

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование пространственной неоднородности фильтрационно-емкостных свойств терригенных коллекторов Крапивинского нефтяного месторождения (Томская область)

УДК 550.832:552.578.2.061.4(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Яковенко Никита Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ведущий эксперт ЦППСНД	Меркулов Виталий Павлович	К.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	Д.И.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев Виталий Валерьевич	К.Г.-М.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности
P2	Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности
P3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P4	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P5	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P6	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P7	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P8	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P9	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P10	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
P11	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых

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) 21.05.03 Технология геологической разведки

Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 (Подпись) _____
 (Дата)

Ростовцев В.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
224А	Яковенко Никите Владимировичу

Тема работы:

Исследование пространственной неоднородности фильтрационно-емкостных свойств терригенных коллекторов Крапивинского нефтяного месторождения (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.04.2019 № 3416/а

Срок сдачи студентом выполненной работы:	24.05.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Отчет по геологическому строению Крапивинского месторождения; данные керновых исследований; каротажные данные; результаты определения анизотропии по керновым и трассерным исследованиям
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	– Изучение геологического строения; – Определение интерпретационных параметров по керновым данным; – Подготовка РИГИС; – Определение ориентации анизотропии; – Количественная оценка анизотропии; – Анализ ранее проведенных исследований; – Проведение анализа полученных данных
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	– Карта района Крапивинского нефтяного месторождения; – Сводный литолого-стратиграфический разрез юрских отложений; – Литолого-стратиграфический разрез верхнеюрского формационного и нефтегазоносного комплексов отложений юго-востока ЗСП по Томской области; – Фрагмент тектонической карты юрского структурного яруса Томской области; – Фрагмент обзорной карты нефтегазоносности Томской области (западная часть); – Фациальная схема продуктивного резервуара Ю₁³ Крапивинского месторождения; – Зависимость плотности от открытой пористости (фация 1а); – Зависимость скорости продольных волн от открытой пористости (фация 1а); – Зависимость времени пробега продольных волн от открытой пористости (фация 1а); – Зависимость параметра пористости от открытой пористости (фация 1а); – Зависимость параметра насыщения от водонасыщенности (фация 1а); – Зависимость проницаемости от открытой пористости (фация 1а); – Распределение потенциалов ПС в скважине; – Схема прибора АК трехэлементным зондом; – Виды зондов НК; – Зонды БКЗ; – Двухкатушечный зонд ИК; – Типы зондов БК; – Конструкция микрозонда; – Планшет с результатами интерпретации ГИС для типовой скважины Крапивинского месторождения; – Опорные значения для расчета глинистости методом ПС; – Опорные значения для расчета глинистости методом ГК;

	– Зависимость пористости по ГИС от пористости по керну для типовой скважины Крапивинского месторождения; – Зависимость проницаемости от пористости для разных фаций; – Ориентирование керна палеомагнитным методом; – Схема проведения трассерных исследований; – Схематическое представление расчета угловых характеристик; – Фрагмент разрезов скважин по проницаемости; – Карты средних геометрических значений проницаемости (северный блок): а) для пачки А; б) для пачки В; – Розы-диаграммы направленности изолиний проницаемости в географической системе координат (северный блок); – Распределения основных потоков фильтрации (северный блок); – Розы-диаграммы для образца 134 (скважина 314): а) ориентировка зерен кварца б) ориентировка микротрещин в кварце; – Карта средних арифметических значений проницаемости (центральный блок); – Роза-диаграмма направленности изолиний проницаемости в географической системе координат (центральный блок); – Распределения основных потоков фильтрации (центральный блок); – Роза-диаграмма направления длинных частиц для образца 24 (скважина 187)
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Специальная часть	Ведущий эксперт ЦППСНД, к.г.-м.н. Меркулов В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор, д.и.н., Трубникова Н.В.
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н., Винокурова Г.Ф.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	28.01.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ведущий эксперт ЦППСНД	Меркулов Виталий Павлович	к.г.-м.н.	28.01.2019	

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Яковенко Никита Владимирович	28.01.2019	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
224А	Яковенко Никите Владимировичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Исследование пространственной неоднородности фильтрационно-емкостных свойств терригенных коллекторов Крапивинского нефтяного месторождения (Томская область)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона).	Объектом исследования является аудитория. Рабочее место представляет собой компьютерный стол с персональным компьютером. Работа выполнялась сидя, при небольшом физическом напряжении.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Организационные вопросы обеспечения безопасности: организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение; 2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»; 3. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки; 4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов; 5. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
--	---

2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов; 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.	2.1. Вредные и опасные факторы: 1. Недостаточная освещённость рабочей зоны: отсутствие или недостаток естественного света; 2. Повышенный уровень шума; 3. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 4. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 5. Напряженность труда; 6. Электрический ток. 2.2. Мероприятия по снижению воздействия: 1. Применение искусственного освещения; 2. Применение звукопоглощающих покрытий для стен и потолка; 3. На рабочем месте располагаться от экрана до глаз на расстоянии не менее 600-700 мм. Использовать экранные фильтры типа «Полная защита». Соблюдать рациональный режим труда и отдыха в течение рабочего дня в зависимости от вида и категории трудовой деятельности; 4. В холодное время года использовать водяное отопление, в теплое время года применять кондиционирование воздуха; 5. Перед включением ЭВМ в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера. При появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети ЭВМ и устранить неисправность. Запрещается при включенной ЭВМ одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.
3. Экологическая безопасность:	Источник загрязнения – вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Способ утилизации.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Комплекс профилактических противопожарных мероприятий. Возможные причины пожара. Первичные средства пожаротушения. Требования пожарной безопасности к зданию.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Требования к организации и оборудованию рабочих мест.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.01.2019
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	к.т.н.	28.01.2019	

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Яковенко Никита Владимирович	28.01.2019	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
224А	Яковенко Никите Владимировичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Геология
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материальные затраты – 575 руб Зарплата на оплату труда работников – 22983,46 руб Накладные расходы – 4659,14 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент – 1,3; Дополнительная заработная плата 12%; Накладные расходы – 16%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды – 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Определены потенциальные потребители результатов исследования; Проведен SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определены этапы работ; Определена трудоемкость работ; Разработан график Ганта
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Определен бюджет затрат на исследование
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Определен интегральный показатель ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Потенциальные потребители результатов исследования
2. Матрица SWOT
3. Календарный план-график проведения НИР
4. Бюджет затрат на проведение НИР
5. Ресурсоэффективность НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.01.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	д.и.н.	28.01.2019	

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Яковенко Никита Владимирович	28.01.2019	

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 102 с., 36 рис., 17 табл., 15 источников, 0 прил.

Ключевые слова: анизотропия, горизонтальная проницаемость, ориентированный керн, гидродинамические исследования, геофизические исследования скважин, геологическая модель.

Объект исследования: пласт Ю₁³ Крапивинского месторождения.

Цель работы: анализ пространственной неоднородности фильтрационно-емкостных свойств коллекторов по комплексным геолого-геофизическим и гидродинамическим данным.

В процессе исследования определены интерпретационные параметры по керновым данным, подготовлены результаты интерпретации ГИС, определена ориентация анизотропии, получена количественная оценка анизотропии, проведен анализ ранее проведенных исследований и полученных данных.

Основные результаты исследования: коллектора Крапивинского месторождения обладают горизонтальной анизотропией проницаемости, с преобладающей ориентацией в северо-восточном направлении.

Область применения: при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений.

Экономическая значимость работы обеспечить максимальный приток нефти.

В будущем планируется данную методику опробовать на других месторождениях Томской области, также разработать новую методику определения анизотропии по данным ГИС.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ГИС – геофизические исследования скважин;

к.п. – куполовидные поднятия;

г.п. – группа поднятий;

НГР – нефтегазоносный район;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент пористости;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент проницаемости;

ПС – самопроизвольная поляризация;

ГК – гамма-каротаж;

ГГК-п – гамма-гамма каротаж плотностной;

АК – акустический каротаж;

НК – нейтронный каротаж;

БКЗ – боковое каротажное зондирование;

ИК – индукционный каротаж;

БК – боковой каротаж;

МКЗ – микрокаротажное зондирование;

$K_{\text{вар}}$ – коэффициент вариации;

ЭВМ – электронно-вычислительная машина;

ЭМП – электромагнитное поле;

НИР – научно-исследовательская работа.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	17
1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	18
2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ....	20
2.1 Стратиграфия.....	20
2.2 Тектоника.....	25
2.3 Нефтегазоносность	27
2.4 Литолого-фациальная зональность и обстановка осадконакопления пласта Ю ₁ ³	30
3. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ.....	32
3.1 Петрофизическое обоснование интерпретации данных ГИС ...	33
4. КОМПЛЕКС ГИС, ПРИМЕНЯЕМЫЙ В РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИНАХ.....	38
4.1 Физические основы методов ГИС и условия их применения на Крапивинском месторождении.....	38
4.2 Интерпретация данных ГИС.....	48
4.2.1 Выделение коллекторов	48
4.2.2 Расчет глинистости	49
4.2.3 Расчет пористости.....	51
4.2.4 Расчет водонасыщенности и определение характера насыщения.....	53
4.2.5 Прогноз и расчет проницаемости.....	54
5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АНИЗОТРОПИИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ	56
5.1 Определение свойств по керну.....	56

5.2	Определение анизотропии по гидродинамическим исследованиям	59
5.3	Определение анизотропии после интерпретационной обработки данных ГИС	60
6.	РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНИЗОТРОПИИ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПО КРАПИВИНСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ	62
7.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	72
7.1	Потенциальные потребители результатов исследования	72
7.2	SWOT – анализ	72
7.3	Планирование этапов и работ по выполнению исследования ..	73
7.4	Определение трудоемкости выполнения исследования	74
7.5	Разработка календарного плана работ	75
7.6	Бюджет затрат на исследование	78
7.6.1	Расчет материальных затрат исследования	79
7.6.2	Оплата труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР	81
7.6.3	Накладные расходы	83
7.6.4	Формирование затрат на исследование	84
7.7	Ресурсоэффективность	84
8.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	86
8.1	Профессиональная социальная безопасность	86
8.2	Производственная безопасность	86
8.2.1	Анализ вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.....	88
8.2.2	Анализ опасных факторов.....	94
8.3	Экологическая безопасность	95
8.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	96
8.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98

8.5.1 Требования к организации и оборудованию рабочих мест	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	101

ВВЕДЕНИЕ

При анализе расположения и подсчета запасов большое значение имеет оценка фильтрационно-емкостных свойств коллекторов. Исследования, связанные с изучением фильтрационно-емкостных свойств, оказывают непосредственное влияние на величину извлечения углеводородов и разработку месторождения.

В данной работе рассматривается проблема горизонтальной анизотропии проницаемости, которая выражается в неодинаковом распределении проницаемости в различных направлениях в горизонтальной плоскости. Наличие анизотропии подтверждается различием дебитов в добывающих скважинах, разными режимами работы нагнетательных скважин и многочисленными исследованиями на образцах керна.

Оценка и учет характеристик фильтрационной анизотропии нефтяных коллекторов необходимы для построения адекватной гидродинамической модели месторождения и, соответственно, для оптимизации мероприятий по эффективной эксплуатации нефтяных месторождений.

В настоящее время наиболее современным методом определения анизотропии горизонтальной проницаемости является метод гидропрослушивания. Недостатком данного метода является то, что проводится на поздней стадии разработки месторождения и является достаточно дорогостоящим и длительным. Такими же недостатками обладает и метод трассерных исследований.

Для эффективного планирования разработки месторождения необходимо оценить возможное влияние анизотропии горизонтальной проницаемости на ранней стадии разработки. С этой целью используют результаты интерпретации геофизических исследований скважин, исследования керна.

3. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ

С целью изучения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов бурение поисково-разведочных скважин проводилось с отбором керна. Коллекторские свойства продуктивного пласта определялась по лабораторным исследованиям кернового материала.

Залежи нефти Крапивинского месторождения приурочены к горизонту Ю₁, а основные промышленные запасы связаны с пластом Ю₁³, поэтому анализ изменения коллекторских свойств выполнен только для песчаников этого пласта.

Выделенные в пределах Крапивинского поднятия четыре фации по результатам лабораторных исследований керна обладают следующими физическими характеристиками:

- Фация 1а характеризуется $K_n=16-19 \%$, $K_{пр}>100$ мД. По результатам испытания притоки жидкости > 70 м³/сут;
- Фация 1б характеризуется $K_n=15-18 \%$, $K_{пр}=10-100$ мД. По результатам испытания притоки жидкости 56-95 м³/сут;
- Фация 1в характеризуется $K_n=12-16 \%$, $K_{пр}=10-100$ мД. По результатам испытания притоки жидкости 56-95 м³/сут;
- Фация 2 характеризуется $K_n=14-17 \%$, $K_{пр}=10-100$ мД. По результатам испытания притоки жидкости 20-70 м³/сут;
- Фация 3 характеризуется $K_n=12-16 \%$, $K_{пр}<10$ мД. Испытан в единичных скважинах, притоки меньше 20 м³/сут;
- Фация 4 характеризуется $K_n=8-12 \%$, $K_{пр}=0,4-2$ мД. При испытании скважин на значительных депрессиях получены непромышленные притоки нефти, нефти и пластовой воды, либо пластовые воды.

Низкие фильтрационно-емкостные свойства резервуара четвертого типа и результаты его испытаний в колонне позволяют выделить его в ранг промышленно непродуктивных зон, либо литологических барьеров, способных расчленять нефтяное поле на ряд самостоятельных залежей [6].

Для первой фации характерна следующая последовательность фильтрационной неоднородности коллектора по разрезу:

- высокопроницаемая (100-1000 мД) песчаная пачка выделяется в кровле пласта;
- среднепроницаемая (1-100 мД) песчаная пачка характерна для средней части пласта;
- низкопроницаемая (<1 мД) песчаная пачка свойственна в нижних частях пласта.

3.1 Петрофизическое обоснование интерпретации данных ГИС

При построении петрофизических зависимостей был использован имеющийся керновый материал Крапивинского месторождения.

