

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки
(Геофизические методы исследования скважин)
Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Комплексное изучение продуктивной части разреза Мыльджинского газоконденсатного месторождения (Томская область) методами геофизических исследований

УДК 550.83:553.981(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Руденков Максим Дмитриевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Колмаков Ю. В.	Д. г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	Канд. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И. И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Геофизические методы исследования скважин	Соколов С. В.	К.г.-м.н.		

2023 г.

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
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

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзорная карта расположения Мыльджинского газоконденсатного месторождения. 2. Положение Мыльджинского месторождения на фрагменте административной карты. 3. Положение района исследования на карте изученности Томской области сейсморазведочными работами. 4. Интервал юрской системы сводного литолого-стратиграфического разреза Томской области. 5. Тектоническая схема чехла района. 6. Схематичное представление продуктивных пластов Мыльджинского месторождения. 7. Расположение Мыльджинского газоконденсатного месторождения на карте Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (С.Л. Максимов). 8. Структурная карта и положение водоуглеводородных контактов пласта Ю₁³ Мыльджинского месторождения. 9. Часть каротажной диаграммы скважины №QQ. 10. Фрагмент структурной карты с положением запроектированной скважины. 11. Физико-геологическая модель. 12. Конструкция жёсткого кабеля (КГ 3x0,75-150-90 Оа). 13. Кабель геофизический грузонесущий бронированный жёсткий (КЛ 3-16/32-90 Оа). 14. Каротажный кабельный наконечник. 15. Исследования при помощи технического комплекса "Латераль". 16. Схема компоновки модулей АГС "Горизонталь-2". 17. Схема колтюбинговой установки. 18. Колтюбинговая установка. 19. Скважинный трактор фирмы WellTec. 20. Схема скважинного трактора.
	<ol style="list-style-type: none"> 21. Сводный литолого-стратиграфический разрез 22. Каротажная диаграмма со скважины № QQ 23. Информация о проведенном каротаже на скважине № QQ

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
По геологической части	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения	Рыжакина Т. Г.
Социальная ответственность	Авдеева И. И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	
Срок сдачи студентом выполненной работы	03.06.2023 г.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.03.2023 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Колмаков Ю. В.	Д. Г.- м. н.,		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Руденков Максим Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2281		Руденков Максим Дмитриевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 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	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. Альтернативы проведения НИ	
4. График проведения и бюджет НИ	
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Руденков Максим Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2281		Руденков Максим Дмитриевич	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Комплексное изучение продуктивной части разреза Мыльджинского газоконденсатного месторождения (Томская область) методами геофизических исследований	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения; – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации. 	<p>Объект исследования скважина на Мыльджинском газоконденсатном месторождении Томской области.</p> <p>Область применения нефтяные месторождения юго-востока Западной Сибири. Климат района континентальный – умеренная зона (III климатическая зона).</p> <p>Рабочая зона: Камеральный этап проводится на специализированном оборудовании (ЭВМ), рабочее место оборудовано на стационарной базе. Площадь отопляемого помещения 20 м², с применением искусственного освещения смешанного типа;</p> <p>Полевой этап проводится с использованием оборудования геофизических исследований скважин в полевых условиях на открытом воздухе.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>РД 153-39.0-072-01. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. ПБ 08-624-03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.</p> <p>ТК РФ Статья 147. Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.</p> <p>ТК РФ Статья 168.1. Возмещение расходов, связанных со служебными поездками работников, постоянная работа которых осуществляется в пути или имеет разъездной характер, а также с работой в полевых условиях, работами экспедиционного характера.</p> <p>ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.</p> <p>ГОСТ 12.2.034-78. Система стандартов безопасности труда. Аппаратура скважинная геофизическая с источниками ионизирующих излучений. Общие требования радиационной безопасности.</p> <p>ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах.</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов; – Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора. 	<p>Камеральный этап: Вредные факторы – отклонение показаний микроклимата; недостаточная освещённость рабочей зоны; превышение уровней шума и вибрации; психофизиологические факторы, связанные с умственным перенапряжением.</p> <p>Опасные факторы – электрический ток.</p> <p>Полевой этап:</p>

	<p>Вредные факторы – отклонение показаний климата; превышение уровней шума и вибрации; недостаточная освещенность; психофизиологические факторы, связанные с тяжестью и напряженностью физического труда; повреждения в результате контакта с животными и насекомыми.</p> <p>Опасные факторы – электрический ток; движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующего излучения.</p> <p>Требуемые средства индивидуальной и коллективной защиты – специальная рабочая одежда, прорезиненная обувь, диэлектрические перчатки, беруши, каска, защитные очки.</p> <p>Будет произведён расчёт воздухообмена для отчистки воздуха.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Указать, какое воздействия на селитебную зону, атмосферу, гидросферу и литосферу оказывает процесс эксплуатации проектного решения. 	<p>Воздействие на селитебную зону – селитебная зона удалена на 30 км от объекта исследования, в следствие этого, воздействия на неё нет.</p> <p>Воздействие на литосферу – нарушение почвенного слоя, загрязнение почвы нефтепродуктами, засорение почвы твёрдыми бытовыми отходами, утилизация отработавшего оборудования и макулатуры.</p> <p>Воздействие на гидросферу – загрязнение стоками технологическими и хозяйственно-бытовыми отходами.</p> <p>Воздействие на атмосферу – выброс загрязняющих веществ в атмосферу.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Перечислить возможные ЧС при эксплуатации; – Указать наиболее типичную ЧС из выше перечисленных. 	<p>Возможные ЧС – газонефтеводопроявления (ГНВП) и пожар.</p> <p>Наиболее типичная ЧС – пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
01.03.2023	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Руденков Максим Дмитриевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 100 страниц, 20 рисунков, 21 таблица, 34 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: комплекс геофизических исследований, Мыльджинское месторождение, физико-геологическая модель, скважина, фильтрационно-емкостные свойства, коллектор, газоконденсатное месторождение.

Объектом исследования выступает скважина, проектируемая на Мыльджинском газоконденсатном месторождении, целевой горизонт исследования – продуктивные пласты горизонта Ю₁.

Цель работы заключается в разработке проекта по проектированию комплекса геофизических исследований, который будет использоваться для решения геологических задач в открытом стволе скважины.

Анализ результатов прошлых геофизических исследований позволил составить физико-геологическую модель объекта и выбрать наиболее подходящие методы для геофизического комплекса для решения поставленных задач на проектируемой скважине.

Специальная часть рассматривает способы доставки геофизического оборудования в горизонтальные участки скважин.

Финансовый раздел проекта содержит расчёт стоимости ресурсов данного научного исследования.

Раздел “Социальная ответственность” содержит анализ вредных и опасных производственных факторов на жизнь человека и окружающую среду, а также предлагает мероприятия по их устранению.

ESSAY

Final qualifying work 100 pages, 20 figures, 21 tables, 34 sources, 3 appendices.

Keywords: complex of geophysical studies, Myldzhinskoye field, physico-geological model, well, filtration and capacitance properties, collector, gas condensate field.

The object of the study is a well designed at the Myldzhinskoye gas condensate field, the target horizon of the study is the productive layers of the J₁ horizon.

The purpose of the work is to develop a project for the design of a complex of geophysical studies that will be used to solve geological problems in an open borehole.

The analysis of the results of past geophysical studies made it possible to compile a physico-geological model of the object and select the most suitable methods for the geophysical complex to solve the tasks at the projected well.

A special part considers the methods of delivery of geophysical equipment to horizontal sections of wells.

The financial section of the project contains the calculation of the cost of the resources of this scientific research.

