

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
Анализ геологических неопределенностей при разработке методики изучения карбонатных верхнедевонских-турнейских комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

УДК 550.8:553.98:551.73

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2TM81	Артыкаев Юлай Маратович		17.08.20

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД ИШПР	Чернова О.С.	Д.Г.-М.Н.		17.08.20

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОНД ИШПР	Мельник И.А.	Д.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Рукавишников В.С.	Ph.D		17.08.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Белозеров В.Б.	Д.Г.-М.Н.		17.08.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

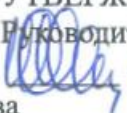
Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
21.04.01 Нефтегазовое дело	Чернова О.С.	Д.Г.-М.Н.		18.08.20

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

 01.07.20 О.О.С.

Чернова

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ81	Артыкаеву Юлаю Маратовичу

Тема работы:

Анализ геологических неопределенностей при разработке методики изучения карбонатных верхнедевонских-турнейских комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Утверждена приказом директора ИШПР

Приказ №204-9/с от
22.07.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

 14.08.2020г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Геологическое описание Ромашкинского нефтяного месторождения, общие геологические и стратиграфические данные по Волго-Уральской нефтегазоносной провинции
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Литературные данные по исследуемой тематике. 2. Обоснование метода анализа геологических неопределенностей при исследовании карбонатных отложений. 3. Построение геологической модели. 4. Применение метода анализа на объекте исследования
---	---

Перечень графического материала	14 рисунков 2 таблицы
--	--------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
---	--

Раздел	Консультант
<i>Финансовый менеджмент...</i>	Ph.D, доцент В.С. Рукавишников
<i>Социальная ответственность</i>	д.г.-м.н., профессор В.Б. Белозеров

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

1. Литературный обзор.

1. Literature review.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.07.2020
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Чернова О.С.	д.г.-м.н.		01.07.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ81	Артыкаев Юлай Маратович		01.07.2020

Форма задания для раздела «Социальная ответственность»
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ81	Артыкаеву Юлаю Маратовичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	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, нервнопсихические нагрузки, электрический ток, а также пожароопасность.
<i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	Документами по данной тематике являются ГОСТы по технике безопасности, гигиенические нормативы и проч.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Рассмотрены вредные факторы, такие как микроклимат, уровень шума, повышенная запыленность, освещенность рабочей зоны и электромагнитное излучение и нервнопсихические нагрузки.
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);	Рассмотрены опасные факторы, такие как - электрический ток и пожароопасность.

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Проанализированы воздействия Ромашкинского нефтяного месторождения на поверхностные воды, атмосферный воздух, а также ландшафт и почву.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Рассмотрены чрезвычайные ситуации на Ромашкинском нефтяном месторождении, такие как лесные и торфяные пожары, сильные морозы, а также аварийные разливы нефти.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на Ромашкинском нефтяном месторождении.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	1. Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером; 2. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции; 3. Перечень основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.07.2020г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Белозеров В.Б.	Д.Г-М.Н.		01.07.2020г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ81	Артыкаев Юлай Маратович		01.07.2020г.

Форма задания для раздела магистерской диссертации
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ТМ81	Артыкаеву Юлаю Маратовичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазовое дело
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно предложенной методики.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы времени на выполнение научноисследовательской работы, тарифные ставки заработной платы, нормы расхода материалов.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс Российской Федерации
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Технико-экономическое обоснование необходимости прогнозирования и обоснования анализа геологических неопределенностей карбонатных отложений.
2. Разработка устава научно-технического проекта	- Организационная структура проекта - Ограничения и допущения проекта - Результаты проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление графика проведения научнотехнического исследования.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	- Бюджет научного исследования - Расчет затрат, включенных в себестоимость НИР - Расчет заработной платы
Перечень графического материала	
8 таблиц	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.08.2020г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Рукавишников В.С.	Ph.D		01.07.20г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ТМ81	Артыкаев Юлай Маратович		01.07.20г.

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 2019/2020 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:

14.08.20г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.06.2020	Обзор литературы	20
01.07.2020	Физико-географическая характеристика района исследования	10
02.07.2020	Геологическая характеристика территории исследования	20
04.07.2020	Анализ геологических неопределенностей	30
29.07.2020	Социальная ответственность	10
05.08.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Чернова О.С.	Д.Г.-М.Н.		01.07.20

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ОНД	Чернова О.С.	Д.Г.-М.Н.		01.07.20г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов):	Требования ФГОС ВО и (или) заинтересованных работодателей
P1	Готовность выпускника к междисциплинарным научным исследованиям для решения комплексных задач, связанных с творческой инновационной проектно-конструкторской деятельностью в области нефтегазового дела.	Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EURACE 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». Профессиональные стандарты (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)
P2	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.	Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EURACE 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». Профессиональные стандарты (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)

Р3	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	Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EURACE 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» Профессиональные стандарты (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)
Р4	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	Требования ФГОС ВО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EURACE 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». Профессиональные стандарты (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)

Реферат

Выпускная квалификационная работа включает в себя 90 страниц, 14 рисунков, 14 таблиц, 25 источников и 1 приложение.

Ключевые слова: ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, КАРБОНАТНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ, ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, АНАЛИЗ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ, ТРЕЩИНОВАТЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ.

В настоящее время количество традиционных и простых в освоении запасов постепенно снижается, а при разработке более сложных объектов крайне важно правильно оценивать риски, что представляется возможным при детальном анализе возможных неопределенностей. К тому же, анализ неопределенностей становится все более актуальной задачей, в связи с тем, что программное обеспечение позволяет просчитывать тысячи различных вариантов.

Объектом исследования данной работы являются карбонатные отложения, представленные на территории Волго-Уральской провинции, и являющиеся объектами разработки в составе Ромашкинского месторождения. Аспекты разработки названных отложений не играют роли в работе, основным предметом исследования является изучение геологических неопределенностей этих пластов.

Целью работы является рассмотрение и разработка возможного метода анализа геологических неопределенностей при изучении вышеназванного объекта исследования. В связи со сравнительно низкой степенью изученности карбонатных коллекторов, в настоящее время существует проблема недопонимания различий между карбонатными и терригенными коллекторами, что может привести к неверному выбору методики изучения этих коллекторов.

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

k – коэффициент проницаемости породы, мД;

φ – пористость породы, доли единиц;

Q – накопленная добыча нефти, м³;

δ – раскрытие трещины, м;

Оглавление

Реферат	1
ВВЕДЕНИЕ.....	15
1 Современные методы анализа неопределенностей в карбонатных породах	18
2 Геологическое описание Волго-Уральской нефтегазоносной провинции ...	22
3 Геологическое описание Ромашкинского нефтяного месторождения.....	34
4 Анализ неопределенностей Верхнедевонских и турнейских карбонатных отложений.....	36
4.1 Ход работы	36
4.2 Результаты	43
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	50
5.1 Оценка коммерческого и инновационного потенциала научно-технического исследования	50
5.2 Потенциальные заказчики результатов исследования.....	50
5.3 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	54
5.4 Разработка устава научно-технического проекта.....	56
5.5 Организационная структура проекта	57
5.6 Планирование процесса управления научно-технического исследования	59
5.7 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	59
6 Социальная ответственность	64
6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	65
6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	69
6.3 Охрана окружающей среды.....	72

6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	76
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
Список используемых источников литературы.....	81
Приложение А. Раздел на английском языке.....	84

ВВЕДЕНИЕ

Неопределенности играют важнейшую роль при разработке и изучении нефтяных и газовых месторождений. Именно поэтому методика изучения неопределенностей разного рода очень быстро стала развиваться в нефтегазовой промышленности. В отрасли может быть выделено очень много областей применения анализа неопределенностей, начиная от разведки месторождения и определения запасов и заканчивая методами увеличения нефтеотдачи и экономическим прогнозом. В данной работе речь пойдет о методиках изучения неопределенностей применительно к карбонатным отложениям Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Карбонатные породы широко распространены по всему миру, как в составе платформенных образований, так и в осадочном чехле. Карбонатные образования часто содержат в себе углеводороды, и, учитывая большие размеры карбонатных тел, запасы углеводородных соединений обычно бывают значительными.

Несмотря на кажущуюся гомогенность карбонатных пород, связанную с внешним видом и частым отсутствием текстур, их свойства могут сильно меняться по вертикали и латерали. Это свойство карбонатных отложений обусловлено специфичным процессом седиментации, который зависит не только от смеси минералов, но ещё и от накопления различных зоогенных организмов, количества и фракционного состава обломочного материала, который принимает участие в формировании литогенетического типа карбонатных формаций.

Карбонатные коллекторы нефти и газа были открыты не так давно, как терригенные коллекторы, поэтому их свойства до сих пор подвергаются анализу, а методы их изучения слабо развиты по сравнению с методами изучения обломочных пород.

На текущий момент, развитие науки позволяет активно изучать свойства карбонатных коллекторов и выявлять новые закономерности в изменении их коллекторских свойств. Новейшие методики изучения керна помогают проводить сложные лабораторные опыты, благодаря которым решается множество неопределенностей в отношении карбонатных отложений. Развитие современных компьютерных технологий делает возможным моделирование множества сложных геологических моделей. Используя вычислительные мощности, появляется возможность смоделировать огромное количество моделей с разными параметрами для определения оптимальных или напротив, худших случаев, при которых прибыль будет максимальной или наоборот, отрицательной.

Данная работа призвана ответить, насколько сильно на поведение карбонатного пласта-коллектора могут влиять геологические неопределенности, присущие конкретно такому типу пород.

Объектом исследования является методика анализа неопределенностей при изучении комплексов карбонатных горных пород. Являясь по сути достаточно теоретической, эта область изучения при этом несет собой очень важную практическую пользу. Помимо рассмотрения современной методики анализа геологических неопределенностей в теории, в данной работе так же присутствует прикладной характер исследования, а именно применение рассмотренной методики на модели, схожей по параметрам с реально существующим месторождением.

Предметом исследования, на котором рассматривается прикладная часть работы, служит Ромашкинское месторождение, а именно Верхнедевонские и Турнейские карбонатные комплексы в его составе.

Целью работы является разработка и обоснование эффективности методики анализа геологических неопределенностей Верхнедевонских и Турнейских карбонатных отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Проект включает в себя решение следующих задач:

1 Исследование современных технологий и методик анализа геологических неопределенностей в карбонатных породах;

2 Обзор геологических параметров карбонатных отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, относящихся к Ромашкинскому нефтяному месторождению;

3 Разработка и применение подходящей методики геологического анализа к вышеуказанным карбонатным отложениям.

В настоящий момент существует ряд научных работ, направленных на изучение геологических неопределенностей карбонатных отложений и разработку методики анализа параметров неопределенности, однако эти работы очень узки по своей области применения. Данный проект, хотя и тоже выполнен на основе отдельно взятого месторождения, является более универсальным, так как свойства данного месторождения не выходят за рамки нормальных значений. Другими словами, в отличие от работ, направленных на аномальные условия, в этой работе рассматриваются широко распространенные, но слабо изученные проблемы.

Результаты работы представляют собой пример применения методики анализа геологических неопределенностей карбонатных коллекторов, и могут быть использованы при изучении месторождений, содержащих карбонатные отложения для оценки возможных рисков и последствий разработки этих месторождений. В основной части проекта описаны допущения и некоторые упрощения, связанные с отсутствием реальных данных, но разработанная методика анализа предполагает наличие этих данных, в связи с чем рекомендуется к использованию при планировании разработки месторождений нефтегазодобывающими компаниями.

В результате проделанной работы была выявлена значимость влияния геологических неопределенностей на поведение модели пласта-коллектора и процесса эксплуатации месторождения, что делает проведенное исследование крайне важным при оценке экономической эффективности, а также при разработке методики осуществления планируемых проектов.

1 Современные методы анализа неопределенностей в карбонатных породах

В связи с возможной ярко выраженной неоднородностью карбонатных коллекторов, при разработке проекта необходимо учитывать геологические неопределенности и связанные с ними риски. Упущение таких рисков грозит неверным выбором методов эксплуатации и, как следствие, крупным потерям прибыли или даже провалу проекта. Поэтому в настоящее время все больше внимания уделяется разработке методик анализа геологических неопределенностей при изучении структуры месторождения и его свойств. Рассмотренная далее методика является одной из основных используемых методик и включает в себя алгоритм действий, общий для всех существующих вариаций анализа неопределенностей.

Этот алгоритм анализа неопределенностей обычно разбивается на три шага. Первый шаг включает в себя выбор параметров неопределенностей и определение их диапазонов. Второй шаг — это симуляция различных случаев, чтобы определить, как неопределенности влияют на поведение модели. Третий шаг заключается в анализе рисков и чувствительности. В зависимости от целей и задач анализа, могут быть добавлены дополнительные пункты алгоритма, направленные на решение более узких задач. В данной работе рассматривается общий случай, на котором может быть рассмотрена методика проведения работы.

Выбор параметров зависит от вида месторождения, типа пород, географического расположения и других характеристик исследуемого объекта. Так как пласты-коллекторы, являющиеся основными предметами исследования нефтяных и газовых месторождений, характеризуются очень большим количеством свойств, каждое из которых в определенной мере может обладать неопределенностью, от выбора группы параметров, которые будут использоваться при анализе неопределенностей, зависит успешность этого анализа.