Для определения интерпретационных параметров были выделены для каждой фации следующие связи:

- По построенной зависимости плотности от открытой пористости (рисунок 3.1) рассчитано значение плотности скелета, данный параметр получился одинаковый по всем фациям и составляет среднее значение $2,66 \cdot 10^{-3}$ кг/м³;

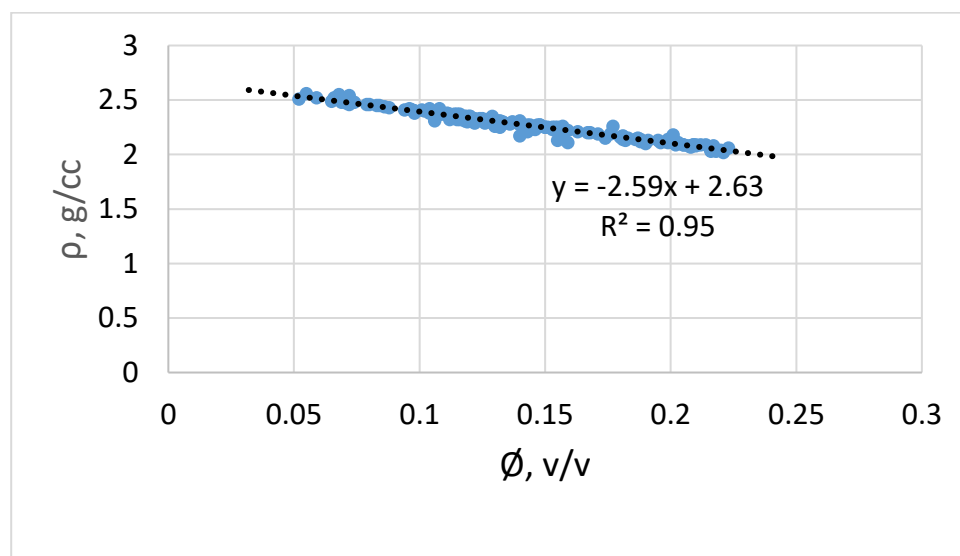


Рисунок 3.1 – Зависимость плотности от открытой пористости

(фация 1а)

– По построенной зависимости скорости продольных волн от открытой пористости (рисунок 3.2) рассчитано значение скорости распространения продольных волн в скелете, среднее значение которой составляет 4,64 км/с;

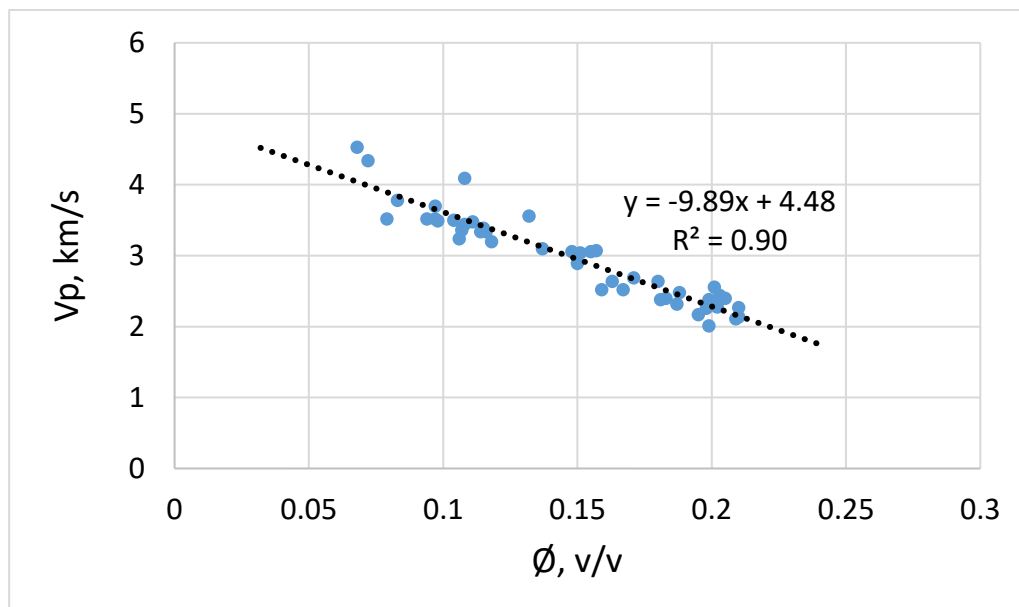


Рисунок 3.2 – Зависимость скорости продольных волн от открытой пористости (фация 1а)

– По построенной зависимости времени пробега продольных волн от открытой пористости (рисунок 3.3) рассчитано значение времени пробега продольных волн в скелете, среднее значение которого составляет 185,89 мкс/м.

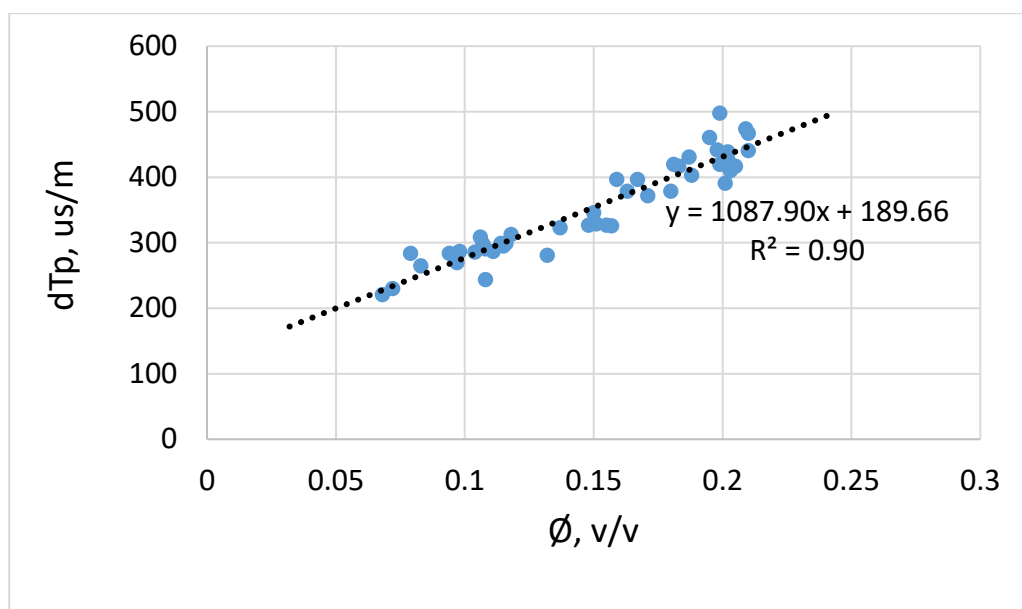


Рисунок 3.3 – Зависимость времени пробега продольных волн от открытой пористости (фация 1а)

Для дальнейшего расчета водонасыщенности были определены по керновым данным коэффициенты a , m , n , b следующим образом:

– По построенной зависимости параметра пористости от открытой пористости (рисунок 3.4) найдены коэффициенты a , m . Коэффициент a характеризует извилистость порового пространства, m – показатель цементации;

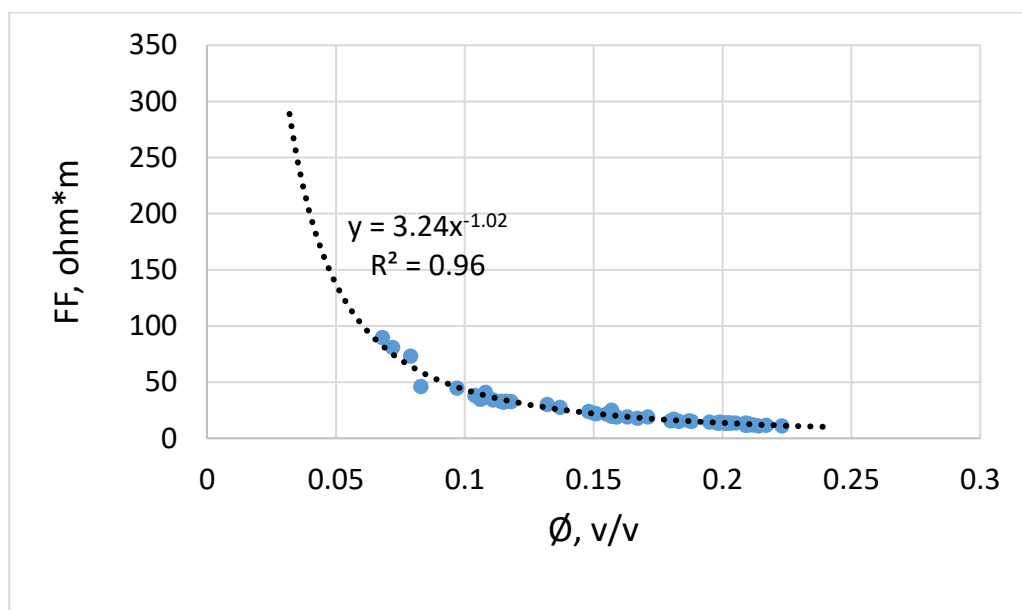


Рисунок 3.4 – Зависимость параметра пористости от открытой пористости (фация 1а)

– По построенной зависимости параметра насыщения от водонасыщенности (рисунок 3.5) найдены коэффициенты b – показатель электропроводности, n – показатель насыщенности.

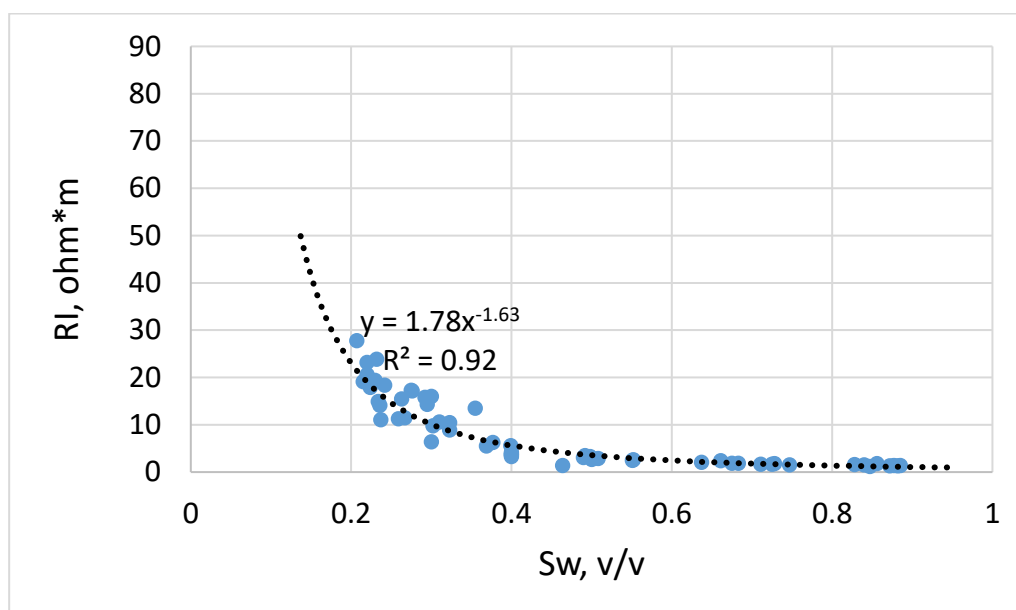


Рисунок 3.5 – Зависимость параметра насыщения от водонасыщенности (фация 1а)

Полученные результаты определения интерпретационных параметров по керновым данным приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты определения интерпретационных параметров по керновым данным

№ фации	ρ_m , g/cc	V_m , km/s	Δt_m , us/m	a	m	n	b	Примечание
1а	2.63	4.48	189.66	3.24	1.02	1.63	1.78	
1б	2.63	4.90	182.66	2.98	1.14	1.46	1.15	
1в	2.60	4.53	186.63	2.31	0.43	1.66	1.29	
2	2.77	5.98	117.92	1.96	1.44	2.04	0.86	
3	2.69	4.92	185.36	2.65	1.20	0.61	1.64	
4	2.66	4.41	185.89	2.71	1.05	1.48	1.35	Параметры Δt_m , a, m, n, b получены усреднением по всей территории
Ср. знач.	2.66	4.87	185.89	2.71	1.05	1.48	1.35	

Таким образом, аномальной является фация 2. Связано это с тем, что фация 2 относится к русловому типу отложения и в ней породы более

сортированы и упорядочены. Исходя из полученных данных скорость прохождения акустических волн намного выше, чем в других фациях и составляет 5,97 мкс/м, а время пробега продольных волн в скелете составляет 117,92 мкс/м [1].

С целью дальнейшего определения проницаемости были построены связи между проницаемостью и пористостью (рисунок 3.6), а также определены уравнения для всех зон (таблица 3.2).

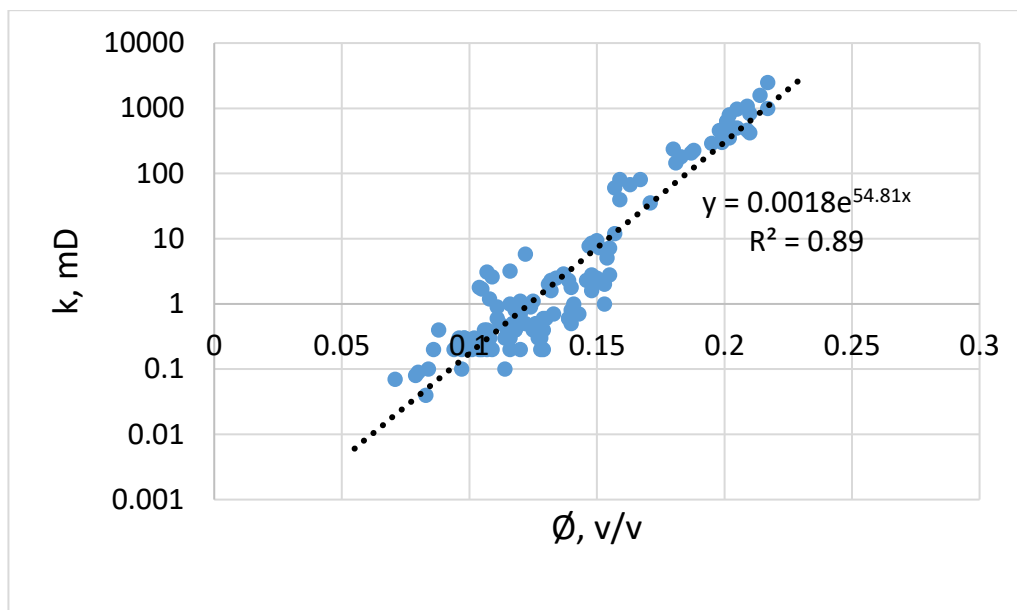


Рисунок 3.6 – Зависимость проницаемости от открытой пористости (фация 1а)

Таблица 3.2 – Уравнения для расчета проницаемости по керновым данным

№ фации	Уравнение
1а	$y = 0.0018e^{54.81x}$
1б	$y = 0.0058e^{40.94x}$
1в	$y = 0.0064e^{36.32x}$
2	$y = 0.0036e^{45.62x}$
3	$y = 0.0037e^{41.09x}$
4	$y = 0.0025e^{43.52x}$

4. КОМПЛЕКС ГИС, ПРИМЕНЯЕМЫЙ В РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИНАХ

Геофизические исследования скважин на Крапивинском месторождении представлены следующим комплексом: ПС, ГК, ГГК-п, АК, НК, БКЗ, ИК, БК, МКЗ, кавернометрия, резистивиметрия. Данный комплекс методов ГИС позволяет решать задачи по определению подсчетных и фильтрационно-емкостных параметров.

4.1 Физические основы методов ГИС и условия их применения на Крапивинском месторождении

Метод ПС – самопроизвольное образование в скважине и вблизи нее поля электрических токов (самополяризация), возникающих в результате электрохимических процессов. К таким электрохимическим процессам относятся процессы адсорбции, диффузии, фильтрации (рисунок 4.1).

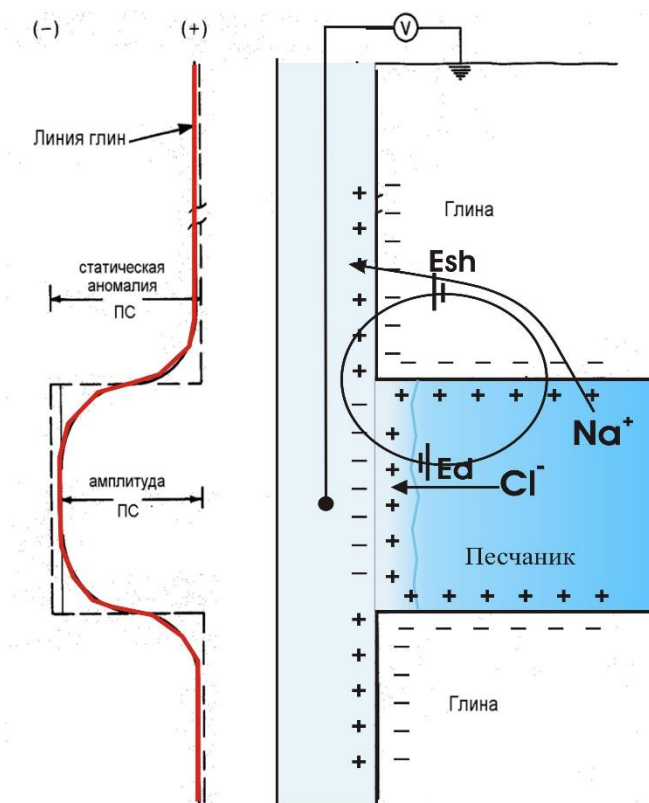
Методика записи ПС заключается в регистрации разности электрических потенциалов между фиксированным электродом на поверхности и подвижным электродом в скважине. Скважина должна быть заполнена проводящим раствором. ПС не может быть использован в скважинах, заполненных непроводящим раствором, сухих и обсаженных скважинах.