The section “Social Responsibility” contains an analysis of harmful and dangerous production factors on human life and the environment, and also suggests measures to eliminate them.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- АГС – Автономная геофизическая система;
- АК – Акустический каротаж;
- БК – Боковой каротаж;
- БКЗ – Боковое каротажное зондирование;
- ВИКИЗ – Высоочастотное индукционное каротажное
изопараметрическое зондирование;
- ВНК – Водонефтяной контакт;
- ГВК – Газоводяной контакт;
- ГГК-П – Гамма-гамма каротаж плотностной;
- ГГР – Геологоразведочные работы;
- ГИС – Геофизические исследования скважин;
- ГК – Гамма каротаж;
- ГКМ – Газоконденсатное месторождение;
- ГНК – Газонефтяной контакт;
- ИК – Индукционный каротаж;
- КГ – Кабель геофизический;
- КС – Каротаж сопротивлений;
- МГЗ – Микроградиент зонд;
- МКЗ – Микрокаротажное зондирование;
- МОВ – Метод отражённых волн;
- МОГТ – Метод общей глубинной точки;
- МПЗ – Микропотенциал зонд;
- НГГЗК – Нефтегазоносный горизонт зоны контакта;
- НГК – Нефтегазоносный комплекс;
- ННК-Т – нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам;
- ПС – Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации;
- УЭС – Удельное электрическое сопротивление;
- ФЕС – Фильтрационно-емкостные свойства.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	14
1.1 Географо-экономический очерк.....	14
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность.....	16
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	19
2.1 Литолого-стратиграфический разрез.....	19
2.2 Тектоника	26
2.3 Нефтегазоносность	29
2.4 Петрофизическая характеристика разреза	33
3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЁННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	41
4.1 Задачи геофизических исследований	41
4.2 Обоснование объекта исследований.....	41
4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования	42
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ	44
5.1 Методика проектных геофизических работ	44
5.2 Интерпретация геофизических данных.....	45
6 СПОСОБЫ ДОСТАВКИ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ.....	51
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	58
7.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	58
7.2 Анализ конкурентных технических решений	58
7.3 SWOT-анализ	60
7.4 Планирование научно-исследовательских работ.....	63
7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	69
7.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	74
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	77
8.2 Производственная безопасность	79
8.3 Экологическая безопасность	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	95

ВВЕДЕНИЕ

Западная Сибирь является одним из крупнейших нефтедобывающих регионов Российской Федерации. Она включает в себя такие нефтепромысловые районы как, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Тюменскую область, а также Томскую область. Хотя Мыльджинское месторождение имеет значительные запасы, оно уже на последней стадии разработки, что приводит к обводнению горизонтов и сокращению объемов добычи. Поэтому работы по доразведке на этом месторождении являются актуальной и важной задачей. Мыльджинское газоконденсатное месторождение расположено в Томской области в 450 км к северо-западу от Томска.

Цель работы заключается в разработке проекта по проектированию комплекса геофизических исследований, который будет использоваться для решения геологических задач в открытом стволе скважины. Объектом исследования выступает скважина, проектируемая на месторождении.

Анализ результатов прошлых геофизических исследований позволил составить физико-геологическую модель объекта и выбрать наиболее подходящие методы для геофизического комплекса для решения поставленных задач на проектируемой скважине. В спроектированный комплекс вошли электрические и радиоактивные методы, акустический каротаж. Описана методика и аппаратура для проведения исследований, последующая интерпретация геофизических данных.

При выполнении исследования были рассмотрены способы доставки геофизического оборудования в горизонтальные участки скважин. Данная операция является весьма трудновыполнимой, однако такое проложение скважины способствует получению большего дебита и меньшему количеству пробуренных скважин.

Финансовый раздел проекта содержит расчёт стоимости ресурсов данного научного исследования. Раздел “Социальная ответственность” содержит анализ вредных и опасных производственных факторов на жизнь человека и окружающую среду, а также предлагает мероприятия по их устранению.

образуются широкие поймы, покрытые небольшими озерами и болотами, на которых растет мелкий густой сосняк и различные кустарники. Болота совершенно непроходимые летом, чаще всего, из-за слабого промерзания становятся трудно проходимыми и зимой.

Климат района континентальный, с длинной холодной зимой и коротким теплым летом. Средняя температура в зимний период составляет от минус 20 до минус 25 °С. Наиболее низкая температура бывает в декабре-январе и опускается до минус 50 °С. Снежный покров устанавливается в конце октября – начале ноября и сходит в конце апреля. Мощность его достигает 0,5 – 1,5 м. До своей максимальной отметки температура воздуха поднимается в июле (самом жарком месяце) и достигает 30 – 35 °С. Среднегодовое количество атмосферных осадков колеблется от 400 до 500 мм и наибольшее их количество выпадает летом и осенью.

Административно Мыльджинское месторождение находится в пределах Каргасокского района (рис. 2).

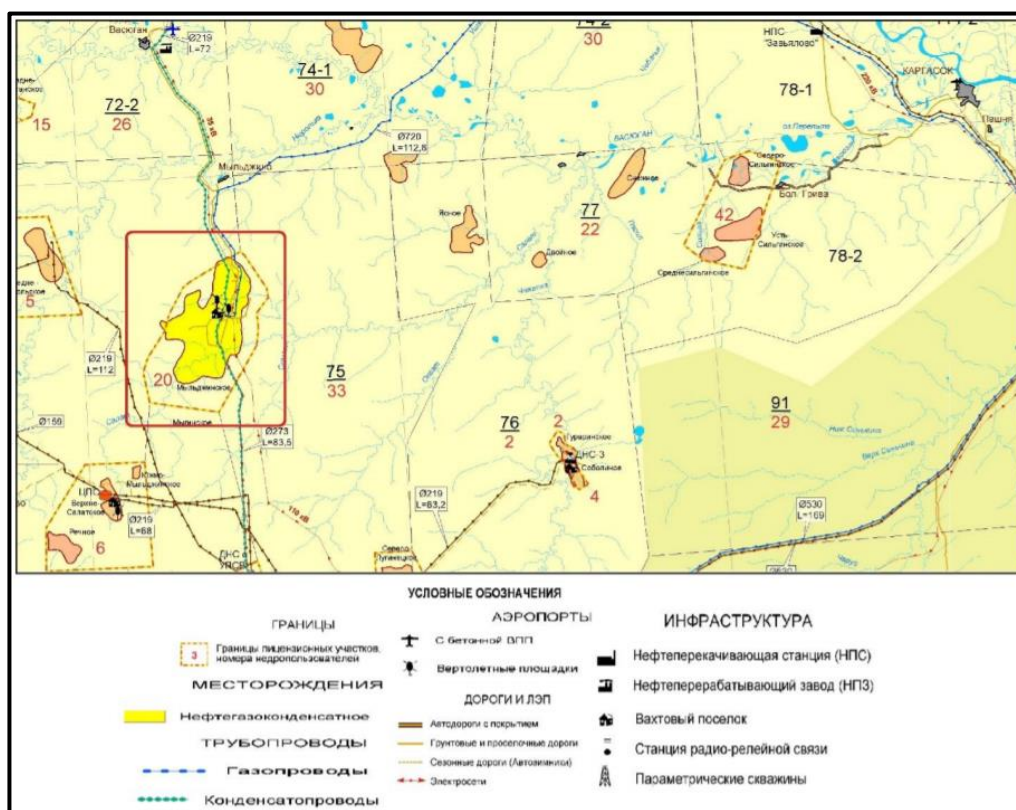


Рисунок 2 – Положение Мыльджинского месторождения на фрагменте административной карты [1].

Район работ населен слабо. Ближайшим населенным пунктом от месторождения является поселок Мыльджино, расположенный в 30 – 35 км на север. Непосредственно на месторождении построен вахтовый поселок. Доставка грузов осуществляется в летнее время водным транспортом, зимой авто и гусеничным транспортом по зимнику, а также вертолетами круглогодично.

1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность

С 1947 г. на территории района начали проводиться геологические исследования регионального характера. В период 1947-64 гг. были выполнены геологическая, аэромагнитная (М 1:1000000) и гравиметрическая (М 1:200000) съемки. Этими работами была выявлена положительная структура первого порядка – Средне-Васюганский мегавал.

В 1960-62 гг. силами С/П 12, 15/61-61 и 6, 7/61-62 была выявлена и подготовлена к глубокому бурению сейсморазведочными работами МОВ Мыльджинская структура, приуроченная к юго-восточной части Средне-Васюганского мегавала. По их результатам построена структурная карта по отражающему горизонту Па (подошва марьяновской, ныне – баженовской свиты).

В 1964-65 гг. с целью уточнения геологического строения южной части Средне-Васюганского мегавала силами С/П 13/64-65 были выполнены дополнительные работы. Весь материал был интерпретирован и составлен новый вариант структурной карты Мыльджинского поднятия по отражающему горизонту Па. Построенная структурная карта явилась сейсмической основой для проектирования размещения поисково-разведочных скважин.