Несмотря на то, что точность современных приборов, используемых при геологической разведке и петрофизических исследованиях, достаточно высока по сравнению с приборами, которые использовались в прошлом веке, точность этих исследований и возможные ошибки операторов не дают абсолютной гарантии в достоверности результатов. У наиболее точных измерений диапазон погрешности очень мал, поэтому обычно используются средние значения таких параметров. При анализе неопределенностей значения наиболее точных измерений не рассматриваются как параметры неопределенности и их значения оставляют средними. [23]

Для выбора параметров, на которых будет построен расчет неопределенностей, обычно используют параметры, которые могут наиболее сильно изменить ситуацию и которые не могут быть измерены и удостоверены обычными методами. Также выбор параметров неопределенности определяется степенью изученности объекта, качеством имеющейся информации и точностью проведенных исследований. Для карбонатных коллекторов, рассматриваемых в данной работе, чаще всего используют следующие параметры:

- Проводимость трещин;
- Распространенность зон суперпроводимости (трещинноватость);
- Проницаемость матрицы;
- Размеры аквифера;
- Остаточная нефтенасыщенность. [24]

Диапазоны выбранных параметров обычно выбираются исходя из того, как они улучшают или ухудшают историческую адаптацию модели. Сначала модель считается на средних значениях выбранных параметров. После этого один из параметров меняется в отрицательную сторону, модель считается снова и сравнивается с историческими данными. Если адаптация модели с историческими данными по месторождению улучшается, то процедуру повторяют, до тех пор, пока адаптация не начнет ухудшаться. Затем этот же параметр отклоняется от среднего значения в положительную сторону и

модель снова сравнивается с историческими данными. Этот алгоритм повторяют на всех параметрах, а также проводят проверку их воздействия друг на друга. Другими словами, если отклонение одного параметра приводит к ухудшению адаптации модели, одновременное отклонение другого параметра в совокупности с первым может привести к улучшению адаптации. Эта методика представляется сложной в исполнении человеком, потому что для такой адаптации необходимо хорошо понимать взаимодействие различных параметров друг на друга и на результат в целом. Такая проблема в современных реалиях легко решается использованием специализированного программного обеспечения, которое способно просчитывать тысячи различных итераций за относительно короткий срок. У такого метода также есть определенный аспект, связанный с тем, что результаты нескольких моделей могут быть схожими, при том, что каждый отдельный параметр у этих моделей имеет совершенно различные значения. В таких случаях может возникнуть необходимость отсеять повторяющиеся результаты путем ручного удаления моделей, с наименее реалистичными наборами параметров.

После выбора параметров и их диапазонов, производится расчет определенного количества моделей с разными вариантами наборов этих параметров. При достаточно хороших вычислительных мощностях, просчитывают все возможные варианты модели, но если количество расчетов ограничено, то выбирают некие граничные модели с наибольшими отклонениями от средних значений. Эти модели необходимы для сравнения результатов и анализа чувствительности.

Чтобы проанализировать риски, необходимо провести анализ чувствительности расчета. Обычно по результатам всех полученных моделей выбираются определенные значения расчета, такие как извлекаемые запасы, накопленная добыча или коэффициент извлечения нефти, и строятся зависимости этих параметров от параметров неопределенности, заданных в начале расчета. Также все полученные результаты анализируются с помощью функций вероятностного и кумулятивного распределения. Благодаря этому

можно получить выводы о наиболее вероятных исходах модели. По итогам расчета чувствительности получают выводы о влиянии тех или иных параметров на поведение коллектора. Определив наиболее значимые параметры неопределенности, специалисты анализируют существующие риски провала проекта и могут дать рекомендации об уточнении данных и дальнейшем изучении объекта либо подтвердить успешность планируемого предприятия. [25]

2 Геологическое описание Волго-Уральской нефтегазоносной провинции

Девонские отложения составляют большую часть Средне-Верхнепалеозойской системы осадочного чехла Восточно-Европейской платформы. В геологическом плане Волго-Уральский регион в своей восточной части представляет собой совокупность Волго-Камской антеклизы, Юго-Восточного склона Воронежской антеклизы, Юго-Восточной части крупнейшей Рязано-Саратовского прогиба, Каспийской синеклизы и Предуральского краевого прогиба.

В тектоническом плане Волго-Уральская нефтегазоносная провинция тесно связана со куполовидными структурами, впадинами и прогибами. Несмотря на то, что слагающие эти структуры породы гораздо более древние, тектонические изменения этих пород в основном представлены Девонским временем.

Обломочные породы Девонского комплекса характеризуются тектоническими разломами, сложным структурным строением, а также отрицательными грабеновыми структурами. Разработка таких структур всегда связана с эффузивным магматизмом, что подтверждается найденными в Девонских отложениях следами пепла.

Девонские карбонатные комплексы относятся к структуре Камско-Кинельской системы прогибов, где распространены рифогенные поднятия. Наиболее сильно Камско-Кинельская структура выражена в осадочных отложениях Верхне-Франского и Фаменского ярусов. [2]

Верхнедевонские отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции имеют мощность до 800 метров и распространены почти на всей ее территории, исключая единичные вершины некоторых систем куполов и синеклиз. Изучению стратиграфии, тектоники, выделению и типизации локальных поднятий этих отложений уделено большое внимание. Уровень исследований фаций и распространения в них коллекторов недостаточен.

Перспективы нефтегазоносности провинции в значительной степени связывают с открытием залежей углеводородов в рассматриваемых отложениях. В связи с этим появилась необходимость выделения закономерностей размещения пород-коллекторов и покрышек в разрезе и плане, что повлекло за собой детальное изучение фациальных особенностей строения верхнедевонско-турнейского комплекса. [2]

На основании литолого-фациальных исследований установлена определенная зональность в размещении различных осадков различных осадков, обусловленная в первую очередь тектоническими процессами, происходившими в период формирования верхнедевонско-турнейских отложений. На распределение фаций, помимо этого, влияли гидродинамический режим бассейна, специфика седиментационных процессов и климатические условия, способствующие жизнедеятельности определенных организмов. Распределение фаций обусловлено строением и развитием некомпенсированной Камско-Кинельской системы прогибов, которые отражались в морфологии поверхности фундамента, терригенной толще девона, а в сглаженном виде – в вышележащих более молодых отложениях. Камско-Кинельская система прогибов имеет корытообразную форму и разделяет более высокие части палеошельфа. Благодаря такому структурному плану в обобщенном виде можно выделить два типа фациальных разрезов – сводовый и депрессионный или две структурно-фациальные зоны – аккумулятивно-топографическую впадину (прогиб) и мелководно-палеошельфовую. В пределах этих крупных зон обособливаются литолого-фациальные подзоны, в которых выделены соответствующие фации. Следует отметить, что в строении пород верхнедевонско-турнейского комплекса Волго-Уральской нефтегазоносной провинции четко выявляется определенная фациальная зональность, связанная с его структурными особенностями. При реконструкции фациальных обстановок осадконакопления необходимо учитывать многогранность постседиментационных преобразований, характерных для карбонатов. Эти

процессы нередко настолько изменяют первичный облик осадков, что только по отдельным реликтам органогенных остатков и первичным структурно-текстурным особенностям можно восстановить первичный состав.

В последние годы интерес к цикличности карбонатных отложений возрос у геологов-нефтяников. Это обусловлено вероятностью ее использования в практических целях. В связи с возможностью применения результатов исследований цикличности возникла необходимость дальнейшего изучения и детальной разработки ее теоретической базы.

При изучении седиментационной цикличности используют несколько подходов: структурный, вещественный, генетический и комплексный. Системность структурного подхода основана на принципе субординации естественных природных объектов, в частности седиментационных циклитов основные правила выделения которых сводятся к следующим критериям: направленности изменения одного или нескольких существенных свойств; относительной непрерывности изменения выбранного существенного свойства; морфологического характера границ; двуединого в структурном отношении строения ассоциации.

Перечисленные критерии применимы для выделения циклитов как низших (элементарные циклиты), так и более высоких порядков (мега-, макро- и мезоциклов). Указанные критерии разработаны на многочисленных примерах преимущественно терригенных комплексов, где определяющим признаком природного тела или породы является зерновой состав. Для классификации природных тел в карбонатных отложениях, состоящих из пород, относящихся к биогенно-хемогенным классам, следует использовать три признака: химический состав, количество органогенных остатков (при учете их природы) и содержание глинистой примеси. Многогранность признаков при определении типов пород обусловлена спецификой карбонатного осадконакопления.

Многолетний опыт изучения карбонатных и соленосно-карбонатных комплексов в различных по возрасту отложениях слоистых мелководно-

шельфовых разрезов молодых и древних платформ позволяет выделять в пределах разных по рангу циклитах (снизу вверх) следующие литотипы. В основании обычно залегают карбонатные брекчии, сменяющиеся мергелями или глинистыми известняками, затем в разрезе появляются органогенные известняки, выше залегают известковистые доломиты, доломиты, ангидритизированные доломиты, ангидриты и завершают циклит соли. Такое строение в соленосно-карбонатных формациях имеет непрерывный трансгрессивно-регрессивный циклит. В карбонатных формациях регрессивная часть циклита может отсутствовать или не содержать сульфатов и солей. При выделении циклитов в карбонатных комплексах необходимо учитывать степень интенсивности вторичных процессов, которые могли значительно изменить первичный облик породы. Следует отметить, что в меньшей степени этим изменениям подвержены глинистые разности пород, которые, как правило, залегают в основании трансгрессивных частей циклита. Глинистые породы хорошо выделяются в разрезе по кривым гамма-каротажа и поэтому могут использоваться как реперные горизонты при корреляции разрезов. [2]

В карбонатных толщах цикличность обычно фиксируется внутриформационными перерывами, подтверждающимися присутствием в основании циклитов карбонатных брекчий, карманообразных поверхностей размывов, окатанных галек кремнистых пород, ожелезнением пород на границе циклитов, а в некоторых разрезах – наличием туфогенного материала. Выделение циклитов в карбонатных разрезах сопряжено с большими трудностями, так как непрерывный отбор кернa проводится очень редко, поэтому строение разреза воспроизводят с учетом данных исследования глубоких скважин. Это обстоятельство ограничивает воспроизведение достаточно дробной цикличности. Имеется только возможность выделения таких элементарных циклитов, которые могут быть использованы совместно с промыслово-геофизической характеристикой для стратиграфического анализа и расчленения разрезов на породы, выполняющие роль реперов. Эта часть

разреза в карбонатных комплексах составляет трансгрессивную основу элементарного циклита. Средняя или нейтральная часть обычно представлена плотными органогенно-хемогенными разностями, а в верхней части (регрессивной) по органогенным известнякам развиваются породы-коллекторы.

Элементарные циклиты в карбонатном комплексе следуют друг за другом в определенной последовательности. Их мощность может измеряться от нескольких до десятков метров. Определенная цепь элементарных циклитов может объединяться в циклы более высокого порядка (мезоциклы), последние укрупняются в мегациклы, соответствующие свитам и даже ярусам. Отсюда следует, что элементарные циклиты и циклы более высоких порядков могут использоваться при стратиграфическом анализе.

Для карбонатных отложений характерна седиментационная цикличность, проявляющаяся в закономерной последовательной смене трансгрессивно-регрессивно построенных ассоциаций пород, которые могут рассматриваться как элементарные седиментационные единицы, часто разделенные внутриформационными перерывами. Каждая из таких единиц начинается более глинистыми разностями пород, которые четко прослеживаются по кривым гамма-каротажа и могут служить хорошими реперными горизонтами при детальной корреляции разнофациальных разрезов.

При изучении закономерностей формирования и размещения коллекторов в турнейских отложениях Южно-Татарского свода возникла необходимость разработки такой классификации, которая дала бы возможность не только выделить определенные подразделения (типы, классы и др.) карбонатных коллекторов, имеющих общие параметры, но и получить полное представление о его природе.

В разработанной классификации для выделенных типов коллекторов, характеризующихся определенными соотношениями коэффициентов пористости, кавернозности и трещиноватости, вычисленных на основе

лабораторных и литолого-петрофизических методов, даны генетическая и морфологическая характеристики пустот, определена приуроченность различных типов коллекторов к конкретным разностям карбонатных пород и показано возможное их присутствие по вертикали и латерали. Сочетание определенных генетических типов пород в пределах элементарного циклита обуславливает такое же послойное изменение их емкостных и фильтрационных свойств, вследствие чего средние значения пористости и проницаемости каждого структурного слоя, как правило, значительно отличаются от таковых всей продуктивной толщи. Предлагаемая классификация коллекторов турнейских отложений Южно-Татарского свода может оказать значительную помощь при прогнозировании нефтегазоности и подсчете запасов залежей нефти и газа.

На основании петрофизических и литологических исследований и статистической обработки полученных параметров в турнейских отложениях выделено пять типов коллекторов.

В поровом типе коллектора пустоты представлены микропорами, мелкими, средними, реже крупными порами, соединенными каналами, диаметр которых не превышает диаметр пор. Сообщаемость пор обуславливает проницаемость коллектора. Преобладают поры седиментации размером не более 0,01 мм, представленные внутренними полостями, камерами органических остатков и межформационными пустотами. Размеры седиментационных пор несколько увеличены за счет частичного выщелачивания и доломитизации. В зависимости от сортировки фрагментов и количества цемента поры имеют различную форму и величину. В хорошо отсортированных разностях они распределены в породе равномерно и имеют эллипсоидальную и овальную форму; их размер достигает 0,5 мм. Пористость таких пород не превышает 20 %, а проницаемость – 0,1 мД. При плохой сортировке фрагментов мелкие поры (0,01 мм) имеют неправильную форму и соединены более длинными и узкими каналами. Описанный тип коллектора развивается по сгустковым и комковато-детритовым известнякам,

приуроченным к верхним частям элементарных циклитов под поверхностью внутриформационных несогласий. В фациальном отношении он присутствует обычно в мелководной шельфовой зоне, где развиты слоистые карбонатные разрезы.

В трещинно-поровом типе коллектора основная емкость представлена сочетанием различных по форме пор и частично наличием трещин, определяемых методом больших шлифов, и изменяется от 0,5 до 0,1 % [2]. Общая пористость достигает 15 %. Проницаемость этого типа коллектора обусловлена наличием двух фильтрационных сред – поровой и трещинной и достигает 0,2 мД. Размеры пор и поровых каналов варьируют от 0,01 до 0,1 мм. Трещиноватость вызвана наличием пересекающихся микротрещин: прямолинейных, извилистых, ступенчатых, перистых, ветвящихся и стилолитов. Трещины либо открыты, либо заполнены минеральным веществом. Большинство трещин расположены согласно с форменными элементами породы и редко секут их. По своим особенностям трещины следует отнести к литологическим. Этот тип коллектора развивается в сгустково- и комковато-детритовых разностях известняков верхних частей элементарных циклитов в пределах сводовых частей валоподобных поднятий, распространенных в мелководно-шельфовой структурно-фациальной зоне.