Возникновение адсорбционного потенциала E_{sh} связано с избирательным пропусканием ионов: глина пропускает ионы Na^+ , но не пропускает ионы Cl^- из-за слоистой структуры и образованием зарядов на слоях. Когда глина пропускает растворы соли разной концентрации, ионы Na^+ из более минерализованного раствора (обычно пластовая вода) перемещаются в сторону менее минерализованного раствора (обычно буровой раствор). Возникает ток.

Диффузионный потенциал E_d образуется на границе растворов разной минерализации. Ионы Cl^- более подвижны, чем ионы Na^+ , поэтому возникает поток отрицательных зарядов из пластовой воды, концентрация которой выше, в

буровой раствор с меньшей концентрацией. Это эквивалентно току в обратном направлении.

Фильтрационный потенциал E_{mc} образуется потоком электролита (фильтрат бурового раствора) через пористую среду (глинистая корка). Однако на границе глина-скважина существует фильтрационный потенциал E_{sb} , обратной полярности относительно E_{mc} , где глина является толстой глинистой коркой с малой фильтрацией воды. Следовательно, общий вклад фильтрационных потенциалов незначителен и его можно не учитывать.



Условные обозначения: E_{sh} – адсорбционный потенциал; E_d – диффузионный потенциал; E_{mc} и E_{sb} – фильтрационные потенциалы.

Рисунок 4.1 – Распределение потенциалов ПС в скважине

Диаграмма ПС позволяет проводить литологическое расчленение разреза, оценивать глинистость, определять сопротивление пластовой воды.

Метод ГК основан на записи естественной гамма активности. Естественная гамма-радиоактивность осадочных пород как правило определяется существующими элементами группы урана (U^{238}) и тория (Th^{232}),

изотопа калия (K^{40}). Калий существует в полевых шпатах, слюде и глинистом иллите, уран и торий сконцентрированы в фосфатных минералах, таких как монацит.

Эти три элемента испускают гамма-лучи высокой энергии радиации, способные проникать в породу на несколько дюймов. Испускаемые гамма-лучи регистрируются детектором в виде дискретных электрических импульсов на каждый зарегистрированный гамма-квант. Регистрируемый параметр – количество электрических импульсов в единицу времени.

ГК эффективно различает проницаемые зоны по концентрации радиоактивных элементов: обычно непроницаемые глины имеют высокую гамма-активность, карбонатные породы характеризуются низкой активностью, и активность песчаников варьируется между этими значениями.

Диаграмма ГК позволяет проводить литологическое расчленение разреза, оценивать глинистость.

Метод ГГК-п. Источник испускает гамма-лучи (0.66 МэВ), которые проникают в пласт. Там они многократно сталкиваются с электронами, из-за чего теряют энергию и изменяют направление движения. Процесс называется комптоновским рассеянием. Когда энергия гамма-квантов становится очень маленькой (0.1 МэВ), они исчезают. Этот процесс называется фотоэлектрическим поглощением. Комптоновское рассеяние зависит только от плотности породы, которая связана с объемной плотностью. Фотоэффект зависит и от электронной плотности.

Методика записи ГГК-п осуществляется с помощью детектора, который регистрирует интенсивность гамма-излучения, дошедшего до него. Чем больше плотность породы, тем меньше интенсивность.

Диаграмма ГГК-п позволяет определять коэффициент пористости, проводить литологическое расчленение разреза.

Метод АК. Основан на возбуждении и изучении поля упругих волн в скважине в полосе частот от одного до нескольких десятков кГц.

Источник испускает волну частотой 25 кГц. При этом образуются 6 различных волн: две преломленные породой волны (продольная и поперечная), две прямые волны (вдоль зонда и в буровом растворе) и две поверхностные волны (вдоль стенки скважины). Интерес представляет только продольная волна.

На рисунке 4.2 представлен прибор для регистрации АК трехэлементным зондом. Волна от источника приходит сначала в приемник ближний R_1 , потом в дальний R_2 . Расстояние между приемниками обычно 60 см. Вычисляется разница времен прихода волны в приемники, рассчитанная на единицу длины между приемниками. Результат регистрации представляется в виде каротажной диаграммы времени пробега в мкс/м.

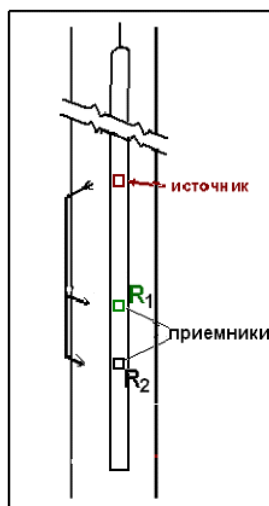


Рисунок 4.2 – Схема прибора АК трехэлементным зондом

Диаграмма АК позволяет определять коэффициент пористости, проводить литологическое расчленение разреза.

Метод НК. Источник излучает быстрые нейтроны с энергией 1-10 МэВ. Нейтроны сталкиваются с ядрами атомов горных пород и при каждом столкновении теряют энергию (скорость). Больше всего энергии теряется при столкновении с ядром атома водорода. Энергия нейтронов падает до такой степени (0,025 эВ), что они могут быть захвачены ядром атома горной породы. Ядра, захватившие нейтроны, излучают гамма-кванты.

Известно, что вода (H_2O) и нефть (C_nH_{2n+1}) заполняют поры породы. В результате детектор зафиксирует число импульсов, обратно пропорционально содержанию водорода [7].

В зависимости от видов зондов (рисунок 4.3) могут регистрироваться:

– нейтроны, рассеянные ядрами атомов горной породы. Это нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (ННК-Т) и нейтрон-нейтронный каротаж по надтепловым нейтронам (ННК-Н).

– гамма-излучение радиационного захвата нейтронов. Это нейтронный-гамма каротаж (НГК).

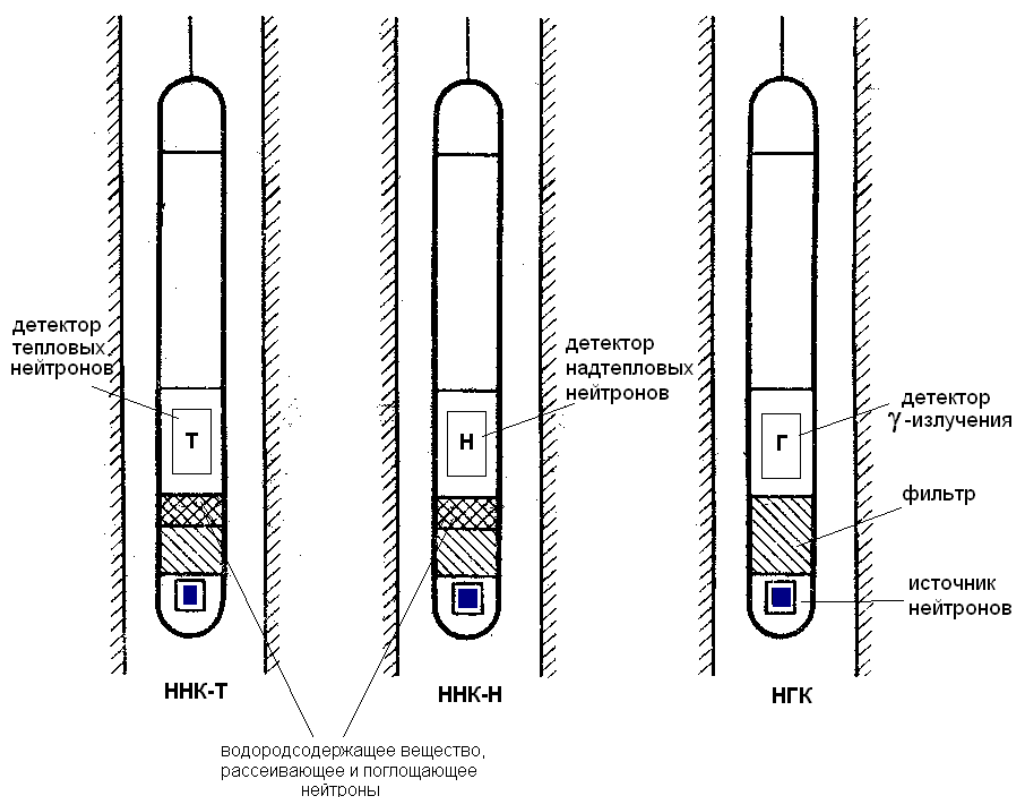
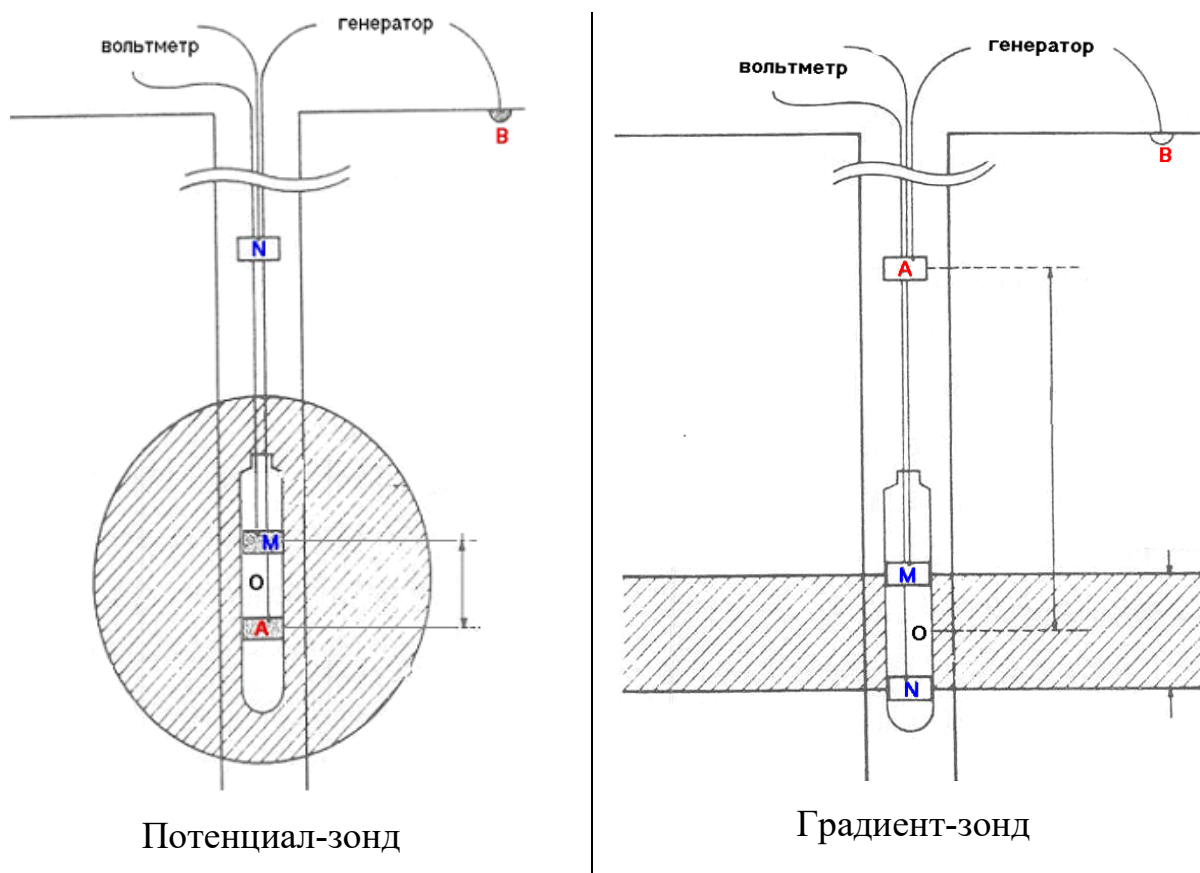


Рисунок 4.3 – Виды зондов НК

Диаграмма НКТ позволяет определять коэффициент пористости, проводить литологическое расчленение разреза.

Метод БКЗ. Основной принцип состоит в том, что постоянный ток проходит через пласт по электродам А и В и измеряется напряжение между электродами М и N (рисунок 4.4). Отношение напряжение/ток, умноженное на

коэффициент, зависящий от расстояния между электродами, дает сопротивление.



Условные обозначения: A, B – токовые электроды; M, N – измерительные электроды; O – точка записи; AM, AO – длина зонда.

Рисунок 4.4 – Зонды БКЗ

Радиус исследования потенциал-зонда равен удвоенной его длине, а для градиент-зонда радиус исследования равен его длине.

БКЗ применяют в скважинах, заполненных буровым раствором на пресной воде, с целью определения сопротивления пласта для средних по мощности и сопротивлению пластов-коллекторов. Вертикальное разрешение составляет 40-60 см, глубинность исследования – 40-100 см.

Метод ИК. Индукционный зонд регистрирует проводимость в скважинах, заполненных буровым раствором на пресной воде, нефти или воздухе. Он работает на основе взаимодействия магнитного поля с электрическим током. Когда ток протекает по проводнику, создается магнитное

поле. Если ток переменный, то магнитное поле тоже будет переменным. Если проводник движется в магнитном поле, в проводнике индуцируется разность потенциалов. Она возникает также и в покое проводнике, если меняется магнитное поле. Применение индукционного каротажа основано на применении этих принципов.

Простейший зонд индукционного метода может быть составлен из двух катушек: генераторной и приемной (рисунок 4.5). Ток высокой частоты (20 кГц) протекает через генераторную катушку. Этот ток порождает высокочастотное магнитное поле вокруг зонда, проникающее в пласт. Постоянно меняющееся магнитное поле является причиной появления токов, протекающих в пласте вокруг оси индукционного зонда. Эти вихревые токи пропорциональны проводимости пласта, они меняются с той же частотой, что и магнитное поле, и через генераторную катушку протекает ток. Вихревые токи порождают собственное магнитное поле. Это вторичное магнитное поле порождает ток, протекающий в приемной катушке. Величина тока в приемной катушке пропорциональна вихревым токам, а значит и проводимости пласта. В приемной катушке сигнал регистрируется, обрабатывается и читается по каротажной диаграмме либо как проводимость, либо как сопротивление.

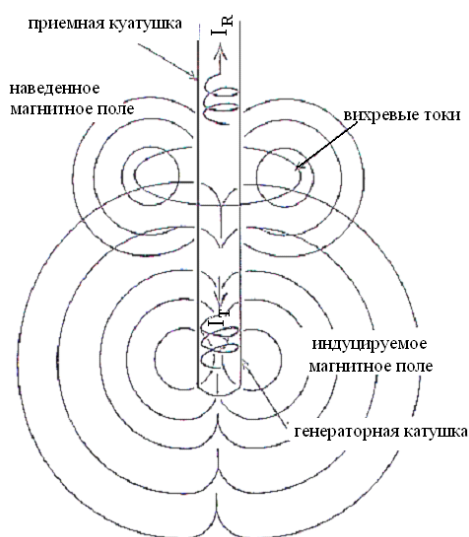


Рисунок 4.5 – Двухкатушечный зонд ИК

ИК предназначен для определения сопротивления пласта в низкоомных разрезах. Вертикальное разрешение ИК – 150 см, глубинность исследования составляет 100-150 см.

Метод БК. Это электрический каротаж на фокусированном токе. Фокусирование достигается применением экранирующего тока вокруг главного A_0 электрода, ток которого в пласт усиливается (рисунок 4.6).

Применяемы типы зондов при БК (рисунок 4.6):

– *3-х электродный зонд БК-3* имеет основной (центральный) электрод A_0 . Симметрично относительно него расположены соединенные между собой удлиненные экранирующие электроды A_1 и A_2 для фокусирования тока в пласт. При измерении сопротивления обеспечивается одинаковый потенциал всех электродов автоматическим регулированием силы тока i_0 через основной электрод или соединением между собой всех электродов. Измеряют потенциал ΔU экранирующих электродов в первом случае или отношение $\Delta U / i_0$ во втором;

– *7-электродный зонд БК-7* имеет центральный электрод A_0 , через который протекает постоянный ток. Три пары симметричных электродов M_1 и M_2 , M'_1 и M'_2 , A_1 и A_2 соединены между собой. Силу тока через экранирующие электроды поддерживают такой, чтобы разность потенциалов между электродами $M_1(M_2)$ и $M'_1 (M'_2)$ была равна нулю. Измеряют разность потенциалов ΔU между измерительными электродами зонда и удаленным электродом M' , которая пропорционально сопротивлению;

– *сферически фокусированный зонд* регистрирует только в зоне проникновения и фокусирует ток в сферической форме.

