) – основано на затухании частот в окне. Затухание связано с плотностью трещин и вертикальной толщиной трещиноватой зоны. Трещины подавляют высокие частоты, таким образом, сопоставление частот выше и ниже трещиноватой зоны фиксирует локальный сдвиг по отношению к низкой частоте.

Необходимо отметить, что данный набор сейсмических атрибутов является входными данными для рассмотрения данной тематики. Совместное использование сейсмических атрибутов более четко подчеркивает области нарушения прослеживаемости сейсмического сигнала, что благоприятно влияет на интерпретацию сейсмических данных. Кроме этого, применение сейсмических атрибутов в комплексе позволяет решать сложные задачи интерпретации, которые невозможно решить при анализе атрибутов по отдельности. Следовательно, используя совместный анализ сейсмических срезов, позволяет выделить форму, размер и расположение геологических тел, а также дифференцировать их по степени литологических и петрофизических параметров.

Интерпретация сейсмической информации подразумевает динамический анализ, который характеризуется площадным распределением свойств изучаемого объекта и что способствует выделению сейсмофаций [33]. Сейсмофация представляет набор отражений, которые характеризуются, схожими параметрами, например, амплитуда, частота, конфигурация и т.д. Несмотря на то, что созданы многочисленные атласы, существование определенных эталонов опровергнуто, так как прямой взаимосвязи между волновой картиной и литологическим типом породы не существует. Это связано с различными

факторами, которые воздействуют в процессе проведения полевых работ, а также обработки данных. Данный метод – сейсмофациальный анализ, помогает уменьшить неопределенности при прогнозировании геологического строения объекта, а также при оценке фильтрационно-емкостных свойств [27]. Кроме того, осуществляя сейсмофациальное районирование можно оценить фациальное строение каждой области по отдельности.

Рассматриваемый подход базируется на использовании комплексного анализа сейсмических и скважинных данных, который направлен на уменьшение неопределенностей при оценке и прогнозе исследуемых отложений [24]. Использование такого подхода увеличивает разрешенность сейсмической информации, что позволяет детализировать литопиты и свойства в межскважинном пространстве. Комплексная интерпретация геолого-геофизических данных позволяет выявить устойчивые зависимости между точечными данными с сейсмическими данными. Получение дополнительной информации способствует уточнению и дополнению существующей информации о строении и условиях образования геологических тел.

Сейсмическая инверсия является наиболее используемым алгоритмом при комплексировании геолого-геофизических данных [35]. Данный подход позволяет с точки зрения физического и математического смысла использовать сейсмические данные для оценки и прогноза объемного распределения свойств геологического объекта в межскважинном пространстве. Эту же задачу выполняет традиционное геостатистическое моделирование, которое основано на скважинных данных и воображаемых представлениях обстановки осадконакопления. Исходя из этого, существует возможность объединения данных подходов для более достоверного прогноза и лучшего понимания изучаемой геологической среды. Использование результатов инверсии для геологического моделирования, на сегодняшний день, является важным аспектом, так как учет площадных и скважинных данных позволяет уменьшить неоднозначность данных [15]. Стоит отметить, что применение такого подхода включает требования, предъявляемые к качеству исходных данных: сейсмических, каротажных и геологических. Следовательно, в процессе увязки сейсмических и скважинных данных необходимо учитывать погрешности в обработке сейсмических данных, например кратные волны или когерентные помехи, а также ошибки, которые возникают при регистрации данных ГИС. На финальном шаге, когда сейсмические и скважинные данные являются корректно увязаны, необходимо определить детальность на основе входных данных для геологической модели.

## **2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОМСКОГО РАЙОНА**

### **2.1 Административное положение района**

В административном отношении Северо-Останинское нефтяное месторождение располагается в пределах Парабельского района Томской области, площадь которого составляет 125 км<sup>2</sup>. Районным центром является г. Кедровый (Рисунок 2.1) [30].

Северо-Останинское нефтяное месторождение расположено на северо-востоке Васюганской равнины, в северо-западной части от города Кедровый.

В геологическом отношении рассматриваемое месторождение располагается в юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Северо-Останинское месторождение находится в регионе, инфраструктура которого не развита на территории месторождения и вблизи него населенных пунктов нет. Доставка грузов к рассматриваемому месторождению осуществляется по зимнику из города Кедровый.

Административный центр района, город Томск, расположен в 450 км к юго-востоку от месторождения. А ближайшие населенные пункты располагаются: пос. Пудино к юго-востоку, г. Кедровый в северном направлении.

В западном направлении от Северо-Останинского месторождения проходит нефтепровод Игольско-Таловое месторождение.

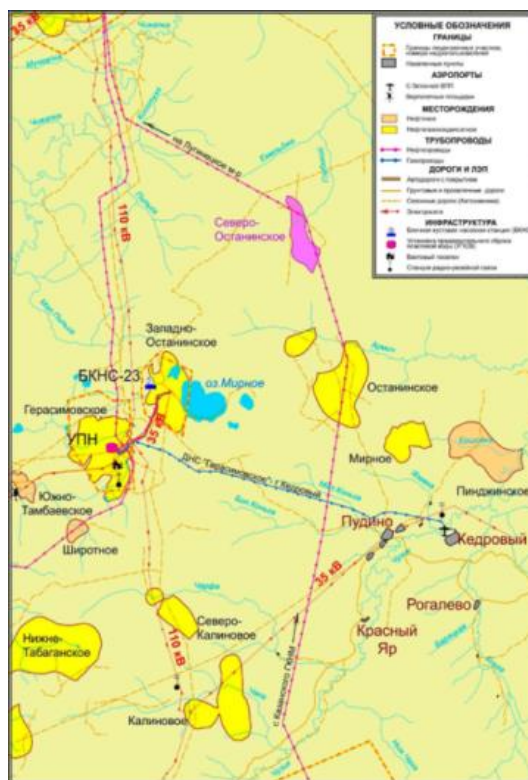


Рисунок 2.1 – Географическое расположение Северо-Останинского месторождения

## 2.2 Гидрология

Гидрографическая сеть территории Северо-Останинского месторождения расположена как заболоченная равнина, где малую часть составляют болота около 30 %, с абсолютными отметками до плюс 134 м [30]. Все реки в зимний период промерзают, где ледяной покров на реках устанавливается во второй половине октября.

Вскрытие рек происходит к концу апреля. Следующим важнейшим элементом гидрографии являются озера, например оз. Мирное, которое расположено в южной части от месторождения.

Таким образом, из рассмотренных выше факторов территория района месторождения характеризуется:

- 1) Неблагоприятные климатические условия.
- 2) Район является малонаселенным и труднодоступным для освоения.
- 3) Отсутствие постоянной дорожной сети, что осложняет завоз грузов и оборудования.
- 4) Отсутствие инфраструктуры, ближайший населенный пункт расположен в 15 км от месторождения.

## 4. СЕЙСМОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Геологический объект является сложно организованной системой, которая подразумевает обобщение разнородных и разномасштабных геолого-геофизических данных, начиная с области района работ до образца керна [23]. Изучение и применение этой информации формирует представление о пространственном распределении свойств геологических объектов. Горные породы представляют разнообразный комплекс свойств литологических, петрофизических и электрических характеристик, которые отражают условия осадконакопления и диагенез. Комплексные исследования, являющиеся результатом изучения геолого-геофизических материалов, базируются на объединении и выделении определенных типов пород, которые в дальнейшем могут быть классифицированы на кластеры для построения геологической модели. Таким образом, определение и построение карт фациального распределения основано на данных кенового материала и скважинных данных. Однако, выделение фаций с помощью этих данных является затруднительным, потому что на стадии разработки месторождения отсутствует достаточно полный комплекс данных. Следовательно, применение комплексного анализа сейсмических и геофизических данных, а также образцов керна позволяет прогнозировать на качественном уровне литофациальную изменчивость изучаемой территории [19].

### 4.1 Анализ входных данных

Для анализа распределения фаций карбонатных отложений изучаемого месторождения были получены сейсмофациальная карта и комплекс заранее выбранных сейсмических атрибутов [16-18]. При построении сейсмофациальной карты были использованы сейсмические атрибуты, которые способствуют выделению зон с отличающимися характеристиками волнового поля, выявлению геологических объектов и оконтуриванию аномальных зон. Необходимо отметить, что было выбрано окно исследования 20 мсек от кровли фундамента Ф2.

Комплекс сейсмических атрибутов включал [31]:

- 1) Мгновенная частота (Instantaneous Frequency)
- 2) Мгновенная фаза (Instantaneous Phase)
- 3) Мгновенное качество (Instantaneous Quality)
- 4) Относительный акустический импеданс (Relative Acoustic Impedance)
- 5) Первая производная (First Derivative)
- 6) Затухание ( $T^*$ Attenuation)

Сейсмофациальная карта, используемая для статистического обоснования сложнопостроенных карбонатных толщ Северо-Останинского месторождения представлена на Рисунке 4.1 [32].

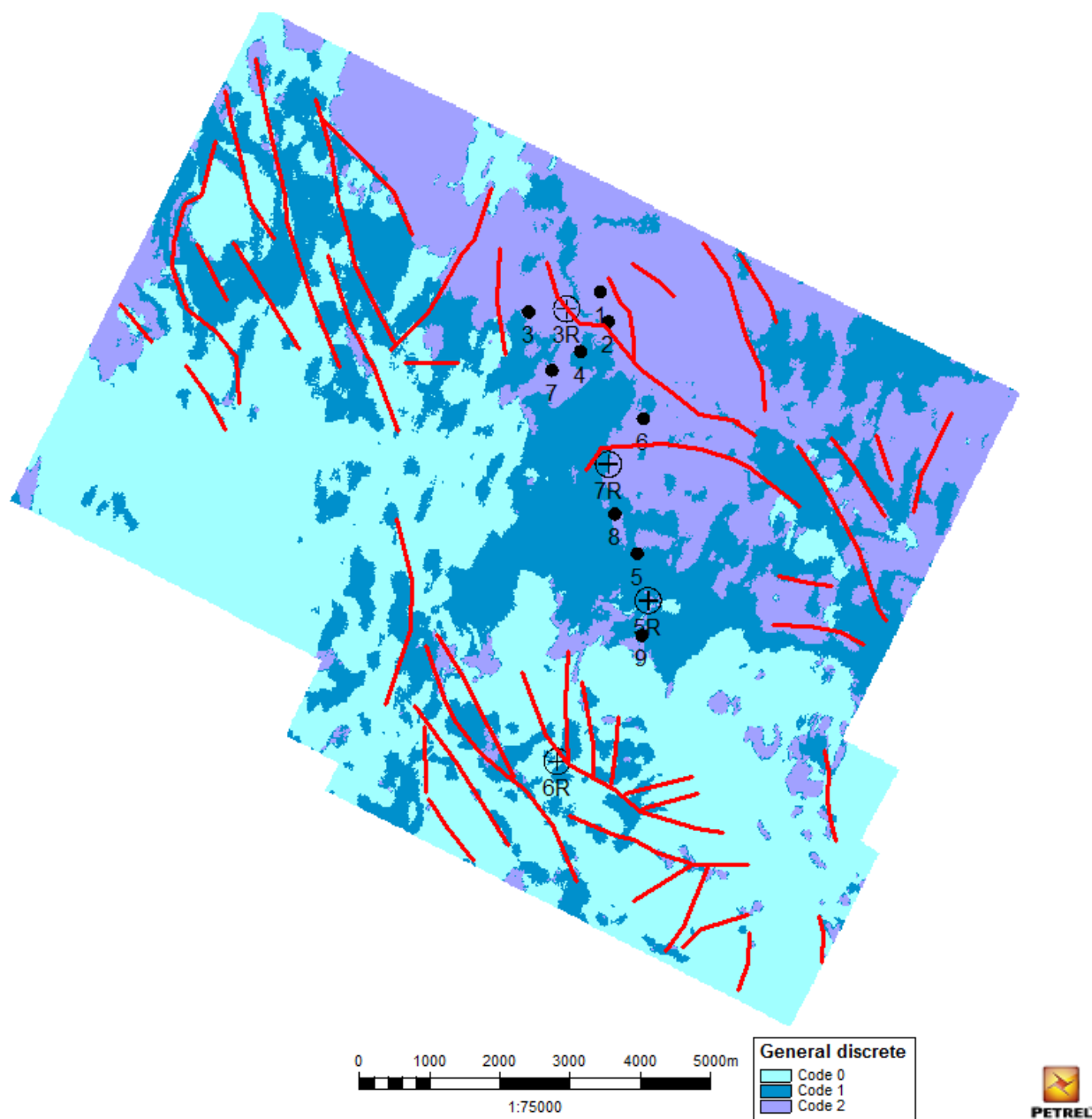


Рисунок 4.1 – Сейсмофациальная карта по кровле фундамента Ф2

Для потенциальной возможности выделения фаций на сейсмофациальной карте (см. Рисунок 4.1) была выбрана область исследования около каждой скважины. Размер исследуемой площади основан на принципе наименьшего расположения точек отражения по горизонтали, для того чтобы корректно распознать две отдельные точки. Этот отражающая область называется полуволновой зоной Френеля или первой зоной Френеля. Следовательно, на основе данного положения радиус исследуемой области около

скважины равен 400 метров. Для извлечения значений с карты была найдена площадь квадрата, вписанного в окружность, равная 320 000 м<sup>2</sup> и затем построены распределения значений для каждого атрибута (Рисунок 4.2).

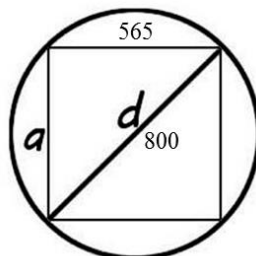


Рисунок 4.2 – Расчет площади квадрата, вписанного в окружность

Необходимо отметить, что выбирая радиус исследования равный горизонтальной разрешающей способности, возникают области перекрытия, например, в эксплуатационных скважинах №1 и 2 (Рисунок 4.3).

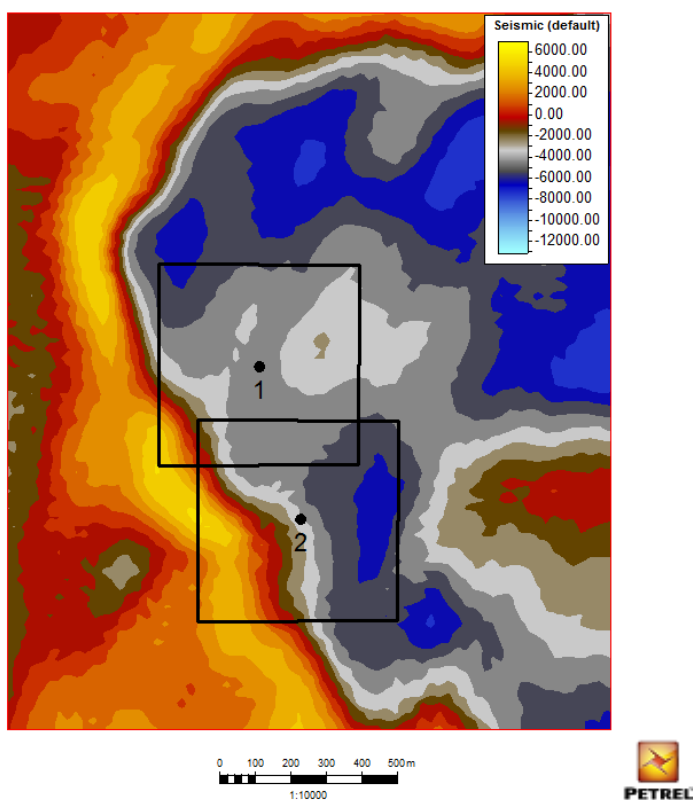


Рисунок 4.3 – Временной фрагмент карты сейсмического атрибута  
Относительный Акустический Импеданс



Следовательно, было принято решение об уменьшении области исследования около скважины до радиуса 250 метров для всех скважин. Данный факт свидетельствует о корректности сравнения извлекаемых значений сейсмического атрибута для каждой скважины: 1) площадь исследования равна, 2) скважина расположена в центре исследуемой области. Но для использования радиуса меньшего диаметра необходимо сравнить данные при разных радиусах, поэтому было сделано сравнение распределений для скважины №1 с радиусом 400 метров и 250 метров.

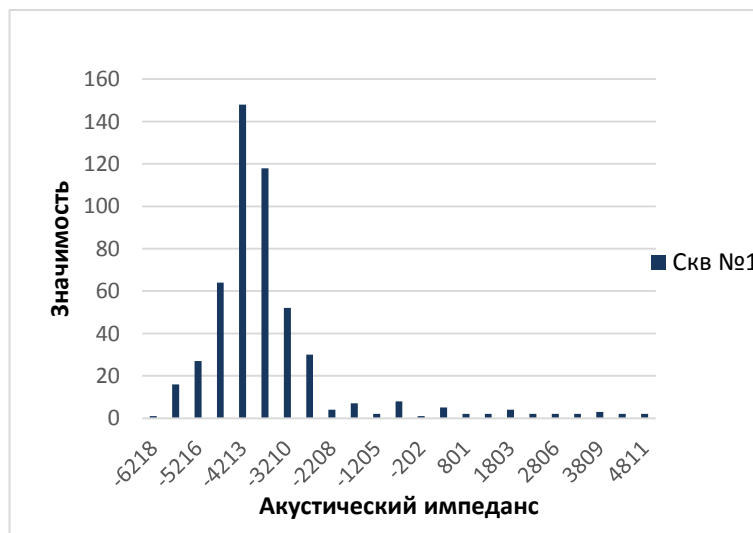


Рисунок 4.4 – Частота распределения переменной – Относительный Акустический Импеданс для скважины №1 (радиус 400 м)

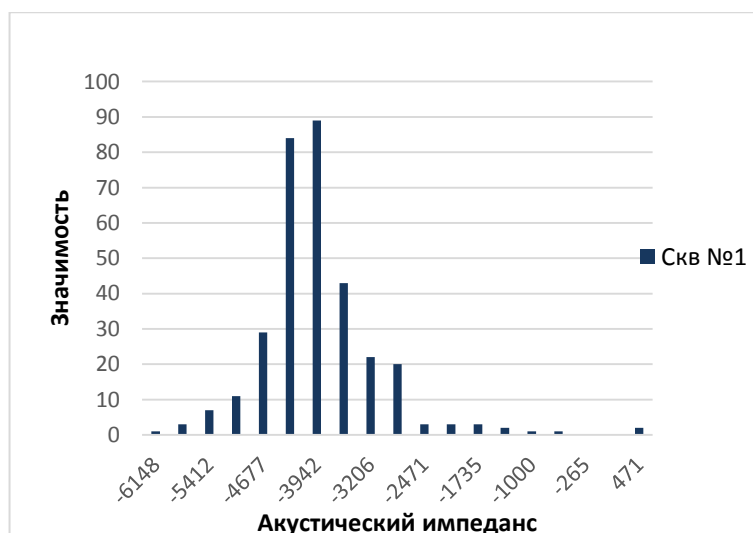


Рисунок 4.5 – Частота распределения переменной – Относительный Акустический Импеданс для скважины №1 (радиус 250 м)

Исходя из данных распределений Относительного Акустического Импеданса для скважины №1, можно отметить, что характер распределения значений является схожим, следовательно, использование области исследования с меньшим радиусом является применимо.