Для каверново-порового коллектора емкостью служат поры и каверны, отличающиеся от пор размерами (более 1 мм). Пустоты имеют неправильную, причудливую, лапчатую, заливообразную, угловатую форму и распределены в породе неравномерно. Преобладают мелкие поры (0,01 – 0,05 мм), но большую часть емкости занимают пустоты выщелачивания (до 75 % общей пористости). Этот тип коллектора характерен для стереофитических образований с высокой первичной пористостью, улучшенной вторичным выщелачиванием. Такой тип коллектора присутствует преимущественно в беогермных фациях.

Трещинно-каверново-поровый тип коллектора отличается наличием почти всех видов емкостей: пор, каверн и трещин. Пустоты имеют сложную конфигурацию и связаны разнообразными переходами и неравномерным

распределением емкостных участков. Повышенная пористость и кавернозность, обусловленные интенсивным выщелачиванием, отмечаются вдоль открытых трещин. Пористость достигает 20 %, проницаемость 0,2 мД. Этот тип коллектора встречается в ядерных частях органогенных построек прибортовых зон депрессионных впадин.

Трещинный тип коллектора, в котором емкостью служат трещинные и стилолитовые пустоты в турнейских отложениях, формируется в породах с повышенной глинистостью и подвергшихся вторичным преобразованиям: кальцитизации, доломитизации, окремнению, перекристаллизации и сульфатизации, способствующих растрескиванию породы. Такой тип коллектора развивается по глинистым известнякам, мергелям и аргиллитам, залегающим в основании элементарных циклитов либо в породах, слагающих разрезы иловой впадины или фациальных подзон распространения плотных разностей глинистых известняков.

Отложения франского яруса широко распространены на всей территории провинции и достигают мощности в 1500 метров. Их разбивают на верхний, средний и нижний подъярусы. Нижнефранский подъярус, в основном представленный терригенными комплексами, формирует верхнюю часть Девонских терригенных отложений. Средний и верхний подъярусы в основном сложены карбонатными породами, за исключением восточного склона Воронежской антеклизы.

Отложения нижнефранского подъяруса, представленные обломочными породами, распространены по территории всей Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, за исключением отдельных структурных пиков. В структурном плане, отложения представлены тремя основными типами: компенсированные впадины, склоновые и гребневые структуры. В нижнефранском подъярусе выделяют пашийский, кыновский и саргаевский горизонты.

Среднефранский подъярус подразделяется на доманикский, мендымский и самсоновский горизонты на востоке региона, и на рудкинский, семилукский

и алатырский горизонты на западе. В структурном плане, среднефранские отложения представлены гребневыми, склоновыми, рифовыми структурами, а также некомпенсированными впадинами и прогибами.

Отложения верхнефранского подъяруса залегают со стратиграфическим несогласием на отложениях различных возрастов: на алатыро-муллинских (Хоперская моноклиналъ, южная часть Кудиново-Романской зоны поднятий), силурских (восточный склон платформы) и кристаллическом фундаменте (Безенчукско-Звенигородский пик). В структурном плане пять типов структур представлены в отложениях верхнефранского подъяруса: компенсированные впадины, некомпенсированные впадины и прогибы, рифовые структуры, склоновые и гребневые структуры. В восточной части верхнефранские отложения подразделяют на воронежский, евланский и ливенский горизонты; в центральной части региона они подразделяются на воронежский и евлано-ливенский горизонты. Литологический состав Камско-Кинельской системы некомпенсированных прогибов однороден (битуминозные известняки и кремнисто-углистые породы), поэтому в ее составе не выделяют маркирующие горизонты.

Фаменский ярус имеет мощность до 1060 метров, максимальные и минимальные значения зафиксированы в Нижнем Поволжье, в остальных районах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции значения мощности колеблются в средних значениях 200 – 500 метров. Фаменские отложения представлены как карбонатными, так и терригенными породами. Также как франские отложения, фаменский структуры представлены в основном пятью типами: компенсированные и некомпенсированные впадины и прогибы, рифовые, гребневые и склоновые структуры.

Территория залегания фаменских отложений немного шире, чем подстилающие породы евлано-ливенского горизонта. По палеонтологическим признакам фаменский ярус подразделен на нижнефаменский и верхнефаменский подъярус. Как верхний, так и нижний подъярусы представлены карбонатными отложениями.

Седиментация Девонских отложений относится к Девонско-турнейскому циклу седиментации, в котором выделяют ранний Девонский, Среднедевонский – Среднефранский, Позднефранский – Фаменский и Турнейский подциклы.

Среднедевонский – Среднефранский и Позднефранский – Фаменский подциклы разделены стратиграфическим несогласием в связи с поднятием Воронежской антеклизы, Башкирского и Жигулевско-Пугачевского куполов.

Литологический и фациальный анализ Девонских отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции показал, что на территории региона распространены три фации: континентальные, морские и переходные фации прибрежной равнины и заливно-лагунного побережья.

Континентальные фации распространены бедно и состоят из морской аллювиальной равнины, включая речные, озерные и болотные отложения.

Переходные фации представлены отложениями прибрежной аккумулятивной равнины, периодически затапливаемой морем, а также отложениями заливно-лагунного побережья.

Фации прибрежной аккумулятивной равнины представлены гравелитами, грубозернистыми и мелкозернистыми песчаниками с прослойками алевролитов и аргиллитов, с редкими включениями гравия. В периоды затопления равнины морем формировались такие песчаные тела как прибрежные бары, косы, бары и береговые валы.

Фации заливно-лагунного побережья прилегают к прибрежной равнине, и отделены от моря косами и рифами. Отложения обессоленных лагун представлены песчаниками и реже алевролитами. Спокойные закрытые лагуны характеризуются алевролитами с редкими прослоями угля и сидеритизованными слоями.

Отложения лагун, расположенных в сухих и жарких регионах представлены в основном доломитами и ангидритами. Небольшое количество обломочных материалов, таких как песок и глина могли аккумулироваться в

таких условиях. Отложения засоленных лагун характеризуются прослойками глин, гипса, ангидритов и доломитов.

Морские фации Девонских отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции подразделяются на отложения неглубоких обессоленных прибрежных частей моря, неглубоких морских зон нормальной солености, закрытых или полузакрытых морей повышенной солености, барьерных рифов между глубокой и неглубокой частями моря, компенсированных и некомпенсированных впадин и прогибов глубокой части моря.

Отложения неглубокой части моря нормальной солености включают в себя обломочные, органогенные обломочные и биоморфные и мелкозернистые карбонатные породы. Фораминиферы, амфипоры, кораллы, брахиоподы и остракоды чаще встречаются в составе органогенных построек.

Доломитовые алевроиты, гипс и ангидриты без органических остатков составляют большую часть отложений закрытых и полузакрытых морских впадин повышенной солености.

Фации барьерных рифов расположены в переходных зонах между глубоководными и мелководными районами моря. Эти фации сформированы в результате жизнедеятельности колониальных кораллов, мшанок, губок и известковых водорослей. Неколониальные организмы, такие как фораминиферы, криноиды, брахиоподы, остракоды и прочие также принимали участие в формировании таких рифов.

Биогермные постройки могут быть подразделены на фации склона, гребня и плато. Фации склона представлены массивными органогенными и осадочными известковыми отложениями богатыми фауной. Сторона склона, обращенная к морю, характеризуется темно серыми карбонатно-глинистыми прослойками. Фации гребня обладают большой мощностью, массивной структурой и вторичной доломитизацией. Эти отложения представлены биоморфными и органодектритовыми известняками. Породы-коллекторы этих фаций обычно поровые, кавернозные и трещиноватые. Ярко выражены

залеченные структуры породы. Фации плато чаще всего выражены переслаиванием мелкозернистого известкового материала с редкими включениями ракушек с мелкозернистым доломитом с прослоями аргиллита.

Глубоководные фации (часть нижнего шельфа) подразделяются на фации некомпенсированных впадин и прогибов и компенсированных илистых впадин. Некомпенсированные впадины сложены кремнистыми, илистыми и карбонатными минералами, отложения битуминозные и обладают небольшой мощностью. Остатки бедной фауны придонно-пелагических и nektonовых организмов, богатой фауны планктонных и планктонно-нектоновых организмов представлены в данных отложениях. В некомпенсированных впадинах одиночные рифы могут достигать мощность до 200 метров.

Фации компенсированных илистых впадин состоят из карбонатно-илистых отложений, богатых органическим веществом. Глубоководные фации характеризуются аутигенными включениями пирита.

Позднедевонская эпоха характеризуется колоссальными продвижениями моря, обширными структурными и тектоническими изменениями, широким распространением доманикских и рифогенных фаций, а также вулканизмом.

[4]

3 Геологическое описание Ромашкинского нефтяного месторождения

Ромашкинское нефтяное месторождение расположено на востоке республики Татарстан в 70 километрах восточнее города Альметьевск. Это месторождение является крупнейшим месторождением в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Месторождение многопластовое, с общей мощностью достигающей до 2000 метров. Отложения Ромашкинского нефтяного месторождения представлены Девонскими, Каменноугольными, Пермскими и Четвертичными породами. Большая часть месторождения, две трети, представлена карбонатными породами, оставшаяся часть — это терригенные породы. Месторождение относится к южному куполу Татарского свода. Большая часть запасов турнейских карбонатных отложений расположена в кизельском горизонте. Размеры тел-коллекторов обычно небольшие, до 2 километров в ширину и 2,75 километров в длину, изредка достигают 6 километров в ширину и 13 километров в длину. Коллекторы поровые, трещиновато-поровые и кавернозно-поровые мощностью до 8 метров.

Средние значения основных параметров месторождения следующие:

- Эффективная мощность 3 метра;
- Открытая пористость 11,9 %;
- Проницаемость 29 мД;
- Нефтенасыщенность 61,1 %.

В настоящее время в палеозойских отложениях были выделены 27 стратиграфических нефтеносных горизонта: 18 из них расположены в карбонатных отложениях, остальные в терригенных коллекторах. Эти горизонты залегают на глубине 600 – 1900 метров.

Нефтеносные карбонатные отложения на данный момент мало разработаны: всего 8-9 % потенциальных запасов нефти разрабатываются в

настоящее время. Оценка извлекаемых запасов тяжелой нефти показала, что в карбонатных отложениях находится в 4,4 раза больше запасов, чем в терригенных коллекторах. [3]

4 Анализ неопределенностей Верхнедевонских и турнейских карбонатных отложений

Исходя из сложности региона в структурном плане и принимая во внимание насыщенность тектоническими структурами, основным параметром неопределенности Ромашкинского нефтяного месторождения было принято присутствие природных трещин в карбонатных коллекторах.

В естественно-трещиноватых коллекторах карбонатного типа наибольшее влияние на характеристики течения жидкости имеют следующие параметры:

- Интенсивность трещин;
- Раскрытость трещин;
- Протяженность трещин;
- Направленность трещин;
- Степень залеченности и открытости трещин.

Геомеханика региона, а именно магнитуа и направление стрессов, влияет на поведение трещиноватого коллектора в значительной степени.

4.1 Ход работы

Для того, чтобы определить, насколько сильно неопределенности в виде естественных трещин влияют на поведение пласта-коллектора, была построена синтетическая модель пласта. Ввиду отсутствия большого количества реальных данных по месторождению, модель не ставит своей целью отобразить реальное положение вещей в настоящих пластах Девонских и Турнейских карбонатных отложений.

Главная цель синтетической модели заключается в том, чтобы на упрощенном примере со схожими параметрами продемонстрировать влияние

неопределенностей на течение жидкости в коллекторе, добычу нефти и поведении пласта-коллектора.

Простота модели также обусловлена тем, что исследование носит больше теоретический характер, нежели практический.

Первый шаг – построение трехмерной сетки детальностью 50x50x20 блоков и размером 5000x5000x100 метров (рисунок 4.1). Эта сетка будет основой для дальнейших манипуляций с моделью.

Второй шаг – это создание синтетического каротажа пористости. Синтетический каротаж необходим для дальнейшего насыщения модели свойствами. Исходя только из среднего значения пористости по месторождению, равного 0,119, была задана функция нормального распределения со значением стандартного отклонения 0,05 и диапазоном 0 – 0,3. Синтетический каротаж пористости должен быть масштабирован до размеров сетки, для того, чтобы его значениями можно было пользоваться при насыщении модели свойствами.