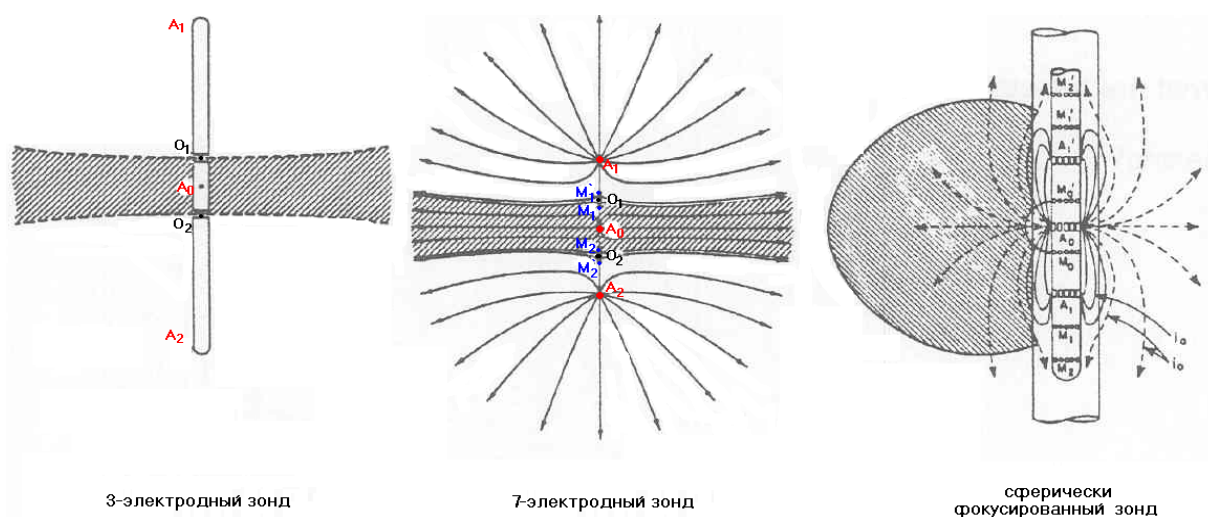
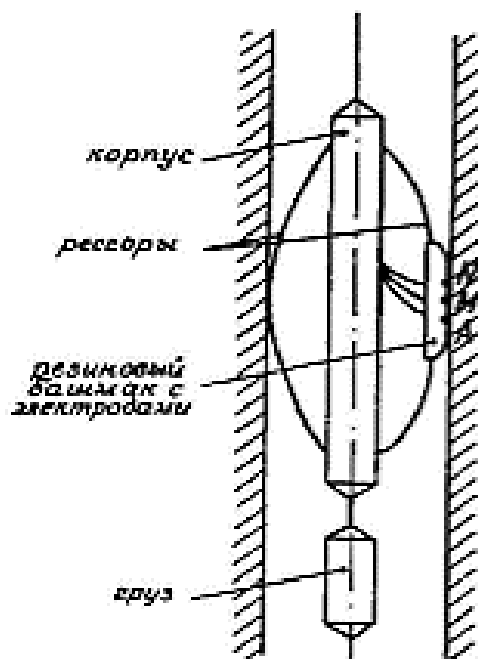


Рисунок 4.6 – Типы зондов БК

БК используют в скважинах, заполненных минеральным раствором, с целью определения сопротивления пласта. Наиболее применим при каротаже тонких пластов, а также при большой разнице сопротивлений между пластом вмещающими породами и буровым раствором, т.е для высокоомных разрезов. Вертикальное разрешение составляет 30-80 см, глубинность исследования – 100 см.

Метод МКЗ. Сущность метода заключается в измерении кажущегося сопротивления двумя зондами с очень малыми расстояниями между электродами, которые установлены на "башмаке" из нефтестойкой резины, прижимаемом к стенке скважины (рисунок 4.7). В средней части башмака обычного нефокусированного микрозонда на расстоянии 2,5 см друг от друга вмонтированы три электрода. Из трех электродов собирают два микрозонда: микроградиент-зонд АМН и микропотенциал-зонд АМ, диаграммы которых регистрируют одновременно.



Условные обозначения: А – токовый электрод; М, N – измерительные электроды.

Рисунок 4.7 – Конструкция микрозонда

Микрозонды применяют в скважинах, заполненных буровым раствором на пресной воде. Позволяют определять с высокой точностью положение границ продуктивных коллекторов и их эффективную мощность благодаря возможности выделять очень тонкие прослой, не отмечаемые на диаграммах стандартной электрометрии. Вертикальное разрешение микрозондов – 5 см, глубинность исследования составляет <10 см. Малые радиусы исследования этих зондов, и их небольшая глубинность дают возможность изучить прискваженную зону пласта.

Резистивиметрия. Применяется для определения удельного электрического сопротивления промывочной жидкости. Прибор, которым проводятся измерения сопротивления промывочной жидкости называется резистивиметром. Резистивиметры имеют различную конструкцию. Они представляют собой систему электродов, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга и помещенных в специальный корпус, который

позволяет исключить влияние горных пород и обсадной колонны на величину измеряемого сопротивления жидкости.

Резистивиметрия позволяет определить минерализацию пластовых вод по данным ПС.

Кавернометрия. В разрезе различной литологии фактический диаметр скважины не всегда является номинальным и может быть больше или меньше диаметра долота. Фактический диаметр скважины измеряется каверномером, который представляет из себя четыре рычага, прижатых к стенке скважины. По отклонениям этих рычагов можно рассчитать диаметр скважины в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, а также ее средний диаметр.

Кавернометрия позволяет выделять коллектора.

4.2 Интерпретация данных ГИС

Схема интерпретации ГИС при подсчете запасов УВ состоит из 5-и этапов:

- выделение коллекторов при литологическом расчленении разреза;
- расчет глинистости используя методы ПС и ГК;
- расчет эффективной пористости используя методы АК и НК;
- расчет водонасыщенности по уравнению Арчи-Дахнова и определение характера насыщения;
- прогноз и расчет проницаемости используя зависимость проницаемости от пористости по данным керна.

Далее рассмотрим каждый из этапов подробнее.

4.2.1 Выделение коллекторов

Для выделения коллекторов были использованы следующие признаки:

- низкие показания кривых ПС и ГК;

– уменьшение диаметра скважины (диаметр скважины меньше диаметра номинального);

– приращение показаний МПЗ над МГЗ.

Планшет с результатами интерпретации ГИС для типовой скважины Крапивинского месторождения представлен на рисунке 4.8.

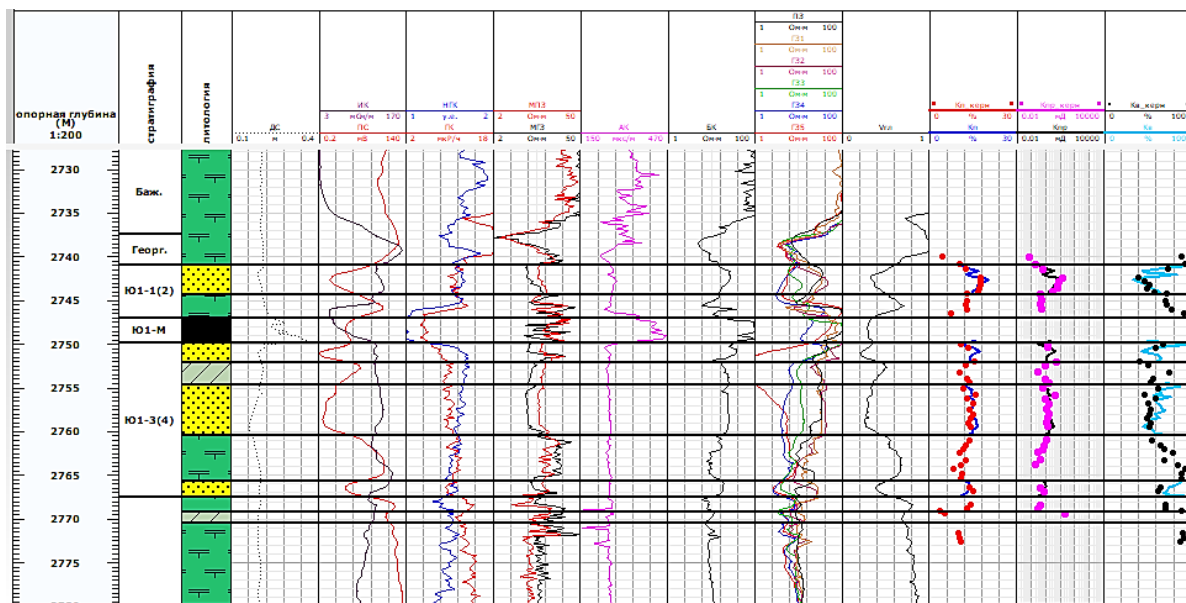


Рисунок 4.8 – Планшет с результатами интерпретации ГИС для типовой скважины Крапивинского месторождения

4.2.2 Расчет глинистости

Для определения глинистости применялись методы ПС и ГК.

Метод ПС.

Для расчета использовались два опорных значения – линия глин и линия песков (рисунок 4.9). Затем по формуле (4.1) рассчитывался объем глин.

$$V_{sh} = \frac{SP - SP_{min}}{SP_{max} - SP_{min}}, \quad (4.1)$$

где V_{sh} – объем глин, д.ед.;

SP – показания ПС, мВ;

SP_{min} – показания в чистых песчаниках, мВ;

SP_{max} – показания в глинах, мВ.

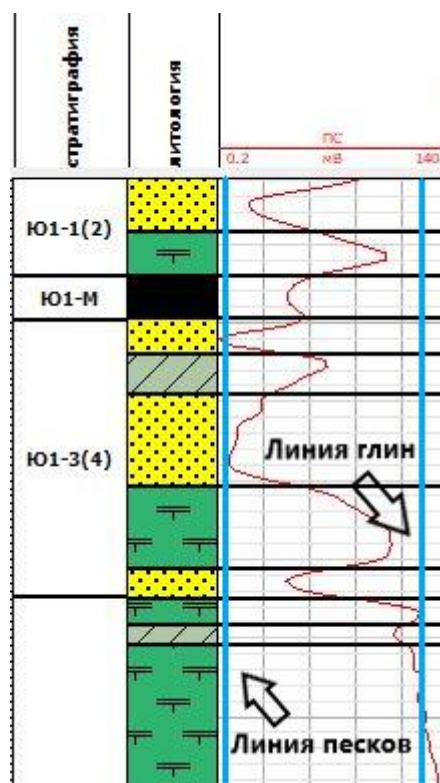


Рисунок 4.9 – Опорные значения для расчета глинистости методом ПС

Метод ГК.

Для расчета использовались два опорных значения – линия глин и линия песков (рисунок 4.10). Затем по формуле (4.2) рассчитывался объем глин.

$$V_{sh} = \frac{GR - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}}, \quad (4.2)$$

где V_{sh} – объем глин, д.ед.;

GR – показания ГК, мкР/ч;

GR_{min} – показания в чистых песчаниках, мкР/ч;

GR_{max} – показания в глинах, мкР/ч.

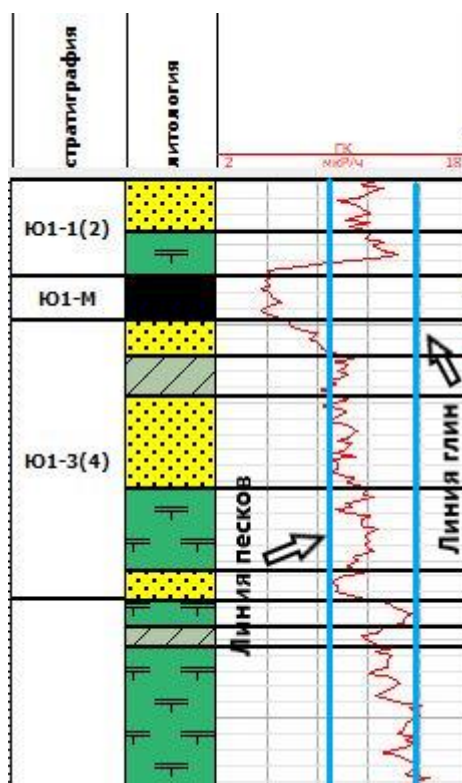


Рисунок 4.10 – Опорные значения для расчета глинистости методом ГК

Итоговый объем глин был получен как среднее значение между коэффициентами глинистости определенные по методам ПС и ГК, так как каждый метод в отдельности не дает абсолютно надежной связи с глинистостью.

4.2.3 Расчет пористости

Для определения эффективной пористости использовались методы АК и НК.

Метод АК.

Расчет осуществлялся согласно формуле (4.3).

$$\emptyset_{ef} = \frac{\Delta t - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} - V_{sh} \frac{\Delta t_{sh} - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}}, \quad (4.3)$$

где $\emptyset_{ef}$ – эффективная пористость, д.ед.;

Δt – измеренное время пробега волн, мкс/м;

Δt_{ma} – время пробега волн в скелете, мкс/м;

Δt_f – время пробега волн во флюиде (в нашем случае соответствует пресному буровому раствору и равняется 620 мкс/м);

Δt_{sh} – время пробега волн в глинах, мкс/м;

V_{sh} – объем глин, д.ед.

Метод НК.

Расчет осуществлялся согласно формуле (4.4).

$$\emptyset_{ef} = W - V_{sh} \cdot \emptyset_{Nsh}, \quad (4.4)$$

где $\emptyset_{ef}$ – эффективная пористость, д.ед.;

W – нейтронная пористость, д.ед.;

V_{sh} – объем глин, д.ед.;

$\emptyset_{Nsh}$ – нейтронный показатель в глинах, у.ед.

Окончательный выбор метода для расчета пористости основывался на сопоставлении значений пористости, определенных по данным кривых нейтронного и акустического каротажей с пористостью, определенной по керну, так чтобы в конечном итоге при построении кросс – плота (рисунок 4.11) расхождения составляли не больше 3%.

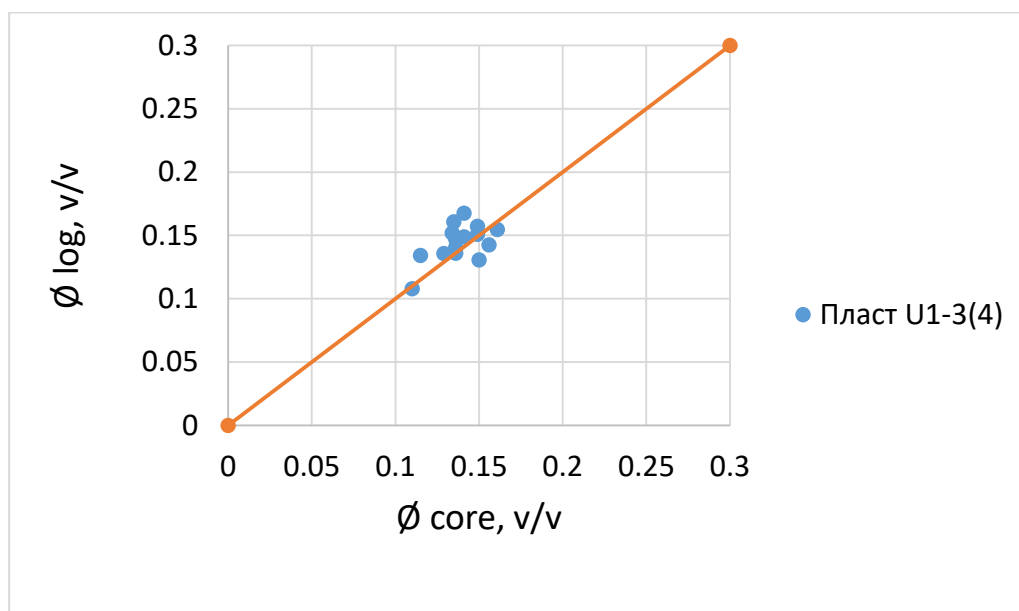


Рисунок 4.11 – Зависимость пористости по ГИС от пористости по керну для типовой скважины Крапивинского месторождения

С целью получения данного результата был выбран наиболее сходимый метод для расчета пористости: в зонах 1а, 1б, 2, 3, 4 использовался нейтронный метод; в зоне 1в – акустический метод. Среднее значение пористости для фаций: 1а – 16%; 1б – 17%; 1в – 14%; 2 – 15%; 3 – 15%; 4 – 8%. Исходя из полученных значений, фация 4 является менее продуктивной из всех остальных.