Ниже представлены распределения, полученные для всех скважин каждого сейсмического атрибута, где исследуемая площадь представлена квадратом со сторонами 250\*250 метров (Рисунки 4.6 – 4.11).

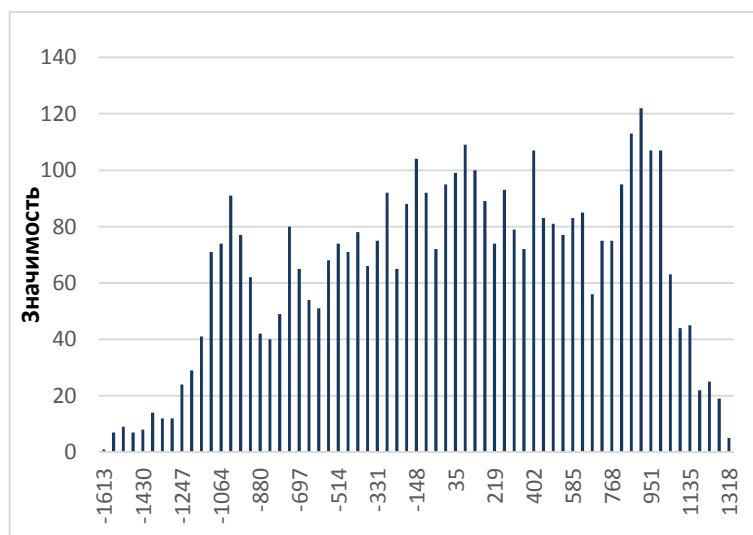


Рисунок 4.6 – Частота распределения переменной – Первая Производная

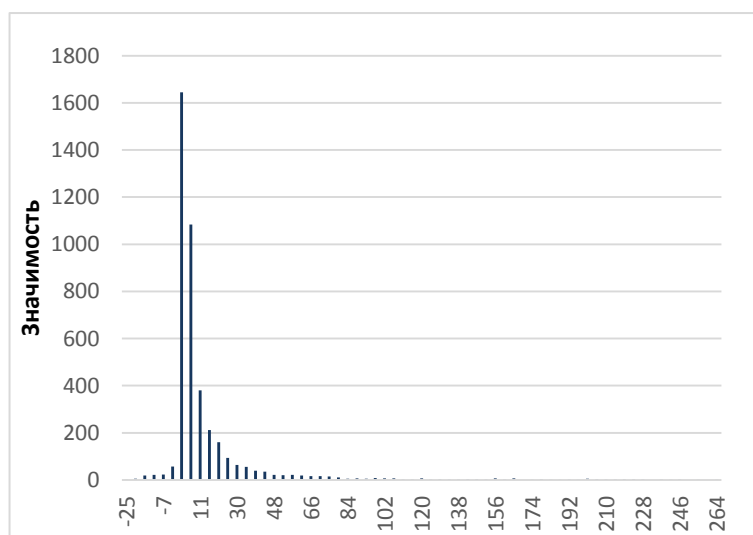


Рисунок 4.7 – Частота распределения переменной – Мгновенное Качество

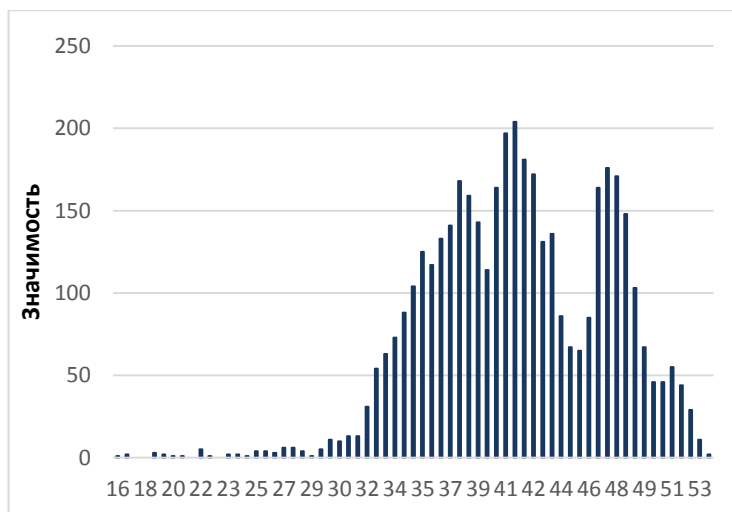


Рисунок 4.8 – Частота распределения переменной – Мгновенная Частота

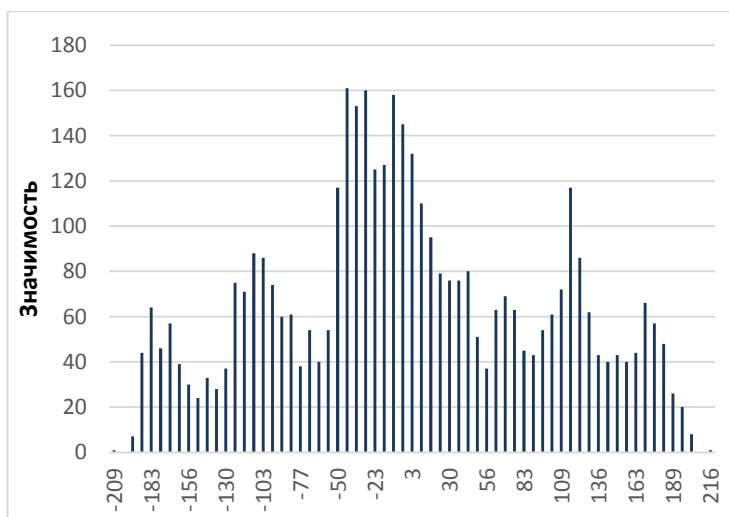


Рисунок 4.9 – Частота распределения переменной – Мгновенная Фаза

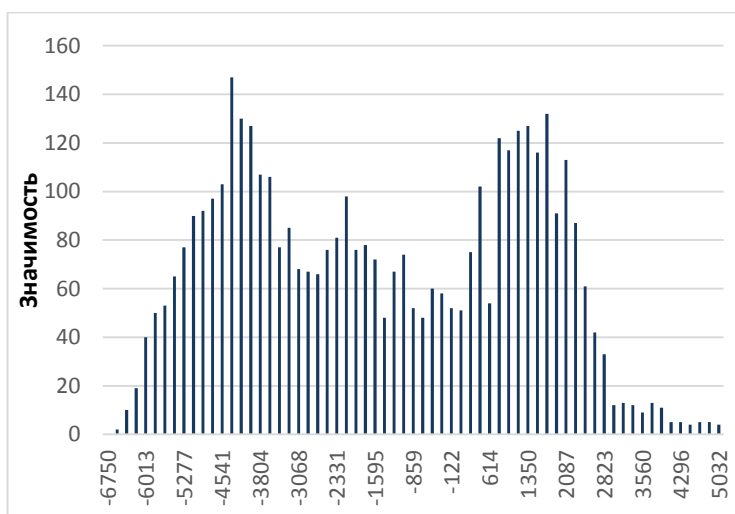


Рисунок 4.10 – Частота распределения переменной – Относительный Акустический Импеданс

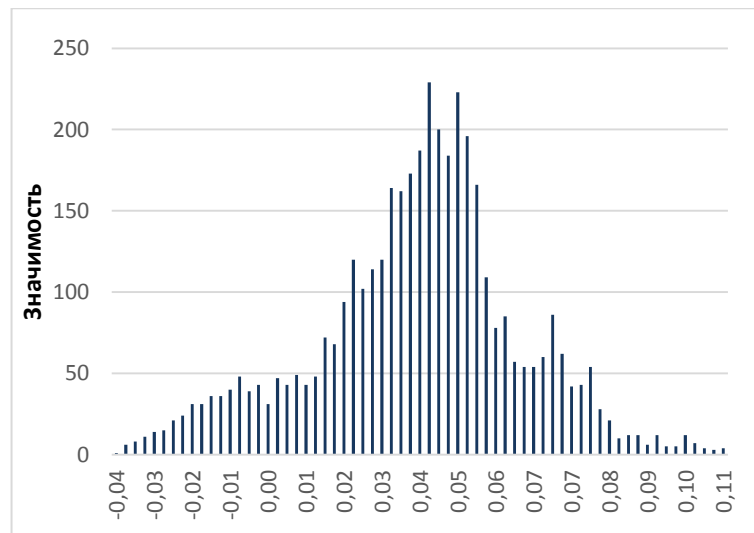


Рисунок 4.11 – Частота распределения переменной – Затухание

Анализируя, полученные распределения стоит отметить, что Мгновенная Частота и Относительный Акустический Импеданс представляют репрезентативные данные с точки зрения физического смысла, а также данные, на которых можно выделить три области распределения, возможно соответствующие трем кластерам фаций на сейсмофациальной карте (см. Рисунок 4.1). Но, видно, что полного разделения нет, поэтому возникает степень неопределенности разделения по сейсмическим свойствам. Следовательно, для сопоставления области распределения с одной из трех фацией был выбран сейсмический атрибут Относительный Акустический Импеданс, так как данное свойство является параметром, который возможно извлечь из точечных геолого-геофизических данных.

#### 4.2 Подходы к определению фациального строения

Геологическая фация происходит от латинского слова *faceis* и означает облик, лицо. Понимание термина «фация» представляется как структурная часть и «модификация» стратиграфического горизонта, отличающихся каким-либо объективными признаками от смежных одновозрастных частей разреза [34]. Как известно, определение литологии и свойств горных пород осуществляется с помощью двух основных методов: 1) лабораторные исследования образцов керна, 2) интерпретация материалов ГИС. Была предложена методика сравнения акустических свойств, полученных из первоначального источника – сейсмические данные, с расчетными акустическими свойствами по ГИС и керну. Целью данного подхода является определение и обоснование распределения фаций для каждого кода 0, 1 и 2 на сейсмофациальной карте (см. Рисунок 4.1). Необходимо отметить, что при построении карты на основе сейсмических данных было выбрано окно исследования 20 мс, следовательно, окно для изучения ГИС-керна является 40 метров.

#### 4.2.1 Геофизический метод

Входными данными является комплекс ГИС, который был проведен во всех скважинах, кроме 6P (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Комплекс ГИС

Каротаж	GR	SP	DT	DTS	ИК	Neut
Скважина №						
1	+	+	-	-	-	+
2	+	+	-	-	+	+
3	+	+	+	+	+	+
3P	+	+	+	-	+	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	-	+	+
5P	+	+	+	-	+	+
6	+	+	-	-	-	+
6P	-	-	-	-	-	-
7	+	+	-	-	-	+
7P	+	+	+	-	+	+
8	+	+	-	-	-	+
9	+	+	-	-	-	+

где GR – гамма каротаж, SP – каротаж сопротивления, DT – акустический каротаж продольной волны, DTS – акустический каротаж поперечной волны, ИК – индукционный каротаж, Neut – нейтронный каротаж.

Исходя из таблицы видно, что более в 50% фонда скважин невозможно напрямую определить акустические свойства пласта по причине отсутствия акустического каротажа. Кроме этого, отсутствуют исследования плотности горных пород, что является важным параметром для изучения распространения литотипов на месторождении. Следовательно, из-за отсутствия полного геофизического исследования необходимо комплексирование имеющихся геофизических данных и лабораторных исследований керн.

Расчленение разреза для выделения литологии в каждой скважине было проведено на основе низкой радиоактивности, высоких значений сопротивления и нейтронного каротажа для карбонатных отложений; низких значений сопротивления, средних и низких

значений нейтронного каротажа для глинисто-кремнистых пород; а также были выделены эффузивы исходя из высоких значений индукционного каротажа и радиоактивности. Корреляционная панель для скважин №3-3P-4-5-5P-7P изображена на Рисунках 4.12 – 4.13. На основе проведенной корреляции пород в объеме окна исследования 40 метров в каждой скважине было выделено процентное содержание фаций. Результаты статистического анализа представлены в Таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Сводная таблица для фациального обоснования  
на основе данных ГИС

Литотип, %	Глинисто-кремнистые породы	Алевриты	Доломит	Известняк	Эффузивы	Преобладающий литотип
Скважина №						
1	-	-	30,5	69,50	-	ИЗВЕСТНЯК
2	5,00	2,50	17,50	70,00	5,00	ИЗВЕСТНЯК
3	4,71	3,62	17,39	71,02	3,26	ИЗВЕСТНЯК
3P	8,49	-	69,00	-	22,5	ДОЛОМИТ
4	18,21	-	10,59	62,28	8,89	ИЗВЕСТНЯК
5	10	-	9,50	76,00	4,49	ИЗВЕСТНЯК
5P	1,99	-	60,00	37,99	-	ДОЛОМИТ
6	-	-	17,27	82,73	-	ИЗВЕСТНЯК
6P	100	-	-	-	-	ГЛИНИСТО-КРЕМНИСТЫЕ
7	-	-	40,43	59,57	-	ИЗВЕСТНЯК
7P	-	-	69,50	24,00	6,49	ДОЛОМИТ
8	-	-	45,14	54,86	-	ИЗВЕСТНЯК
9	-	-	67,15	32,85	-	ДОЛОМИТ

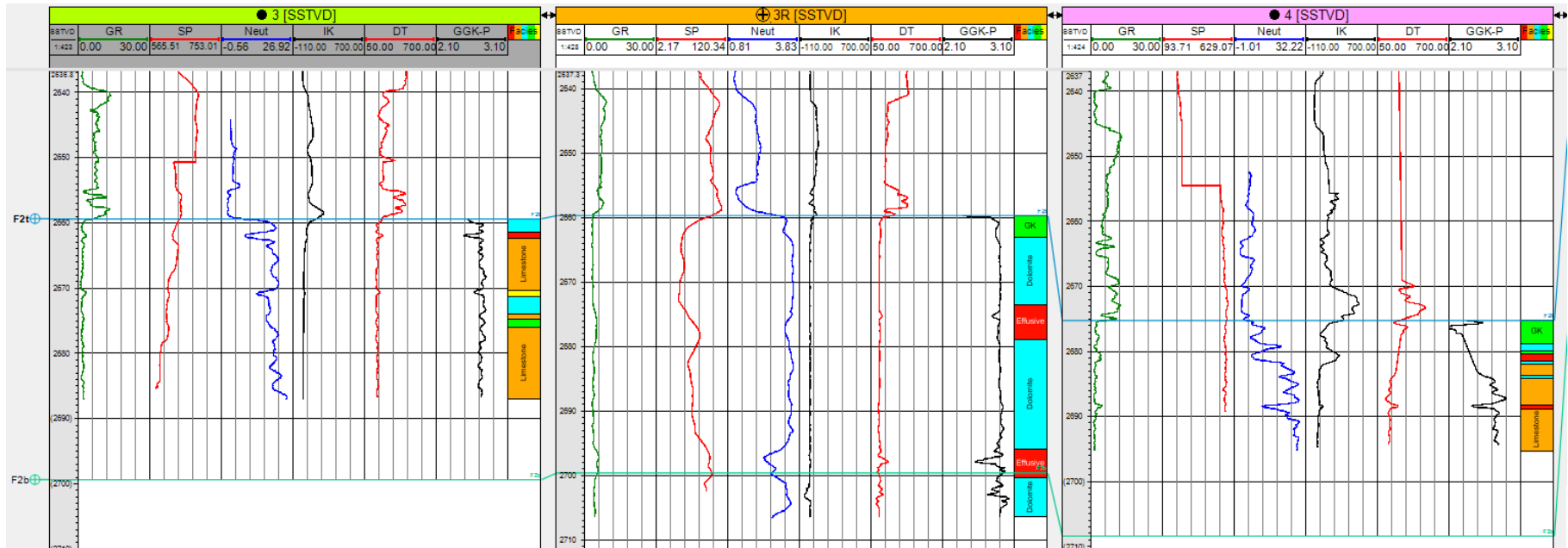


Рисунок 4.12 – Корреляционная панель по скважинам №3-3Р-4

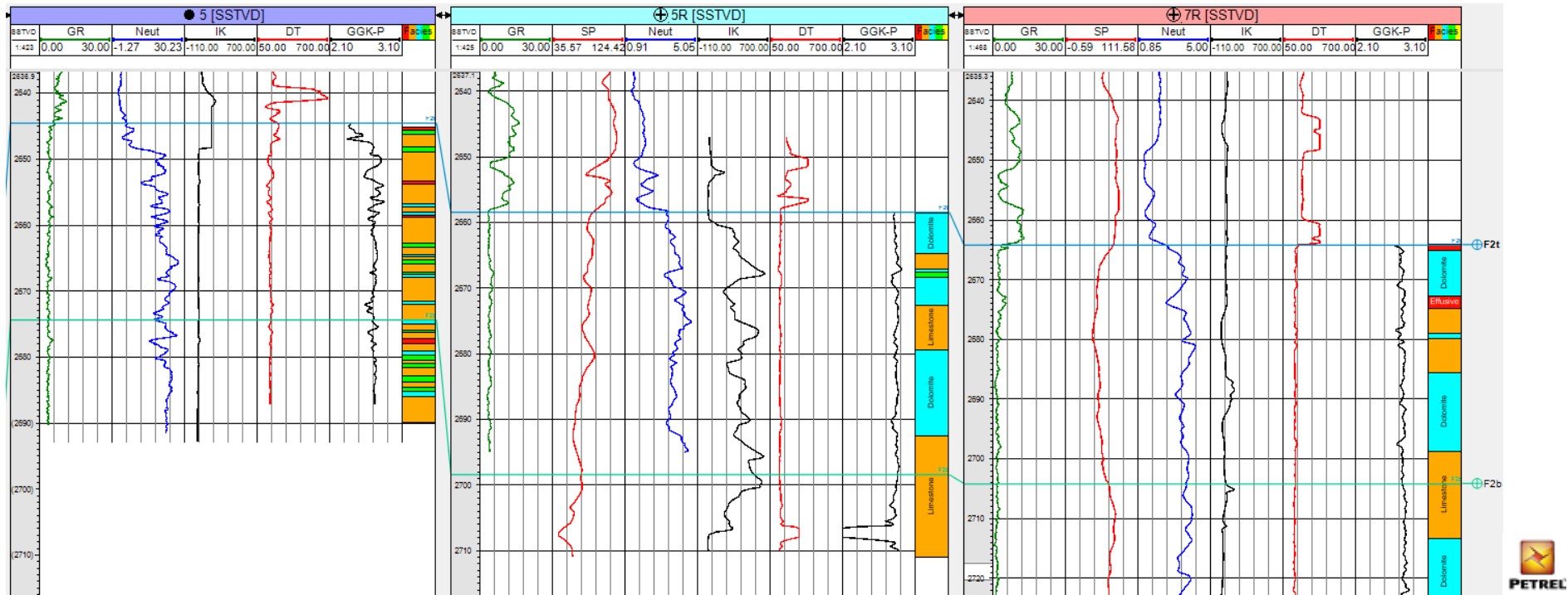


Рисунок 4.13 – Корреляционная панель по скважинам №5-5P-7P





Согласно таблице, приведенной выше можно выделить три группы скважин по литологическому расчленению и, следовательно, сопоставить каждую группу с кластерами фаций расположенных на сейсмофациальной карте:

- 1) Глинисто-кремнистые породы – №6Р (выделена на основе отчета Ежова).
- 2) Доломит – №3Р, 5Р и 7Р скважины.
- 3) Известняк – №1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 скважины.