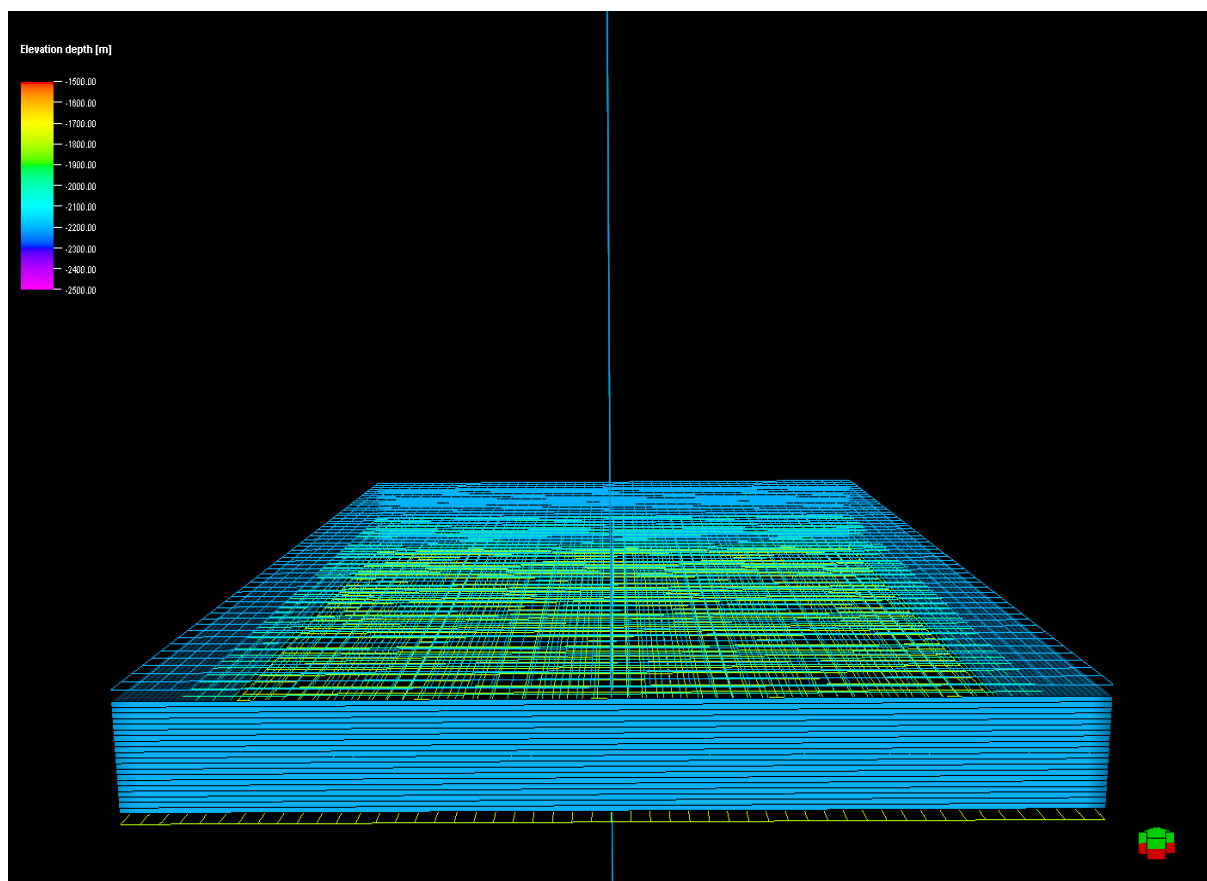


Рисунок 4.1 – Трехмерная сетка модели.

Второй шаг – это создание синтетического каротажа пористости. Синтетический каротаж необходим для дальнейшего насыщения модели свойствами. Исходя только из среднего значения пористости по месторождению, равного 0,119, была задана функция нормального распределения со значением стандартного отклонения 0,05 и диапазоном 0 – 0,3. Синтетический каротаж пористости должен быть масштабирован до размеров сетки, для того, чтобы его значениями можно было пользоваться при насыщении модели свойствами.

Для третьего шага, а именно насыщения сетки свойством пористости, понадобилось сделать вариограмму пористости. Её параметры были заданы таким образом, чтобы однородность модели лежала в средних значениях, а не была слишком гомогенной или гетерогенной. После создания вариограммы, трехмерная сетка была заполнена значениями пористости (рисунок 4.2).

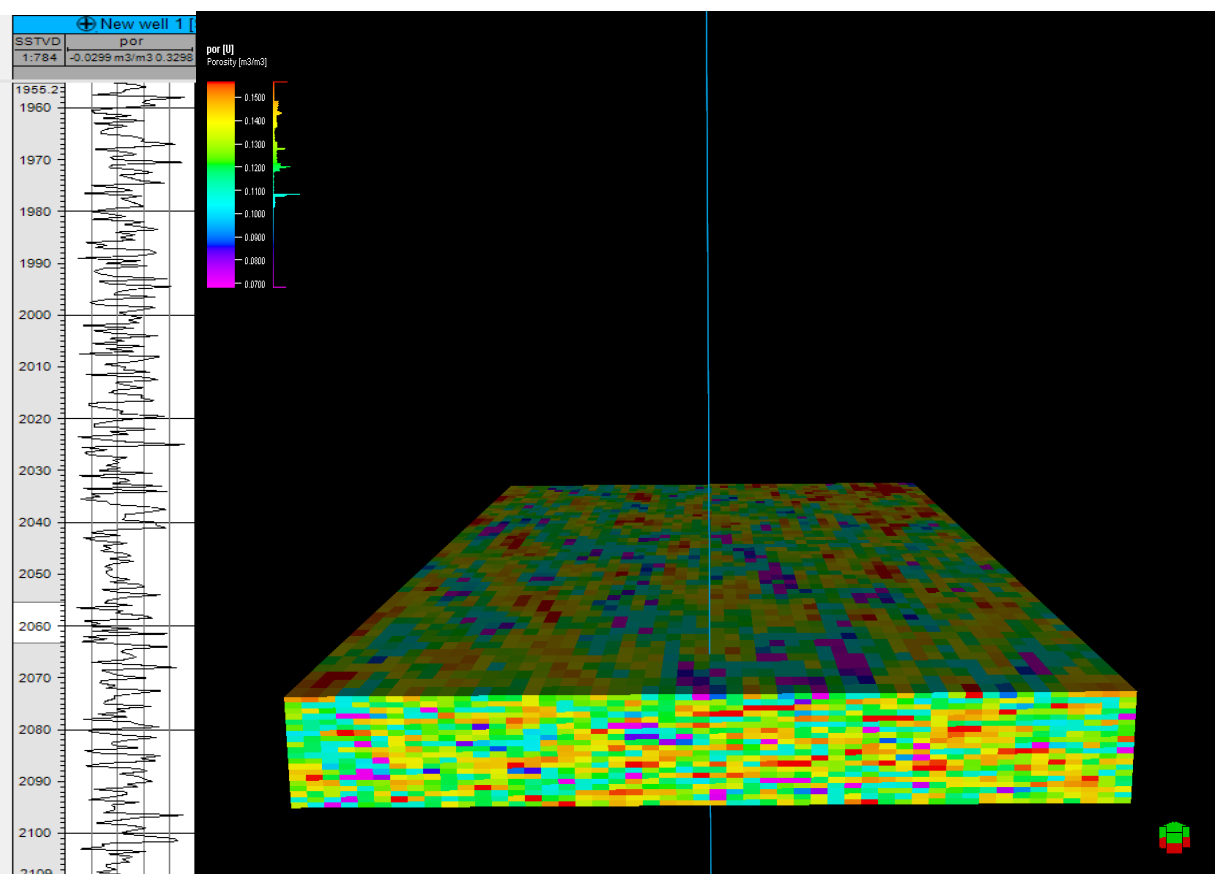


Рисунок 4.2 – Синтетический каротаж пористости и заполненная модель.

Чтобы заполнить ячейки модели значениями проницаемости, была взята аналитическая зависимость, схожая с аналогичной зависимостью на других месторождений с похожими свойствами, и удовлетворяющая средние значения пористости и проницаемости при их подстановке в формулу:

$$\lg(k) = 12,29 \cdot \varphi; \quad (1)$$

$$k = 10^{12,29 \cdot \varphi}, \quad (2)$$

Учитывая трещиноватость коллектора, которая будет задана позже, проницаемость породы не будет играть большого значения в модели течения жидкости.

Далее были заданы параметры пласта-коллектора исходя из данных о месторождении. Давление в пласте 200 атмосфер, глубина 2000 – 2100 метров, эффективная мощность 100 %, остаточная водонасыщенность 20 %. Эффективная мощность также не играет значительной роли для создаваемой упрощенной модели пласта. Свойства породы были выбраны по шаблону цементированного известняка.

Так как проводящие естественные трещины не имеют значительного влияния на объем порового пространства, ввиду очень низкой пористости, необходимо продемонстрировать влияние трещин на течение жидкости в пласте. Для этого была добавлена добывающая скважина с давлением на забое 150 атмосфер. Остальные параметры скважины были выбраны как стандартные предлагаемые используемым программным обеспечением. Это решение обусловлено тем, что модель недостаточно точна и не имеет смысла усложнять расчет и вычислять необходимые параметры добывающей скважины.

Полученная на данном этапе модель является основой для дальнейшего алгоритма работы. На следующем шаге задачей является создание последовательности выполняемых программой действий, чтобы симулировать модели с различными значениями параметров неопределенности.

Описанные далее действия составляют собой эту последовательность, с возможностью повторения. Тем самым формируется выборка разных моделей, анализируя которую можно сделать выводы о влиянии неопределенностей на поведение модели.

Для того, чтобы создать сеть трещин в модели, необходимо задать параметры этой сети, такие как интенсивность, раскрытость и длина трещин.

Алгоритм создания сетки интенсивности включает в себя два шага: сначала задается переменная интенсивности как случайное число от 0,1 до 5 трещин на метр. Затем сетка модели заполняется значениями интенсивности по закону усеченного нормального распределения, где найденное выше значение является средним, стандартное отклонение принято за 2 трещины на метр, и диапазон от 0 до 6 трещин на метр. В результате создается сетка значений интенсивности (рисунок 4.3), благодаря чему при каждом расчете трещины расположены по-разному и с разной плотностью размещения.

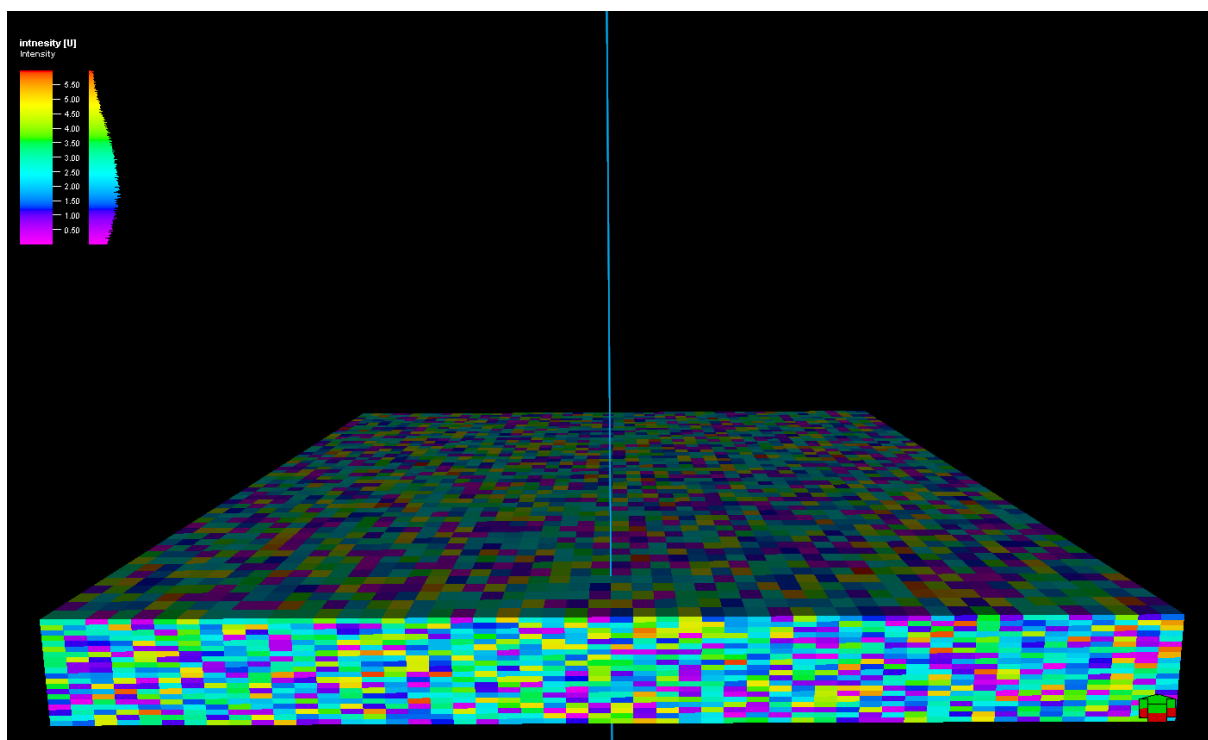


Рисунок 4.3 – Сетка интенсивности трещин.

Значения раскрытости и длины трещин определяются случайным числом для каждого случая, при этом они одинаковы для каждой трещины в каждом конкретном случае. Диапазон определения раскрытости от 0 до 3 миллиметров, диапазон определения длины от 5 до 105 метров.

Оперируя заданными значениями интенсивности, раскрытости и длины трещин, с помощью функции «Создание сети трещин» создается система естественных трещин (рисунок 4.4). Проницаемость и пористость трещин также определяется автоматически программным обеспечением. Как видно на рисунках 4.5 и 4.6, эти параметры лежат в реальных пределах: очень высокая проницаемость около 1000 Дарси и очень низкая пористость около 0,001.