4.2.4 Расчет водонасыщенности и определение характера насыщения

Величина водонасыщенности определялась по уравнению Арчи – Дахнова (4.5) [8].

$$S_w = \sqrt[n]{\frac{aR_w b}{\phi^m R_t}}, \quad (4.5)$$

где S_w – водонасыщенность, д.ед.;

R_w – сопротивление пластовой воды (в нашем случае равняется 0.07 Ом·м);

R_t – сопротивление пласта с учетом поправки за скин-эффект, Ом·м;

ϕ – измеренная пористость, д.ед.;

a – коэффициент, характеризующий извилистость порового пространства;

b – показатель электропроводности скелета;

m – показатель цементации;

n – показатель насыщенности.

Для определения сопротивления пласта использовался метод ИК. Показания зондов ИК искажены поглощением высокочастотного электромагнитного поля. Для этого вводится поправка за скин-эффект, которая рассчитывается по формуле:

$$ILD. \text{ CHART} = -0.2820 + (819.6734) \cdot 1/x + (4929.7085) \cdot \text{pow}(1/x^2) + (-68699.7266) \cdot \text{pow}(1/x^3) + (585238.5625) \cdot \text{pow}(1/x^4) + (-2322601.7500) \cdot \text{pow}(1/x^5),$$

где $ILD. \text{ CHART}$ – поправка за скин-эффект;

x – значение ИК, мСм/м;

row – означает возведение в степень.

При расчете водонасыщенности кроме численных показателей по петрофизике были использованы обобщенные данные – константы Гамбла, поскольку фактические данные приводят к уменьшению водонасыщенности.

На основании полученных значений водонасыщенности можно определить насыщение пород:

- $S_w < 30\%$ – нефть;
- $30\% < S_w < 55\%$ – переходная зона;
- $S_w > 55$ – вода.

Таким образом, для каждой фации было определено насыщение. Фация 1 является нефтенасыщенной; фация 2 – переходной зоной, соответственно содержит нефть с водой; фации 3, 4 являются водонасыщенными [1].

4.2.5 Прогноз и расчет проницаемости

С целью прогноза проницаемости были построены фактические соотношения проницаемости и пористости, взятые по керновым данным, принадлежащим к разным зонам (рисунок 4.12). На данном рисунке видно, что наибольшей проницаемостью обладают фации 1а и 1б, а наименьшей фация 1в. Данные свойства фации 1а, 1б обусловлены тем, что эти зоны относятся к фации баровых отложений, а фация 1в к лагунной области.

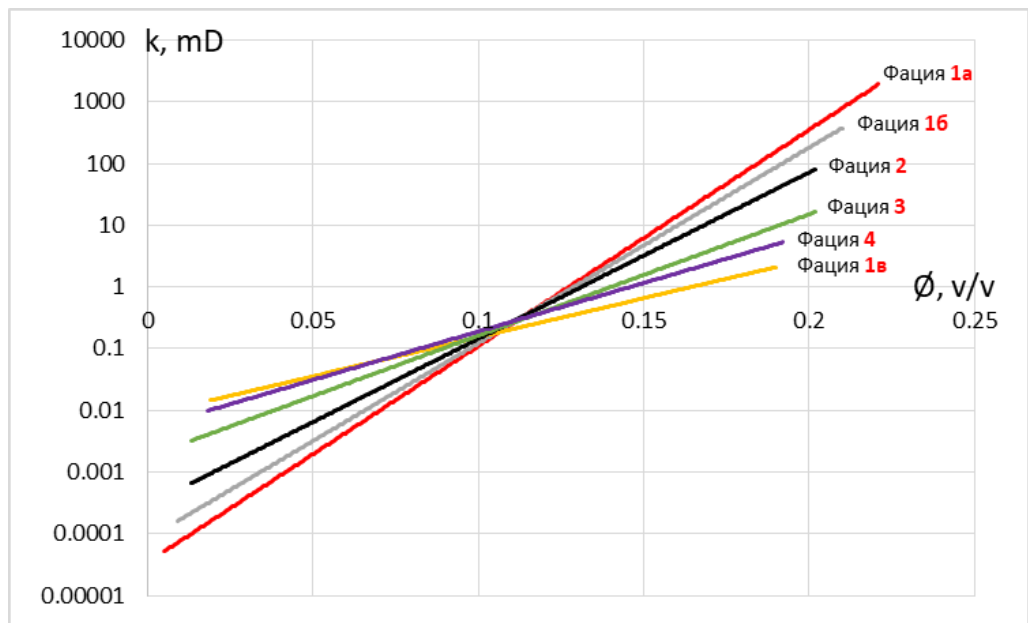


Рисунок 4.12 – Зависимость проницаемости от пористости для разных фаций

В дальнейшем для расчета проницаемости использовались уравнения из таблицы 3.2, которые имеют вид:

$$y = a \cdot \exp^{b \cdot x},$$

где a , b – коэффициенты;

x – значение эффективной пористости.

5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АНИЗОТРОПИИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ

Анизотропия горизонтальной проницаемости играет важную роль в распределении потоков флюидов в пласте, поэтому необходимо дать оценку анизотропии уже на самых ранних стадиях разработки месторождения для того, чтобы сформировать более эффективную систему заводнения. В связи с этим, существует необходимость разработки различных методик для определения основных параметров анизотропии горизонтальной проницаемости – направления и величины анизотропии нефтяных коллекторов на основе анализа данных исследования керна, гидродинамических и геофизических исследований скважин. Исходя из полученного анализа данных строится геологическая и гидродинамическая модель месторождения, с целью оценки влияния эффекта анизотропии на процесс разработки месторождения. Каждый тип исследования отличается определенным масштабом. Ориентированные шлифы – это микроуровень исследования, исследования керна – мезоуровень, индикаторные и гидродинамические исследования являются макроуровень исследования. Наилучшим подходом исследования эффекта неоднородности фильтрационных свойств, является комбинирование результатов всех методов для получения наилучшего понимания природы анизотропии.

5.1 Определение свойств по керну

Для анализа на мезоуровне и микроуровне, необходимо ориентировать образцы керна согласно сторонам света. Пространственное ориентирование керна производится палеомагнитным методом. В основу применения палеомагнитного метода для ориентации образцов керна положено изучение естественно-остаточной намагниченности. Исходя из того, что породы земной коры имеют намагниченность, обусловленной направлением магнитного поля Земли, которая связана с географическим положением древнего магнитного

полюса, что существовала при образовании породы. Связано с тем, что в горных породах всегда присутствуют ферромагнетики, в виде гематита, лимонита и др., которые обладают магнитным моментом. Они при разрушении горных пород высвобождаются, переносятся разными потоками и начинают осаждаться в зоне осадконакопления. Когда осаждаются, занимают не случайное направление, а согласно направлению магнитного поля земли (ориентационная намагниченность). Ориентационная намагниченность всегда сопровождается образованием вязкой намагниченности. Вязкая намагниченность связана с тем, что горные породы с ее магнитными частичками находятся под воздействием магнитного поля земли. Вязкая намагниченность начинает приобретать направление современного магнитного поля. Следует отметить, что остаточная намагниченность представляет собой векторную сумму ориентационной и вязкой намагниченности. Вязкая намагниченность обусловлена современным магнитным полем Земли и совпадает с ним по направлению, тогда как первичная намагниченность характеризует древнее геомагнитное поле на момент формирования породы [9].

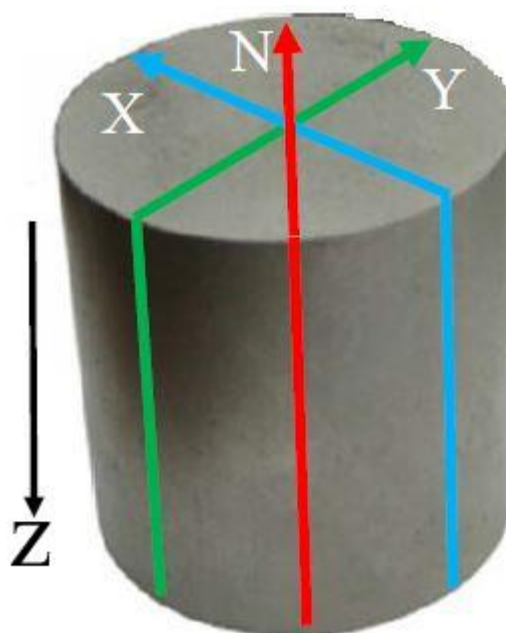
Палеомагнитное ориентирование керн происходит в несколько этапов:

- Берут образец горной породы и вводят в нем произвольную систему координат для последующих магнитных измерений (рисунок 5.1), в которой ось X направлена в плоскость торцевой части керна по горизонтальной линии проекции видимой слоистости, ось Y направлена ортогонально вправо, ось Z – по образующей вниз;

- С помощью магнитометра проводят измерение вектора остаточной намагниченности в плоскости XY при определенном шаге поворота (10°);

- Далее производят размагничивание образцов, т.е нагревают образец до температуры 100° , за счет нагревов вязкая намагниченность уменьшается, остается первичная;

- Затем берут первичную намагниченность и полученную после нагрева, вычисляют разностную составляющую. Она совпадает с современным магнитным полем.



*Условные обозначения: X, Y, Z – условная система координат образца;
N – направление вязкой намагниченности в плоскости магнитного меридиана*

Рисунок 5.1 – Ориентирование керна палеомагнитным методом

После ориентирования образцов керна изготавливают шлифы для дальнейшего литологического анализа. При литологическом анализе, устанавливаются основные особенности литологии, в частности, удлиненность и уплощенность зёрен пород, что позволяет подтвердить направление улучшенных и ухудшенных фильтрационных свойств. Кроме этого, выявляются другие причины анизотропии: слоистость, следы ряби, сложное фациальное строение и пр. По итогам литологического анализа, строят стереограммы направленности удлиненных зёрен, которые позволяют определить преимущественное направление.

Затем ориентированные образцы керна выпиливают в ортогональных направлениях. Измеряют проницаемость и определяют величину анизотропии ($k_{\max}/k_{\min}$).

Таким образом, исследование анизотропии проницаемости по керновым данным показывает, как направление анизотропии, так и её величину.

5.2 Определение анизотропии по гидродинамическим исследованиям

Целью трассерных исследований скважин является определение присутствия фильтрационных каналов в пласте, имеющих аномально низкое сопротивление к фильтрации. Данный метод позволяет определить мероприятия по геолого-техническим работам и установить эффективность текущей системы разработки объектов. Само исследование заключается в вводе заданного объема меченной жидкости в контрольную нагнетательную скважину, который вытесняется к проверочным добывающим скважинам (рисунок 5.2). Движение меченной жидкости к добывающим скважинам возможно только при существовании бесперебойной подачи воды в нагнетательной скважине. Одновременно, на устьях добывающих скважин проводится отбор проб добываемой жидкости для проведения анализа на содержание индикатора в лабораторных условиях. Результаты исследования позволяют оценить гидродинамическую сообщаемость между добывающими и нагнетательными скважинами, определить эффективность охвата залежи заводнением и тем самым, выявить направление анизотропности свойств [10].



Рисунок 5.2 – Схема проведения трассерных исследований

Основные параметры, получаемые при индикаторных исследованиях, следующие:

- скорость движения индикатора в пласте;
- количество извлеченного индикатора;
- время появления индикатора в добывающей скважине.

5.3 Определение анизотропии после интерпретационной обработки данных ГИС

Для определения направления и величины анизотропии может быть использован градиент (скорость изменения) проницаемости продуктивного пласта. Для этого необходимо выполнить следующие процедуры:

- Вычислить средние значения коэффициентов проницаемости для рассматриваемого продуктивного пласта во всех скважинах;
- Построить сеточную модель (карты) средних значений проницаемости. Полученные средние значения коэффициентов проницаемости, являясь точечными данными, далее интерполируются в межскважинное пространство. Таким образом, происходит построение карты средних значений проницаемости;
- Провести градиентный анализ – это анализ направленности векторов, которую описывает карту. Нужен для того чтобы получить количественную оценку направленности структур. Осуществляется с помощью вычисления первой производной проницаемости по направлениям X (DX) и Y (DY), и расчета угловых характеристик полученных векторов по формулам, представленным на рисунке 5.3. Затем разворачиваем полученное направление градиента на 90° , чтобы получить направленность изолиний;

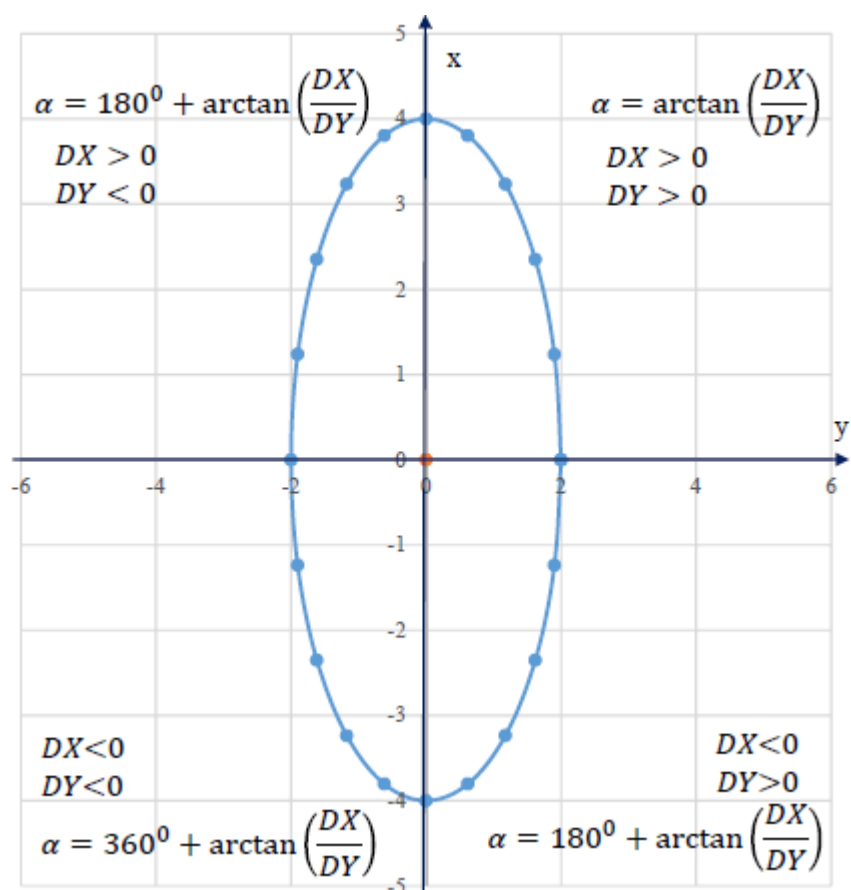


Рисунок 5.3 – Схематическое представление расчета угловых характеристик

– После того, как определили направленность векторов в каждой точке карты, остается сгруппировать данные по частоте попадания значений угловых характеристик в 15° диапазоны, что позволит провести построение гистограммы распределения. По оси X откладываются азимутальные значения, по оси Y – частоты попадания угловых характеристик. Сегмент, имеющий наибольшее количество попаданий будет характеризовать направление максимальной анизотропии проницаемости, в то время как с наименьшим – направление минимальной анизотропии проницаемости. Соотношение этих осей и будет является количественным значением анизотропии проницаемости.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНИЗОТРОПИИ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПО КРАПИВИНСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ

В качестве объекта исследования были выбраны северный и центральный блок Крапивинского месторождения, включающий ряд скважин, которые находятся вблизи друг друга, вследствие этого являясь весьма благоприятными для объединения и совместного изучения по ним эффекта неоднородности фильтрационных свойств. По керну отдельных скважин, расположенных в данных блоках месторождения, проведены палеомагнитные исследования с целью пространственной ориентации керна и изучения петрофизической анизотропии, литологические исследования ориентированных шлифов. Кроме того, на этих участках выполнен значительный объем трассерных исследований. Северный блок включает 22 скважины, центральный – 25 скважин. Данные скважины имеют достаточную для учета историю разработки.