Сопоставляя полученные результаты с сейсмофациальной картой (см. Рисунок 4.1) было принято решение каждому коду на карте присвоить определенный литотип горной породы:

- 1) Код 0 – глинисто-кремнистые породы.
- 2) Код 1 – известняк.
- 3) Код 2 – доломит.

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что существует расхождение между скважинными и сейсмическими данными в районе скважин №1, 2, 3Р, 3, 4. Данные неопределенности связаны с наличием геологических неопределенностей, некорректной интерпретации ГИС, которая обусловлена недостаточной разрешающей способностью. Для уменьшения неопределенности геологического строения следует проанализировать упругие свойства горных пород на основе полученных зависимостей из материалов ГИС, а также изучить керновый материал.

Следующей важной задачей являлось предсказание распределения фаций на основе акустических свойств – Акустический Импеданс, полученных из данных ГИС. Ранее было отмечено, что исследования акустического каротажа представлены в ограниченном объеме, а исследования плотности горных пород на изучаемой территории не проводились. Для того, чтобы рассчитать акустический импеданс необходимы оба исследования, так как расчет акустического импеданса производится по следующей формуле:

$$AI = V_p * \rho \quad (4.1)$$

где AI – акустический импеданс,  $V_p$ - скорость продольной волны м/с,  $\rho$  – плотность горной породы г/см<sup>3</sup>.

Были рассмотрены несколько вариантов получения зависимостей для расчета плотности горной породы в необходимом интервале, данные варианты рассмотрены ниже:

- 1) Построение зависимости между АК и ГГК-П каротажными, где исследования проводились в горизонтальном стволе эксплуатационной скважины на глубине 2913 метров (Рисунок 4.14). Рассматривая данный вариант, возникает вопрос о корректности расчетных значений используя данную зависимость, так как измерения проводились в

горизонтальном стволе, а интерпретировать полученную зависимость нужно на вертикальную или наклонно-направленную скважины. Следовательно, были рассмотрены дополнительные варианты, несмотря на наличие измерения плотностных свойств горных пород по геофизическим исследованиям скважин.

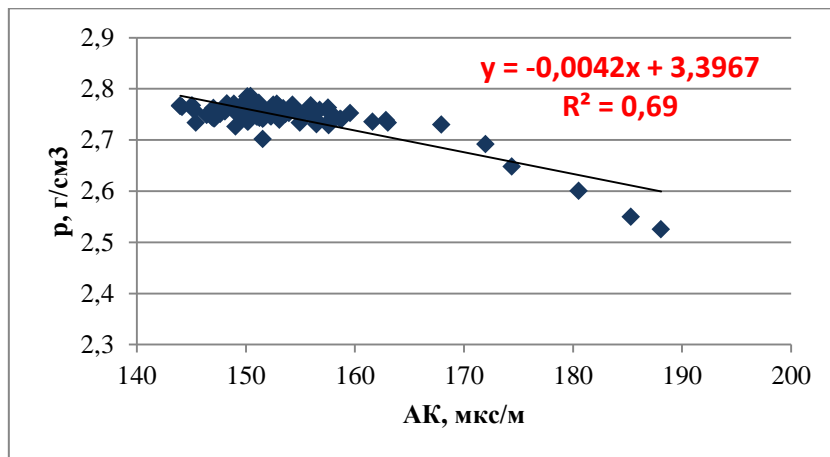


Рисунок 4.14 – Зависимость Акустического каротажа и Плотностного каротажа

Уравнение, полученное на основе измерений в горизонтальном стволе эксплуатационной скважины №3, имеет хорошую корреляционную зависимость, но физический метод проведения работ в горизонтальном стволе не позволяет использовать данное уравнение для расчетов в наклонно-направленных скважинах.

2) Получение зависимости для плотности, где Гамма каротаж и значения плотности горных пород из лабораторных исследований эксплуатационной скважины №3 (Рисунок 4.15).

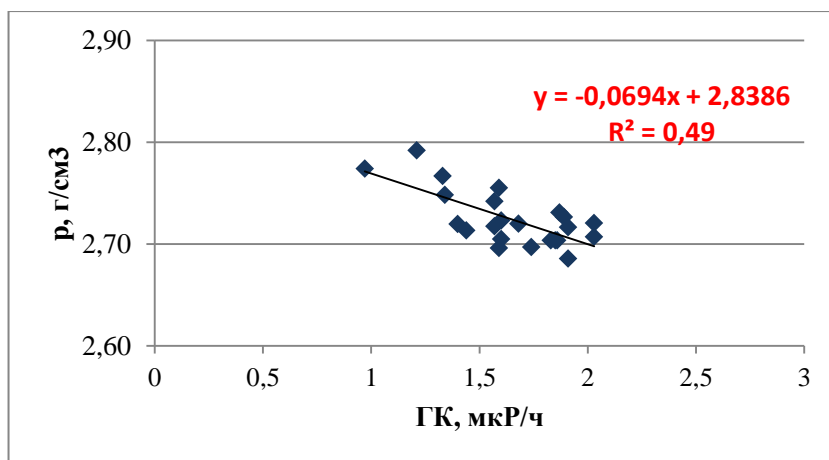


Рисунок 4.15 – Зависимость Гамма каротажа и плотности горной породы по керну

Исходя из Рисунка 4.16, стоит отметить, что расчетные значения плотности для ГИС являются не сопоставимыми со значениями плотности горных пород на основе лабораторных исследований керна, что делает невозможным использование данной корреляционной зависимости для получения упругих свойств пород.

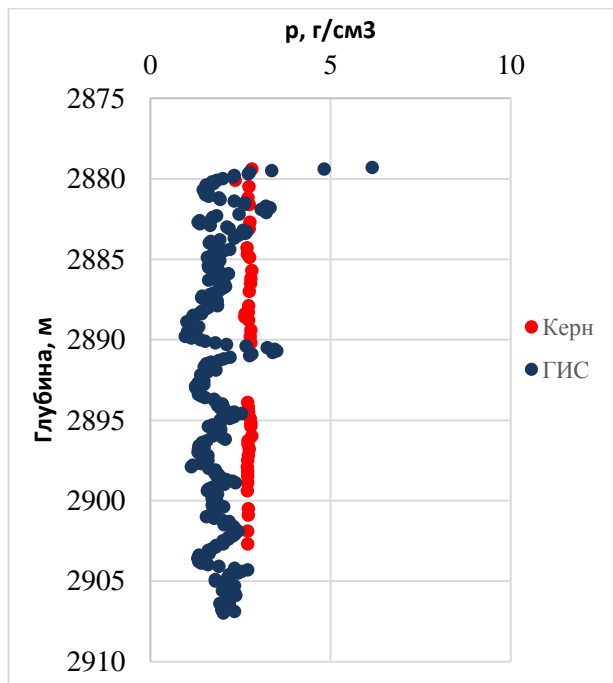


Рисунок 4.16 – Сопоставление данных плотности по керну и ГИС для варианта 2

3) Построение зависимости между каротажом Сопротивления для вертикальной эксплуатационной скважины №3 и значениями плотности горной породы по лабораторным исследованиям керна этой же скважины (Рисунок 4.17).

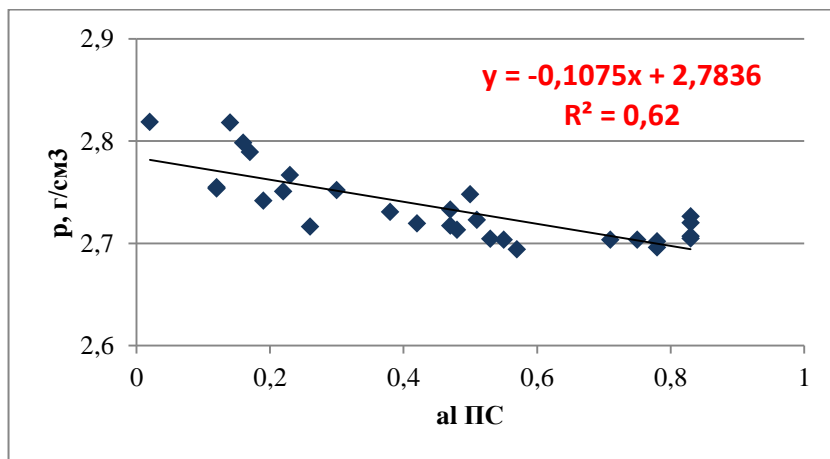


Рисунок 4.17 – Зависимость Альфа ПС относительно плотности горной породы по керну

Полученные данные в рассматриваемом варианте 3 имеют хорошую корреляционную зависимость и корректное сопоставление данных ГИС-керна, что позволяет использовать данный расчет при дальнейшем прогнозировании плотности горных пород (Рисунок 4.18).

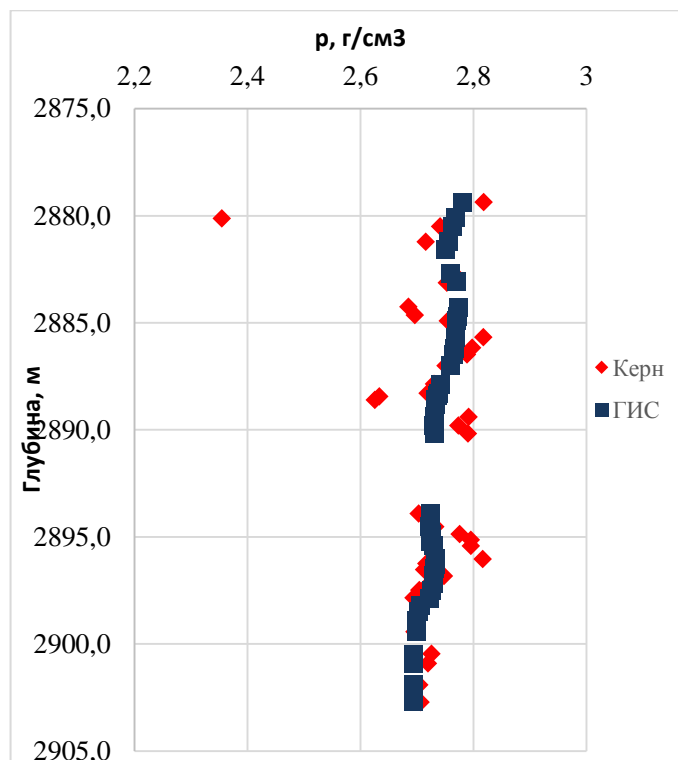


Рисунок 4.18 – Сопоставление данных плотности по керну и ГИС для варианта 3

Для каждого варианта расчета, был получен диапазон значений плотности горных пород и среднее значение для всего интервала, эти значения представлены в Таблице 4.3. Таким образом, принимая во внимание среднее значение и диапазон минимального и максимального значений, необходимо отметить, что данный вариант, не достоверно отображает значения плотности горной породы после расчетов. Согласно данным (Бонадарев В.И., Крылатков С.М. Анализ данных сейсморазведки), где диапазон плотности для известняк равен  $2,37 - 2,77 \text{ г/см}^3$ , а для доломитов  $2,84 - 2,86 \text{ г/см}^3$ .

4) Зависимость между АК каротажем в вертикальной эксплуатационной скважине №3 и значения плотности горных пород из лабораторных исследований эксплуатационной скважины №3 (Рисунок 4.19).

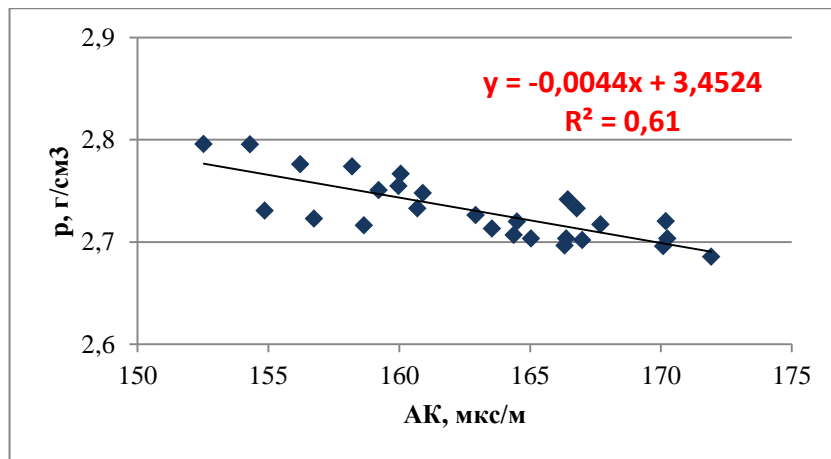


Рисунок 4.19 – Зависимость Акустического каротажа относительно плотности горной породы по керну

Анализируя четвертый случай, можно утверждать, что полученные данные с помощью этого варианта характеризуют наиболее приближенные результаты к статистическим результатам по книге, а также представляют хорошее сопоставление ГИС-керн (Рисунок 4.20).

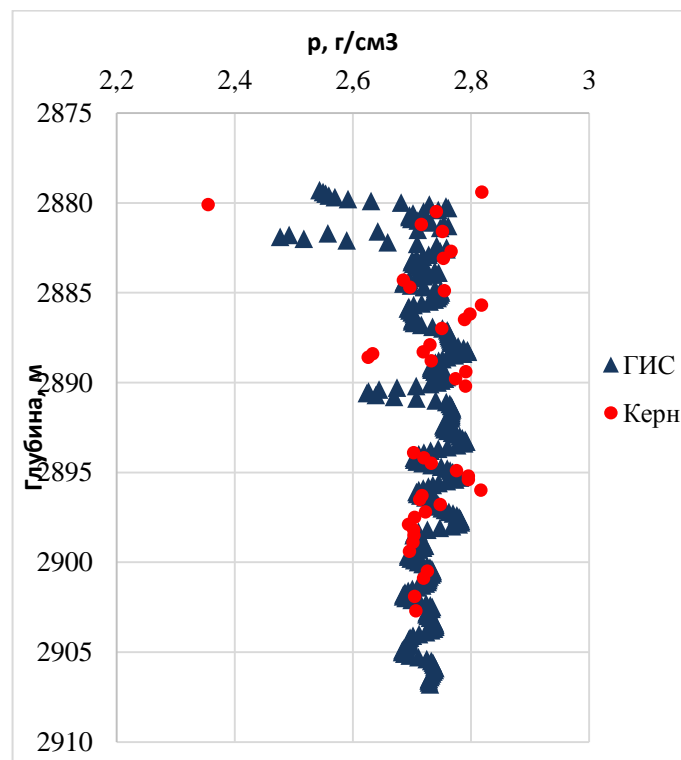


Рисунок 4.20 – Сопоставление данных плотности по керну и ГИС для варианта 3

Таким образом, данная зависимость в дальнейшем будет использована для расчета плотности пород в скважинах №3, 3Р, 4, 5, 5Р и 7Р.

Таблица 4.3 – Значения плотности горной породы по результатам ГИС

Вариант	Диапазон значений, г/см <sup>3</sup>	Среднее значение плотности, г/см <sup>3</sup>
Первый	2,46-2,76	2,70
Второй	2,56-2,77	2,66
Третий	2,71-2,75	2,73
Четвертый	2,64-2,88	2,74

Для получения акустического импеданса в каждой скважине, где имеется набор значений акустического и плотностного каротажей, была использована формула 1 и на основе полученных данных построена частота встречаемости сейсмического параметра (Рисунок 4.21).

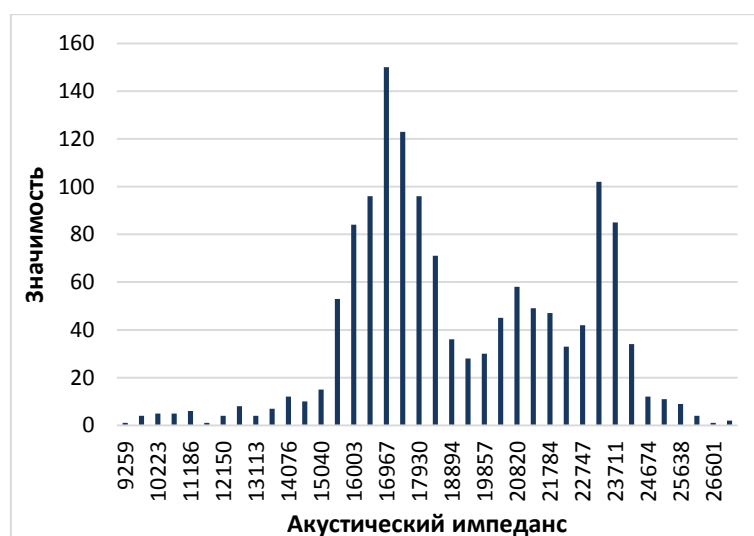


Рисунок 4.21 – Частота распределения акустического импеданса по ГИС для скважин №3, 3Р, 4, 5, 5Р и 7Р

Анализируя распределение на Рисунке 4.21 можно выделить две отчетливо выраженные области различающихся значений акустического импеданса, что вероятно, будет совпадать с распределением литологии по интерпретации геофизических исследований. Для выделения и подтверждения преобладающих фаций в скважинах значения акустического импеданса были разделены на два кластера согласно Таблице 4.2. Результат деления на фации представлен на Рисунке 4.22.