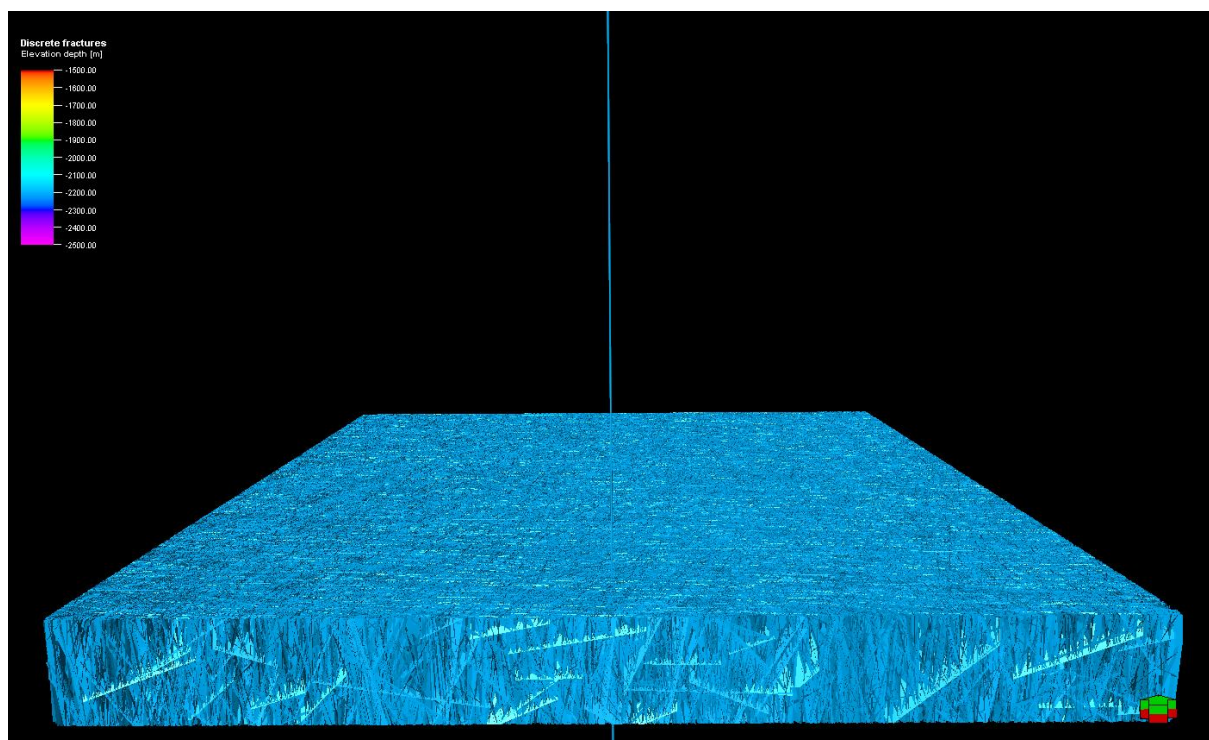


Рисунок 4.4 – С моделированная сеть трещин.

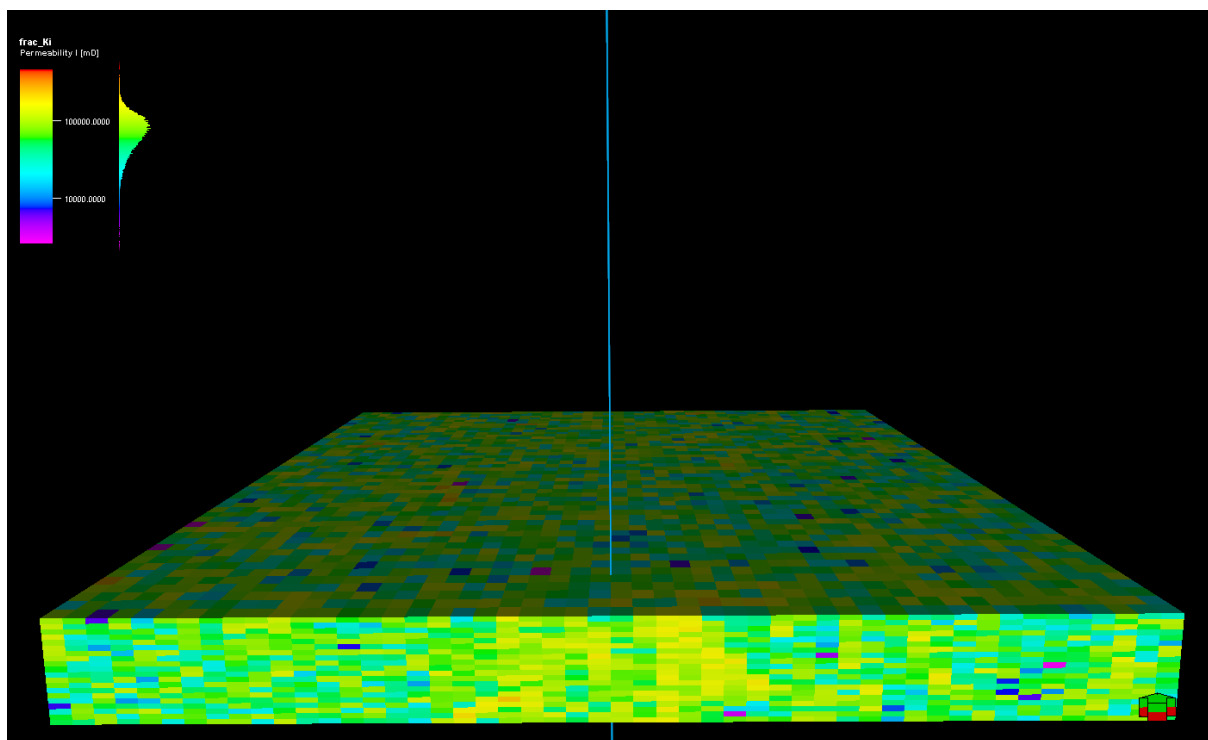


Рисунок 4.5 – Сетка проницаемости трещин.

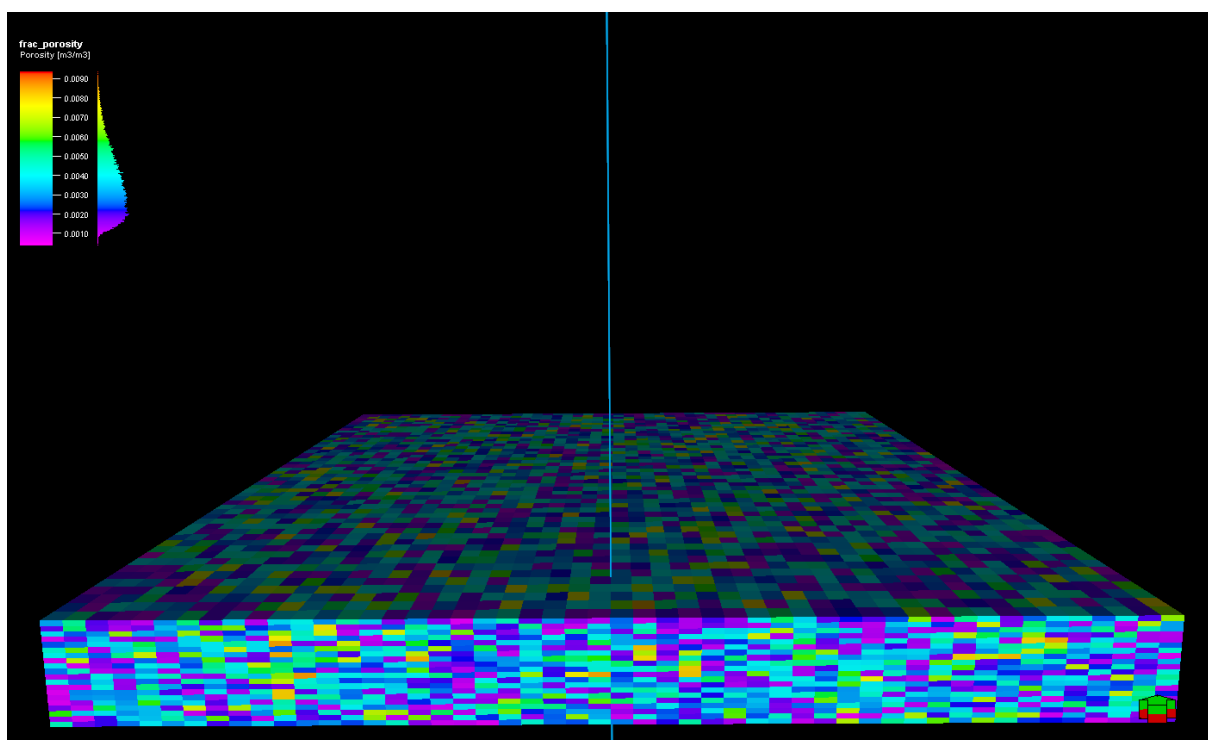


Рисунок 4.6 – Сетка пористости трещин.

Ввиду отсутствия данных достаточного качества о расположении местных стрессов и тектонических структур, сеть трещин задается по сути

случайным образом. В реальных условиях, трещины всегда приурочены к таким локальным изменениям напряжений породы, как складки, разломы и другие тектонические структуры.

После задания всех параметров модели, производится ее расчет на 5 лет, с упором на добычу нефти.

4.2 Результаты

В ходе исследования с помощью описанного выше алгоритма был произведен расчёт 60 моделей. В таблице 4.1 представлены основные рассчитанные параметры этих моделей.

Таблица 4.1 – Результаты моделирования

Модель	Накопленная добыча нефти	Длина	Интенсивность	Раскрытость
	м ³ при с.у.	м	м ⁻¹	м
case1_1	1 553 260	55,26	0,35	0,0019
case1_2	1 586 101	81,44	2,34	0,0023
case1_3	1 617 988	63,46	4,90	0,0022
case1_4	1 641 504	18,16	4,85	0,0027
case1_6	1 605 174	63,43	3,21	0,0024
case1_7	1 574 141	52,05	1,94	0,0021
case1_8	1 605 111	35,96	3,84	0,0022
case1_9	1 628 268	10,75	3,68	0,0028
case1_11	1 479 607	22,28	1,02	0,0009
case1_12	1 130 403	24,20	1,97	0,0004
case1_63	1 566 565	90,82	0,35	0,0026
case1_65	684 888	36,07	1,54	0,0001
case1_66	1 561 424	32,68	0,52	0,0022
case1_67	1 549 299	53,52	0,79	0,0016
case1_69	1 626 411	72,36	4,22	0,0026
case1_70	1 411 856	94,59	2,70	0,0006
case1_71	1 236 688	25,40	2,33	0,0005

case1_72	1 569 064	75,37	0,50	0,0026
case1_73	1 382 595	93,23	3,48	0,0004
case1_74	1 515 590	28,67	1,90	0,0008
case1_75	1 542 046	45,35	3,96	0,0008
case1_76	1 514 661	101,94	0,59	0,0011
case1_77	1 592 830	54,69	1,65	0,0029
case1_78	1 562 929	44,38	2,12	0,0016
case1_79	1 290 741	37,35	0,95	0,0006
case1_80	1 552 763	85,39	2,73	0,0012
case1_81	1 553 860	59,03	1,76	0,0014
case1_82	1 579 316	39,50	3,51	0,0017
case1_83	1 586 294	61,88	1,51	0,0027
case1_84	1 596 403	15,43	2,78	0,0024
case1_85	1 581 589	8,21	3,64	0,0017
case1_86	1 529 741	92,54	0,50	0,0012
case1_87	1 541 454	94,05	0,44	0,0014
case1_88	1 578 617	103,64	3,03	0,0018
case1_89	1 592 974	34,56	2,04	0,0027
case1_90	1 520 648	30,99	1,67	0,0009
case1_91	1 525 776	37,96	2,99	0,0008
case1_92	1 615 439	93,58	3,10	0,0028
case1_93	1 532 818	29,15	3,24	0,0008
case1_94	1 617 060	24,01	3,76	0,0025
case1_95	1 598 737	9,24	2,64	0,0025
case1_96	1 556 915	8,50	4,78	0,0009
case1_97	1 631 714	47,41	4,99	0,0024
case1_98	1 534 813	24,61	0,95	0,0012
case1_99	1 565 977	31,44	2,11	0,0017
case1_100	1 532 535	36,72	1,31	0,0011
case1_101	1 598 201	23,33	4,88	0,0018
case1_102	1 559 212	83,17	0,45	0,0022
case1_103	1 635 878	31,55	4,16	0,0028
case1_104	1 529 273	69,86	1,24	0,0010
case1_105	1 578 658	44,44	4,57	0,0014
case1_106	1 436 516	95,34	3,24	0,0004
case1_107	1 125 841	61,37	3,24	0,0003
case1_108	1 589 564	19,69	1,52	0,0029

case1_109	1 507 785	15,60	4,97	0,0005
case1_110	1 625 387	69,28	3,79	0,0027
case1_111	1 609 472	20,34	3,06	0,0026
case1_112	1 624 278	32,08	3,51	0,0028

На рисунке 4.7 представлены графики накопленной добычи нефти по годам с 2020 по 2025 годы.

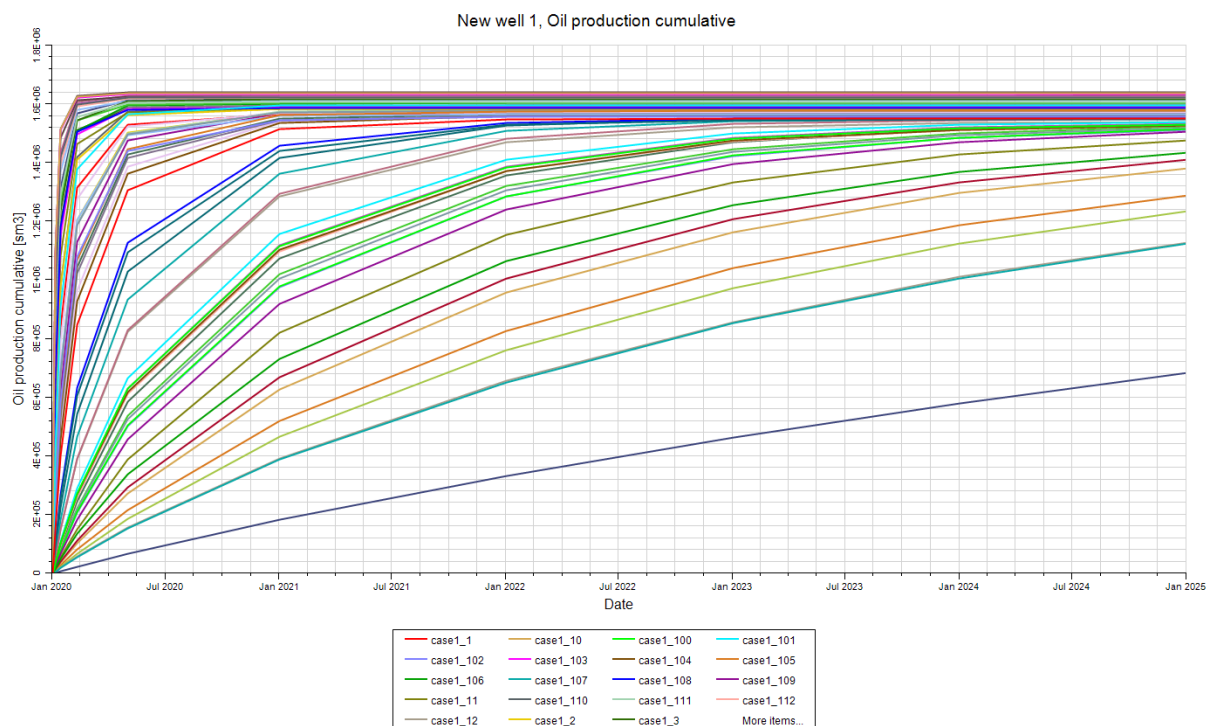


Рисунок 4.7 – Графики накопленной добычи нефти по всем 60 моделям.