В 1966-67 гг. силами С/П 6/66-67 была осуществлена детализация Мыгинской площади, в т.ч. и южной периклинали Мыльджинского поднятия. Весь сейсмический материал был вновь переобработан и отстроен уточненный вариант структурной карты по тому же отражающему горизонту Па. Эти построения легли в основу подсчета запасов углеводородов по Мыльджинскому месторождению, которые были утверждены ГКЗ в 1968 г.

В 1983-86 гг. с целью уточнения структурных планов в выявлении нефтеперспективных участков в различных частях Мыльджинской структуры были проведены поисковые в детальные исследования МОГТ силами С/П 8, 17/85-86. Этими работами был детализирован восточный борт Мыльджинского поднятия. Дополнительно к структурным построениям по основному отражающему горизонту Па была подготовлена структурная карта по низам покурской свиты.

В 1992-94 гг. были продолжены Детальные сейсморазведочные работы МОГТ. Целью работ являлось уточнение структурных построений и контуров нефтегазоносности по продуктивным горизонтам. Использовалась более плотная сеть профилей наблюдений. Работы выполнялись сейсмопартиями АО "Сибнефтегеофизика" (С/П 14,16/92-94). В результате выполненных исследований была построена сейсмическая основа масштаба 1:50000.

В 1999-2000 гг. в юго-западной части Мыльджинского месторождения силами Томского Геофизического Треста ОАО "Томскнефтегазгеология" (СП № 6) были проведены 3D сейсморазведочные работы в объеме 105 км². Обработка 3D сейсморазведочных материалов выполнялась компанией "Парадайм Геофизикал Сервисиз Лимитед". Комплексная интерпретация данных сейсморазведки и ГИС с использованием всех имеющихся на момент окончания работ данных разведочного и эксплуатационного бурения, а также материалов сейсморазведочных работ 2Д-МОГТ (С/П 14/92-94 ОАО "Сибнефтегеофизика" и С/П 8,17/83-85 ТГТ ПГО "Томскнефтегазгеология") выполнены институтом "ТомскНИПИнефть ВНК". В результате этих работ были построены структурные карты по основным отражающим горизонтам: Va, III, Па, Ib, Ia, Ф₂, а также по продуктивным пластам Б₁, Б₁₀, Б₂₀, Ю₁³⁻⁴, Ю₂, выполнен палеоструктурный анализ юрско-меловых горизонтов, выделены тектонические нарушения, достигшие уровня отражающих горизонтов Па, Ib, Ia, Ф₂ и уточнены карты залежей для нижнемеловых и юрских объектов. По данным 3D сейсморазведки построены карты эффективных толщин и улучшенных коллекторских свойств основного юрского продуктивного пласта Ю₁³⁻⁴ и

произведена оценка перспектив НГГЗК. По данным 2D сейсморазведки выполнен прогноз газонасыщенных толщин основного нижнемелового продуктивного пласта B_1^0 . Эти данные послужили сейсмической основой для составления геологической модели Мыльджинского месторождения, которая использовалась при структурных построениях при подсчете запасов. Изученность сейсморазведочными работами определяется как весьма высокая (рис. 3).

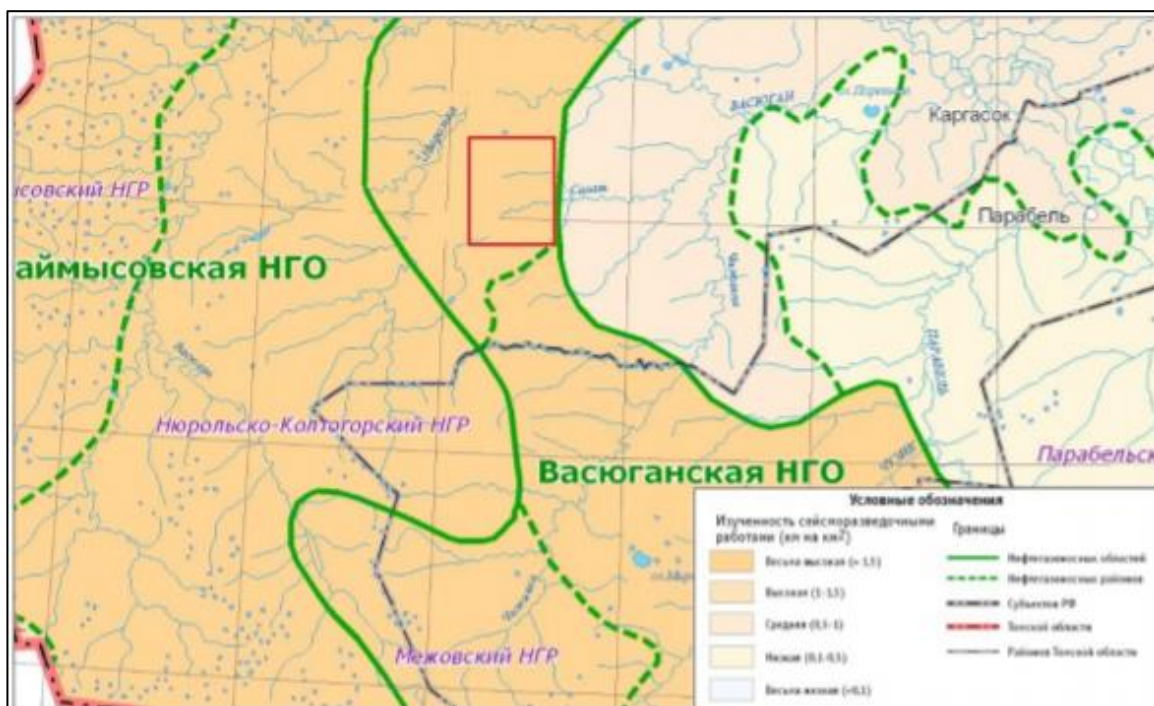


Рисунок 3 – Положение района исследования на карте изученности Томской области сейсморазведочными работами.

Из первой скважины, которая была заложена в сводовой части структуры и закончена строительством в 1964 г., получен фонтан газа, что положило начало детальным исследованиям геологического строения Мыльджинского месторождения. Мыльджинское ГКМ запущено в эксплуатацию летом 1999 года. На месторождении пробурена 101 скважина, из которых: 55 – в эксплуатационном фонде, 39 – в контрольном фонде.

2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Литолого-стратиграфический разрез

В геологическом разрезе Мыльджинского месторождения принимают участие палеозойские и мезозой-кайнозойские отложения. Первые представляют фундамент, последние – осадочный чехол. Мощность чехла достигает 2700 м (рис. 4, графическое приложение 1).

В составе комплекса осадочных образований принимают участие юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения, залегающие несогласно на размытой поверхности фундамента, сложенного дислоцированными докембрийскими, палеозойскими и частично мезозойскими образованиями.

Промышленная нефтегазоносность связана с отложениями васюганской свиты верхней юры и куломзинской свиты нижнего мела. Основными продуктивными пластами является пласт Ю₁ и Б₁₀ кроме того газоконденсатные залежи наблюдаются в пласте Б₁₉.

Палеозойская эратема (PZ)

Палеозойские отложения в центральной части поднятия представлены известняками светло- и темно-серыми, однородными, с структурами от криптокристаллической до мелко- и среднезернистой. Характерны трещины, выполненные белым кальцитом. В разрезе восточной части встречены эффузивные диабазы светло-зеленые хлоритизированные, черные мелкозернистые и долериты среднезернистые. Встречается также брекчированная кремнисто-карбонатная слоистая порода. Вскрытая мощность палеозойских отложений – до 63 метров.

На размытой поверхности доюрских образований со стратиграфическим угловым несогласием залегают отложения более позднего возраста, к которым приурочены основные нефтяные залежи.

Мезозойская эратема (MZ)

Юрская система (J)

Эта система в соответствии с региональной стратиграфической шкалой представлена средним и верхним отделами, объединяющими тюменскую, васюганскую (наунакскую), георгиевскую и баженовскую свиты [2].

Средний отдел (J₂)

Тюменская свита (J_{2tm}) сложена континентальными отложениями сформировавшихся в условиях поименно-аллювиальной равнины, а в верхней части в прибрежно-морских. Свита сложена чередующимися серыми и темно-серыми аргиллитами с прослойками и линзами угля, алевролитов серых, глинистых и песчанистых, песчаников серых, мелкозернистых, часто алевролитистых, полимиктовых с остатками органических остатков: Trochammina praesquamata T., Jacutica, Marginulin.