Северный блок.

По результатам интерпретации данных ГИС по проницаемости для более локального изучения были выделены три основных пачки, присутствующих во всех скважинах (рисунок 6.1):

- верхняя пачка А обладает наибольшей проницаемостью;
- средняя пачка В имеет пониженные значения;
- нижняя пачка С обладает наименьшими значениями проницаемости.

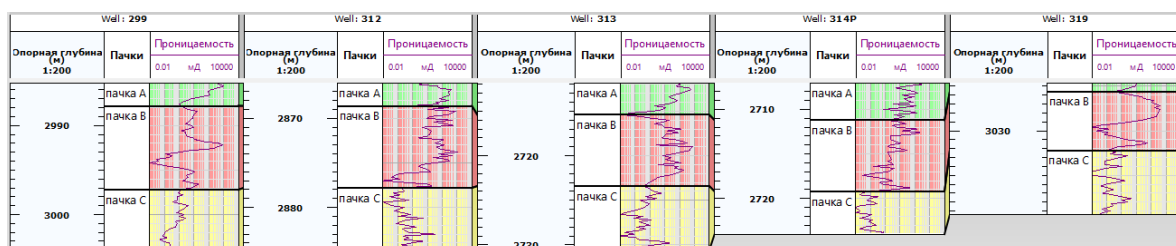


Рисунок 6.1 – Фрагмент разрезов скважин по проницаемости

Для анализа параметров анизотропии были построены карты средней проницаемости выделенных пачек пласта Ю₁³ и проведен их векторный анализ.

Для выбора варианта усреднения проницаемости при картопостроении был рассчитан коэффициент вариации проницаемости для всех пачек. Значение этого коэффициента ($K_{\text{вар}}$) для пачки А составляет 1.9, для пачки В – 2.1, а для пачки С – 5.4, поэтому в процедуре использовано среднее геометрическое значение проницаемости, так как степень неоднородности коллектора очень высокая. Карты средних геометрических значений проницаемости построены для пачки А и пачки В приведены на рисунке 6.2. Пачка С характеризуется низкой проницаемостью и высокой степенью дисперсии, поэтому упорядоченное распределение проницаемости не наблюдается.

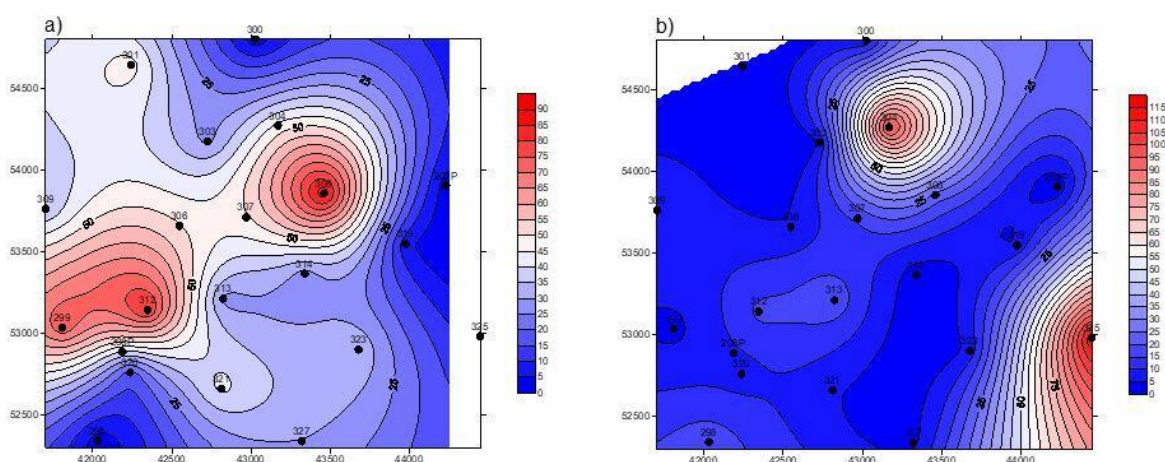


Рисунок 6.2 – Карты средних геометрических значений проницаемости:
а) для пачки А; б) для пачки В

Из рисунка 6.2 видно, что для пачки А и пачки В изолинии имеют северо-восточную направленность, что указывает на то, что зоны улучшенной проницаемости ориентированы в этом же направлении.

Для количественной оценки анизотропии были построены розы-диаграммы направленности изолиний проницаемости в географической системе координат (рисунок 6.3), на которых главные оси эллипса анизотропии хорошо согласуются с конфигурацией ранее построенных карт и пространственной ориентацией геологических тел.

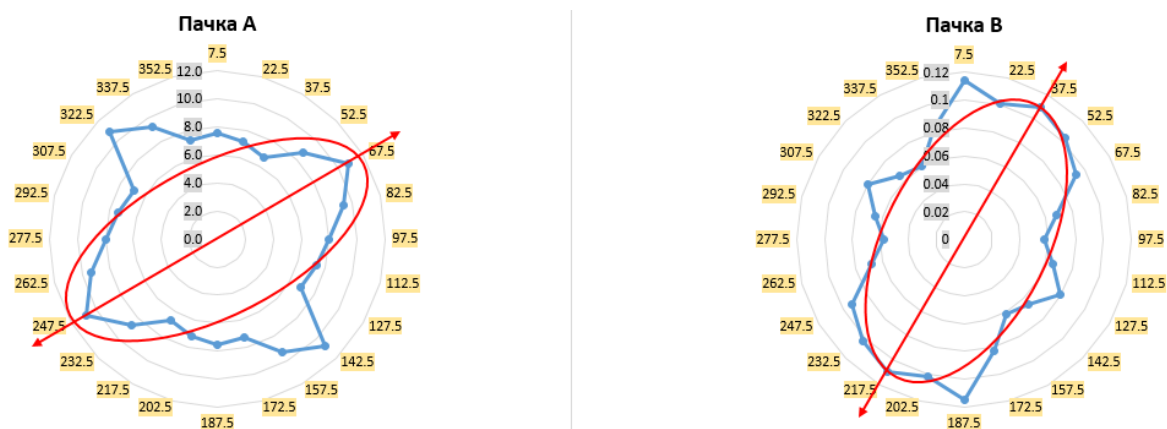
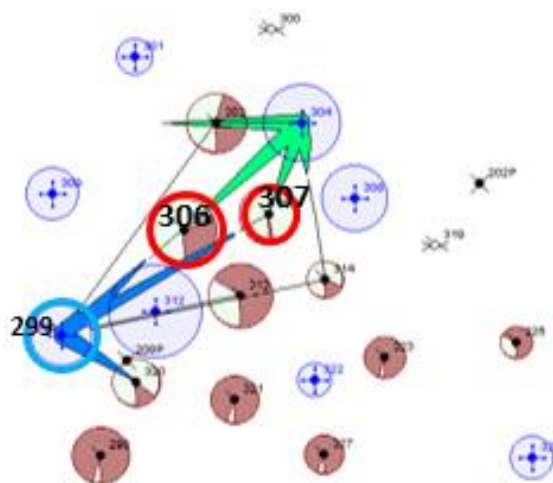


Рисунок 6.3 – Розы-диаграммы направленности изолиний проницаемости в географической системе координат

Исходя из полученных характеристик, можно оценить азимутальную ориентацию проницаемости в северо-восточном направлении в пределах сектора 37° - 67° . Для пачки А выделяется и второе направление практически ортогональное первому в азимутальном секторе 142° - 322° . Это направление является подчиненным, так как величины проницаемости (рисунок 6.2) оказывают существенно меньше.

На данном участке были проведены трассерные исследования, которые позволили выявить, что наиболее мощный поток меченного вещества от нагнетательной скважины № 299 движется в северо-восточном направлении к добывающим скважинам № 306 и 307 (рисунок 6.4).



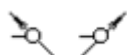
Условные обозначения:



Скважины остановленные, ликвидированные, в ожидании ликвидации;



Скважины в бездействии, освоении;



Пьезометрические, контрольные скважины;



Скважины в консервации.

Рисунок 6.4 – Распределения основных потоков фильтрации

По скважине 314 был изучен ориентированный керн и изготовлены шлифы, на основании микроструктурного исследования по кварцу построены розы-диаграммы распределения направлений осей удлинения зерен и ориентировки системы микротрещин (рисунок 6.5).

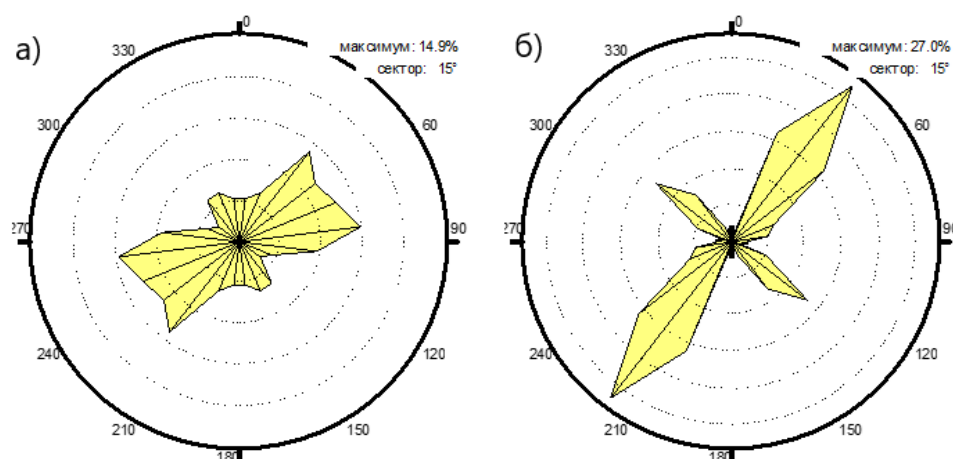


Рисунок 6.5 – Розы-диаграммы для образца 134 (скважина 314):

а) ориентировка зерен кварца б) ориентировка микротрещин в кварце

Как видно из рисунка 6.5, преимущественное направление зерен и микротрещин также северо-восточное [2].

В таблице 6.1 приведены результаты измерения проницаемости в разных направлениях по керновым данным. Видно, что в керне выпиленном в СВ направлении проницаемость в 2 раза больше, по сравнению с образцами выпиленными в СЗ направлении.

Таблица 6.1 – Результаты измерения проницаемости в разных направлениях по керновым данным (скважина 314)

Номер образца	Коллекторские свойства			Ориентировка
	Кпо, %	Кпр, мД	Кво, %	
119	18.6	768.8	29.1	СВ
	18.4	371.2	28.6	СЗ
122	17.5	165.8	37.4	СВ
	17.4	74.6	32.7	СЗ
124	17.5	231.2	36.9	СВ
	17.5	112.7	32.2	СЗ
129	18.6	464.7	34.5	СВ
	18.5	211.5	31.8	СЗ
134	19.0	594.9	30.5	СВ
	19.1	256.4	28.6	СЗ
138	19.0	273.9	24.9	СВ
	19.1	141.2	26.8	СЗ

Центральный блок.

Аналогичная процедура проведена на данном участке для продуктивного пласта Ю₁³, за исключением разделения на пачки, т.е пласт рассматривался целиком. В результате арифметического усреднения проницаемости была построена карта средних арифметических значений проницаемости (рисунок 6.6).

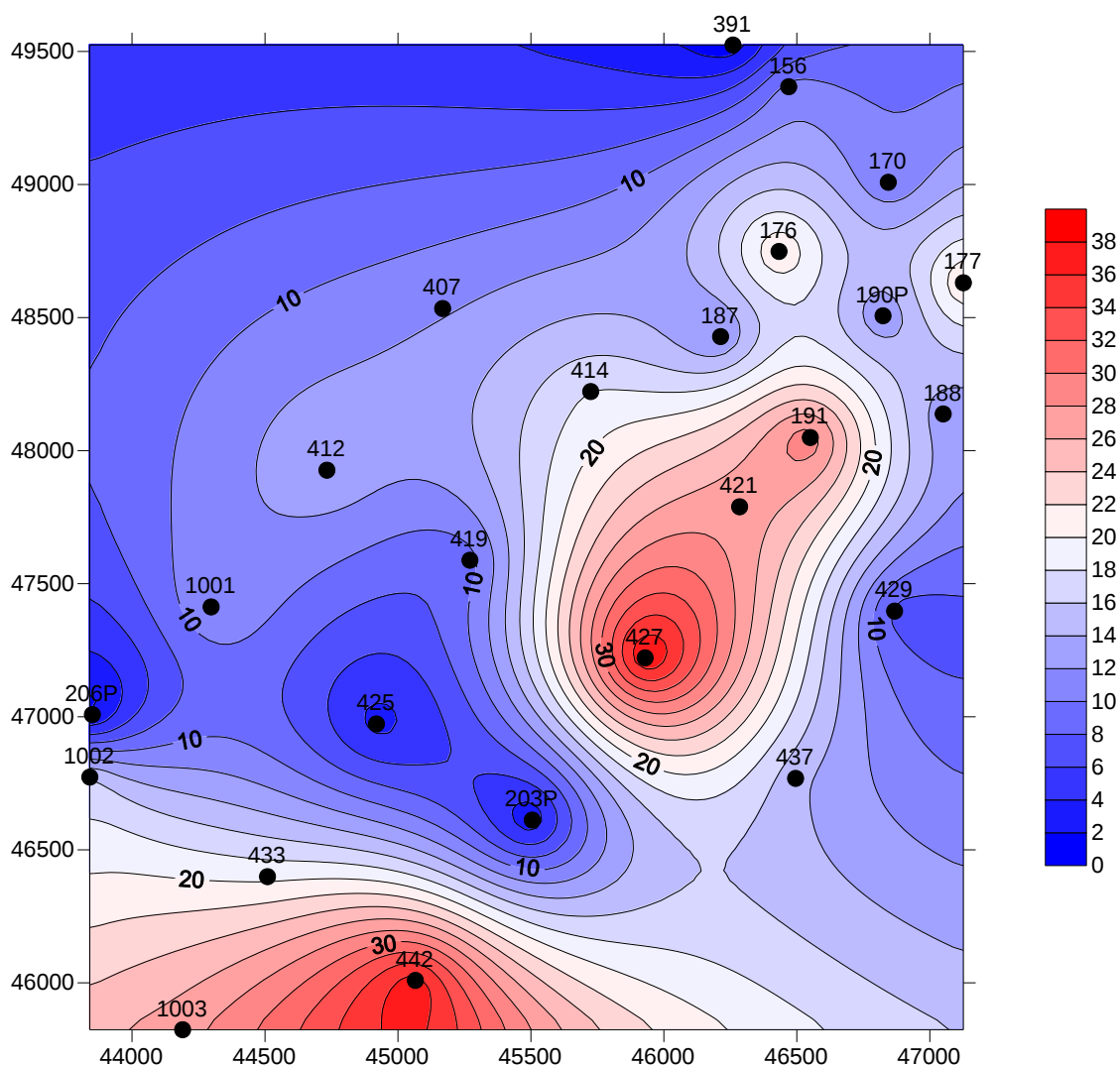


Рисунок 6.6 – Карта средних арифметических значений проницаемости

На карте прослеживается преимущественная ориентация изолиний проницаемости в северо-восточном направлении. Это направление подтверждается данными, полученными с помощью статистической обработки

карты проницаемости, где видно, что направление главной оси анизотропии имеет азимут 67° (рисунок 6.7).