Как видно из таблицы, накопленная добыча нефти может измениться от минимального значения 684 888 м³ до максимального 1 641 504 м³, относительное изменение составляет 58,3 % от большего значения. Для тщательного анализа результатов были построены вероятностная и кумулятивная функции распределения, графики которых представлены на рисунках 4.8 и 4.9.

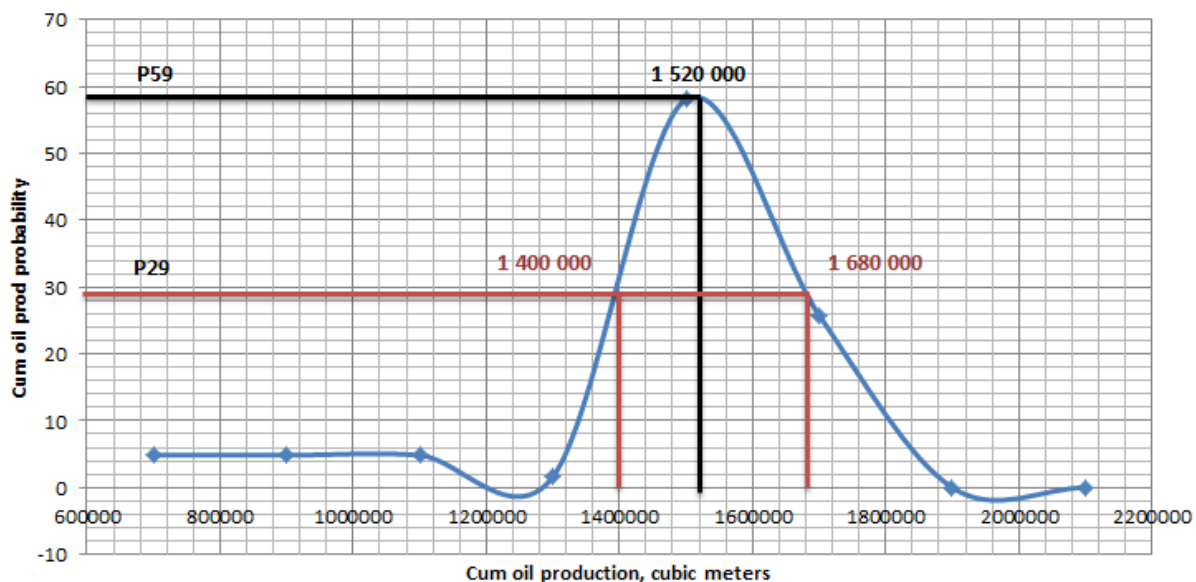


Рисунок 4.8 – Вероятностная функция распределения.

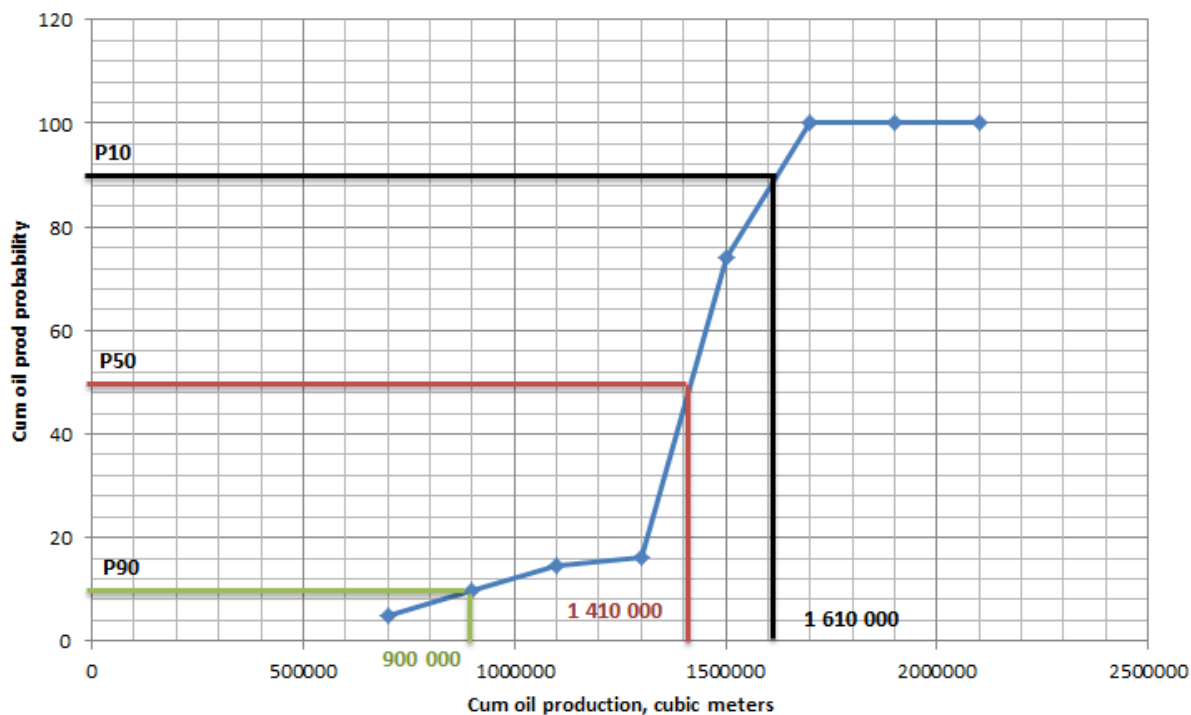


Рисунок 4.9 – Кумулятивная функция распределения.

Анализ кривой вероятностной функции распределения показывает, что функция распределения накопленной добычи нефти имеет форму, очень близкую к форме кривой функции нормального распределения, так как имеет почти симметричные наклонные части и ярко выраженную медиану. Медиана

функции имеет значение $1\,520\,000\text{ м}^3$ и вероятность 59 %. Половина этой вероятности 29 % соответствует значениям накопленной добычи нефти $1\,400\,000\text{ м}^3$ и $1\,680\,000\text{ м}^3$. Это значит, что существует вероятность всего 29% что накопленная добыча нефти окажется вне этих пределов, то есть ниже $1\,400\,000\text{ м}^3$ или выше $1\,680\,000\text{ м}^3$, то есть вероятность попасть в этот диапазон равна 71%.

Анализ кривой кумулятивной функции распределения показывает, что 90 % результатов лежат выше значения $900\,000\text{ м}^3$. Среднее значение вероятности 50 % соответствует накопленной добычи нефти $1\,410\,000\text{ м}^3$. И наименьшая вероятность 10 % получить значение накопленной добычи нефти выше $1\,610\,000\text{ м}^3$. Соответственно выводы по вероятностям следующие: $P_{90} = 900\,000\text{ м}^3$; $P_{50} = 1\,410\,000\text{ м}^3$; $P_{10} = 1\,610\,000\text{ м}^3$.

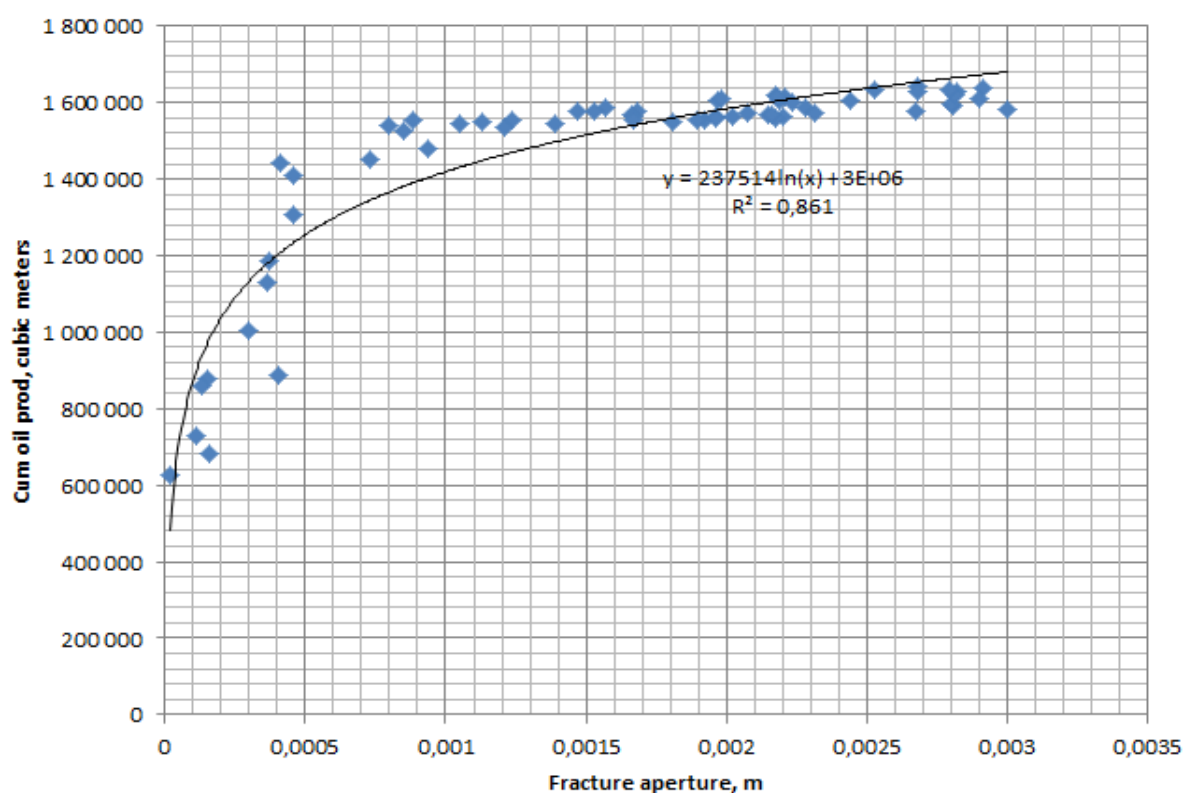


Рисунок 4.10 – График чувствительности добычи от раскрытости трещин.

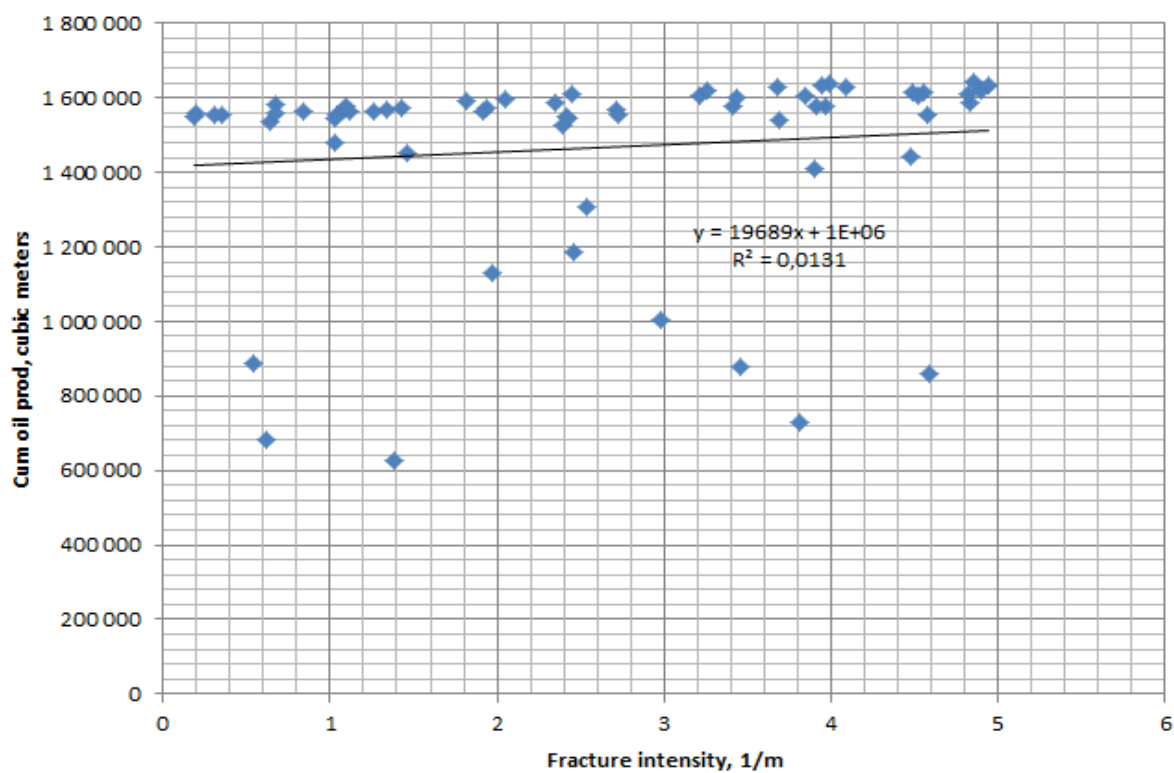


Рисунок 4.11 – График чувствительности добычи от интенсивности трещин.