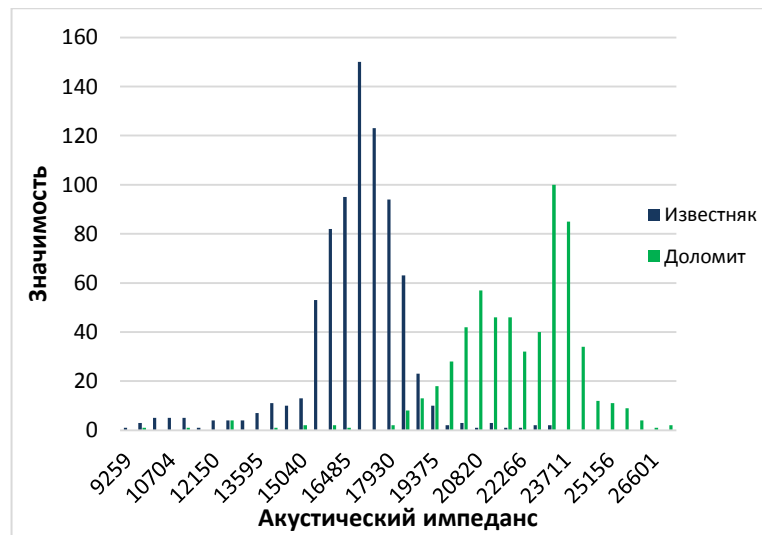


Рисунок 4.22 – Частота распределения акустического импеданса по ГИС для скважин №3, 3P, 4, 5, 5P и 7P

Из расчетных значений акустического импеданса отчетливо выделяются две области литотипов пород – известняки и доломиты, что подтверждает интерпретацию разреза и выделение фаций согласно Таблице 4.2 в скважинах №3, 3P, 4, 5, 5P и 7P. Но, ранее было отмечено не соответствие сейсмических и скважинных данных, что также остается, вероятно, на данной площади исследования.

#### 4.2.2 Вещественно-петрографический метод

Для достоверного статистического обоснования распределения фаций по сейсмофациальной карте необходимо комплексировать лабораторные исследования керна в скважинах, где он был отобран с методами ГИС. На изучаемом месторождении наблюдается невысокий процент выноса керна, что вносит неопределенность при статистическом обосновании. Отбор керна осуществлен только из двух эксплуатационных скважин №3 и №5. Для того, чтобы создать зависимость, необходимо не менее 30 точек исследования (источник книга). В данном случае, образцов керна в исследуемом интервале из двух скважин равно 65 шт, что является корректным для дальнейших исследований. Измерения упругих свойств на керне были рассчитаны в двух скважинах №3 и №5, вследствие чего увеличивается достоверность сопоставления ГИС-керна. Из-за отсутствия измерений скорости продольной волны в эксплуатационной скважине №5, была получена зависимость на основе данных скважины №3 для восстановления упругого свойства породы (Рисунок 4.23).

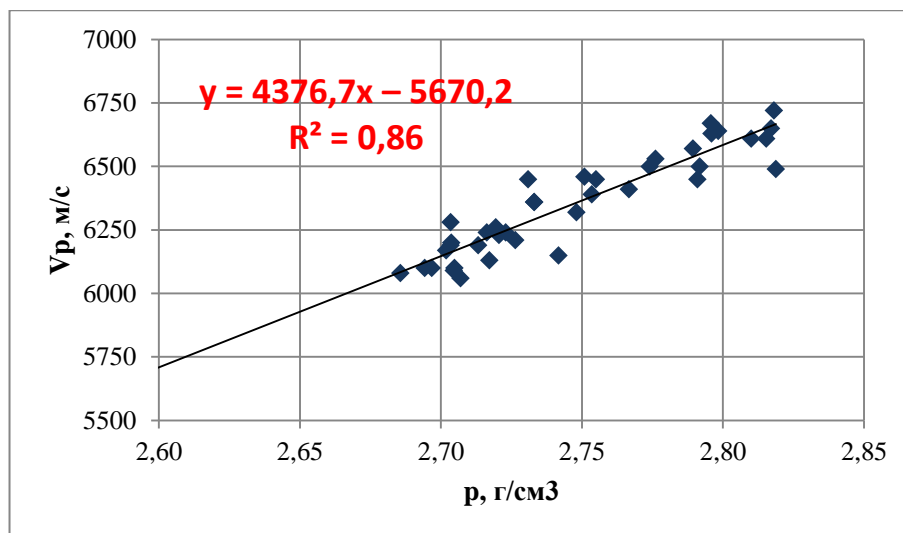


Рисунок 4.23 – Зависимость плотности горной породы относительно скорости продольной волны для скважины №3

Полученный расчётный акустический импеданс по кернавым данным был сопоставлен с частотой распределения акустического параметра по ГИС (Рисунок 4.24). Данное сопоставление выделит наиболее достоверные кластеры фаций, так как вероятность распределения в межскважинном пространстве определенного литотипа является выше благодаря точечным исследованиям в скважине.

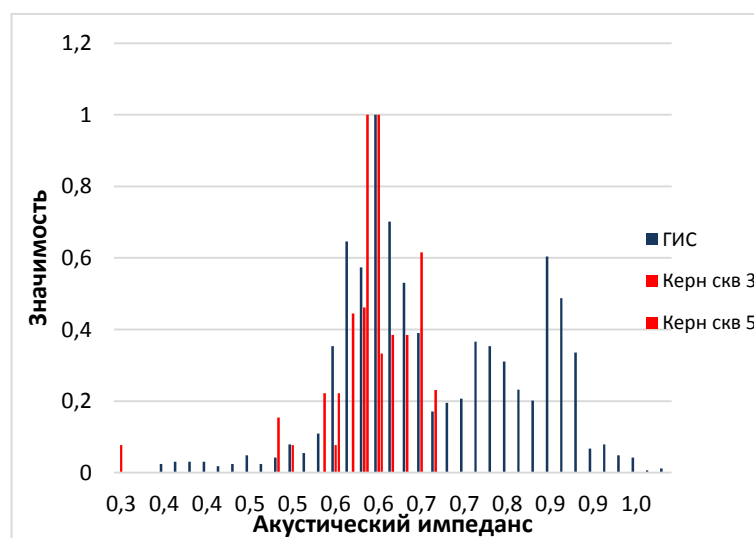


Рисунок 4.24 – Частота распределения акустического импеданса по ГИС для скважин №3, 3Р, 4, 5, 5Р и 7Р

Таким образом, после анализа геофизических данных и лабораторных исследований керна для набора скважин – №3, 3Р, 4, 5, 5Р и 7Р, был сделан окончательный прогноз распределения фаций в области расположения этих скважин.



Статистически выявлено, что разведочные скважины №3Р и №5Р вскрывают в преобладающем объеме доломит, а три эксплуатационные скважины №3, 4, 5 и одна разведочная скважина №7Р представлены известняком. Согласно ранее указанной кластеризации сейсмофациальной карты (см. Рисунок 4.1) Цвет-Фация была составлена сводная таблица для статистического обоснования (Таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Сводная таблица по данным керна, ГИС и сейсмических данных

Тип исследования	Керн	ГИС	Сейсмофациальная карта	Вероятность, %
Скважина №				
1	-	Известняк	Доломит	50
2	-	Известняк	Доломит	50
3	Известняк	Известняк	Доломит	66,6
3Р	-	Доломит	Доломит	100
4	-	Известняк	Известняк	100
5	Известняк	Известняк	Известняк	100
5Р	-	Доломит	Известняк	50
6	-	Известняк	Доломит	50
6Р	-	-	Глинисто-Кремнистые породы	100
7	-	Известняк	Доломит	50
7Р	-	Доломит	Известняк	50
8	-	Известняк	Известняк	100
9	-	Доломит	Известняк	50

Таким образом, имея площадное распределение фаций изучаемого объекта, полученное в результате анализа формы сейсмического сигнала, можно провести районирование территории, но восстановление обстановок осадконакопления и прогноз фаций необходимо проводить совместно с интерпретацией ГИС и лабораторными исследованиями керна, что подтверждается Таблицей 4.4. Исходя из комплексного анализа геолого-геофизических данных, была выявлена вероятность наличия определенной фации в области скважины, что представлено в Таблице 4.4. За достоверное распределение фаций по сейсмическим и скважинным данным были приняты скважины №3, 3Р, 4, 5, 5Р и 7Р. Скважина 7Р представляет вероятность 50 % распределения, как

доломита, так и известняка, но исходя из данных ГИС и сейсмофациальной карты, было принято решение, что достоверность встречаемости фации доломит является 100%, так как на сейсмической карте данная скважина расположена на границе фаций доломит-известняк.

На основе данных результатов были построены распределения фаций по сейсмическим атрибутам для достоверных скважин, где каждой скважине присвоена определенная фация. Исходя из полученного результата по Относительный Акустический Импеданс представленного на Рисунке 4.25, где возникает не полное разделение между двумя фациями – доломит и известняк, были проанализированы исследуемые области около скважин. Стоит отметить, что скважина 5P расположена на границе разделения доломит-известняк, поэтому данная скважина не учитывалась при построении распределений значений по сейсмическим атрибутам (Рисунки 4.25 – 4.31).

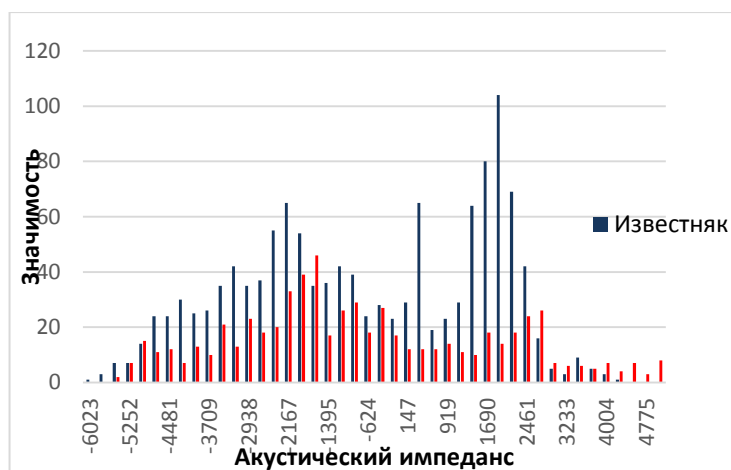


Рисунок 4.25 – Частота распределения переменной – Относительный Акустический Импеданс

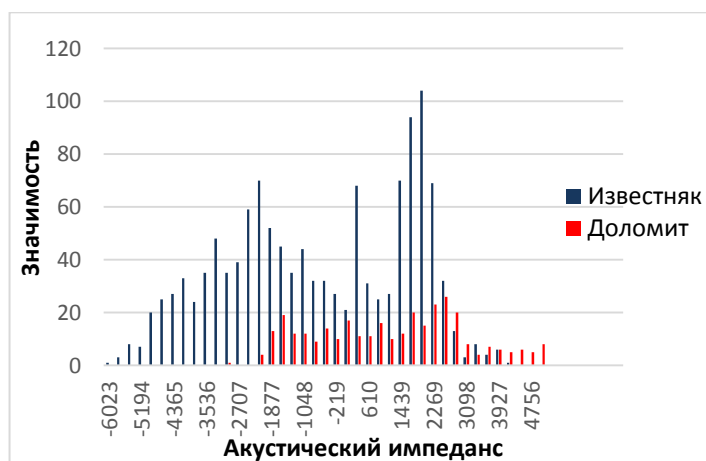


Рисунок 4.26 – Частота распределения переменной – Относительный Акустический Импеданс без скважины 5P

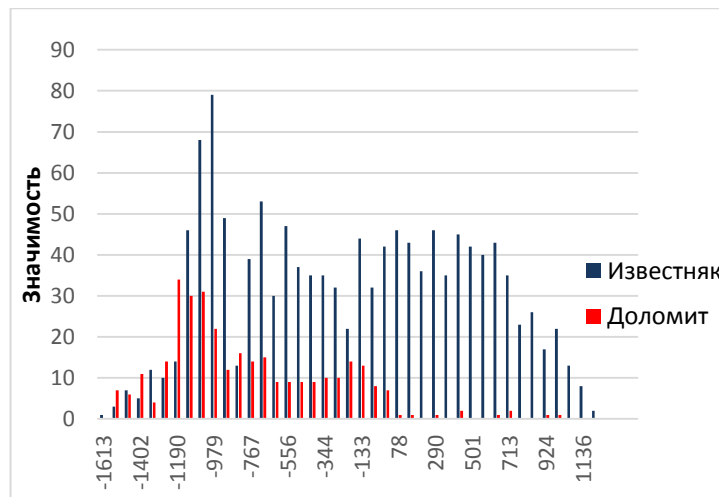


Рисунок 4.27 – Частота распределения переменной – Первая Производная без скважины 5Р

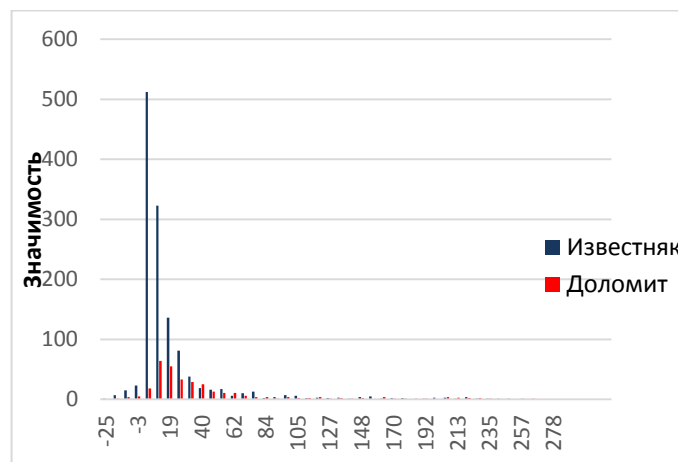


Рисунок 4.28 – Частота распределения переменной – Мгновенное Качество без скважины 5Р

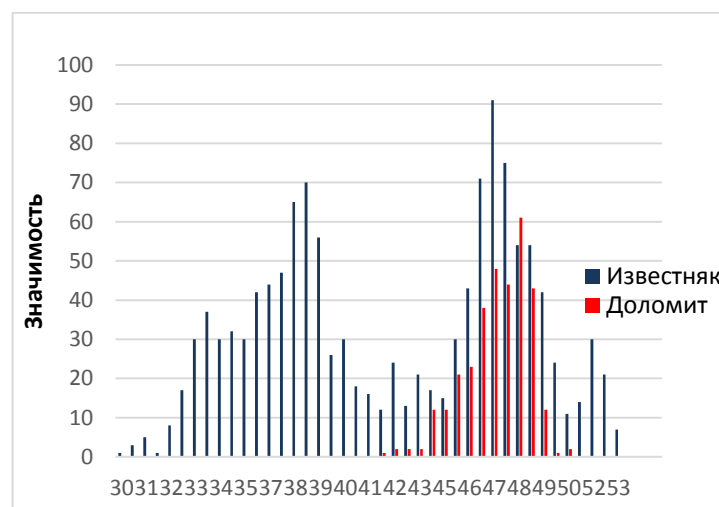


Рисунок 4.29 – Частота распределения переменной – Мгновенная Частота без скважины 5Р

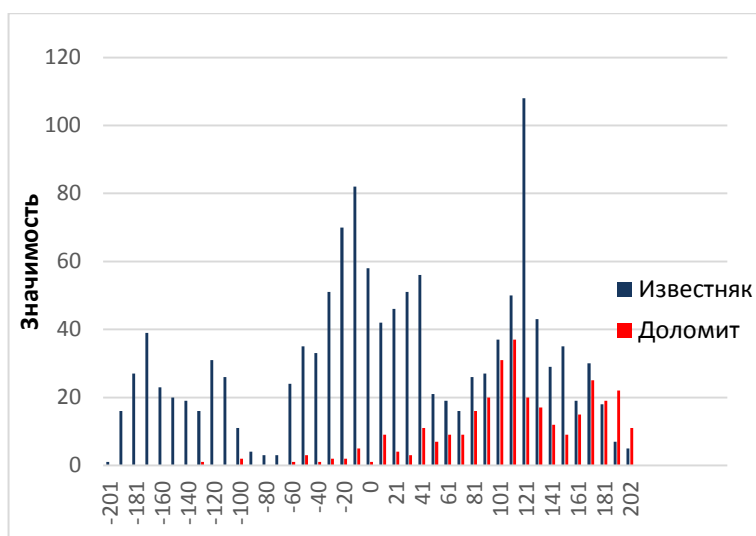


Рисунок 4.30 – Частота распределения переменной – Мгновенная Фаза без скважины 5P

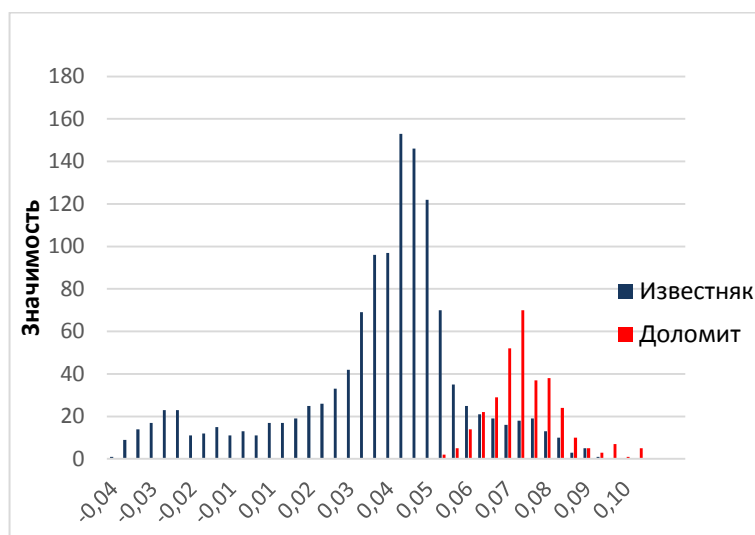


Рисунок 4.31 – Частота распределения переменной – Затухание без скважины 5P

#### 4.3 Методологический подход к геологическому моделированию для выделения фаций

В последние десятилетия, геологическое моделирование является основным методом проектирования геологических объектов, располагающихся на больших глубинах. Создание таких геолого-математических моделей позволяет нефтяным компаниям не только обобщать геолого-геофизическую информацию, но и визуализировать исследуемые объекты, что способствует более полному представлению о геологическом строении месторождения. Основным критерием 3D моделирования является детализация внутреннего строения исследуемых отложений, определяемая с

помощью геофизических исследований скважин, лабораторных исследований керна и гидродинамических исследований. Предложенная методика прогнозирования фаций на основе сравнения акустического импеданса базируется на выявлении взаимосвязи между сейсмическими данными и геолого-геофизической информацией. Ниже представлена схема взаимосвязи сейсмической информации с разными типами данных для прогнозирования литотипов (Рисунок 4.32).