Песчаные пласты, залегающие, в низах тюменской свиты (Ю₁¹ – Ю₁⁵, ааленский ярус) значительно преобразованы эпигенетическими процессами, уплотнены, содержат включения грубозернистого и гравелитового материала. Мощность тюменской свиты составляет 127-196 метров.

Верхний отдел (J₃)

Васюганская свита (J_{3vs}) объединяет мелководно-морские и прибрежно-морские осадки келовой-оксфордского возраста. Она подразделяется на верхнюю и нижнюю подсвиты.

Нижняя подсвита сложена темно-серыми, до черных аргиллитами, среди которых встречаются маломощные прослои песчаников и алевролитов.

Верхняя – включает толщу серых, полимиктовых песчаников с подчиненными прослоями алевролитов, глин и углей. Отложения этой части разреза индексируются, как горизонт Ю₁, в составе которого выделяют четыре песчаных пласта Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³, Ю₁⁴. Общая мощность горизонта изменяется от 10 до 70 м, а эффективная не превышает 20-30 м. Углисто-аргиллитовой толщей континентального генезиса горизонт Ю₁ разделяется на две пачки: надугольную верхнюю (Ю₁¹ и Ю₁²) и подугольную (Ю₁³ и Ю₁⁴). Залежи, относящиеся к этим

пластам, приурочены к трансгрессивным и регрессивным песчаникам, образованиям баров, дельт, русловым промоинам приливно-отливной зоны.

Киммеридж-волжский ярус включает отложения георгиевской и баженовской свит.

Георгиевская свита (J_3gr) киммеридж-волжского возраста, представленная осадками морского водоема, среди которых преобладают темно-серые аргиллиты, нередко содержащие прослой известняка и глауконита. Свиту характеризуют органические остатки: *Tolupasmmina ex gr.* Наиболее выражена в погруженных зонах Нюрольской впадины, где ее мощность достигает 15-20 м, на остальной территории свита либо маломощна (1-2 м), либо отсутствует.

Баженовская свита (J_3bg) венчает волжский комплекс. В литологическом отношении это черные, иногда с буроватым оттенком, битуминозные аргиллиты морского глубоководья, сильно окремненные, содержащие включения пирита и прослой известковых пород. По ряду площадей в нижней части свиты, отмечены прослой непроницаемых зеленых, глауконитовых песчаников, выделяемых в барабинскую пачку. Свиту характеризуют органические остатки: *Kachpurites sp. Indet.*, *Dorsorlanitinae*, *Spiroplectammina vicinalie*, *Dorothia tortuosa*. Мощность свиты составляет 8-40 м.

Меловая система (К)

Данная система в разрезах скважин представлена нижним и верхним отделами.

Нижний отдел (K_1)

Куломзинская свита (K_1klm) представлена осадками глубоководно- и мелководно-морского генезиса и распространены повсеместно и вскрыты почти всеми пробуренными скважинами. В литологическом отношении свита сложена серыми аргиллитами, опесчаненными в кровле. В объеме свиты выделяются три продуктивных пласта B_{16-20} , B_{10} , B_8 . Резервуары B_{16-20} (ачимовская пачка), выделяемые в подошвенной части аргиллитовой толщи, формировались в условиях крутопадающего шельфового склона, образуя выдержанный клиноформный песчаный комплекс.

Вследствие генетических особенностей формирования, пласты Б₁₆₋₂₀ на Мыльджинской площади обладают значительной литологической изменчивостью, вплоть до полного замещения глинами в восточной, западной и южной частях структуры.

В литологическом отношении резервуар представляет чередование песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники светло-серые, в основном мелкозернистые, косослоистые и тонко-горизонтально слоистые. Алевролиты серые, тёмно-серые, глинистые. Песчаники и алевролиты по составу кварц - полевошпатовые, песчаники сцементированы хлоритовым, гидрослюдистым, реже каолинитовым цементом.

Пласт Б₁₀ приурочен к верхней части куломзинской свиты. Литологически представлен светло-серыми с зеленоватым оттенком песчаниками и алевролитами мелко-среднезернистыми, преимущественно полевошпатовыми. Аргиллиты зеленовато-серые, алевролитистые, плитчатые.

Пласт Б₈, залегающий стратиграфически выше резервуара Б₁₀, представлен двумя проницаемыми прослоями, разделенными глинистой пачкой небольшой мощности.

Свита характеризуется органическими остатками: *Temnoptychites sp. Inted*, *Tollia sp. Inted*, *Pseudolamfrckina tararica*. Общая мощность куломзинской свиты составляет 269 - 322 метра.

Тарская свита (K_{1tr}) залегает согласно на отложениях куломзинской свиты. Песчано-глинистые отложения свиты, сформированные в прибрежно-морских условиях, представлены светло-серыми и серыми, средне-мелкозернистыми, кварц-полевошпатовыми, слоистыми песчаниками, а также серыми и светло-серыми с зеленоватым оттенком, плотными, часто с большим включением растительных остатков аргиллитами. Свита характеризуется органическими остатками: *Temnoptychites sp. Indet*, *Globulina praelacrima*. Общая мощность тарской свиты 70 - 104 метра. Общая мощность берриас-валанжира 359 - 426 метров.

Киялинская свита (K_1kls) готерив-барремского возраста залегает согласно на отложениях тарской свиты. Осадки сложены прибрежно-континентальными серыми, темно-серыми, иногда зеленоватыми песчаниками и алевролитами, переслаивающимися с аргиллитами, местами имеющими слабую пестроцветную окраску, буровато- и зеленовато-серого тонов. Свита характеризуется органическими осадками: *Gleichenites* sp., *Sphenopteris*, *Darvinula Varabinskensis*. Общая мощность киялинской свиты 497 - 553 метра.

Верхний отдел (K_2)

Верхний отдел меловой системы залегает согласно на нижнем отделе, и представлен апт-альб-сеноманом (алымская, покурская свиты), туроном (кузнецовская свита), коньяк-сантоном (ипатовская свита), сантон-кампаном (славгородская свита) и маастрихт-датским ярусами (ганькинская свита).

Алымская свита (K_1al) раннеаптского возраста залегает согласно на отложениях киялинской свиты, и четко подразделяется на две подсвиты.

Нижняя часть свиты, сложена осадками прибрежно-морского и морского происхождения, представлена переслаиванием песчаников, глинистых песчаников и глин.

Верхняя часть свиты, представлена глинами кошайской пачки, сформированными в морских условиях. Органические остатки: *Cleicheniaceae/Cleicheniidites triplex*, *Sphagnum* spp. Общая мощность алымской свиты составляет 25 метров.

Покурская свита (K_1-p2) апт-альб-сеноманского возраста залегает согласно на отложениях алымской свиты и представлена переслаивающимися сероцветными песчаниками, сформированными в континентальных условиях, с пачками пластов, сформированными в морских и прибрежно-морских условиях, представленными темно-серыми глинами, серыми и светло-серыми алевролитами и песчаниками с прослоями глин. Встречаются включения зерен янтаря. Свиту характеризуют органические остатки: *Ammobaculites Fragmentarius*, *Lega* sp. Indet. Общая мощность покурской свиты составляет 777 - 824 метров.

Кузнецовская свита (K₂kz) туронского возраста залегает согласно на покурской свите. Отложения были сформированы в условиях крупной морской трансгрессии. Представлены серыми и темно - серыми глинистыми породами, которые местами в кровле замещаются глинисто - кремнистыми отложениями. Свита характеризуется органическими остатками: *Cilicides westsibiricus*, *Gaudryinopsis finlifformis*. Общая мощность кузнецовской свиты 9-26 метров.

Ипатовская свита (K₂ip) коньяк-сантонского возраста залегает согласно на отложениях кузнецовской свиты и представлена морскими песчаниками с глауконитом, часто с опоковым цементом, с прослоями глин. Общая мощность ипатовской свиты 107-145 метров.

Славгородская свита (K₂sl) сантон-кампановского возраста залегает согласно на отложениях ипатовской свиты и представлена толщей серых и зеленовато-серых глин, участками опокovidных, с прослоями серых, глинистых алевролитов сформированными в прибрежно-морских и континентальных условиях. Свиту характеризуют органические остатки: *Spiroplectamina optata*, *Brotzenella*. Общая мощность славгородской свиты 36 - 60 метров.