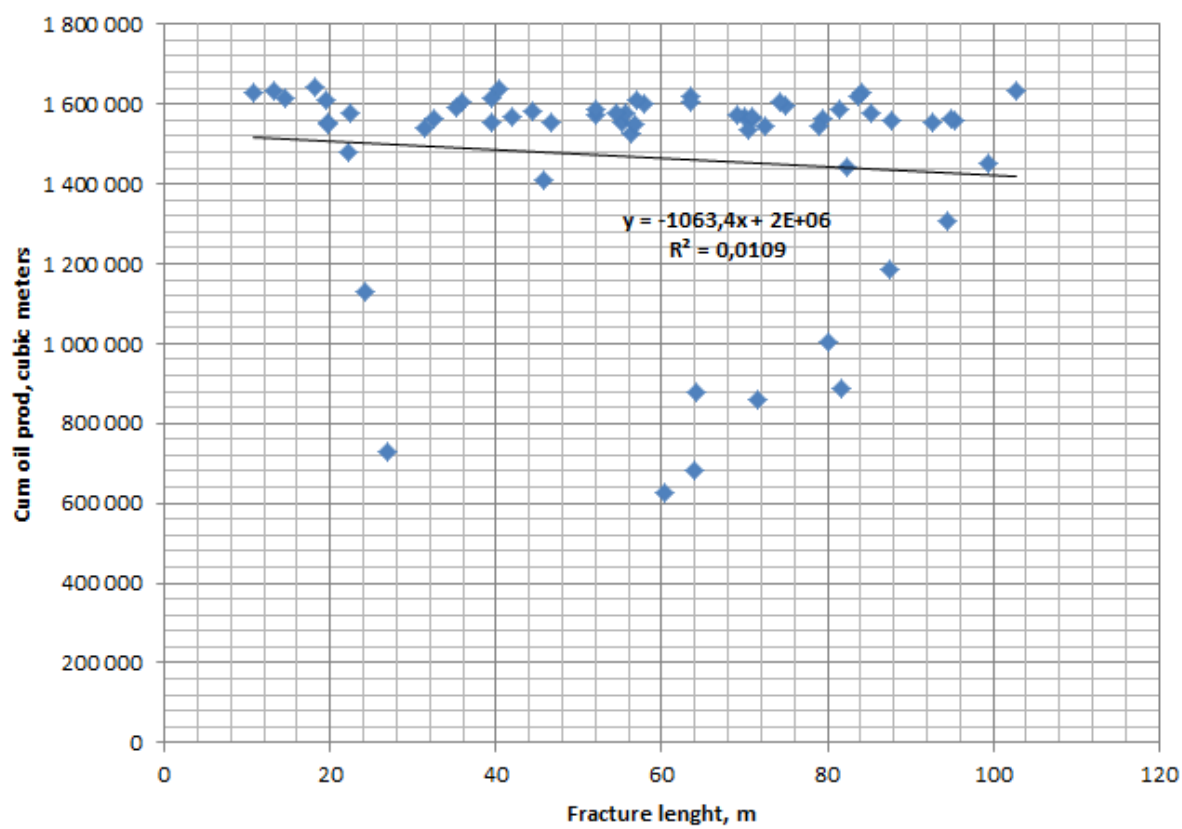


Рисунок 4.12 – График чувствительности добычи от длины трещин.

Анализ чувствительности, приведенный на рисунках 4.10, 4.11 и 4.12, показывает, что длина трещин и их интенсивность плохо коррелируются с результатами по накопленной добыче нефти, зато зависимость количества добытой нефти от раскрытости трещины видна в явном виде. Коэффициент корреляции для этой зависимости равен 0,861, а уравнение связи имеет следующий вид:

$$Q = 237\,514 \cdot \ln(\delta) + 3\,000\,000. \quad (3)$$

Коэффициенты корреляции для зависимости накопленной добычи нефти от интенсивности и длины трещины имеют значения около 0,01, поэтому их функциональные зависимости можно считать неудовлетворительными.

Таким образом раскрытость трещины является наиболее значимым параметром неопределенности, тогда как длина и интенсивность являются скорее побочными параметрами. Это отображено в схематичной Спайдер-диаграмме, представленной на рисунке 4.13.

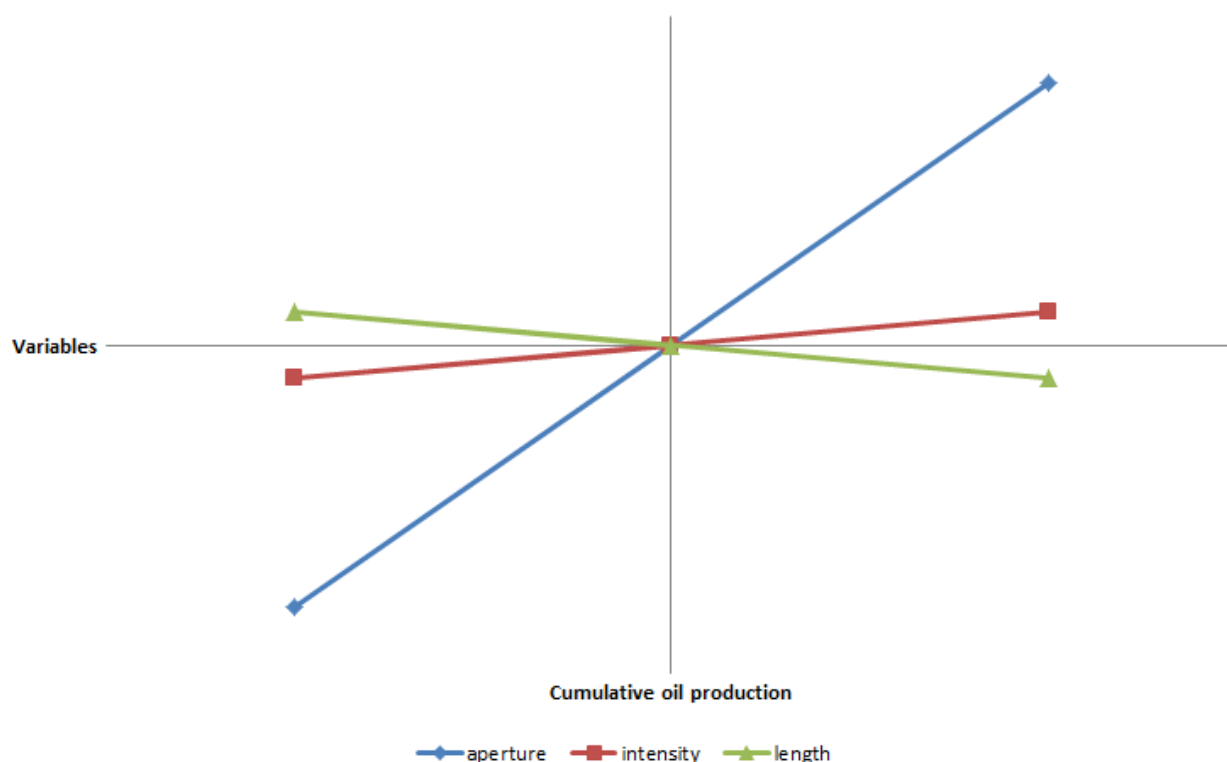


Рисунок 4.13 – Спайдер-диаграмма чувствительности.

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 «Анализ геологических неопределенностей при разработке методики изучения верхнедевонских и турнейских карбонатных комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции» 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.

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 5.1.

Таблица 5.1 – 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 задела	4	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
Определена товарная форма наудно-технического задела для представления на рынок	4	4
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3

Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
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	4	4
Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
ИТОГО БАЛЛОВ	52	52

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.

5.3 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Проанализировав методы коммерциализации научных разработок, и учитывая степень проработанности научного проекта, целесообразным методом коммерциализации результатов исследования, направленного на анализ геологических неопределенностей карбонатных формаций, выбран инжиниринг. Методы коммерциализации научных разработок, их соответствие объекту исследования и обоснование целесообразности выбора представлены в Таблице 5.2

Таблица 5.2 – 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
Организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство — зарубежное распространение».	нет	теоретической и практической разработки совместного предпринимательства

5.4 Разработка устава научно-технического проекта

Разработан Устав научного проекта «Анализ геологических неопределенностей при разработке методики изучения верхнедевонских и турнейских карбонатных комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции».

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 5.3 – Цель и задачи проекта

Цель проекта	Задачи проекта
--------------	----------------

Разработка и обоснование эффективности методики анализа геологических неопределенностей Верхнедевонских и Турнейских карбонатных отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции	1 Исследование современных технологий и методик анализа геологических неопределенностей в карбонатных породах; 2 Обзор геологических параметров карбонатных отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, относящихся к Ромашкинскому нефтяному месторождению; 3 Разработка и применение подходящей методики геологического анализа к вышеназванным карбонатным отложениям.
---	---

5.5 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 5.4 – Сведения о рабочей группе проекта

ФИО, место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, часы

Чернова Оксана Сергеевна, профессор ОНД, к.г.-м.н.	Руководитель проекта	Определение цели и задач исследования, координация деятельности, консультирование, контроль выполнения	210
Белозеров Владимир Борисович	Эксперт проекта	Консультирование по вопросам социальной ответственности	5
Шишаев Глеб Юрьевич	Эксперт проекта	Консультирование по экономическим вопросам	4
Уразов Эльдар Валентинович	Эксперт проекта	Консультирование по практическим вопросам	5
Артыкаев Юлай Маратович	Исполнитель проекта	Анализ входных данных и литературных источников. Оценка полученных результатов, составление и оформление магистерской работы	560

5.6 Планирование процесса управления научно-технического исследования

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

Таблица 5.5 – Иерархическая структура работ в проекте

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

5.7 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

5.7.1 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 расходные, которые включают затраты на содержание оборудования.

5.7.2 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 5.6.

Таблица 5.6 – 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 шариковая	3	27	
	Бумага для принтера формат А4	1 уп.	450	
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				44,45
Итого				943,95

5.7.3 Заработная 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:

$$З_м = З_б * К_р \quad (5.1)$$

где $З_б$ является базовый оклад, рубли;

$К_р$ 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 заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = З_м * М / Ф_д \quad (5.2)$$

Где $З_м$ является месячный должностной оклад работника, руб.,

$М$ представляет количество работающих месяцев без отпуска в течение года: если отпуск составляет 28 рабочих дней для (магистранта), то $М = 11,07$ месяца; если отпуск составляет 56 рабочих дней (для руководителя или эксперта), то $М = 10,1$ месяца.

$Ф_д$ характеризует действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочие дни.

Таблица 5.7 – 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:

$$Зосн = Здн * Траб \quad (5.3)$$

Здн является среднедневная заработная плата работника, руб.,

Траб представляет продолжительность работ, которые выполняются участником проекта, рабочие дни.

Расчет основной заработной платы приведен в Таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Расчет заработной платы

Участник проекта	Зб , руб.	k p	Зм, руб.	Здн, руб.	Траб, раб. дн.	Зосн, руб
Руководитель	26300	1,3	34190	1375,8	32	34532,6
Эксперты	26300	1,3	34190	1375,8	14	19261,2
Исполнитель	17000	1,3	22100	889,6	52	146784
Итого						200577,8

Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot k_{доп} \quad (5.4)$$

где $З_{осн}$ является основная заработная плата, руб.,

$k_{доп}$ – 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

$$С_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.5)$$

и составляет для данного проекта 216 942,7 руб.

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$С_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (5.6)$$

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

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ [13] 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:

$$С_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (5.7)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов (20%). Накладные расходы составляют 43 388,5 руб.

6 Социальная ответственность

В данной работе разрабатывается методика изучения геологических неопределенностей верхнедевонско-турнейских карбонатных комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Разработка данной методики осуществлялась 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. Вышесказанное 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 6.1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003- 2015 [6]

Таблица 6.1 – Основные вредные и опасные факторы при выполнении работ в помещении с персональным компьютером [6]

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
Вредные	Опасные	ГОСТ 12.1.019-79 [7]
1.Отклонение норм микроклимата в помещении	1.Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 [8] Р 2.2.2006-05 [14]
2.Отсутствие или недостаток освещения на рабочем месте	2.Пожароопасность	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [15]
3.Повышенный уровень шума на рабочем месте		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [18] ГОСТ 12.1.003-83 [9]

4.Повышенная запыленность рабочего места		СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [21] ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ [10]
5.Электромагнитное излучение		СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [17]
6.Нервно-психические нагрузки		НПБ 105-03 [13] ГОСТ 12.1.004-91 [11]

6.1 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 [19] 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^оС.

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

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.

Несоблюдение 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 [18] 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, 54 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 [18] 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/м². 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 [9] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [21], 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 [21] 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 [17] 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 6.2.

Таблица 6.2. – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции [8]

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) ² *ч	По магнитной составляющей, (А/м) ² *ч	По плотности потока энергии (мкВт/см ²)*ч
30 кГц – 3 МГц	20000	200	-
3 – 30 МГц	7000	Не разработаны	-
30 – 50 МГц	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 нервнопсихические 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.

6.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной 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 [8], 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 [8] 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 57 (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 [19], 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 [8].

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 [13] 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 [19] 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.

6.3 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 6.3 [5].

Таблица 6.3 – Перечень основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу [5]

Загрязняющее вещество	ПДК в воздухе населенных мест, мг/м ³	ПДК среднесуточная, мг/м ³	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 расходуемых 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 напочвенных покровов – моховолишайникового 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 почвеннорастительный 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.

6.4 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°C), 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 [8].

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.

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Ромашкинское нефтяное месторождение расположено в восточной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. 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 [9] 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. Рекомендуются, чтобы высота рабочего сиденья была 420 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования были проанализированы методы геологического анализа верхнедевонских и турнейских карбонатных комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, выявлены закономерности зависимостей поведения пород-коллекторов от значений параметров неопределенностей, определены необходимые меры социальной ответственности, а также посчитаны экономические аспекты проделанной работы.

За основной фактор неопределенности были приняты естественные трещины карбонатных коллекторов, а именно параметры интенсивности, длины и раскрытия трещин. В зависимости от их значений, результаты расчета могут существенно варьироваться, и именно поэтому анализу неопределенностей необходимо уделять достаточное внимание при планировании проектов в нефтегазодобывающей сфере.