Рисунок 4.32 – Схема взаимосвязи сейсмической информации с разными типами данных

Для прогнозирования фаций с помощью акустического импеданса, полученного из расчетов геофизических исследований для шести скважин (№3, 3Р, 4, 5, 5Р и 7Р), на первом этапе были построены кубы плотности и времени прохождения продольной волны в горной породе, последний был пересчитан в куб скорости. Данные кубы упругих свойств были построены комплексируя сейсмический куб и геофизические данные в точках скважин – плотность и скорость. Используя данный алгоритм построения куба акустического импеданса совместно с сейсмическими данными, это способствует более

реалистичному результату. Результаты представлены на Рисунках 4.33 – 4.35 в виде временного среза средних значений в объеме исследуемого окна 40 метров.

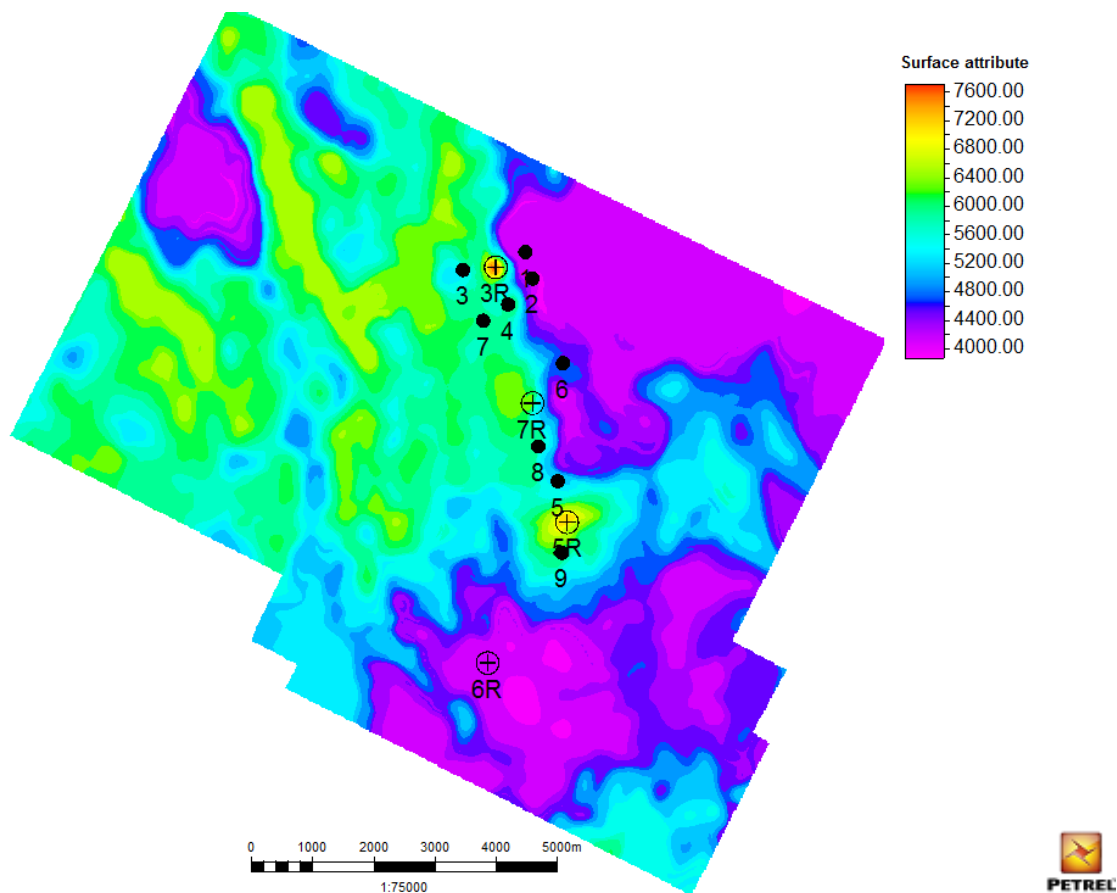


Рисунок 4.33 – Временной срез скорости средних значений исследуемого окна по кровле Ф2

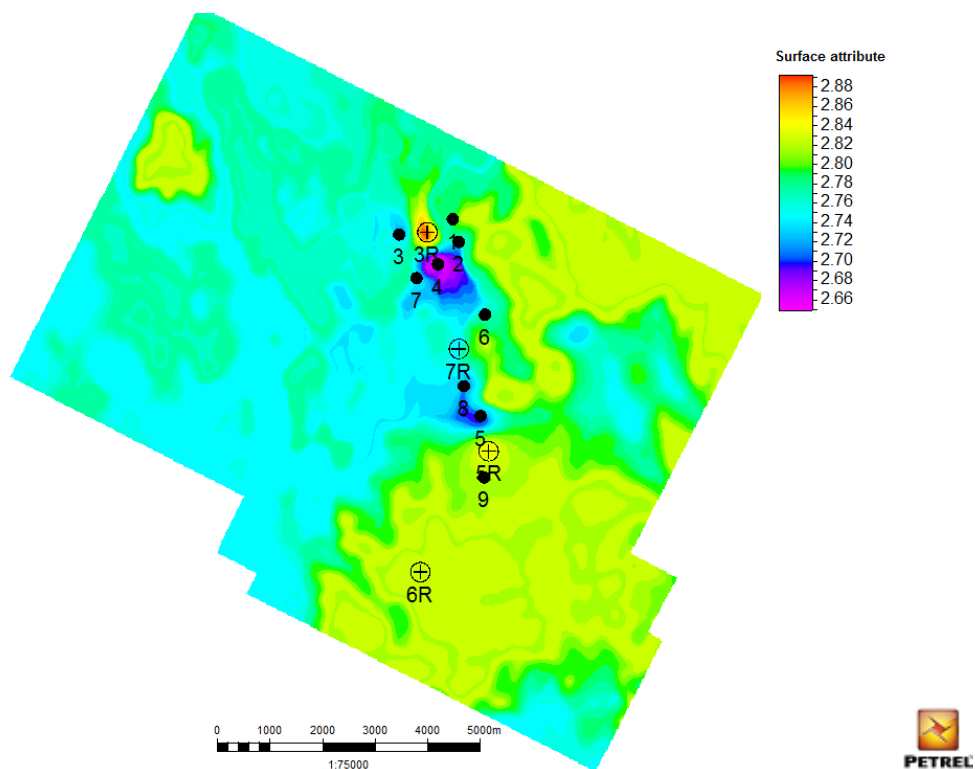


Рисунок 4.34 – Временной срез плотности средних значений исследуемого окна по кровле  $\Phi 2$

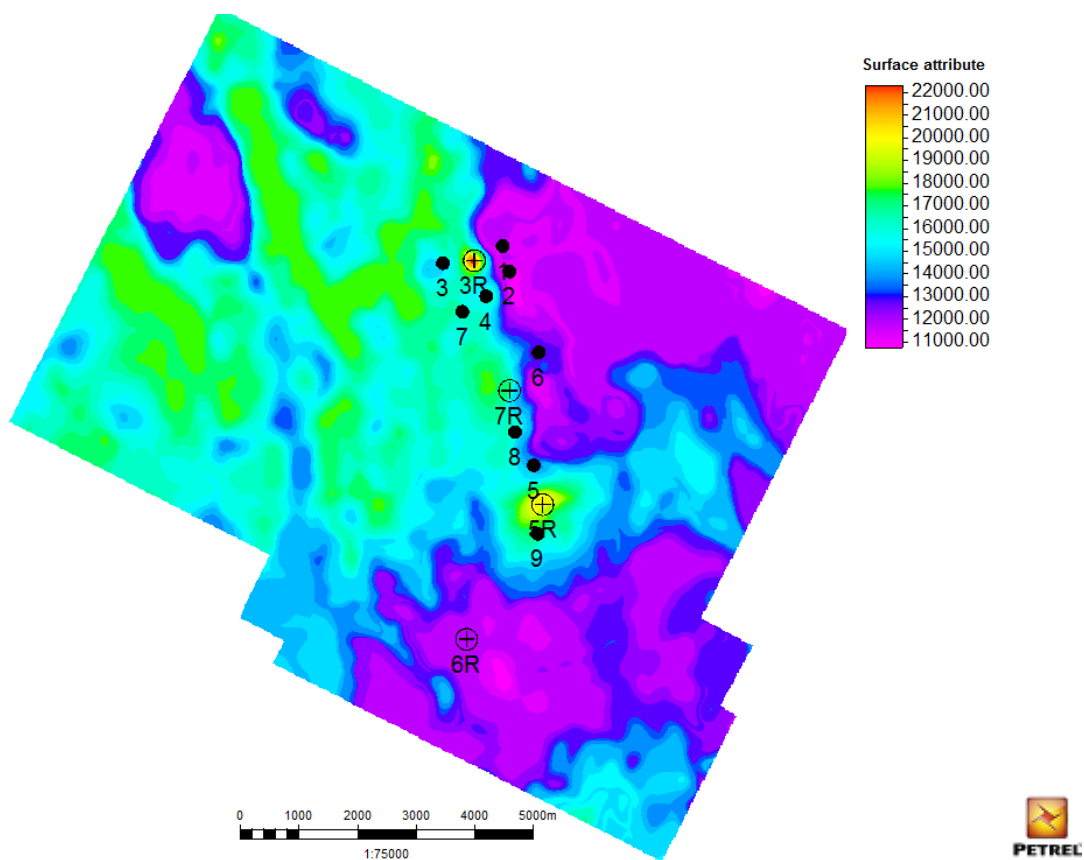


Рисунок 4.35 – Временной срез акустического импеданса средних значений исследуемого окна по кровле  $\Phi 2$

Предложенная методика предполагает построение трендов для распределения каждой фации – известняк и доломит для построения геологической модели. Была найдена связь между фацией и значениями акустического импеданса, полученного на предыдущем этапе. Для каждого распределения была выявлена хорошая взаимосвязанность данных, что представлено на Рисунках 4.36 – 4.37.

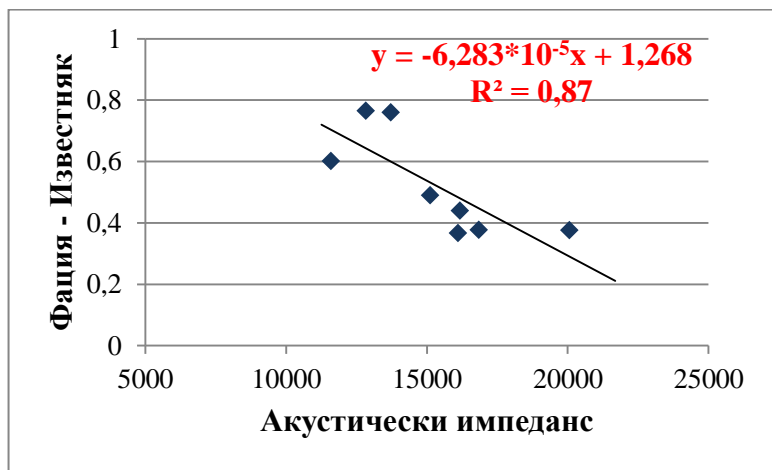


Рисунок 4.36 – Зависимость акустического импеданса относительно фации – известняк

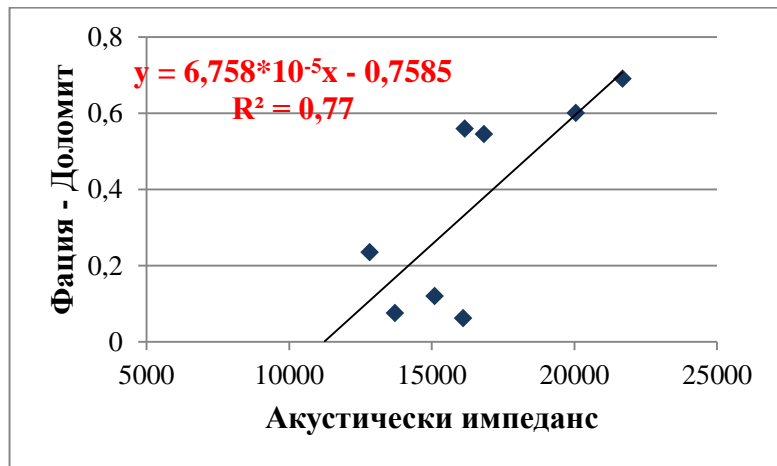


Рисунок 4.37 – Зависимость акустического импеданса относительно фации – доломит

Согласно полученным корреляционным связям была построена геологическая модель в объеме исследуемого окна 40 метров, которая ярко отражает распределения фаций – известняк, доломит в пространстве. Результаты представлены на Рисунках 4.38 – 4.39.



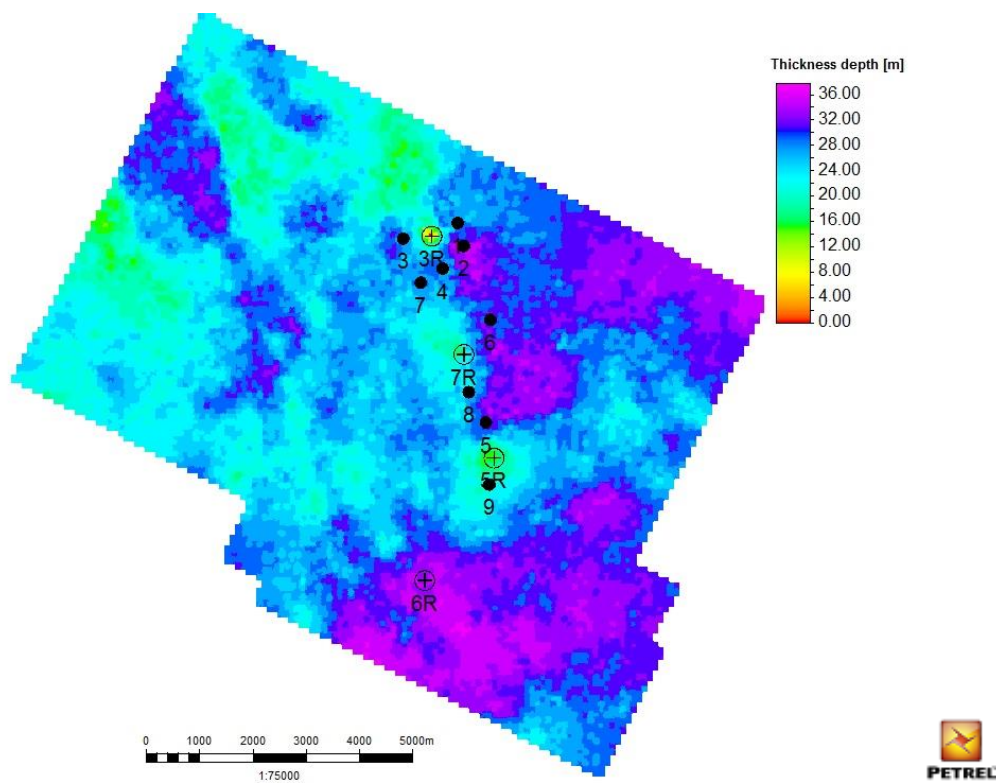


Рисунок 4.37 – Карта распределения средней мощности известняка в объеме исследуемого окна 40 м

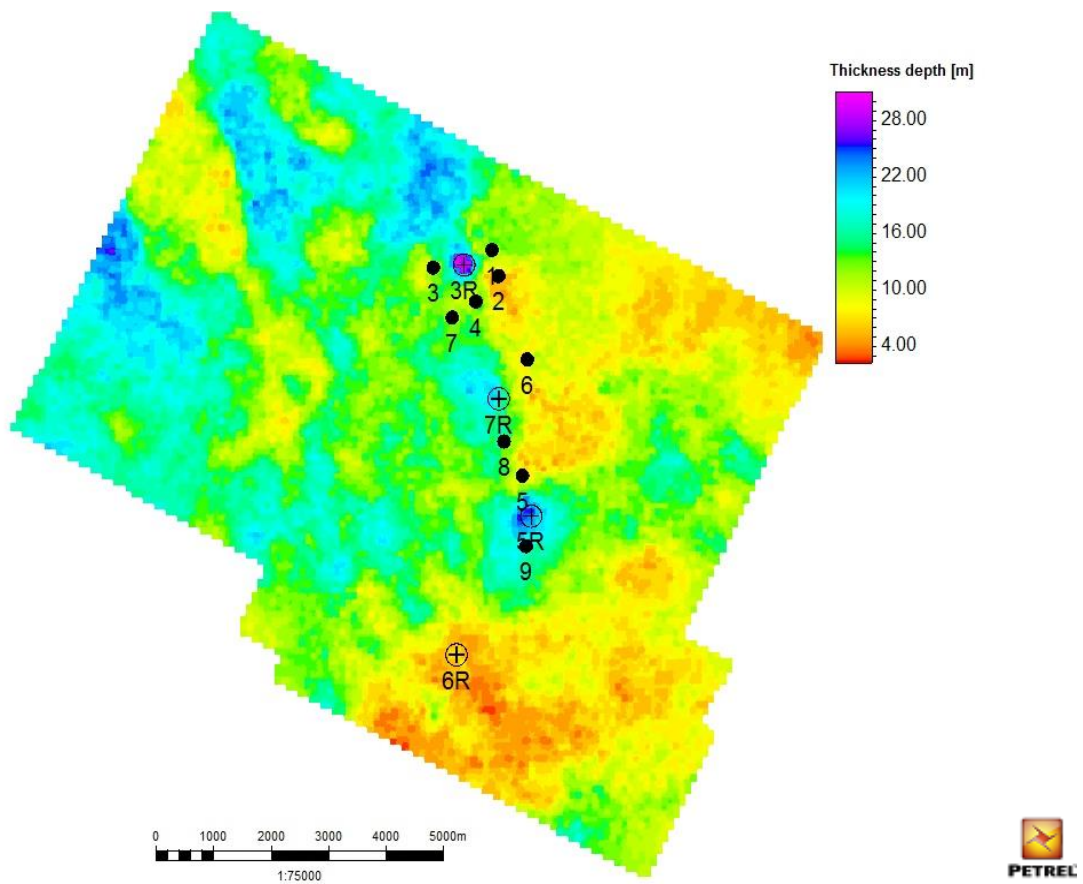


Рисунок 4.38 – Карта распределения средней мощности доломита в объеме исследуемого окна 40 м

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что благодаря комплексному использованию интерпретации геолого-геофизических данных удалось уточнить границы распределения двух фаций – доломит и известняк. Например, исходя из сейсмофациальной карты разведочные скважины №5Р и №7Р и эксплуатационная скважина №3 были расположены в областях неясной фациальной обстановки или на границе двух фаций. Таким образом, благодаря проведенному анализу обнаружены достоверные данные для распределения фаций в области данных скважин. Можно выделить три аспекта:

1) Скважины №3Р и №5Р в преобладающем содержании вскрывают фацию доломит в исследуемом окне 40 метров.