Ганькинская свита (K₂gn) маастрихт-датского возраста залегает согласно на отложениях славгородской свиты и характеризуется сравнительно однообразной толщей серых, известковистых глин и мергелей серого и зеленовато-серого цвета, содержащей обильные органические остатки: *Brotzenella praeacuta*, *Spiropectamina Kazanzevi*, *S. Variabilis*, *Candryna rugosa spiiinulosa*. Общая мощность ганькинской свиты 74-104 метра.

Кайнозойская эратема (KZ)

Палеогеновая система (P)

Система залегает согласно на отложениях меловой системы. Отложения палеогеновой системы сложены морскими глинами талицкой свитой палеоценового возраста и люлинворской, чееанской, некрасовской свитами эоцен-олигоценного возраста, сформированными в озерных, озерно-болотных и озерно-аллювиальных условиях. Система представлена чередованием сероцветных песков, алевролитов и глин с прослоями бурых углей.

Органические остатки палеогеновой системы: талицкая свита –*Cibicides insubgnitus*, *Ammonoscalaria fibrilis*, *Cibicides favorabilis*; люлинворская свита – *Spongerus biconstrictus*, *Heliodiscus lentis*, *Textularia carinatiformis*; чеганская свита- *Liosphaeridae*, *Brotzonella munda*. Общая мощность палеогена 308 - 420 метров.

Четвертичная система (Q)

Данная система залегает несогласно на отложениях палеогеновой системы. Отложения сформированы морскими, ледниковыми, озерно-ледниковыми, аллювиальными и другими континентальными осадками. Представлены песками мелко- и среднезернистыми, местами глинистыми с мелкими растительными остатками, глинами серого цвета, растительными остатками в виде торфяника. Моренные отложения состоят из плотных супесей и суглинков с включением галек и валунов. Общая мощность четвертичной системы около 50 метров.

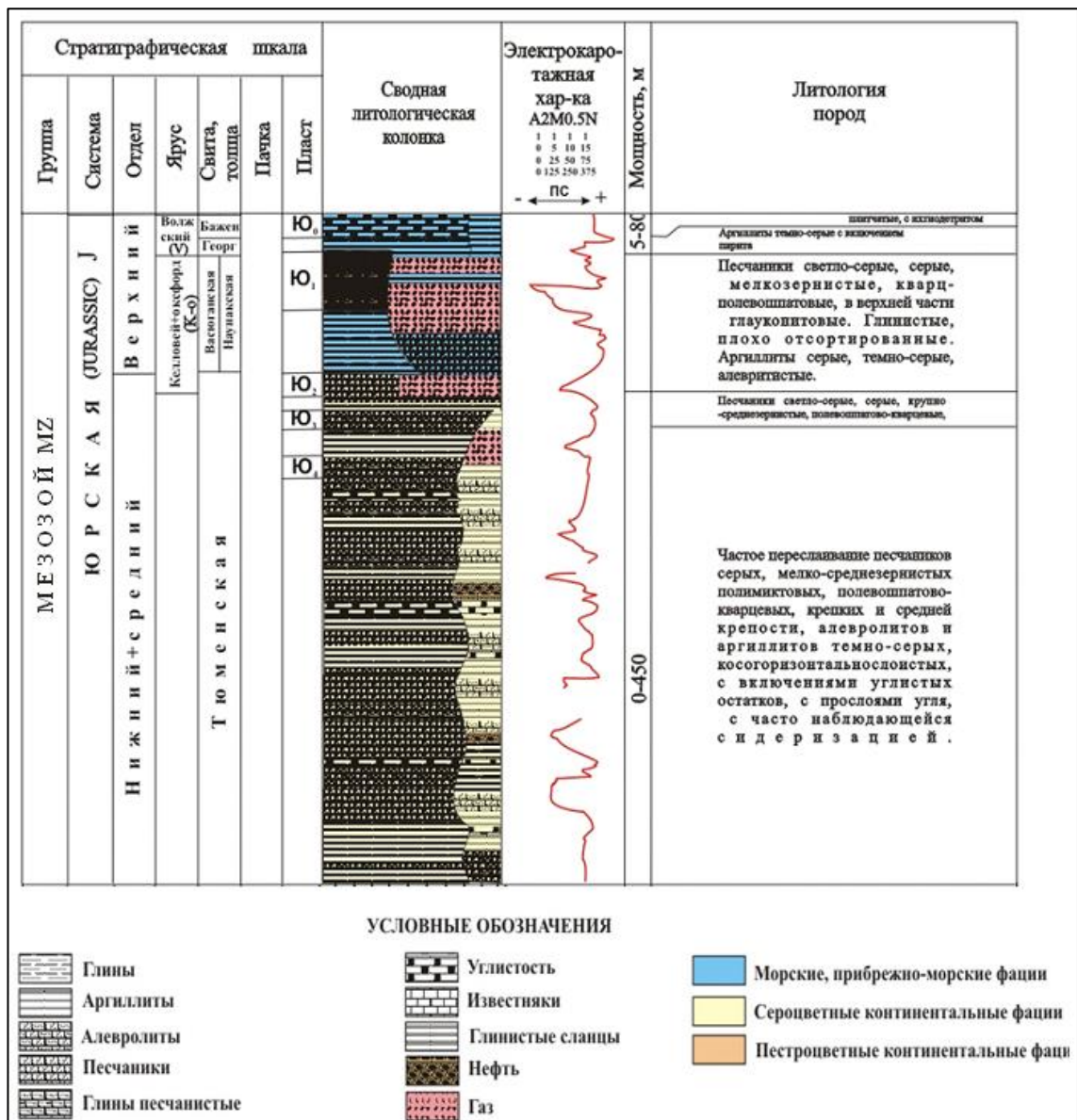


Рисунок 4 – Интервал юрской системы сводного литолого-стратиграфического разреза Томской области.

2.2 Тектоника

В тектоническом плане Мыльджинское месторождение располагается в пределах южной части центральной Западно-Сибирской складчатой системы герцинского возраста. Система занимает всю центральную часть Западно-Сибирской плиты, пересекая ее с юга на север. Заложена она была в силуре или начале девона на байкальском и салаирском складчатом основании. Герцинский возраст центральной части плиты подтверждается не только типом структурных зон, развитых в фундаменте, но и составом пород, вскрытых скважинами. Доюрский комплекс отложений служит фундаментом для мезозойско-

кайнозойского чехла. В результате унаследованных движений структурно-формационных зон фундамента в мезозое-кайнозое были сформированы консолидационные структуры платформенного чехла.

Согласно тектонической карте фундамента, месторождение находится в пределах крупной положительной структуры доюрского фундамента – Васюган-Пудинского инверсионного антиклинория (рис. 5). Васюган-Пудинский антиклинорий сложен интенсивно дислоцированными и глубоко метаморфизованными комплексами предположительно позднего докембрия, а осложняющие его синклинали представлены средне-верхнедевонскими карбонатно-терригенными толщами. С запада и востока Васюган-Пудинский антиклинорий ограничен Колтогорско-Уренгойским и Усть-Тымским грабен-рифтами, в результате развития которых, антиклинорий в начале мезозоя испытывал воздымание и денудацию. Вся площадь покрыта сетью разломов, оперяющих грабен-рифты и протягивающихся с юго-запада на северо-восток. В строении грабен-рифтов принимают участие два структурно-формационных комплекса: собственно, рифтовый, представленный интрузивными базитовыми образованиями и грабеновый, представленный преимущественно вулканогенно-осадочными образованиями.

На современном этапе изучения палеозойских образований установлена высокая степень дислоцированности доплатформенного комплекса и унаследованности структур поверхности фундамента платформенными мезозойско-кайнозойскими структурами.