Было выявлено, что трещины не влияют на общее поровое пространство коллекторов ввиду незначительной пористости самих трещин. В то же время, обладая крайне высокими значениями проницаемости, трещины очень сильно влияют на течение жидкости в теле коллектора. Это было подтверждено результатами расчета построенной модели.

От показанного в работе разброса результатов сильно зависит экономика подобных проектов. Несмотря на то, что построенная модель не отражает реальных условий разработки, ввиду недостатка настоящих данных, ее результаты наглядно показывают относительные изменения в добыче нефти в зависимости от неопределенностей. Эти изменения в конечном итоге приводят к сильному разбросу значений прибыли или даже наоборот, убытка.

В течение дальнейшего развития поднятой темы, при наличии реальных достоверных данных о месторождении и пластах-коллекторах может быть построена намного более точная и достоверная модель, которая будет способна

отображать поведение коллектора намного более точно и прогнозировать дальнейшее течение разработки.

В заключение следует отметить, что проделанная работа демонстрирует важность учета геологических неопределенностей при планировании проекта. Особенно остро эта проблема выражается в карбонатных коллекторах, ввиду их малой изученности по сравнению с терригенными коллекторами.

Список используемых источников литературы

1 Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. М.: Геоинформмарк, 2008. 384 с.

2 Девонские отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. М., «Недра»: , 1978. 216 с. Авт.: М.М. Алиев, Г.П. Батанова, Р.О. Хачатрян и др. (ИГ и РГИ).;

3 Методика исследования геолого-промысловых особенностей неоднородных пластов на поздней стадии разработки. Казань, 2007. Авт.: А.А. Вильданов.

4 Особенности геологического строения и разработки многопластовых нефтяных месторождений. Казань, «МОНИТОРИНГ»: , 1996. 286 с. Авт.: Р.С. Хисамов.;

5 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.

6 ГОСТ 12.0.003- 2015

7 ГОСТ 12.1.019-79

8 ГОСТ 12.1.038-82

9 ГОСТ 12.1.003-83

10 ГОСТ 12.1.005-88 (2001) ССБТ

11 ГОСТ 12.1.004-91

12 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.

13 НПБ 105-03

14 Р 2.2.2006-05

15 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

17 СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

18 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

- 19 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
- 20 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
- 21 СН 2.2.4/2.1.8.562-96
- 22 СН 2.2.4/2.1.8.562-96
- 23 Al-Thuwaini, J. S., Alalwan, K. A., & Ranjan, A. X. (2009, January 1). Uncertainty Analysis on a Fractured Carbonate Reservoir. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/120722-MS;
- 24 Salgaonkar, L., & Danait, A. (2012, January 1). Environmentally Acceptable Emulsion System: An Effective Approach for Removal of Asphaltene Deposits. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/160877-MS;
- 25 Shafiei, A., & Dusseault, M. B. (2012, January 1). Natural Fractures Characterization In a Carbonate Heavy Oil Field. American Rock Mechanics Association;
- 26 Shirazi, A. F., Solonitsyn, S., & Kuvaev, I. (2010, January 1). Integrated Geological and Engineering uncertainty analysis workflow, lower Permian carbonate reservoir, Timan-Pechora basin, Russia. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/136322-MS;
- 27 Sloan, R. (2003, January 1). Quantification of Uncertainty in Recovery Efficiency Predictions: Lessons Learned from 250 Mature Carbonate Fields. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/84459-MS;
- 28 Thomas, T., Bejaoui, R., & Al Khoori, A. A. (2015, September 14). Integrated History Matching Workflow to Parameterize and Characterize the Uncertainty Features of a Carbonate Reservoir. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/175571-MS;
- 29 Uematsu, H., Iino, A., Iizuka, R., & Al Hashemi, M. (2012, January 1). Uncertainty Identification Using Pressure Transient Analysis for A Complex Carbonate Reservoir. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/161588-MS;
- 30 Vega Riveros, G. L., Saputelli, L. A., Perez, J. L. P., Chacon, A., & Solis, R. (2011, January 1). Reserves Estimation Uncertainty in a Mature Naturally-

fractured Carbonate Field Located in Latin America. Offshore Technology Conference. doi:10.4043/22517-MS.

Приложение А. Раздел на английском языке.

Literature review

Carbonate rocks are widely spread in both platform mantle and continental plateau fundament. They are presented almost in all stratigraphic systems, above Pre-Cambrian. Carbonate reservoirs often contain hydrocarbons, and due to huge size of carbonate bodies reserves are usually significant. [26]

Despite apparent homogeneity of carbonates, their properties change in vertical and lateral. It is caused by specific sedimentation process, which depends not only on combination of minerals, but also on accumulation of different zoogenic organisms, amount and fraction of clastic material which takes part in forming lithogeneous type of carbonate formation. [29]

Carbonate reservoirs of oil and gas have been discovered much more later, than clastic reservoirs. So that, methods of carbonate rocks studying are not so developed, as they are about terrigenous rocks. [27]

Uncertainties analysis can be divided into three following steps. In the first step range of parameters must be determined. Range should be taken from base case to some value, that improves history match. The second step is to choose simulation cases to show how uncertainties could change reservoir performance. The third step is risk analysis. [23]

Parameters, which usually have the greatest effect on fluid flow in the carbonate reservoir are listed below.

- Connectivity of fractures;
- Extent of Super-K zones;
- Matrix block size;
- Permeability of matrix;
- Aquifer size;
- Residual oil saturation. [24]

To choose range of parameters, they should be changed to the side of improved history matching. Then range is determined as base case of parameter, and that value, which increases history matching. [30]

Sensitivity study should be performed before detailed risk analysis. Sensitivity analysis includes studying uncertain parameters that have significant effect on field model. Also, interactions of parameters on each other have to be studied. [28]

To analyze risks, the most influential parameters and their effect on key production properties are mentioned. Then Monte-Carlo method is used to predict changes of the field behavior caused by this uncertainties. [25]

Devonian sediments are main part of Middle-Upper Paleozoic rock system of Russian Plate sedimentary cover. On the East side of Russian Plate, in Urals-Volga region Paleozoic structural level is made of Volga-Kama anteklise, South-Eastern slope of Voronezh anteklise, South-Eastern part of Ryazano-Saratovsk largest air saddle, Caspian syneklise and Pre-Urals foreland basin.

Volgo-Urals petroleum region is tectonically associated with mentioned structures, complicated with domes, basins and saddles. The most of structures are formed on Devonian deposits.

Terrigenous Devonian series is characterized with disjunctive tectonics, complicated structures, negative graben structures. Development of such structures is accompanied with effusive magmatism, whose ash fossils can be found in terrigenous Devonian deposits.

Carbonate Devonian series takes part in structure of Kamsko-Kinelsk downfold system. Reefogenic swellings are widely spread. Kamsko-Kinelsk downfolds are mostly expressed in Upper-Frasnian and Famennian sedimentary structures.

As a result, there is significant mismatch between terrigenous and carbonate structures of Devonian deposits. [2]

Upper-Devonian deposits of Volgo-Ural petroleum province have thickness up to 2100 metres and are spread in almost whole province except of singular crests

of few dome systems and synclizes. This deposits are divided into Frasnian and Famennian stages.

Frasnian deposits are widely spread in whole area and reach thickness of 1500 metres. Frasnian stage is divided into three sub-stages: Upper, Middle and Lower. Lower-Frasnian sub-stage is mainly terrigenous and forms Upper part of Devonian terrigenous deposits. Middle and Upper Frasnian sub-stages are carbonate sediments, except of the Eastern slope of Voronezh antecline.

Lower Frasnian clastic deposits are spread in almost whole petroleum province except of few structural peaks. There are three types of sections: compensated basins, slope and crest positional. Pashian, Kynovian and Sargayev horizons are marked in Lower Frasnian section.

Middle Frasnian sub-stage is divided in Eastern regions into Domanic, Mendym and Samson horizons, and in Western regions into Rudkin, Semiluki and Alatyr horizons. Middle Frasnian sub-stage is presented as next section types: crest positional, slope, flank (reef), starved basins and downfolds.

Upper Frasnian sub-stage deposits rest with non-conformity on sediments with different ages: on Alatyr-Mullin (Hoper monocline, South part of Kudinov-Roman uplift zone), Silurian (Eastern slope of plate) and crystalline basement (Bezenchuk-Zvenigorod peak). Five types of section can be marked: compensated basins, starved basins and downfolds, flank (reef), slope and crest positional. In the Eastern regions Upper Frasnian deposits are divided into Voronezh, Evlan and Liven horizons; in Central part of region into Voronezh and Evlan-Liven horizons. Kamsko-Kinel starved downfolds system lithological composition is homogenous (bitumen limestones and silico-coaly rocks), so horizons have not been marked.

Famennian stage has thickness up to 1060 metres, maximum and minimum values of it located in Lower Volga region, other regions has average value (200 – 500 m). Both carbonate and terrigenous sediments are presented in Famennian deposits. As well as in Frasnian structures, Famennian buildings can be classified in five types of sections: compensated and starved basins and downfolds, flank (reef), slope and crest positional.

Famennian deposits area is wide and a little bit more than area of underlying Evlan-Liven bodies. Famennian stage according to paleontological data is divided into Lower Famennian and Upper Famennian sub-stages. Both of them presented as carbonate rock systems.

Devonian sedimentation takes part in Devonian-Tournaisian sedimentation cycle, in which Lower Devonian, Middle Devonian – Middle Frasnian, Upper Frasnian – Famennian and Tournaisian subcycles.

Middle Devonian – Middle Frasnian and Upper Frasnian – Famennian subcycles are divided with stratigraphic discontinuity due to elevation of Voronezh antecline, Bashkir and Zhigulevsk-Pugachovsk dome folds.

Lithology and facies analysis of Devonian sediments of Volgo-Ural region finds out three facies, presented in deposits: continental, marine and transitional facies of coastal plain and bay-lagoon type coast.

Continental facies are not widely spread and consist of sediments of marine alluvial plain, including fluvial, lake and boggy deposits.

Transitional facies are presented with sediments of coastal depositional plain, periodically flooded by sea, and lagoon-bay coast sediments.

Coastal depositional plain facies consist of gravelstones, coarse and fine sandstones with interlayers of siltstone and mudstone, rarely with gravel adulteration. During flooding periods accumulation land-forms such as bay-bar, ness, bar and beach formed.

Lagoon-bay coast facies bordered to coastal plain and were separated from sea by banks and nesses. Sandstones and rarely mudstones are deposits of desalinated lagoons. Closed calm lagoons deposits are presented by mudstones with interlayers of coal and siderite.

Deposits of lagoons, located in hot and dry climate regions, are presented by dolomite and anhydrite. Little amount of clastic sand and silt material was accumulated in such conditions. Salinized lagoon deposits are characterized by mudstone laminas, gypsum, anhydrite and dolomite.

Marine facies are divided in nearshore shallow desalinated marine, shallow normal marine; closed and semi-closed high salinized marine; barrier reef on shallow and deep shelves border; starved and compensated basins and downfolds of deep marine.

Shallow marine with normal salinity facies includes clastic, organosedimentary, biomorphic and fine grained carbonate deposits. Foraminiferal, amphiporal, algal-crinoid, coral, crinoid-brachiopodal and ostracodal appear more often of organogenic buildings.

Dolomite silt, gypsum and anhydrite without organic remnants are common sediments for closed and semi-closed high salinized marine basins.

Barrier reef facies were located in transition zone between shallow marine and deep marine deposits. They were formed as the product of colonial corals, moss animals, sponges and calcareous algae life activity. Non-colonial animals, such as foraminifer, crinoid, brachiopod, ostracod and other, also took part in their building.

Bioherm buildings can be divided into facies of slope, crest and plateau. Slope facies are presented by massive organogenic and clastic limous deposits with rich fauna. On the seaside slope dark grey carbonate-argillaceous interlayers are found. Crest facies have huge thickness, massive structure and secondary dolomitization. This deposits are presented by biomorphic and organogenic-detrital limestones. Reservoirs are porous, cavernous and fractured. Healed textures are well represented. Plateau facies usually presented by layered fine grained limeous sediments with poor fauna shells, with fine grained dolomite and mudstone interlayers.

Deep marine facies (lower shelf part) are divided into facies of starved basins and downfolds and compensated silt basins. Starved basins composition includes silica, mud and carbonate minerals, sediments are bituminous and have small thickness. Remnants of poor benthic-pelagic and nekton, rich plankton and plankton-nekton species are presented. In starved basins single reefs can reach thickness up to 200 metres.

Compensated silt basin facies consist of carbonate-silty composition of sediments, enriched with organic matter. Deep marine facies characterized with authigenous pyrite.

Late Devonian epoch is characterized with colossal sea advance, fundamental structural and tectonical transformations, wide development of domanic and reef facies and volcanism. [4]

Romashkinskoe oil file located in the East of Tatarstan republic, 70 km east from city of Almet'yevsk. It is the largest field in Volgo-Ural petroleum province. Field is multi-layered, with thickness up to 2000 m. Romashkinskoe oil field deposits are composed of Devonian, Carboniferous, Permian and Quaternary sediments. The biggest part (2/3) is carbonate reservoirs, remaining 1/3 is terrigenous. Field is associated with South dome of Tatar dome structure. Main part of Tournaisian carbonate reserves are located in Kizel horizon. Accumulations are usually small up to 2x2.75 sq. km., rarely up to 6x13 sq. km. Oil reservoirs are porous, vuggy-porous and fractured porous with thickness 0.4 – 8 m.

Average properties have next values:

- Net thickness 3 m;
- Open porosity 11.9 %;
- Permeability 29 mD;
- Oil saturation 61.1 %.

At present time, in Paleozoic deposits 27 stratigraphic oil bearing horizons were found: 18 of them are carbonate reservoirs, the least 9 are terrigenous. They rest at depth 600-1900 m.

Oil bearing carbonate deposits are lowly developed: only 8-9 % of potential oil reserves is being developed. Recoverable reserves of heavy oil in carbonates are 4.4 greater than in terrigenous reservoirs. [3]