2) Эксплуатационная скважина №3 расположена в области залегания доломита, данный факт подтверждается данными геофизических исследований, лабораторных исследований керна, а также сейсмическими данными.

3) Для скважин расположенных в известных областях распределения фаций, с помощью данного комплексного анализа была увеличена достоверность встречаемости предложенных фаций.

Сравнивая полученные распределения фаций с помощью сейсмической инверсии с распределениями, которые получены на основе сейсмофациальной карты (Рисунок 4.1), можно сделать вывод, что содержание каждой фации, выраженное в процентах, является сопоставимо для двух подходов. Результаты представлены в виде гистограмм на Рисунках 4.39 – 4.40.

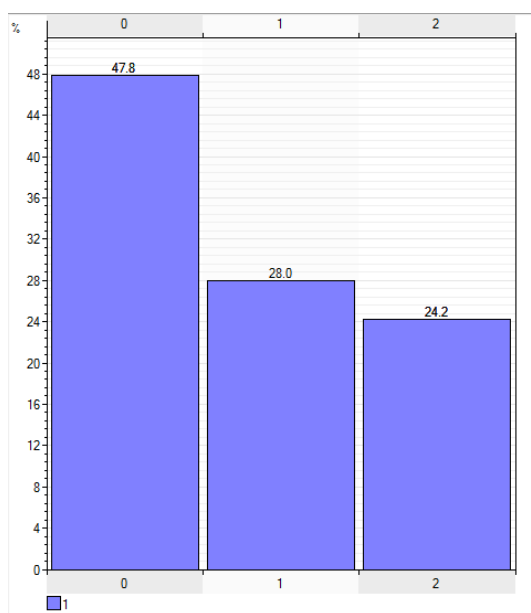


Рисунок 4.39 – Содержание фаций по сейсмофациальной карте (0 – глинисто-кремнистые породы, 1 – известняк, 2 – доломит)

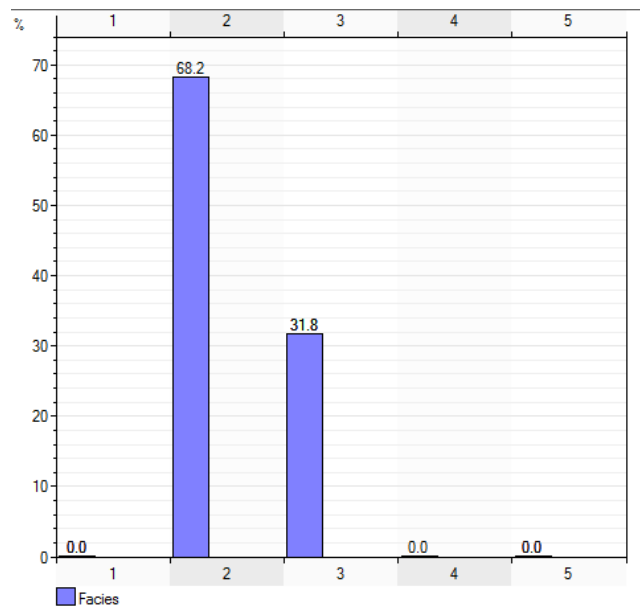


Рисунок 4.39 – Содержание фаций в объеме исследуемого окна 40 метров при построении геологической модели (2 – известняк, 3 – доломит)

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Анализ сейсмогеологических данных был выполнен на рабочем месте, оборудованном персональным компьютером. Работая в помещении с персональными компьютерами одним из главных приоритетов в работе должно быть обеспечение безопасности жизни и здоровья человека в течение трудового дня. Выше сказанное является основополагающим в рабочем процессе, так как для продуктивной работы каждого человека необходимо постоянно соблюдать условия труда, что будет соответствовать санитарно-гигиеническим, психологическим нормам и требованиям безопасности труда.

Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером представлены в Таблице 5.1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [2].

Таблица 5.1 – Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером [2]

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
Вредные	Опасные	ГОСТ 12.1.019-79 [6]
1.Отклонение норм микроклимата в помещении	1.Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 [7] Р 2.2.2006-05 [10]
2.Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте	2.Пожароопасность	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [11]
3.Повышенный уровень шума на рабочем месте		ГОСТ 12.1.003-83 [3] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14]
4.Повышенная запыленность рабочего места		ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ [5]
5.Электромагнитное излучение		СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [13] НПБ 105-03 [9]
6.Нервно-психические нагрузки		ГОСТ 12.1.004-91 [4]

## **5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды**

1. Отклонение норм микроклимата в помещении. Субъективные ощущения человека зависят от изменения показателей микроклимата. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] следует соблюдать определенные санитарно-гигиенические требования к микроклимату в помещениях. Помещения, в которых установлены персональные компьютеры, подразумевают работу, которая связана с нервно-эмоциональным напряжением. Следовательно, необходимо обеспечивать оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б согласно санитарно-эпидемиологическими нормативам микроклимата в помещениях. Ниже представлены оптимальные нормы микроклимата в помещениях:

А) В теплый период года: относительная влажность воздуха должна соответствовать диапазону от 40 до 60%; скорость движения воздуха равна 0,1 м/сек., а температура воздуха должна быть в диапазоне от 23 до 25<sup>0</sup>С.

Б) В холодных период года: относительная влажность воздуха – 40-60%; скорость движения воздуха-0,1 м/сек., а температура воздуха от 22 до 24<sup>0</sup>С.

К мероприятиям, с помощью которых поддерживаются требуемые микроклиматические условия, относятся отопление, обменная вентиляция и кондиционирование воздуха. Стоит отметить, что имеющаяся техника в помещении, например, персональный компьютер, служит источником существенных тепловыделений, что способствует снижению относительной влажности и повышению температуры в помещении.

Не соблюдение норм микроклимата может привести к негативному воздействию на организм человека, в результате чего снижается уровень работоспособности и мыслительная деятельность. Последствиями данного факта также могут быть простудные и сердечно-сосудистые заболевания.

2. Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте. Отсутствие или недостаток освещения может возникать в результате неправильного выбора осветительных приборов при искусственном освещении или при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении. Естественное освещение предполагается через светопроемы, то есть окна. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [11] рекомендуется левое расположение рабочего места с персональным компьютером по отношению к окнам. К искусственному освещению можно отнести как общее, так и местное освещение. Используя общее освещение,

рекомендуется устанавливать светильники в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами, что способствует отключению светильников в зависимости от изменения естественного освещения. При работе с документами необходимо использовать дополнительное местное освещение, где световой поток концентрируется непосредственно на предметы работы. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [11] освещенность на поверхности рабочего стола должна быть 300-500 лк. Также стоит отметить, что местное освещение не должно создавать блики на экране персонального компьютера или стола, а освещенность экрана не должна превышать 300 лк. Важно, чтобы яркость светящихся поверхностей, например светильников или окон, не превышала 200 кд/м<sup>2</sup>. Рекомендуется применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ в качестве источников света при искусственном освещении.

Недостаточная освещенность рабочего места представляет ряд негативных воздействий, такие как развитие близорукости, чрезмерное утомление, а также способствует усталости центральной нервной системы. Необходимо отметить, что работая в условиях плохой освещенности помещения, это может также привести к частым головным болям.

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте. Согласно ГОСТ 12.1.003-83 [3] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14], предельно допустимый уровень шума не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в течение ежедневной работы. К источникам шума необходимо отнести звуковоспроизводящую аппаратуру, технологическое оборудование и автотранспорт. В зоне рабочего места предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука для напряженности легкой степени трудового процесса соответствует 80 дБА, для напряженности средней степени трудового процесса соответствует 70 дБА, а для напряженного трудового процесса соответствует от 60 до 50 дБА. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14] в общем случае мероприятия по защите от шума должны предусматривать рациональное объемно-планировочное решение общественного здания.

Постоянное воздействие шума может привести к агрессивному поведению, депрессивному состоянию и прочим психическим нарушениям. Шум может повлиять на развитие гипертензии, различные нарушения ритма сердца, на обменные процессы в организме, в том числе и снижение уровня глюкозы в периферической крови.

4. Повышенная запыленность рабочего места. Повышенная запыленность рабочего места наибольшее влияние оказывает на дыхательную систему. При работах в помещении с персональными компьютерами источником возникновения пыли может послужить ее проникновение в помещение через открытые форточки, окна или двери. К мероприятиям,

устраняющим данный вредный фактор, относятся регулярные влажные уборки в помещении.

5. Электромагнитное излучение. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [13] существуют предельно допустимые уровни воздействия на людей электромагнитных излучений, которые должны соответствовать диапазону частот 30 кГц - 300 ГГц, а также основные санитарно-гигиенические требования к разработке, изготовлению, приобретению и использованию источников ЭМИ РЧ в течение трудового процесса. Предельно допустимые уровни воздействия ЭМИ РЧ на человека представлены в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции [13]

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) <sup>2</sup> *ч	По магнитной составляющей, (А/м) <sup>2</sup> *ч	По плотности потока энергии (мкВт/см <sup>2</sup> )*ч
30 кГц – 3 МГц	20000	200	-
3 – 30 МГц	7000	Не разработаны	-
30 – 50МГц	800	0,72	-
50 – 300 МГц	800	Не разработаны	-
300 МГц- 300 ГГц	-	-	200

Основной и наиболее эффективный способ защиты организма от негативного воздействия электромагнитного излучения подразумевает максимальное сокращение времени пребывания в зоне действия электромагнитного излучения. Также следует отметить, что степень влияния электромагнитного излучения на организм человека напрямую зависит не только от времени пребывания в зоне его действия, но и от расстояния до источника излучения. Следовательно, придерживаясь данной рекомендации, при использовании того или иного электроприбора или электрического устройства, например, монитор и системный блок, следует по возможности увеличивать расстояние до источника. Очень часто на рабочем месте, включены в сеть электроприборы, которые в данный момент не используются. Отключение данных электроприборов является результатом значительного снижения уровня электромагнитного излучения и соответственно степени его негативного воздействия. А также необходимо регулярно проветривать помещение.

Электромагнитное излучение наибольшее влияние оказывает на нервную систему, к признакам расстройства следует отнести - раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна и общая напряженность. Также излучение воздействует на иммунную систему, которая уменьшает выброс в кровь специальных ферментов, выполняющих защитную функцию, таким образом, происходит ослабление системы клеточного иммунитета.

6. Нервно-психические нагрузки. Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 нервно-психические перегрузки подразделяются на умственное напряжение, монотонность труда и эмоциональные перегрузки. Последствия нервно-психических перегрузок имеют место, например, при работе по напряженному графику. Нервно-психические перегрузки характеризуются длительностью сосредоточения наблюдения, числом объектов одновременного наблюдения, плотностью сигналов и сообщений. Данные факторы отрицательно влияют на организм человека, вызывают изменения функционального состояния центральной нервной системы, а также психической и сердечнососудистой систем.

## **5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды**

1. Электрический ток. Опасность поражения людей электрическим током в течение рабочего дня появляется из-за несоблюдения мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования. Установлено, что основная потенциальная опасность для человека, работающего в помещении, исходит от электрического оборудования, например сканер, компьютер, принтер, настольные лампы, розетки, провода и многие другие. Согласно ГОСТ 12.1.038–82 [7], электрический ток подразделяется на следующие воздействия в результате прохождения через организм человека:

А) Термическое действие - ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов.

Б) Электролитическое действие - разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава.

В) Биологическое действие - раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц.

Согласно ГОСТ 12.1.038–82 [7] опасным напряжением для человека является 42 В, а опасным током – 0,01 А. К мероприятиям по устранению опасности от электрического тока относится защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок



(например, изоляция проводов, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты) и защита от поражения электрическим током на электроустановке - защитное заземление, защитное отключение, молниезащита. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12], рабочие места, расположенные в помещениях с персональными компьютерами, следует оборудовать защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Для того чтобы исключить возникновение несчастных случаев от действия электрического тока необходимо увеличивать влажность воздуха до 65%. Выше сказанное является наиболее эффективным средством защиты. Основными правилами для предотвращения электротравматизма являются:

- 1) Соблюдение правил технической эксплуатации электроприборов.
- 2) Правила техники безопасности при эксплуатации электроприборов.
- 3) Правила устройства электроприборов [7].

Также, основополагающим фактором должно быть, что к работе с электроприборами должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью и выполняемой работой.

2. Пожароопасность. Опасные факторы, которые воздействуют на человека при пожаре, являются пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения, а также дым и пониженная концентрация кислорода. Вторичные проявления опасных факторов пожара, которые оказывают влияние на человека, относятся: осколки, части разрушившихся аппаратов, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов. Согласно НПБ 105-03 [9] по пожарной и взрывной опасности, помещения с персональными компьютерами подразделяются на категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [12] необходимо соблюдать основные правила в зданиях, в которых расположены помещения с персональными компьютерами:

- 1) Наличие инструкций о мерах пожарной безопасности.
- 2) Наличие схем эвакуации людей в случае пожара.

### 3) Система оповещения людей о пожаре.

Мероприятия, которые могут предотвратить возникновение данного опасного фактора являются: постоянно содержать в чистоте и порядке свое рабочее место; проходы, выходы не загромождать различными предметами и оборудованием; не подключать самовольно электроприборы, исправлять электрическую сеть и предохранители; не пользоваться открытым огнем в служебных и рабочих помещениях; не курить, не бросать окурки и спички в служебных и рабочих помещениях; не накапливать и не разбрасывать бумагу и другие легковоспламеняющиеся материалы и мусор; не хранить в столах, шкафах и помещениях ЛВЖ (бензин, керосин и др.); не пользоваться электронагревательными приборами в личных целях с открытыми спиралями; не оставлять включенными без присмотра электрические приборы и освещение. Обязательным требованием к помещениям с персональными компьютерами является наличие огнетушителя, который должен быть расположен на доступном месте.

Также стоит сказать, что допуск к работе осуществляется только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики работы проходится дополнительное обучение по предупреждению и тушению возможных пожаров. О проведении противопожарного инструктажа делают запись в журнале регистрации противопожарного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

## **5.3 Охрана окружающей среды**

Охрана окружающей среды включает мероприятия, которые направлены на обеспечение безопасности населенных пунктов, рациональное использование земель и вод, предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, воздушного бассейна, сохранения лесных массивов, заповедников, охранных зон. Необходимо отметить, что нефтегазодобывающие предприятия имеют отрицательное воздействие на окружающую природную среду и занимают одно из первых мест в рейтинге среди отраслей промышленности. Подтверждение заключается в том, что данное производство загрязняет практически все элементы окружающей среды — атмосферу, поверхностные и подземные воды, земли и почвы. При разработке месторождения воздействие на недра оказывается в период строительства нефтепромысловых наземных объектов, при бурении скважин, при промышленной добыче нефти. Бурение и эксплуатация нефтяных скважин, утилизация жидких отходов бурения и попутных пластовых вод, сбор и транспортировка добытых флюидов сопровождается неизбежным техногенным воздействием на объекты природной среды, в том числе на недра.

1. Анализ воздействия объекта на атмосферу. Процесс воздействия на атмосферу при строительстве скважин включает влияние выбросов силовых и энергетических. Котельных установок и транспорта, а также возможных неконтролируемых утечек углеводородов при нарушении технологии бурения, крепления и испытания скважин, что ведет к межпластовым перетокам пластовых флюидов с возможным выходом их на поверхность.

При строительстве объектов обустройства загрязнение атмосферы происходит в результате выделения продуктов сгорания топлива (передвижной транспорт), растворителей (окрасочные работы) и сварочных аэрозолей (сварочные работы). При эксплуатации объектов загрязнение атмосферы предполагается в результате выделения продуктов сгорания попутно добываемого газа на факеле, углеводородов от технологического оборудования (скважины, сепараторы, емкости, насосы) и продуктов сгорания топлива (передвижной транспорт). Перечень основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при строительстве и эксплуатации объектов по добыче нефти, приведен в Таблице 5.3 [1].