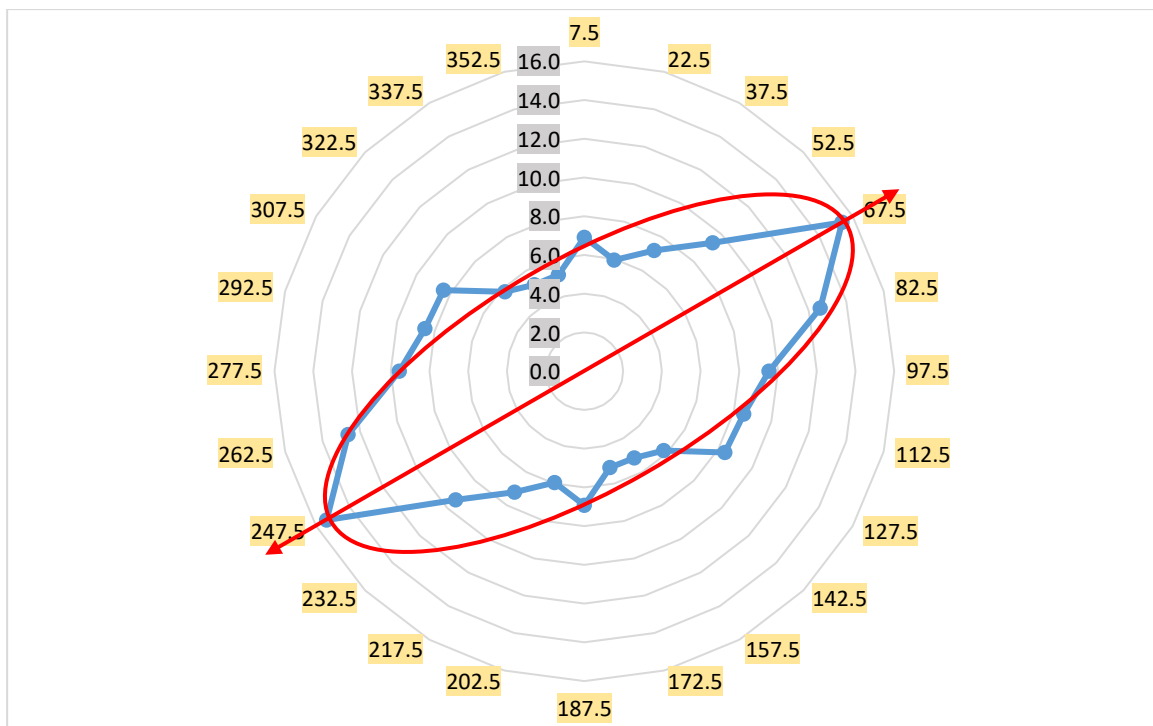
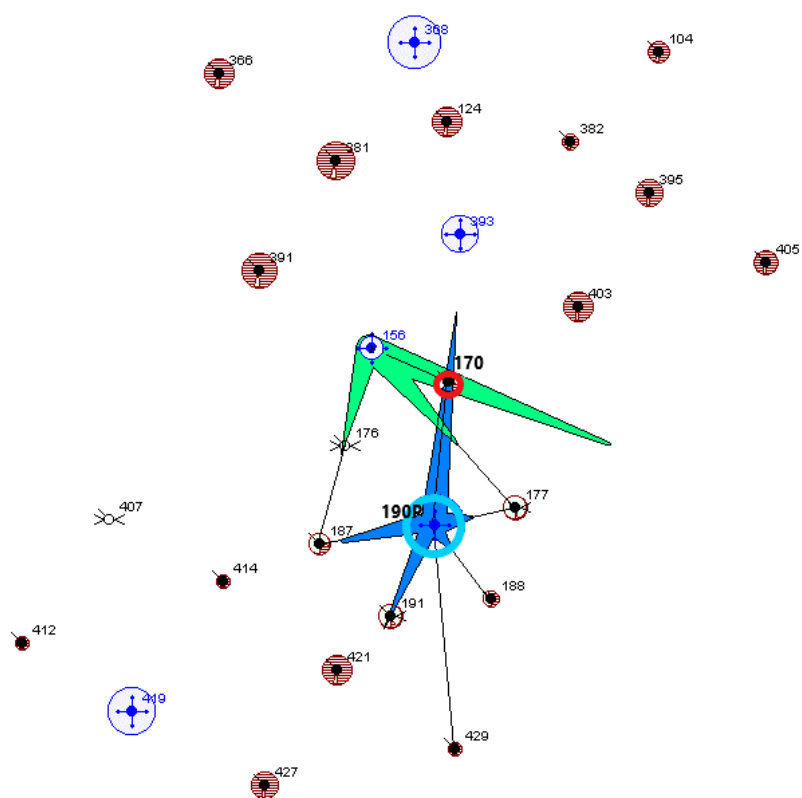


Рисунок 6.7 – Роза-диаграмма направленности изолиний проницаемости в географической системе координат

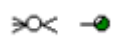
Результат трассерных исследований показал, что наибольшее количество меченой воды закачанной в нагнетательную скважину № 190Р перемещается в северо-восточном направлении к добывающей скважине № 170 (рисунок 6.8).



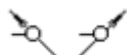
Условные обозначения:



Скважины остановленные, ликвидированные, в ожидании ликвидации;



Скважины в бездействии, освоении;



Пьезометрические, контрольные скважины;



Скважины в консервации.

Рисунок 6.8 – Распределения основных потоков фильтрации

В результате изучения ориентированного керна для скважины 187 на основании микроструктурного исследования по кварцу получены розы-диаграммы направления длинных частиц. Выявлено, что преобладающая масса зерен кварца сосредоточена в северо-восточном направлении (рисунок 6.9).

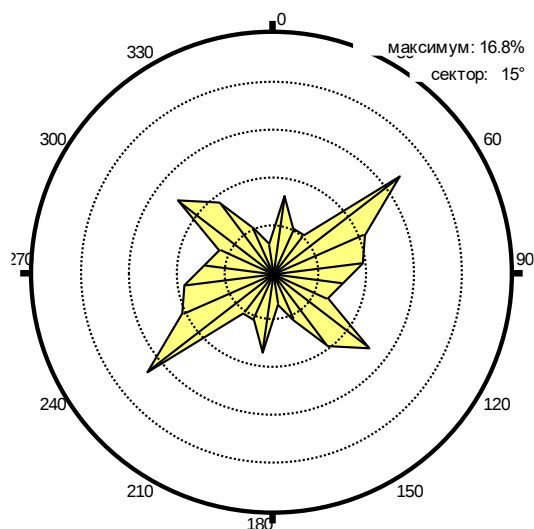


Рисунок 6.9 – Роза-диаграмма направления длинных частиц для образца 24 (скважина 187)

В результате анализа данных ориентированного керна скважины 187, установлено что в керне, выпиленном в северо-восточном направлении наблюдается превышение проницаемости, по сравнению с образцами, выпиленными в северо-западном направлении (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Результаты измерения проницаемости в разных направлениях по керновым данным (скважина 187)

Номер образца	Коллекторские свойства		Ориентировка
	Кпо, %	Кпр, мД	
21	18.6	212.8	СВ
	18.2	106.4	СЗ
23	6.5	0.67	СВ
	7.0	0.59	СЗ
24	9.8	5.4	СВ
	13.2	2.9	СЗ
29	12.2	1.5	СВ
	10.9	1.3	СЗ
37	12.1	0.5	СВ
	10.8	0.25	СЗ
38	10.8	1.6	СВ
	11.5	1.23	СЗ

Таким образом можно заметить, что основные особенности пространственного распределения значений проницаемости пласта Ю_1^3 для северного и центрального блока сохраняются и имеют схожие результаты. А

именно, коллектора Крапивинского месторождения обладают горизонтальной анизотропией проницаемости, с преобладающей ориентацией в северо-восточном направлении.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выделить несколько сегментов рынка не представляется возможным, так как работа имеет специфический узко направленный характер и ориентирована на определенный тип месторождений. Потребителями данной работы выступают крупные компании занимающиеся добычей нефти и газа терригенных коллекторов Западной Сибири со сложным геологическим строением. Потребителями данного научного проекта являются недропользователи Крапивинского месторождения: ОАО «Томскнефть» и ОАО «Газпромнефть».

7.2 SWOT – анализ

Сильные и слабые стороны работы, выявленные возможности и угрозы для реализации исследования, которые проявились или могут проявиться приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – SWOT - анализ

Сильные стороны дипломной работы:	Слабые стороны дипломной работы:
С1. Эффективность технологии;	Сл.1 Минимальная погрешность исследования составляет 5%;
С2. Более низкая стоимость исследования по сравнению с другими технологиями;	Сл.2 Отсутствие бюджетного финансирования;
С3. Спрос на новые технологии;	Сл.3 Большой срок поставок и исследования кернового материала, используемый в технологии.
С4. Квалифицированный персонал;	
С5. Наличие заказчика – ОАО «Томскнефть» ВНК.	

Возможности: В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок; В3. Привлечение расчетных возможностей ОАО «ТомскНИПИнефть»; В4. Использование данной технологии на месторождениях ОАО «Газпромнефть».	Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства; У2. Развитая конкуренция технологий производства; У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны заказчика.
--	--

7.3 Планирование этапов и работ по выполнению исследования

Для выполнения научных исследований сформирована рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Порядок составления этапов и работ приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследования	1	Изучение проблемы и подбор литературы	Руководитель, студент
	2	Изучение и анализ литературы, а также выбор наиболее подходящего метода решения проблемы	Студент
Разработка технического задания на дипломную работу	3	Составление и утверждение технического задания	Руководитель

Теоретические и расчетные исследования	4	Построение петрофизических зависимостей и определение интерпретационных параметров по керновым данным	Студент
	5	Подготовка результатов интерпретации геофизических исследований скважин	
	6	Анализ существующих методов определения анизотропии проницаемости	
	7	Определение ориентации анизотропии и ее количественная оценка	
	8	Обработка результатов исследований	
Обобщение и оценка результатов	9	Анализ и формирование выводов по полученным результатам НИР	Руководитель, студент
	10	Составление методики оценки анизотропии, составление пояснительной записки.	Студент

7.4 Определение трудоемкости выполнения исследования

Трудовые затраты представляют собой затраты, которые непосредственно связаны с выполнением исполнителем работ. Зачастую они являются весомой составляющей при проведении научно-исследовательских работ. Чтобы рассчитать трудовые затраты необходимо оценить время, которое каждый человек (исполнитель) тратит на выполнение своих заданий.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях (чел.-дн.) и носит вероятностный характер, поскольку зависит от множества

факторов. Ожидаемое (среднее) значения трудоемкости работ $t_{ож}$ определяется при помощи формулы (7.1).

$$t_{ожі} = \frac{3t_{мині} + 2t_{махі}}{5}, \quad (7.1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность выполнения каждого задания (работ) в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. В расчете используется выражение (7.2).

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (7.2)$$

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

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

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

Вычисление продолжительности работ необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%. Результаты расчетов трудоёмкости и продолжительности одной работы сведены в таблице 7.3.

7.5 Разработка календарного плана работ

Так как выполнение выпускной квалификационной работы предполагает рассмотрение относительно небольшой темы, поэтому ожидаемый объем работ будет также относительно небольшой. В связи с этим в качестве наиболее

удобного и наглядного вида календарного плана работ был выбран ленточный график проведения НИР в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта представляет собой график, состоящий из отрезков, располагающихся на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельному заданию или работе. Номер этапа, соответствующий конкретному заданию или работе, размещается по вертикали. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле (7.3).

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (7.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы в календарных днях;

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

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле (7.4).

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (7.4)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Примем, что число календарных дней равно 365, выходных – 52, праздничных – 14. Исходя из этого, коэффициент календарности равен:

$$k = \frac{365}{365 - 52 - 14} \approx 1,22.$$

Длительность этапов в календарных днях сведена в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Временные показатели проведения НИР

Этап	$t_{\min}$, чел.-дн.	$t_{\max}$, чел.-дн.	$t_{\text{ож}}$, чел.-дн.	Исполнители	T_r , раб. дн.	T_k , кал. дн.
1	5	10	7	Руководитель, студент	3,5	4
2	5	7	5,8	Студент	5,8	7
3	1	2	1,4	Руководитель	1,4	2
4	5	7	5,8	Студент	5,8	7
5	10	15	12	Студент	12	15
6	2	3	2,4	Студент	2,4	3
7	12	15	13,2	Студент	13,2	16
8	5	7	5,8	Студент	5,8	7
9	10	15	12	Руководитель, студент	6	7
10	5	7	5,8	Студент	5,8	7

На основе таблицы 7.3 строим календарный план-график (таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Календарный план-график проведения НИР

Этап	Исполнители	Т _к , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ							
			Февраль			Март			Апрель	
			10	20	28	10	20	31	10	20
1	Руководитель, студент	4								
2	Студент	7								
3	Руководитель	2								
4	Студент	7								
5	Студент	15								
6	Студент	3								
7	Студент	16								
8	Студент	7								
9	Руководитель, студент	7								
10	Студент	7								

На основе данных таблицы 7.4 можно сделать вывод, что продолжительность исследований займет 75 дней.

7.6 Бюджет затрат на исследование

Определение затрат на выполнение НИР производится путем составления калькуляции по отдельным статьям затрат всех видов необходимых ресурсов. Калькуляция является основным документом, на основании которого осуществляется планирование и учет затрат на научные исследования.

Калькуляция плановой себестоимости проведения НИР составляется по следующим статьям затрат:

1. материалы (материальные затраты);
2. оплата труда работников, непосредственно участвующих в НИР;
3. прочие прямые расходы;
4. оборудование для научных и исследовательских работ;
5. накладные расходы.

Пункты 1-4 относятся к прямым затратам, связанным непосредственно с выполнением НИР. Величина прямых затрат определяется прямым счетом. Накладные расходы (п.5) подразумевают затраты на содержание аппарата управления, общетехнических и общехозяйственных служб. Величина накладных расходов рассчитываются косвенным способом [11].

7.6.1 Расчет материальных затрат исследования

Этот пункт включает в себя стоимость всех материалов, необходимых для выполнения НИР. К категории материалов относят:

- сырье, основные и вспомогательные материалы;
- покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия;
- электроэнергия (на технологические цели).

Стоимость материалов формируется исходя из цены их приобретения и платы за транспортировку (упаковку и доставку), осуществляемую сторонними организациями. Если расходы сторонних организаций, связанные с доставкой материальных ресурсов для НИР, незначительны (2-4%), то их можно опустить.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле (7.5).

$$C_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (7.5)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. В рамках выполнения данной выпускной квалификационной работы примем $k=0,15$.

Калькуляция расходов на материалы приведена в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Количество, шт./упак.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Канцелярские товары	Бумага для принтера, формат А4, 500 шт., скрепки канцелярские 50 шт., ручки 2 шт., карандаши 2 шт., ластик 1 шт., нож канцелярский 1 шт., корректор 1 шт.	1	575,00	575,00
Итого по статье C_M				575,00

7.6.2 Оплата труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР

Данная статья предусматривает заработную плату для работников, которые непосредственно заняты в проведении научно-исследовательской работы, также учитывается дополнительная заработная плата. Заработная плата рассчитывается по формуле (7.6).

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (7.6)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная заработная плата работника рассчитывается по формуле (7.7).

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (7.7)$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (7.8).

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (7.8)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	—	—
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад руководителя рассчитывается по формуле (7.9).

$$З_{\text{м рук.}} = З_{\text{тс}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (7.9)$$

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

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно отраслевой системе оплаты труда основная месячная заработная плата руководителя составляет 30000,00 руб, исполнителя 5000,00 руб.

$$З_{\text{м рук.}} = (30000,00) \cdot 1,3 = 39000,00 \text{ (руб.)};$$

$$З_{\text{м исп.}} = (5000,00) \cdot 1,3 = 6500,00 \text{ (руб.)}.$$

Среднедневная зарплата руководителя и дипломника соответственно равны:

$$З_{\text{дн рук.}} = \frac{39000,00 \cdot 10,4}{251} \approx 1615,90 \text{ (руб.)};$$

$$З_{\text{дн дип.}} = \frac{6500,00 \cdot 10,4}{251} \approx 269,30 \text{ (руб.)}.$$

Дополнительная заработная плата ($З_{\text{доп}}$) составляет 12% от основной ($З_{\text{осн}}$).