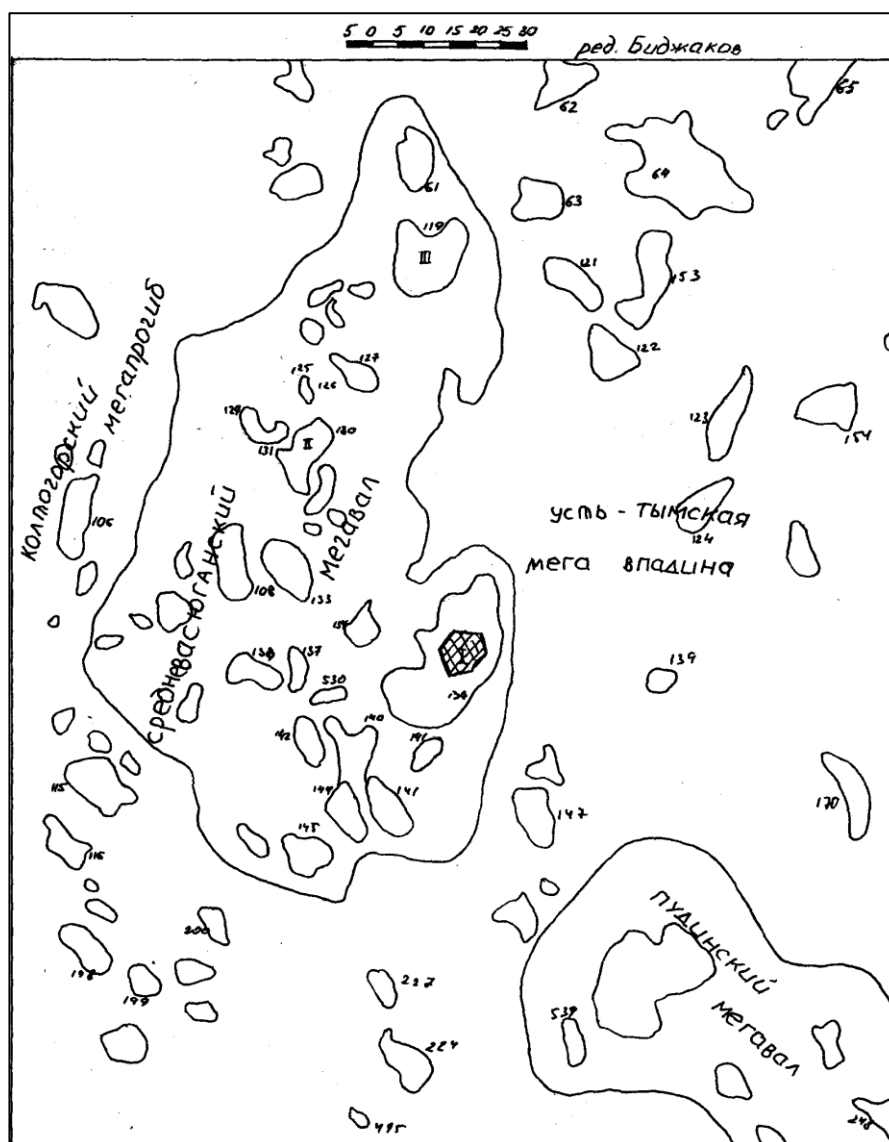


Рисунок 5 – Тектоническая схема чехла района.

Мыльджинский вал по отложениям осадочного чехла находится на востоке Среднеvasyugанского мегавала, на границе с Усть-Тымской впадиной.

Значительную роль в формировании тектонического облика участка работ играют дизъюнктивные нарушения. Как и на всей территории Западно-Сибирской плиты, в районе работ в региональном плане можно выделить две основные системы разломов северо-западного и северо-восточного простирания. Разломы северо-западного простирания представляют собой нарушения секущие только отложения фундамента. Северо-восточные, связанные с Усть-Тымским грабен-рифтом, представляют собой разломы, секущие фундамент и доплитный комплекс. Мыльджинский вал осложнен структурами III порядка: Мыльджинской, Мыгинской и Южно-Мыльджинской.

По отражающему горизонту Па (подошва баженовской свиты) Мыльджинская структура представляет собой брахиантиклинальную складку северо-восточного простирания с размерами по оконтуривающей изогипсе (структурная карта Г.К.Фирсовой 1994 г.) –2325 м, 28х15 км и амплитудой 125 м. Восточный склон структуры довольно крутой, углы падения на уровне отражающего горизонта Па достигают на отдельных участках 3-6 градусов), западный же наоборот относительно пологий. Поднятие осложнено рядом более мелких структур четвертого порядка. Вверх по разрезу структура постепенно выполаживается, происходит уменьшение амплитуды поднятия и сокращение углов наклона крыльев.

2.3 Нефтегазоносность

Мыльджинское газоконденсатное месторождение расположено в пределах Средневасюганского нефтегазоносного района (рис. 7). Промышленная нефтегазоносность связана с отложениями васюганской свиты верхней юры и куломзинской свиты нижнего мела (рис. 6).

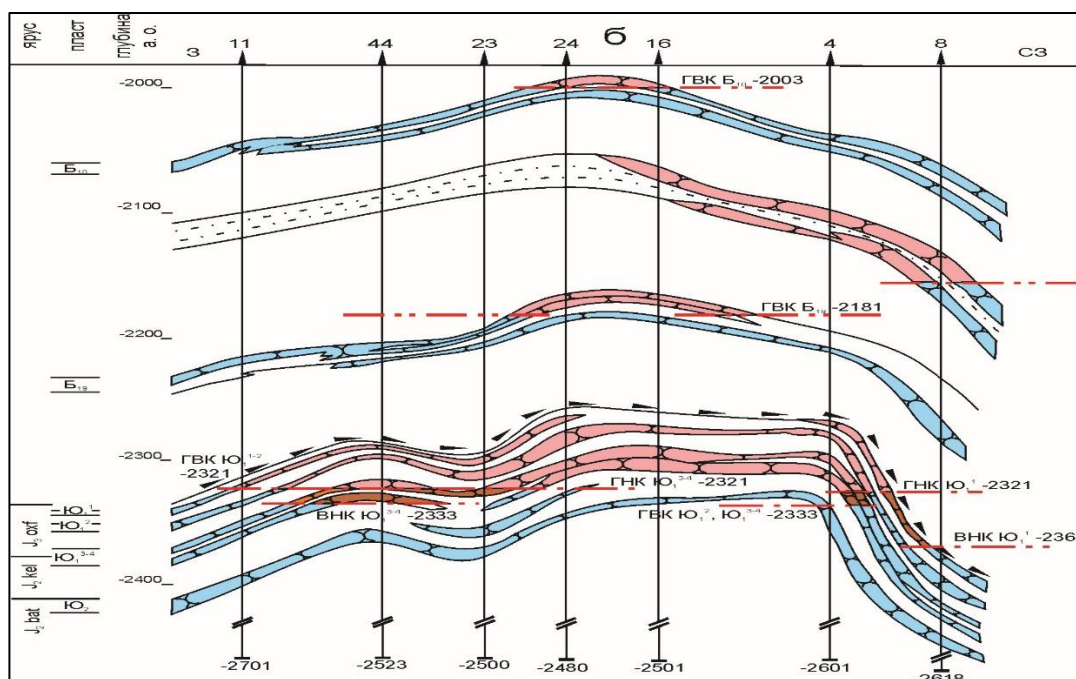


Рисунок 6 – Схематичное представление продуктивных пластов Мыльджинского месторождения.