Таблица 5.3 – Перечень основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу [1]

Загрязняющее вещество	ПДК в воздухе населенных мест, мг/м <sup>3</sup>	ПДК среднесуточная, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Железа оксид	-	0,04	3
Марганец и его соединения	0,01	0,001	2
Бенз/а/пирен	-	0,00001	1
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	1
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азота оксид	0,4	0,06	3
Углеводороды (по метану)	50/ОБУВ/	-	-
Растворители (по ксилолу)	0,2	0,2	3
Химреагенты	1	0,5	3

Мероприятия, предотвращающие загрязнение атмосферного воздуха на предприятии являются: сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу; доставка и хранение ГСМ должны осуществляться в герметичных емкостях, необходимо вести учет расходующихся и отработанных ГСМ; оснащение предохранительными клапанами все аппараты, в которых может возникнуть давление, превышающее расчетное, с учетом требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

2. Анализ воздействия объекта на гидросферу. Непосредственное воздействие на качество поверхностных вод при бурении скважин, строительстве и эксплуатации объектов может оказывать перенос вредных веществ с загрязненных участков ливневыми и талыми водами по ложбинам стока; перенос вредных веществ грунтовыми водами, питающими реки; а также прямые выбросы вредных веществ в водоемы.

На состояние поверхностных и подземных вод также будут оказывать влияние забор воды из артезианских скважин для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения и забор воды для системы ППД.

Мероприятия, которые предусматривают негативное влияние на гидросферу, включают: по возможности вынести все проектируемые объекты за пределы водоохраной зоны (трубопроводы, кусты скважин) или предусмотреть дополнительные мероприятия по повышению их надежности; предусмотреть водопропускные сооружения, которые обеспечат регулирование водного режима рек, проток и внутриболотного стока.

Для предотвращения загрязнения поверхностных вод при эксплуатации площадочных объектов необходимо: организовать сбор поверхностных и аварийных, загрязненных нефтью стоков с территории площадок в дренажные емкости; предусмотреть устройство приустьевых площадок скважин; предусмотреть обвалование кустовых площадок.

3. Анализ воздействия объекта на литосферу. К основным источникам воздействия на ландшафт и почву относятся буровые и строительно-монтажные работы, передвижной транспорт, отходы производства и бытовые отходы, аварийные разливы нефти и пожары.

В основном при строительстве происходит механическое нарушение компонентной структуры ландшафта, за счет вырубki леса; нарушения почвенных покровов – мохово-лишайникового и снежного (их удаление или уплотнение); изменения состава поверхностных горизонтов пород: срезание торфа, выемка песка, отсыпка площадок; а также засорения территории порубочными остатками, строительным мусором и отходами производства.

Мероприятия, которые предусматривают снижение воздействия строящихся объектов на окружающую среду:

1) Сформировать единый коридор коммуникаций (автодорога, трубопроводы, ЛЭП), что позволит снизить площадь занимаемых земель на 30-35%.

2) Отвод земельных участков под трассы и площадки производить в соответствии с действующими нормами отвода земель на основании акта выбора площадок и трасс под строительство и актов натурного обследования земельных участков.

3) Нефтепромысловые объекты разместить вне земель с ограничениями хозяйственной деятельности (места нагула, гнездования птиц, пути миграции животных), а при невозможности этого обеспечить соблюдение дополнительных мероприятий по согласованию с природоохранными органами.

4) Земли, занимаемые во временное пользование, восстановить.

5) Предусмотреть конструкции трубопроводных систем, обеспечивающие безаварийную работу, и возможность применения диагностических устройств с целью проверки толщины стенок трубопроводов.

4. Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. Рекомендуется, чтобы сотрудники предприятия в течение рабочего дня оказывали внимание на состояние технологического оборудования, а также имели график планово-предупредительных ремонтов оборудования и трубопроводов и строго соблюдать его (в случае работы на месторождении). В каждой компании необходимо проводить работы по уменьшению воздействия на почвенно-растительный покров. Стоит отметить основные мероприятия, к которым относятся рекультивация и возврат земель из временного пользования; рекультивация и сдача нефтезагрязненных земель; восстановление кустовых площадок и осмотр дренажных емкостей; техническое обследование трубопроводов и рекультивация шламовых амбаров.

Также, в проекты обустройства необходимо включать такие мероприятия как: технологические процессы добычи, сбора, подготовки нефти и газа, их техническое оснащение, выбор систем управления и регулирования, места размещения средств контроля, управления и противоаварийной защиты.

#### **5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях**

В течение эксплуатационного периода любого производственного средства повышенной опасности стоит учитывать вероятность возникновения серьезных чрезвычайных происшествий, аварий, технических инцидентов, а также несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом. В районе нефтяных месторождениях могут

произойти такие чрезвычайные ситуации как паводковые наводнения, лесные и торфяные пожары, ураганы, сильные морозы (-50 °С), метели и снежные заносы, а также аварийные разливы нефти.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации, ответственному за проведение работ необходимо выполнить три правила для организации спасения людей:

- 1) Вызвать скорую медицинскую помощь.
- 2) Уведомить начальника.
- 3) Организовать охрану места, где произошло происшествие до прибытия помощи.

В зависимости от регламента каждой компании действия, которые необходимо осуществить в чрезвычайных ситуациях, являются уникальными для каждой компании и правила хранятся у инженера по технике безопасности. В случае возникновения пожара в результате различных чрезвычайных ситуаций на установке подготовки нефти предусмотрены средства пожаротушения. К ним относятся: лафетные стволы, пожарные гидранты, огнетушители ОП, песок, лопаты, ведра, пожарные краны. Все средства пожаротушения должны быть проверены и постоянно находится в исправном состоянии [7].

Если человек получил ожог поверхности кожного покрова, следует жертве оказать доврачебную помощь. На первом шаге, необходимо высвободить часть тела с ожогом от одежды, а затем на покрасневшую кожу наложить марлевую повязку, смоченную спиртом. Необходимо помнить, что этот метод применим для ожогов частей тела только первой степени. А при более сильных ожогах, необходимо наложить обильное количество марлевых повязок, также можно напоить пострадавшего горячим чаем, укутав в теплое одеяло или одежду и как можно скорее доставить пострадавшего в больницу.

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

Северо-Останинское нефтяное месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции на территории Парабельского района Томской области. Месторождение расположено в регионе, который характеризуется неблагоприятными климатическими условиями и отсутствием инфраструктуры. Работа сотрудниками осуществляется вахтовым методом. Согласно трудовому кодексу РФ лица, которые осуществляют работы вахтовым методом, за каждый календарный день пребывания в местах производства работ в период вахты, а также за фактические дни нахождения в пути от места нахождения работодателя (пункта сбора) до места

выполнения работы и обратно выплачивается взамен суточная надбавка за вахтовый метод работы. Работникам, выполняющим работы вахтовым методом, полагаются:

- районный коэффициент в зависимости от расположения региона;
- плановые бесплатные медосмотры, для обнаружения заболеваний, которые могут возникнуть в результате трудовой деятельности работников;
- средства индивидуальной защиты, применяемые в течение рабочей смены;
- выплаты в результате производственных травм и профессиональных заболеваний.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [8] конструкция рабочего места и взаимное размещение таких элементов как сиденье, органы управления, средства отображения информации должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям. Конструкция рабочего места должна подразумевать зону досягаемости моторного поля для комфортного ведения работ. Следовательно, регулярно выполняемые работы должны быть в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля. Конструкция производственного оборудования и рабочего места должна подразумевать оптимальное положение работающего, которое контролируется регулированием. Под регулированием стоит подразумевать высоту рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног. Необходимо учитывать рост работающего человека для установки высоты сиденья и подставки для ног, например, рост человека 1800 мм, тогда подставка будет 655 мм. В случае с работающим человеком более низкого роста следует увеличить высоту рабочего сиденья и подставку для ног на величину, равную разности между высотой рабочей поверхности для работающего ростом 1800 мм и высотой рабочей поверхности, оптимальной для роста данного работающего. Рекомендуется, чтобы высота рабочего сиденья была 420 мм.

## **6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **6.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-технического исследования**

Оценка коммерческого потенциала научно-исследовательского проекта является необходимым условием для поиска источников финансирования, а также для коммерциализации результатов научного исследования. Цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения». Подразумевает определение и рассмотрение коммерческой эффективности научно-технического исследования, разработка структуры для управления проектом. Для достижения поставленной цели следует решить несколько задач:

- 1) Поиск потенциальных заказчиков для данного проекта, следовательно, необходимо изучить целевой рынок и провести его сегментирование.
- 2) Проанализировать готовность проекта к коммерции, выявить методы коммерциализации научного исследования.
- 3) Разработать Устав научного проекта.
- 4) Распланировать управление научно-технического проекта: рассмотреть организационную структуру проекта, ограничения и допущения проекта; разработать план проекта; рассчитать бюджет научного исследования.
- 5) Оценить экономическую
- 6) эффективность научного проекта

#### **6.1.2 Потенциальные заказчики результатов исследования**

Установлено, что представители целевого рынка должны быть заинтересованными в использовании разрабатываемого проекта.

Исходя из этого повышенный интерес к такому проекту, со стороны целевого сегмента подразумевает более выгодный результат. Целевым рынком для исследования «Статистическое обоснование сейсмофациального анализа» могут являться не только нефтегазодобывающие предприятия, но и научно-исследовательские и проектные институты. Кроме этого, стоит отметить другие виды деятельности предприятий:

- 1) Проектные и научные изыскания.
- 2) Определение областей для разведки и поиска углеводородов.
- 3) Выбор залежей для будущей разработки.



Таблица 6.1 – Сведения о сегментировании рынка услуг по сейсмофациальному анализу

	Проектные и научные изыскания	Определение областей для разведки и поиска углеводородов	Выбор залежей для будущей разработки
Научно-исследовательские и проектные институты	✓		
Геолого-разведочные компании		✓	
Нефтегазодобывающие компании		✓	✓

Исходя из таблицы сегментирования рынка услуг для данного научного исследования, основными заказчиками результатов могут являться нефтегазодобывающие компании.

### 6.1.3 Диаграмма Исикавы

Выявлены причинно-следственные связи возникновения проблемы в ходе выполнения проекта с помощью диаграммы Исикавы. Основной проблемой при исследовании является неопределенность распределения фаций, что является объектом данного графического анализа. Возникающая проблема в течение проекта нанесена на центральную горизонтальную стрелку диаграммы. Согласно диаграмме выделено три основных фактора, которые влияют на объект анализа, такие как персонал, оборудование и методика. Данные факторы относятся к стрелкам диаграммы первого уровня. Стоит отметить, что для каждой стрелки первого уровня были выделены факторы, оказывающие значительное влияние на объект анализа. Эти факторы подведены к стрелкам второго уровня. Например, на фактор первого уровня «Методика» оказывают влияние факторы второго уровня «Интерпретация», «Расчеты», «Анализ». Факторы третьего уровня были аналогично выявлены и подведены к стрелкам второго уровня. Таким образом, каждый фактор более низкого уровня является следствием по отношению к причине более высокого уровня. Следовательно, используя диаграмму Исикавы возможно оценить причинно-следственные связи возникновения основной проблемы при выполнении исследования.

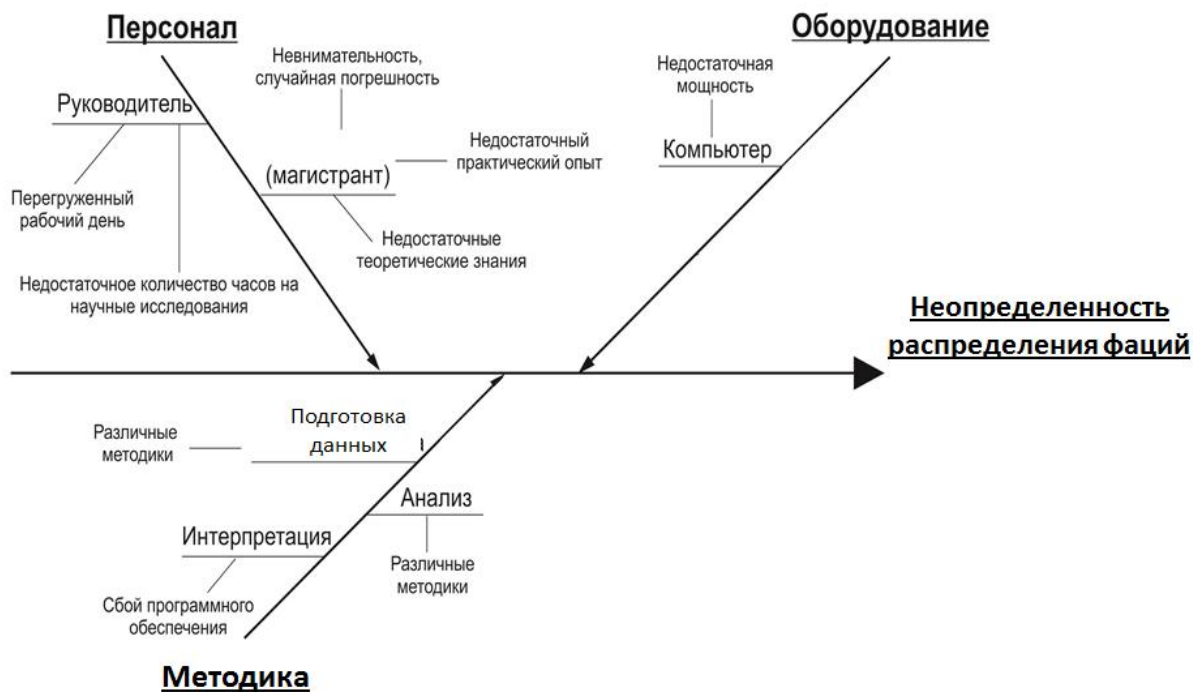


Рисунок 6.1 – Причинно-следственная диаграмма проблемы неопределенности результатов анализа

### 6.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценена степень готовности научного проекта к коммерциализации и определен уровень собственных знаний разработчика для ее проведения. Показатели степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта приведены в Таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического	5	5

задела		
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	3
Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	<b>56</b>	<b>58</b>

Система оценки степени проработанности научного проекта: 1 балл – не проработанность проекта, 2 балла – слабая проработанность проекта, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта.

Система оценки уровня имеющихся знаний разработчика: 1 балл – не знаком или мало знаю, 2 балла – в объеме теоретических знаний, 3 балла – знаю теорию и практические примеры применения, 4 балла – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 баллов – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Суммарное количество баллов по каждому направлению позволяет сделать вывод: степень проработанности научного проекта (56 баллов) и уровень имеющихся знаний разработчика (58 баллов) выше среднего уровня.

Дальнейшее повышение готовности проекта к коммерциализации должно осуществляться в следующих основных направлениях:

- разработка бизнес-план коммерциализации научной разработки,
- проработка вопросов международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок,
- проработка вопросов использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот,
- проработка вопросов финансирования коммерциализации научной разработки,
- привлечение требуемых специалистов в команду для коммерциализации научной разработки.

### **6.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Проанализировав методы коммерциализации научных разработок, и учитывая степень проработанности научного проекта, целесообразным методом коммерциализации результатов исследования, направленного на выделение литолого-геохимических критериев расчленения наунакской и тюменской свит, выбран инжиниринг. Методы коммерциализации научных разработок, их соответствие объекту исследования и обоснование целесообразности выбора представлены в Таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Методы коммерциализации результатов научно-технического проекта, целесообразность выбора

Методы коммерциализации	Соответствие	Обоснование
Торговля патентными лицензиями	нет	Отсутствие лицензии
Передача ноу-хау	нет	Отсутствие режима коммерческой тайны
Инжиниринг	да	Предоставление на коммерческой основе инженерно-

		консультационных услуг
Франчайзинг	нет	Отсутствие товарного знака или коммерческого обозначения
Организация собственного предприятия	нет	Отсутствие стартового капитала
Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия	нет	Отсутствие права интеллектуальной собственности
Организация совместного предприятия	нет	Юридические, экономические и другие сложности теоретической и практической разработки совместного предпринимательства
Организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».	нет	

## 6.2 Разработка устава научно-технического проекта

Разработан Устав научного проекта «Статистическое обоснование сейсмофациального анализа сложнопостроенных карбонатных коллекторов Северо-Останкинского нефтяного месторождения».

Структура Устава научного проекта:

- 1) Цель и задачи проекта.
- 2) Организационная структура проекта.
- 3) Ограничения и допущения проекта.
- 4) результаты проекта

Ниже представлена информация о целях проекта и задачах, поставленных перед началом выполнения магистерской работы.

Таблица 6.4 – Цель и задачи проекта

Цель проекта	Задачи проекта
Фациальные зоны на основе сейсмических данных, используя классификационные	1) Провести анализ кернового материала по печатным данным и фото керна и выделить литотипы для фациального анализа. 2) Выявление связей между заранее выбранными сейсмическими атрибутами и литологическим составом

методы, описывающие изменение волновой картины.	исследуемых отложений. 3) Выделение кластеров по зонам литологии, трещиноватости и сопоставление их со скважинными данными. 4) Проведение анализа частотного спектра на основе коэффициентов Фурье путем вычисления комплексного значения каждого коэффициента преобразования. 5) Проведение алгоритма 3Д – классификация сигнала на основе метода «k-means».
---	--

### 6.2.1 Организационная структура проекта

Состав рабочей группы проекта, роль и функции каждого участника в проекте, а также трудозатраты в проекте представлены ниже в Таблице 6.5. Необходимо отметить, что трудозатраты каждого участника в проекте были определены на основе календарного плана работ.

Таблица 6.5 – Сведения о рабочей группе проекта

ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, часы
Меркулов Виталий Павлович	Руководитель проекта	Определение цели и задач исследования, координация деятельности, консультирование, контроль выполнения.	180
Волкова Александра	Руководитель проекта	Определение цели и задач исследования, координация деятельности, консультирование, контроль выполнения.	210
Чернова Оксана Сергеевна	Эксперт проекта	Консультирование по фациальному анализу.	14
Коровин Михаил Олегович	Эксперт проекта	Консультирование по данным геофизических исследований.	46
Чурочкин Илья	Эксперт проекта	Консультирование по методам кластеризации	12

Белозеров Владимир Борисович	Эксперт проекта	Консультирование по вопросам социальной ответственности	5
Шишаев Глеб	Эксперт проекта	Консультирование по экономическим вопросам	4
Чучалина Кристина Юрьевна	Исполнитель проекта	Анализ входных данных и литературных источников. Оценка полученных результатов, составление и оформление магистерской работы.	686

### 6.2.2 Ограничения и допущения проекта

Ограничивающие факторы и допущение проекта представлены в Таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Сведения об ограничениях и допущениях в магистерской работе

Факторы	Ограничения и допущения
Сроки проекта	27.06.2019 – 13.06.2019
Дата утверждения плана работ	31.06.2019
Источник финансирования	ЦППС ИД ТПУ, г. Томск
Дата завершения проекта	13.08.2019

### 6.2.3 Результаты проекта

Были обозначены требования к результату данного научного проекта – проект должен быть проработан, научно обоснован и технически грамотно выполнен. Также проект должен соответствовать поставленным задачам и календарному плану. Ожидаемые результаты проекта:

- 1) Возможная корректировка геологической модели
- 2) Обнаружение новых зон для потенциального бурения скважин.
- 3) Прогноз зон трещиноватости.
- 4) Оптимизация освоение залежей Северо-Останинского месторождения.