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы (7.10).

$$З_{внеб} = З_{осн} \cdot K_{внеб}, \quad (7.10)$$

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

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, размер страховых взносов составляет 27,1%.

Результаты расчета основной и дополнительной заработной платы, а также внебюджетных отчислений сведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Заработная плата исполнителей НИР

Заработная плата, руб.	Руководитель	Студент
Основная зарплата	4686,11	15834,84
Дополнительная зарплата	562,33	1900,18
Внебюджетные отчисления	1269,94	4291,24
Итого по статье $C_{ЗП}$ (включая $C_{внеб}$)	28544,64	

7.6.3 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата электроэнергии, печать, интернет. Их величина определяется по формуле (7.11).

$$З_{накл} = (З_{м} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \cdot K_{нр}, \quad (7.11)$$

где $З_{м}$ – материальные затраты, руб.;

$З_{осн}$ – основная заработная плата, руб.;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$З_{внеб}$ – внебюджетные отчисления, руб.

$K_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принятый равным 0,16.

$$З_{\text{накл}} = (575 + 20520,95 + 2462,51 + 5561,18) \cdot 0,16 = 4659,14 \text{ руб.}$$

7.6.4 Формирование затрат на исследование

Определение бюджета затрат НИР на основании полученных данных по отдельным статьям затрат приведены в таблице 7.8.

Таблица 7.8 – Бюджет затрат на исследование

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Материальные затраты (C_m)	575,00
Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИР ($C_{\text{зп}}$), включая отчисления во внебюджетные фонды ($C_{\text{внеб}}$)	28544,64
Накладные расходы ($C_{\text{накл}}$)	4659,14
Бюджет затрат на исследование	33778,78

7.7 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности по формуле (7.12).

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (7.12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент исследования;

b_i – балльная оценка исследования, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого исследования приведена в таблице 7.9.

Таблица 7.9 – Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого исследования

Критерии	Весовой коэффициент	Прогноз свойств коллектора	
		С проведением исследования	Без проведения исследования
1. Точность результатов расчета	0,3	4	2
2. Время расчета	0,3	3	4
3. Технологичность	0,2	5	3
4. Эффективность технологии	0,2	5	2
Итого	1,00	4,25	2,75

Показатель ресурсоэффективности равен:

$$I_{p \text{ с исл}} = 0,3 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,1;$$

$$I_{p \text{ без исл}} = 0,3 \cdot 2 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2 = 2,8.$$

В результате выполнения данного раздела определены потенциальные потребители данного раздела. Проведен SWOT-анализ, который позволил выявить сильные и слабые стороны работы, возможности и угрозы для реализации исследования. Построен календарный план-график проведения исследования. Общее количество дней на выполнение исследования составляет 75 дней. Затраты на исследование составили 33778,78 руб. Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале равен $I_p = 4.1$, что говорит об эффективной реализации исследования.

На основании полученных результатов данного раздела делаем вывод, что научно-исследовательская работа является экономически целесообразной и успешной.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

8.1 Профессиональная социальная безопасность

В рамках данной работы в качестве лабораторной установки использовались персональные компьютеры. Работа выполнялась сидя, при небольшом физическом напряжении. Рабочее место представлял собой компьютерный стол с персональным компьютером, следовательно, можно выделить следующих физические факторы, влияющих на здоровье человека: длительное неизменное положение тела, напряжение глаз, воздействие электромагнитных полей.

Перед началом работ был проведен вводный инструктаж по правилам пользования аппаратурой, поведения в чрезвычайных ситуациях, инструктаж на рабочем месте. На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы. Опасным производственным фактором согласно ст. 209 Трудового Кодекса РФ называется производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме. Вредным – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы классифицированы в ГОСТ 12.0.003-74 [12]. Уровни воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих нормированы предельно-допустимыми уровнями, значения которых установлены в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах. Защита от них обеспечивается снижением их уровня в источнике и применением профилактических и предохранительных мер.

8.2 Производственная безопасность

В таблице 8.1 приведены опасные и вредные факторы во время исследования.

**Таблица 8.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении
исследования**

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа за персональным компьютером	1. Недостаточная освещённость рабочей зоны: отсутствие или недостаток естественного света; 2. Повышенный уровень шума; 3. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 4. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 5. Напряженность труда	1. Электрический ток	1. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение; 2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»; 3. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки; 4. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов; 5. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

8.2.1 Анализ вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

Отрицательное влияние компьютера на человека является комплексным, во время работы за компьютером на организм влияет целый ряд негативных физических и психологических факторов. Физическими факторами являются:

- повышенная пульсация светового потока;
- широкий спектр излучения от дисплея, который включает рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области;
- повышенный уровень электромагнитных излучений различных частот от монитора и системного блока;
- загрязнение воздуха пылью;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- возникновение на экране монитора статических зарядов, заставляющих частички пыли двигаться к ближайшему заземленному предмету, которым оказывается лицо пользователя;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- опасность возникновения пожара.

Таким образом, влияющие на работоспособность вредные факторы должны быть определены нормативными правовыми актами в области санитарно-эпидемиологического контроля и скомпенсированы рациональной организацией рабочего места. Для этого должны быть рассмотрены понятия микроклимата, освещенности рабочего места, уровня шума, особенностей электрического напряжения в сети, уровня напряженности выполняемых работ и их нормативов.

Освещение рабочего места

От степени освещенности напрямую зависит работоспособность человека, его физическое и психоэмоциональное состояние. Помещения различного назначения имеют специальные требования по освещенности. При расчете освещенности учитываются характеристики рабочего процесса,

осуществляемого человеком, его периодичность и длительность. Работа, выполняемая с использованием вычислительной техники относится к III разряду зрительной работы, имеет следующие недостатки:

- блики экрана;
- слабая контрастность между изображением и фоном.

В связи с тем, что естественное освещение слабое, на рабочем месте должно применяться также искусственное освещение.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения равна 7 м (А), ширина – 6 м (В), высота – 4,5 м (Н). Высота рабочей поверхности над полом – 0,8 м (h_p). Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СП 52.13330.2011. В соответствии разрядом зрительной работы необходимо создать освещённость не ниже 200 лк.

Воздействие шума

Воздействие шума на человека может иметь различные последствия в зависимости от уровня шума. Слабый шум преимущественно мешает понимать речь или вызывает раздражение. По мере усиления шума этот эффект усиливается, и, в дополнение, могут возникать физиологические последствия влияния шума на слух. Высокий уровень шума может привести к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ. Он замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы, угнетает центральную нервную систему, вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ.

Лабораторная аудитория, эксплуатируемая в рамках настоящей магистерской диссертации, обладает низким уровнем общего шума. Источниками шумовых помех могут являться вентиляционные установки, кондиционеры, ЭВМ и его периферийные устройства.

Эквивалентный уровень звука не должен превышать 50 дБ согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-76, а звукоизоляция ограждающих конструкций должна отвечать требованиям главы СанПиН 11-12-77.

Для изложенных целей применяется звукопоглощающее покрытие стен и потолка звукопоглощающим материалом, организуется рациональная планировка помещения, в которой компенсируется воздействие источников шума по периферии. На используемом в компьютерных помещениях оборудовании по возможности выставляется минимальный уровень шума.

Повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенная напряжённость электрического поля

Электромагнитные поля, характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, наиболее вредны для организма человек. Основным источником этих проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе автоматизированные информационные системы на основе персональных компьютеров, являются дисплеи (мониторы), они представляют собой источники наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье работника.

Предельно допустимые значения излучений от ЭВМ в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Для предупреждения внедрения опасной техники все дисплеи должны проходить испытания на соответствие требованиям безопасности. Для защиты от вредных влияний включенного видеомонитора на организм пользователя ЭВМ необходимо соблюдать следующие требования:

- на рабочем месте располагаться от экрана до глаз на расстоянии не менее 600-700 мм;
- использовать экранные фильтры типа «Полная защита»;
- соблюдать рациональный режим труда и отдыха в течение рабочего дня в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.

Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Лаборатория является помещением, относящимся к категории помещений, где выполняются легкие физические работы, поэтому должны соблюдаться требования, приведенные в таблице 8.3 в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Таблица 8.3 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Наименование параметра			
	Температура воздуха, С°	Температура поверхностей, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
холодный	22-24	21-25	40-60	0,1
теплый	23-25	22-26	40-60	0,1

Для создания и автоматического поддержания в аудитории оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, независимо от наружных условий, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Напряженность труда

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы. Причинами появления являются следующие процессы:

- длительное пребывание в одном и том же (сидячем) положении и повторение однотипных движений, монотонность труда;
- умственное перенапряжение, обусловленное характером решаемых задач;
- большой объем перерабатываемой информации;

- нервно-эмоциональные и нервно-психические перегрузки, в особенности у начинающих пользователей (например, стресс при потере информации);

- утомление глаз, повышенная нагрузка на зрение;

- повышенная нагрузка на опорно-двигательный аппарат, в особенности на позвоночник и суставы верхних конечностей.

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы на ЭВМ и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности.

Виды трудовой деятельности с ЭВМ разделяются на 3 группы:

- группа А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом;

- группа Б – работа по вводу информации;

- группа В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Если в течение рабочей смены пользователь выполняет разные виды работ, то его деятельность относят к той группе работ, на выполнение которой тратится не менее 50% времени рабочей смены.

Категории тяжести и напряженности работы на ЭВМ определяются уровнем нагрузки за рабочую смену: для группы А – по суммарному числу считываемых знаков; для группы Б – по суммарному числу считываемых или вводимых знаков; для группы В – по суммарному времени непосредственной работы на ЭВМ.

В таблице 8.4 приведены категории тяжести и напряженности работ в зависимости от уровня нагрузки за рабочую смену.

Таблица 8.4 – Виды категорий трудовой деятельности с ЭВМ

Категория работы по тяжести и напряженности	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работы на ЭВМ		
	Группа А Количество знаков	Группа Б Количество знаков	Группа В Время работы, ч
I	До 20000	До 15000	До 2,0
II	До 40000	До 30000	До 4,0
III	До 60000	До 40000	До 6,0

В процессе выполнения ВКР лабораторным работам отводилось порядка 1 час в день, но непосредственное оформление пояснительной записки занимало до половины полной рабочей смены и варьировалась по виду операций с ЭВМ. Продолжительность непрерывной работы на ЭВМ без регламентированного перерыва не превышало 2 часа.

8.2.2 Анализ опасных факторов

Электробезопасность

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от воздействия электрического тока. Положением о соблюдении электробезопасности является ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [13].

Опасный производственный фактор в помещении – поражение электрическим током. Основными причинами этого могут послужить прикосновение к токоведущим или конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. Аудитория относится к категории помещений без повышенной опасности и характеризуется следующими признаками: температура воздуха и

влажность в норме, отсутствие сырости, химически активной среды, токопроводящих пыли и полов.

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое, биологическое, световое воздействие. Термическое воздействие тока характеризуется нагревом кожи и тканей до высокой температуры вплоть до ожогов. Электролитическое воздействие заключается в разложении органической жидкости, в том числе крови, и нарушении ее физико-химического состава. Механическое действие тока приводит к расслоению, разрыву тканей организма в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара из тканевой жидкости и крови. Механическое действие связано с сильным сокращением мышц вплоть до их разрыва. Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей и сопровождается судорожными сокращениями мышц. Световое действие приводит к поражению слизистых оболочек глаз.

С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением ЭВМ в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети ЭВМ и устранить неисправность;
- запрещается при включенной ЭВМ одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

8.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК,

они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

Одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

Утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например, тротуарной плитки.

Под хранением отходов понимается временное размещение их в специально отведённых для этого местах или объектах до их утилизации. Отработанные люминесцентные лампы, согласно Классификатору отходов ДК 005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенные требованиям.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная безопасность

Степень огнестойкости зданий принимается в зависимости от их назначения, категории по взрывопожарной и пожарной опасности, этажности, площади этажа в пределах пожарного отсека. Для устранения причин возникновения пожара в аудитории проводится комплекс профилактических противопожарных мероприятий:

- использование только исправного оборудования;

- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
- издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Возможные причины пожара: перегрузка в электросети, короткое замыкание, разрушение изоляции проводников.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения:

- огнетушащие вещества (вода, песок, земля);
- огнетушащие материалы (грубошерстные куски материи – кошмы, асбестовые полотна, металлические сетки с малыми ячейками и т. п.);
- немеханизированный ручной пожарный инструмент (багры, крюки, ломы, лопаты и т. п.);
- пожарный инвентарь (бочки и чаны с водой, пожарные ведра, ящики и песочницы с песком);
- пожарные краны на внутреннем водопроводе противопожарного водоснабжения в сборе с пожарным стволом и пожарным рукавом;
- огнетушители.

Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует

располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей [14].

8.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.5.1 Требования к организации и оборудованию рабочих мест

Рабочее место – это часть пространства, в котором инженер осуществляет трудовую деятельность, и проводит большую часть рабочего времени. Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности работника, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении.

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям [15]. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;
- уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Основным рабочим положением является положение сидя. Поэтому для исключения возникновения заболеваний, связанных с малой подвижностью работника, необходимо иметь возможность свободной перемены поз.

По условиям работы рабочее место инженера относится к индивидуальному рабочему месту для работы сидя. Его рабочее место должно занимать площадь не менее 6 м, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем – не менее 20 м³ на одного человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты определения анизотропии горизонтальной проницаемости на разных уровнях исследований согласуются между собой. Так, шлифы это – микроуровень, исследования керна – мезоуровень, трассерные исследования – макроуровень. Сведения о обстановке осадконакопления по данным керновых, трассерных и геофизических исследований отображают единую картину направления анизотропии проницаемости в северо-восточном направлении. Связано это с условиями осадконакопления, поскольку известно, что прибрежно-морские отложения ориентируют проницаемость вдоль береговой линии. Таким образом, для терригенных коллекторов главными обстоятельствами, которыми определяется направление анизотропии – это условия осадконакопления и форма геологических тел.

Определение и учет анизотропии позволит правильно спланировать эффективную систему заводнения, уплотняющее бурение, зарезки боковых стволов, а также сделает более корректным процесс адаптации геологической и гидродинамической модели месторождения.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Яковенко Н.В. Влияние литолого-фациальной зональности на интерпретацию данных ГИС на примере Крапивинского месторождения // Проблемы геологии и освоении недр: Труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2018. – Т.1. – С. 458 – 461.

2. Яковенко Н.В. Анализ пространственной неоднородности фильтрационных свойств коллекторов Крапивинского нефтяного месторождения // Проблемы геологии и освоении недр: Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2019. – Т.1. – С. 455 – 464.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

3. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазоносность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 291 с.

4. В.А. Конторович. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири: Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. – 253 с.

5. Белозеров В.Б. «Седиментационные модели верхнеюрских резервуаров горизонта Ю₁ Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции как основа для оптимизации систем их разведки и разработки» Новосибирск, 2008. – 263 с.

6. Отчет по договору с ОАО «Томскнефть» «Анализ разработки Крапивинского нефтяного месторождения». – Томск, 2004. – 425 с.

7. Меркулов В.П. Геофизические исследования скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 146 с.

8. Log Interpretation Principles/Applications: Schlumberger Educational Services. – Texas, 1989. – 241 p.

9. Меркулов В.П., Краснощекова Л.А. Исследование пространственной литолого-петрофизической неоднородности продуктивных коллекторов месторождений нефти и газа // Известия ТПУ. – 2002. – Т.305. – Вып. 6. – С. 296-304.

10. Ипатов А.И., Кремнецкий М.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Институт компьютерных исследований, 2005. – 708 с.

11. Криницына З.В., Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Криницына З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

12. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 6 с.

13. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 7 с.

14. ГОСТ 12.1.004. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1992. – 81 с.

15. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 9 с.