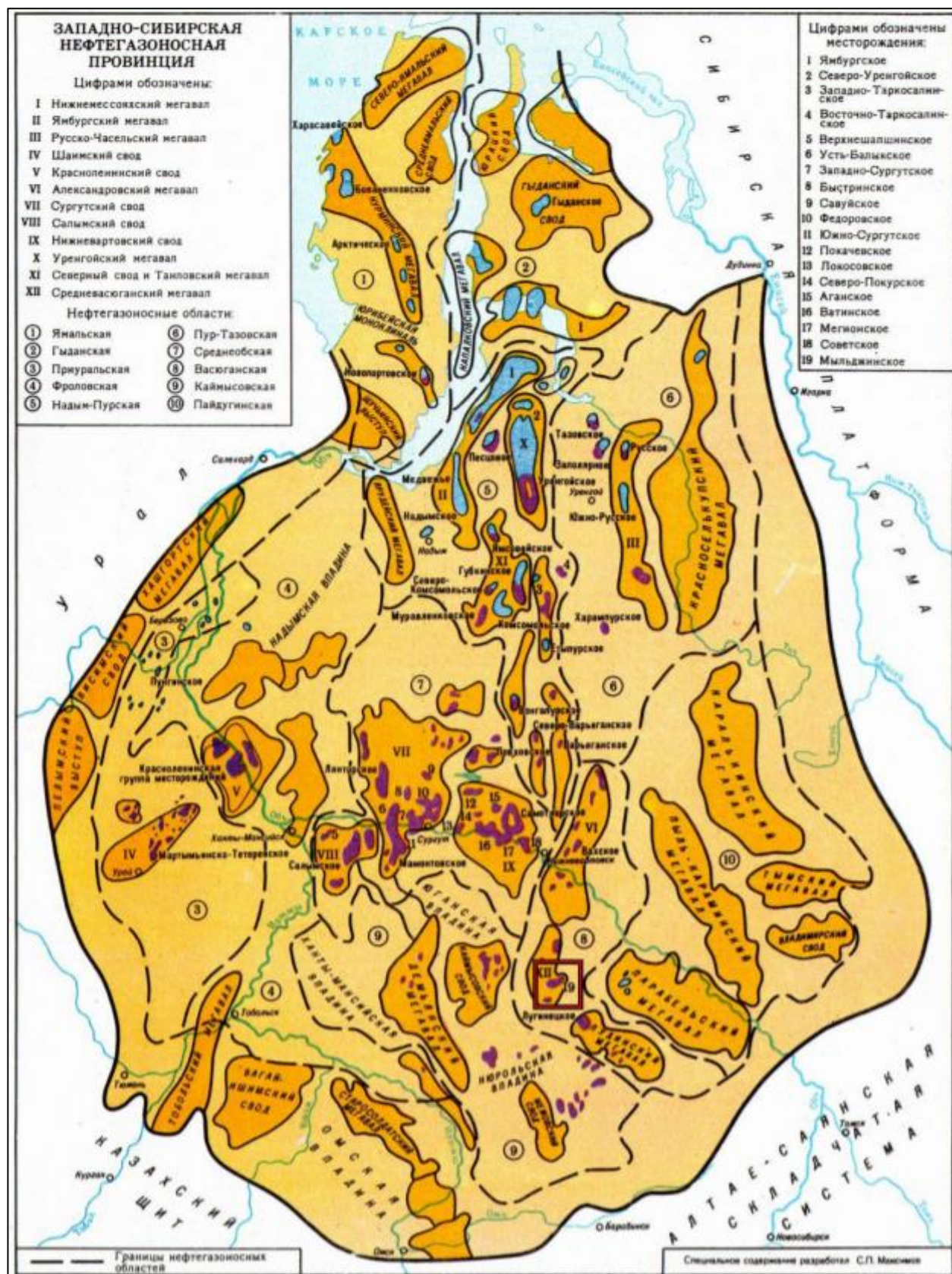


Рисунок 7 – Расположение Мыльджинского газоконденсатного месторождения на карте Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (С.Л. Максимов) [3].

В пределах Средневазюганского нефтегазоносного района выделяются доюрский, юрский и меловой НГК [4]. В пределах Мыльджинского

месторождения основные промышленные залежи связаны с юрским и меловым НГК. Непромышленная нефтегазоносность установлена в доюрском НГК. Юрский нефтегазоносный комплекс объединяет продуктивные пласты горизонта Ю₁ (Ю₁¹⁻², Ю₁³⁻⁴) васюганской свиты и пласт Ю₂ тюменской свиты. Основной нефтематеринской свитой является баженовская [5].

Нерасчлененный горизонт Ю₁, включающий пласты Ю₁¹⁻², Ю₁³⁻⁴ содержит газоконденсатную залежь с нефтяной оторочкой, выделяемой в северо-западной части месторождения. Положение плоскости газо-водяного контакта было условно принято на а.о. -2321 м. Положение ВНК проведено на а.о. -2333 м. Продуктивность пласта Ю₁¹⁻² подтверждена результатами испытаний скважин из которых были получены фонтаны газа с свободными дебитами порядка 23,3-1353 тыс.м³/сут. В то же время с газом поступало значительное количество газоконденсата. Притоки нефти дебитом 20 т/сут получены на западе месторождения и из скв.17, 21, 32, 42, 44, где дебиты колеблются в пределах 3,4-15,8 т/сут. По результатам испытаний пласта Ю₁¹ на северо-восточном склоне Мыльджинского поднятия выделилась литологически экранированная залежь нефти, образованная за счет глинизации песчаников Ю₁¹ в своде структуры. Уровень водонефтяного контакта установлен на а.о. -2364 м. Пласт Ю₁³⁻⁴ представлен чередованием песчаных, алевролитовых и аргиллитовых пропластков, где породы-коллекторы, гидродинамически связаны между собой. Общая мощность пластов группы Ю₁, включая пропластки глин, варьирует от 32 до 42 м.

Пласт Ю₂ тюменской свиты, который по насыщению является газоконденсатным, в большинстве скважин гипсометрически находится ниже отметки водогазового контакта. Общая мощность пласта Ю₂ колеблется от 14 до 66 м.

Меловой нефтегазоносный комплекс включает продуктивные пласты Б₁₆₋₂₀, Б₁₀, Б₈ куломзинской свиты. Продуктивность пласта Б₁₆₋₂₀ была установлена на основании испытаний скважин из которых были получены фонтаны газа дебитом 27,3-139,5 тыс.м³/сут. Количество прослоев песчаника, слагающих

эффективную мощность 8-10. Эффективная мощность равна 1,5-33 м. Газонасыщенная мощность прядка 1,2-20 м. Пласт Б₁₀ приурочен к средней части куломзинской свиты валанжинского возраста. Пласт является фациально неустойчивым и прослеживается лишь в северной и северо-восточной частях Мыльджинской площади. Продуктивность пласта Б₁₀ была подтверждена результатами испытаний 6 скважин, из которых были получены фонтаны газа дебитами 110,8-366,5 тыс.м³/сут. Пласт Б₈ приурочен к верхней части отложений куломзинской свиты. В отличие от Б₁₀, пласт прослеживается повсеместно, однако имеет тенденцию к глинизации в наиболее погруженных частях структуры на восточном крыле. Продуктивность пласта установлена по результатам испытания скважин, где был получен фонтан газа с конденсатом, дебит газа составил 182 тыс.м³/сут.