Для каждого проекта существуют заинтересованные стороны проекта, не только группа проекта, но и те, чьи результаты затронуты в результате завершения работ. Ниже в Таблице 6.7 представлены сведения об ожиданиях заинтересованных сторон.

Таблица 6.7 – Сведения о заинтересованных сторонах проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания от проекта
Рабочая группа проекта	Выделение и обоснование сейсмофациальных зон на основе сейсмических данных
Геологоразведочные компании	Возможная корректировка геологической модели. Обнаружение новых зон для потенциального бурения скважин. Прогноз зон трещиноватости. Оптимизация освоение залежей Северо-Останинского месторождения.
Нефтедобывающие компании	

### 6.3 Планирование процесса управления научно-технического исследования

Иерархическая структура работы проекта подразумевает детализацию структуры работ, выполняемого проекта представлена в Таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Иерархическая структура работ в проекте

Научный проект		
Подготовительный этап	Основной этап	Заключительный этап
1) Определение тематики	1) Выполнение различных методик	1) Анализ и обсуждение результатов
2) Составление плана работ	2) Аналитические работы	2) Написание и оформление магистерской работы
3) Литературный обзор		3) Экспертная оценка работы
4) Подготовка входных данных		4) Защита проекта



### 6.3.1 График проведения научно-технического исследования

Для достижения цели проекта был составлен календарный план, который включает виды работ, даты их выполнения и результаты для каждого события.

Таблица 6.9 – Календарный план работ

Вид работы	Длительность, дни	Период работы	Состав участников
Составление плана работ	1	25.06.19- 25.06.19 гг.	Меркулов В. П., Волкова А., Чучалина К. Ю.
Литературный обзор	5	26.06.19- 30.06.19 гг.	Чучалина К. Ю.
Изучение, интерпретация и анализ сейсмических данных	4	01.07.19- 04.07.19 гг.	Меркулов В. П., Коровин М. О., Чучалина К. Ю.
Интерпретация и анализ геофизических данных	10	05.07.19- 14.07.19 гг.	Меркулов В. П., Коровин М. О., Чучалина К. Ю.
Сопоставление геофизических и керновых данных	3	15.07.19- 17.07.19 гг.	Коровин М. О., Чучалина К. Ю.
Получение сейсмических параметров из геофизического и кернового материалов	4	18.07.19- 21.07.19 гг.	Волкова А., Чучалина К. Ю.
Выделение фаций на основе полученных данных	7	22.07.19- 28.07.19 гг.	Чернова О. С., Волкова А., Чучалина К. Ю.
Кластеризация с помощью метода «К-средних»	3	29.07.19- 31.07.19 гг.	Чурочкин И., Чучалина К. Ю.

## 6.4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

### 6.4.1 Бюджет научного исследования

Все планируемые затраты на проведение исследования сгруппированы по статьям расходов:

- 1) Материальные затраты
- 2) Накладные расходы
- 3) Оборудование необходимое для осуществления проекта
- 4) Заработная плата всех участников проекта

Исходя из перечисленных затрат можно выделить прямые затраты, те которые необходимы для проведения исследования и накладные расходы, которые включают затраты на содержание оборудования.

### 6.4.2 Расчет затрат, включенных в себестоимость

В данном разделе будут рассмотрены материальные расходы, которые включают стоимость всех материалов необходимых для научного исследования. Материальные затраты:

- 1) Покупные материалы
- 2) Электроэнергия

Стоимость материала для проведения работы, формируется исходя из платы за транспортировку и приобретения (3-5%), осуществляемая сторонними организациями. Расчет затрат на материалы, которые необходимы для проведения исследования представлены в Таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Расчет затрат на материалы

Материал	Вид товара	Количество, шт./упак.	Цена за одну ед., руб	Сумма, руб
Канцелярские товары	Блокнот	2	154	899
	Карандаш механический	1	48	
	Линейка чертежная, 20 см	1	12	
	Ручка	3	27	

	шариковая			
	Бумага для принтера формат А4	1 уп.	450	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				44,45
Итого				943,95

### 6.4.3 Зарботная плата

Согласно информации сайта Томского политехнического университета должностной оклад кандидата наук составляет 26 300,00 руб. За должностной оклад магистранта принят оклад ассистента равный 17 000,00 руб. Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p \quad (6.1)$$

где  $Z_b$  является базовый оклад, рубли;  $K_p$  районный коэффициент равный 1,3 для Томска.

Таким образом, месячный должностной оклад у руководителя или эксперта проекта составляет 34 190 руб., а у магистранта равен 22 100 руб.

Среднедневная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = Z_m * M / \Phi_d \quad (6.2)$$

Где  $Z_m$  является месячный должностной оклад работника, руб.,  $M$  представляет количество работающих месяцев без отпуска в течение года: если отпуск составляет 28 рабочих дней для (магистранта), то  $M = 11,07$  месяца; если отпуск составляет 56 рабочих дней (для руководителя или эксперта), то  $M = 10,1$  месяца.  $\Phi_d$  характеризует действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочие дни.

Таблица 6.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель, эксперт	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	58	62
-выходные дни*	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени	56	28

- отпуск	56	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

\* количество выходных за год – 52, из них: приходящихся на отпуск для руководителя – 8, для исполнителя – 4.

Среднедневная заработная плата для руководителя или эксперта проекта составляет 1 375.80 руб., а для магистранта -889,60 руб.

Основная заработная плата рассчитывается:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{раб}} \quad (6.3)$$

$Z_{\text{дн}}$  является среднедневная заработная плата работника, руб.,  $T_{\text{раб}}$  представляет продолжительность работ, которые выполняются участником проекта, рабочие дни.

Расчет основной заработной платы приведен в Таблице 6.12.

Таблица 6.12 – Расчет основной заработной платы

Участник проекта	$Z_{\text{б}}$ , руб.	$k_p$	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{раб}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб
Руководитель	26 300	1,3	34 190	1 375,8	32	34 532,6
Эксперты	26 300	1,3	34 190	1 375,8	9	12 382,2
Исполнитель	17 000	1,3	22 100	889,6	52	146 784
Итого						193 698,8

#### Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} * k_{\text{доп}} \quad (6.4)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  является основная заработная плата, руб.,  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты (принят 12%).

Дополнительная заработная плата по проекту составила 23 243,9 руб.

#### Фонд заработной платы

Фонд заработной платы на выполнение научного проекта определяется по формуле  $C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$ , и составляет для данного проекта 216 942,7 руб.

#### Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (6.5)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ [15] для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году введена ставка – 27,1%.

Отчисления на социальные нужды составляют 58 791,5 руб.

#### Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (6.6)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов (20%).

Накладные расходы составляют 43 388,5 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных комплексных исследований геологической среды были рассмотрены карбонатные отложения с позиции фациального строения. Целью данного исследования являлось статистическое обоснование распределения фаций на основе сейсмической карты с подкреплением дополнительной геолого-геофизической информации. Предложенная методика четко отражает последовательность интерпретации геологической информации и подразумевает кластеризацию полученных результатов.

На основе детальных литолого-фациальных исследований по комплексу упругих свойств в керне скважин и геофизических данных было изучено детально пять скважин, на основе которых было выделено распределение фаций. Закономерности распределения фаций по латерали были установлены с помощью совместной интерпретации сейсмических, геофизических данных и лабораторных исследований керна.

Предложенная схема анализа фациального строения позволяет, имея минимальный спектр данных, но с хорошим качеством, определить связи между керновым материалом и геофизическими данными, и в дальнейшем полученную связь проецировать на сейсмический куб. На основе комплексирования результатов исследования появляется вероятность уменьшения неопределенностей геологической среды. По результатам исследования были выявлены области соответствия между сейсмическими данными и геолого-геофизической интерпретацией, уточнены распределения фаций в межскважинном пространстве и выявлены области для перспективного бурения новых скважин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Нормативные документы

1. ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. – М.: Изд-во стандартов, 1988, №12.1.005-88, 75 с.
2. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». – М.: Изд-во стандартов, 1974, №12.1.005-74, 25 с.
3. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1984, №12.1.003-83, 11 с.
4. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1992, № 12.1.004-91, 87 с.
5. ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1989, №3388, 95 с.
6. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартиформ, 2010–28 с.
7. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. - М.: Изд-во стандартов, 1982, №12.1.005-82, 35 с.
8. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1979, №12.2.032-78, 7 с.
9. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: Изд-во стандартов, 2003, №314, 27 с.
10. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. № 2.2.2006-05, 2005, 145 с.  
СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 – 28 с.
11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 – 32 с.
12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучение радиочастотного диапазона. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 – 11 с.

13. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996, 18 с.
14. Федеральный закон от 24.07.2009 N 212-ФЗ (ред. от 19.12.2016) «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования».

#### **Опубликованная**

15. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. М.: Геоинформмарк, 2008. 384 с.
16. Волкова А.А. Выбор оптимальных параметров сейсмического фациального анализа при изучении палеозойских отложений Западной Сибири // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2018. – Т. I. – С. 383–384.
17. Волкова А.А. Комплексный анализ сейсмических и скважинных данных при изучении трещиноватых коллекторов на примере месторождения в фундаменте Западной Сибири // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2017. – Т. I. – С. 356–358.
18. Волкова А.А. Применение сейсмофациального анализа для уточнения схемы геологического строения на примере месторождения в фундаменте Западной Сибири // Современные проблемы седиментологии в нефтегазовом инжиниринге: Труды III Всероссийского научнопрактического седиментологического совещания. – Томск, 2017. – С. 223–228.
19. Волков Ю.А., Михайлов В.Н. О возможности применения математических методов в геологии при проведении фациального анализа. – Казань, 2013. – 13 с.
20. Дюбрьоль О. Геостатистика в нефтяной геологии. ИКИ. 2009. 256 с.
21. Ежова А.В. Изучение палеозойских коллекторов Северо-Останинского нефтяного месторождения по керну и шламу. Томск, 2011. Книга 1. – 102 с.
22. Ежова А.В., Меркулов В.П., Чеканцев В.А. Геологическая модель строения палеозойского фундамента Северо-Останинского нефтяного месторождения (Томская область) // Горный журнал. – Томск, 2012. – Специальный выпуск. – С. 35 – 38.
23. Жемчужников Ю.А. Что такое фация? // Литологический сборник. М.: Гостоптехиздат, 1948. – Вып. 1. – С. 50-58.



24. Жуков А.П., Жемчугова В.А., Эпов К.А., Федотов С.Л. Прогнозирование структуры и свойств природных резервуаров на основе комплексной интерпретации сейсмических и скважинных геолого-геофизических данных // Технологии сейсморазведки. 2006. № 1. С. 69–78.
25. Исаев Г.Д. Фациальные модели девона Нюрольской зоны и основные критерии районирования палеозоя Западно - Сибирской плиты // Литосфера – 2011. – № 6. – С. 27–37.
26. Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях. М.: Высшая школа, 1971. - 368 с.
27. Ольнева Т.В. Сейсмофациальный анализ. Образы геологических процессов и явлений в сейсмическом изображении. М. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. 152 с.
28. Ольнева Т.В., Овечкина В.Ю. 2016. Объектно-ориентированная корреляция как новый методический подход в процессе подготовки данных для сейсмофациального анализа // Геофизика. 2016. № 4. С. 9–14.
29. Пейтон Ч. Сейсмическая стратиграфия. – М.: Мир, 1982. – 846 с.
30. Подсчет начальных запасов нефти, газа, конденсата и ТЭО КИН, КИК по атласу М Северо-Останинского месторождения Томской области на дату 01.01.2013. Книга 1. Томск, 2013. – 285 с.
31. Руководство по интерпретации сейсмических атрибутов. Shlumberger, 2007. – 119 с.
32. Тютюрев В.В., Новосельцев В.Б. Теория нейронных сетей. – Томск: ТПУ, 2001. – 69 с.
33. Сейсмофациальный анализ и возможности прогнозирования литотипов пород по данным сейсморазведки / Г.Д. Ухлово, В.В. Соломатин, Л.И. Штифанова, Т.И. Чернышова // VII Всероссийское литологическое совещание. – Новосибирск, 2013. – С. 227–230.
34. Чернова О.С. Седиментология резервуара: учебное пособие / О.С. Чернова - Томск: Изд-во ЦППС НД, 2008. – 380 с.
35. Naas A., Dubrule O. Geostatistical inversion – a sequential method of stochastic reservoir modeling constrained by seismic data. 1994. First Break. V. 12, N. 11. P. 561–569.
36. West, B.P., May, S.R., Eastwood, J.E., Rossen, C., 2002. Interactive seismic facies classification using textural attributes and neural networks. Lead. Edge 21, 1042–1049.
37. White, R.E., 1991. Properties of instantaneous seismic attributes. Lead. Edge 10, 26–32.

## 1. LITERATURE REVIEW

At present, it is known that without taking into account patterns it is impossible to evaluate and distinguish petrophysical relationships, both at a qualitative level, and to conduct a quantitative assessment. Widely used methods for studying sediments due to certain conditions affecting a geological object. The main objective of such methods is to determine the conditions for the formation of rocks based on diagnostic features. Attempts have been repeatedly used to detail and systematize diagnostic features in the form of diagrams, tables and figures, which is presented in various literary sources. The main problem that arises when evaluating such characters by different authors is the use of different nomenclatures of lithological and genetic types of rocks. Also, there is an ambiguity in predicting a specific diagnostic feature, since this parameter is probabilistic. The geological environment is a probabilistic region where the same feature may occur less frequently or more often. Despite this, the parameters, which are represented by rare occurrence, can have a significant impact and the diagnosis of the studied environment. For the correct determination of the influence of any parameters, it was proposed to analyze the geological environment sequentially occurring facies in the section and laterally, the geometric shape of geological objects. To understand the lithological-genetic distribution in space, it is proposed to use classification algorithms.

Prediction of the properties and structure of geological bodies is based on the application of sedimentological interpretation using seismic data, which involves the use of attribute analysis. The seismic attribute represents specific measurements of the geometric, dynamic and kinematic characteristics of the wave field, as well as statistical data, for example, some derivatives of seismic studies. The set of seismic attributes includes a standard set of dynamic parameters of the wave pattern, which, thanks to various responses, gives a clear idea of geological objects lying at different depths under study. Recently, seismic attributes characterize not only the standard complex, but also the results of pseudo-acoustic inversion. An important parameter is the choice of the study window, which depends on the seismic correlation and georeferencing of the wells, as well as on the petrophysical characteristics of the natural reservoir. It is also worth noting that the choice of the seismic attribute itself is an important criterion for a more reliable assessment of the studied area, since the deposits have different structural and mineralogical character. The most commonly used seismic attributes such as:

- 1) Instantaneous Frequency, which represents the instantaneous center or middle frequency of the spectrum.
- 2) Instantaneous phase, clearly distinguishing weak and strong reflections.
- 3) Instant quality.

4) Relative Acoustic Impedance – displays the visible acoustic contrast, indicating successive boundaries, surfaces of disagreement, heterogeneity. It may also indicate porosity or fluid content in the reservoir.

5) First Derivative – is defined as the rate of change of the initial seismic trace over time and is often used in stratigraphic analysis.

6) T \* Attenuation – based on the attenuation of frequencies in the window. Attenuation is associated with the density of cracks and the vertical thickness of the fractured zone. Cracks suppress high frequencies, thus, a comparison of frequencies above and below the fractured zone fixes a local shift with respect to the low frequency.

It should be noted that this set of seismic attributes is the input to consider this topic. The joint use of seismic attributes more clearly emphasizes areas of seismic signal traceability disturbance, which favorably affects the interpretation of seismic data. In addition, the use of seismic attributes in the complex allows us to solve complex interpretation problems that cannot be solved when analyzing the attributes separately. Therefore, using a joint analysis of seismic sections, it allows you to distinguish the shape, size and location of geological bodies, as well as to differentiate them according to the degree of lithological and petrophysical parameters.

Interpretation of seismic information implies a dynamic analysis, which is characterized by the areal distribution of the properties of the studied object and which contributes to the identification of seismic facies. Seismofacial is a set of reflections that are characterized by similar parameters, for example, amplitude, frequency, configuration, etc. Despite the fact that numerous atlases have been created, the existence of certain standards has been disproved, since there is no direct relationship between the wave pattern and the lithological type of the rock. This is due to various factors that affect the process of conducting field work, as well as data processing. This method - seismic facies analysis, helps to reduce uncertainties in predicting the geological structure of an object, as well as in assessing filtration-capacitive properties. In addition, by performing seismic facies zoning, it is possible to evaluate the facies structure of each region separately.

The approach under consideration is based on the use of a comprehensive analysis of seismic and borehole data, which is aimed at reducing uncertainties in the assessment and prediction of the studied deposits. Using this approach increases the resolution of seismic information, which allows detailing lithotypes and properties in the interwell space. A comprehensive interpretation of geological and geophysical data allows us to identify stable relationships between point data with seismic data. Obtaining additional information helps to clarify and supplement existing information on the structure and conditions of formation of geological bodies.

Seismic inversion is the most used algorithm for combining geological and geophysical data. This approach allows, from the point of view of physical and mathematical meaning, the use of seismic data to estimate and predict the volume distribution of the properties of a geological object in the interwell space. The same task is performed by traditional geostatistical modeling, which is based on well data and imaginary representations of sedimentation conditions. Based on this, it is possible to combine these approaches for a more reliable forecast and a better understanding of the studied geological environment. The use of inversion results for geological modeling, today, is an important aspect, since taking into account areal and borehole data can reduce the ambiguity of the data. It is worth noting that the application of this approach includes the requirements for the quality of the source data: seismic, logging and geological. Therefore, in the process of linking seismic and borehole data, it is necessary to take into account errors in the processing of seismic data, for example, multiple waves or coherent interference, as well as errors that occur when recording well log data. At the final step, when the seismic and borehole data are correctly linked, it is necessary to determine the detail based on the input data for the geological model.