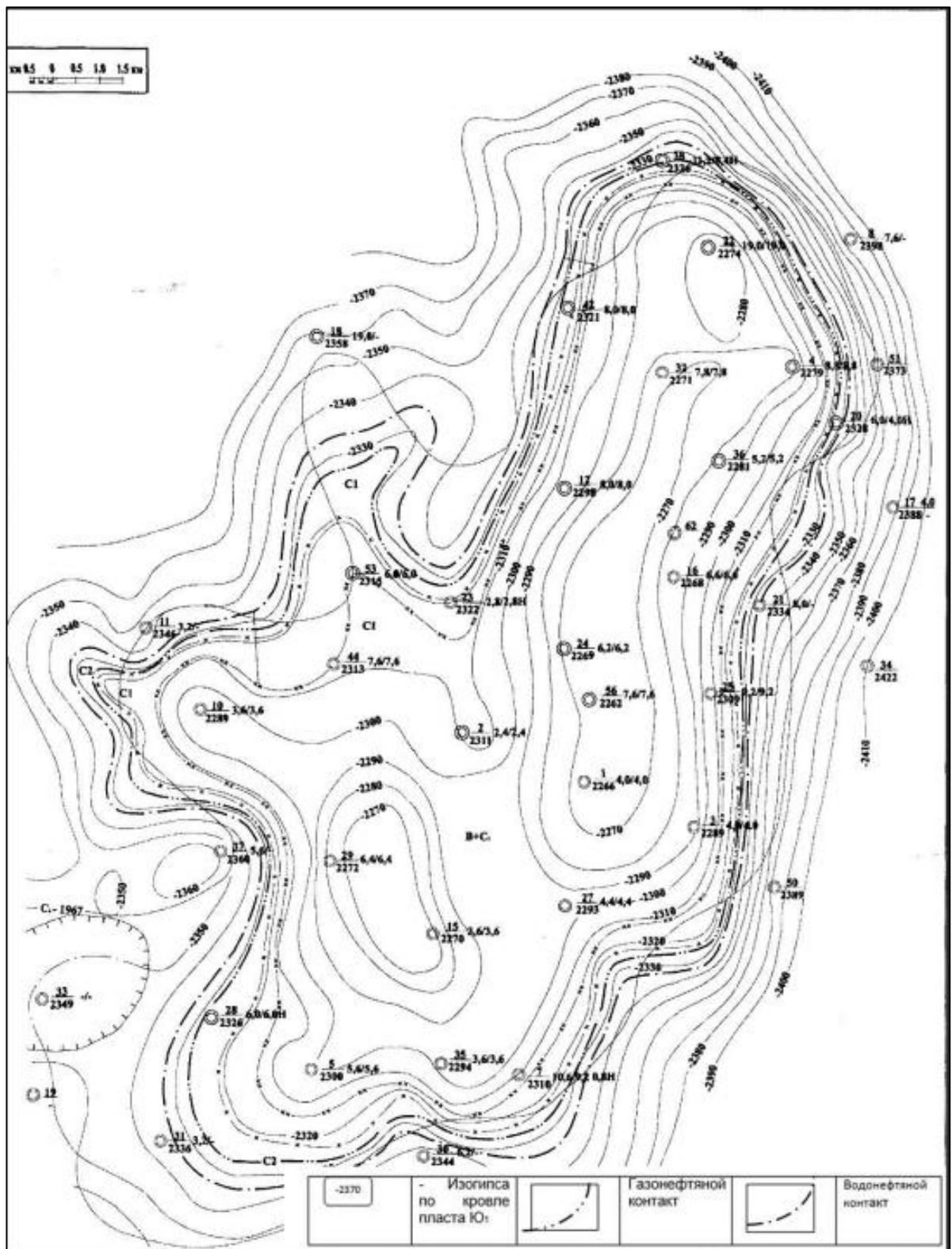


Рисунок 8 – Структурная карта и положение водоуглеводородных контактов пласта Ю₁³ Мыльджинского месторождения [6].

2.4 Петрофизическая характеристика разреза

В разрезе Мыльджинского месторождения промышленная нефтегазоносность занимает большую часть отложений юрского возраста. Эти

отложения разделяются на ниже- и среднеюрские песчано-глинистые образования местами угленосные, и верхнеюрские образования морского генезиса (глинистые и алевролитовые породы). Меловые отложения представлены морскими и озёрно-аллювиальными фациями, со следующими физическими параметрами – $V_{\text{ср.пл.}}=2590-3500$ м/с, $\sigma =2,03-2,52$ г/см³.

Эоценовые и нижнеолигоценые отложения сложены двумя комплексами осадков: нижний - кремнистый, верхний - глинистый и алевролитовый. Олигоценые континентальные алевролитоглинистые отложения характеризуются следующими физическими параметрами: $V_{\text{ср.пл.}}=1800-2200$ м/с, $\sigma =1,9$ г/см³.

Диабазовые порфиры, кварцевые диориты, карбонатизированные долериты палеозойского возраста характеризуются значениями $\rho_{\text{п}}=75$ Ом*м и $\Delta U_{\text{ПС}}=10-20$ мВ, что позволяет выделить их методами КС и ПС.

Отложения триасовой и юрской системы тюменской свиты представлены переслаиванием аргиллитов, алевролитов, песчаников (преимущественно серых и тёмно-серых) и углей. По удельному сопротивлению отложения хорошо дифференцируются из-за частого переслаивания плотных и проницаемых пластов $\rho_{\text{п}}=3-45$ Ом*м и $\Delta U_{\text{ПС}}=20-30$ мВ. Кровля тюменской свиты хорошо выделяется по подошве аргиллитовой пачки васюганской свиты, у которых $\rho_{\text{п}}=5-15$ Ом*м и $\Delta U_{\text{ПС}}=15-30$ мВ. Верхняя часть васюганской свиты представлена песчаниками, переслаивающимися с алевролитами и аргиллитами, которые характеризуются более высокими значениями $\rho_{\text{п}}=25-50$ Ом*м и $\Delta U_{\text{ПС}}=20-60$ мВ. Уголь в юрских отложениях характеризуется высокими значениями $\rho_{\text{п}}=90-300$ Ом*м, очень низкими значениями радиоактивности и $\Delta U_{\text{ПС}}=5-15$ мВ.

Образования баженовской свиты представлены тёмно-бурыми (до чёрных) битуминизированными плотными глинистыми аргиллитами. Эти отложения уверенно выделяются методами КС, ПС и ГК, в связи с высокими значениями $\rho_{\text{п}}=90-100$ Ом*м, $\gamma=50$ и более мкР/ч и $\Delta U_{\text{ПС}}=10-25$ мВ

Отложения куломзинской свиты представлены толщей аргиллитов с линзами и прослоями алевролитов и песчаников. В нижней части отложения

характеризуются низкими значениями $\rho_{\text{п}}=10 \text{ Ом*м}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}=10 \text{ мВ}$. Лишь в верхней части наблюдается незначительная дифференциация по $\rho_{\text{п}}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}$.

Тарская свита представлена чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов характеризующихся резкой дифференциацией по кривым $\rho_{\text{п}}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}$; $\rho_{\text{п}}=15-20 \text{ Ом*м}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}=55-75 \text{ мВ}$.

Комплекс пород киялинской свиты представлен частым переслаиванием зелено-цветных и пёстро-цветных комковатых глин, алевролитов и песчаников, которые характеризуются низким $\rho_{\text{п}}=10 \text{ Ом*м}$ и незначительной дифференциацией по потенциалу естественного электрического поля $\Delta U_{\text{ПС}}=10-60 \text{ мВ}$.

Отложения нижней части алымской свиты, сложенные алевролитами и песчаниками, отмечаются высокими значениями $\rho_{\text{п}}=25-80 \text{ Ом*м}$, и высокими $\Delta U_{\text{ПС}}=75 \text{ мВ}$. В верхней части свита, сложена тёмно-серыми глинами, которые характеризуются низкими $\rho_{\text{п}}=5-7 \text{ Ом*м}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}=5-15 \text{ мВ}$.

Отложения покурской свиты слабо дифференцируются по $\rho_{\text{п}}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}$ составляют $\rho_{\text{п}}=10-15 \text{ Ом*м}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}=0-7,5 \text{ мВ}$.

Отложения кузнецовской, ипатовской, славгородской, ганькинской свит сложены, в основном, серыми глинами, которые характеризуются низкими значениями $\rho_{\text{п}}=2-3,5 \text{ Ом*м}$ и $\Delta U_{\text{ПС}}=0-5 \text{ мВ}$.

Кайнозойские отложения представлены преимущественно глинистыми разностями, имеющие значения УЭС равные $5-7 \text{ Ом*м}$, а потенциал ПС – $2-5 \text{ мВ}$.

Четвертичные отложения представлены песками желтовато-серыми, разнозернистыми, суглинками и глинами желтовато-серыми толщиной до 50 метров.

Обобщенные сведения физических свойств горных пород, слагающие геологический разрез месторождения Западной Сибири представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физические свойства основных разновидностей горных пород.

Породы	Плотность σ (г/см ³)	Сопротивление, $\rho_{п}$ (Ом*м)	Радиоактивность, γ (мкр/ч)	Скорость, v_p (м/с)
Глины	2,1-2,4	2-40	6-14	1200-2500
Песчаники	2,2-2,5	2-30	3-8	1500-5500
Плотный карбонатизир. песчаник	2,3-2,7	15-240	4-7	3000-6000
Аргиллиты	2,3-2,6	2,5-7	5-12	5000-7500
Алевролиты	2,4-2,7	1,8-18	8-11	1500-4500
Угли	1,2-1,9	100 и более	0,5-3	1000-2500
Известняки	2,6	50-2400	2-8	3000-7100

3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЁННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа прошлых геофизических исследований был выбран разрез скважины №QQ (рис. 9). На данной скважине применялся комплекс ГИС, включающий в себя электрические методы (ПС, ИК, БК, БКЗ, ВИКИЗ, резистивиметрия), радиоактивные методы (ГК, ННК-Т, ГГК-П), акустический каротаж и кавернометрию. Продуктивный интервал исследован с глубины 2687,0 м до глубины 2937,9м. Следует отметить, что метод ПС при данных исследованиях был не информативен из-за применения промывочной жидкости полимерного состава, тем не менее данный метод будет рассмотрен для случая использования не полимерного раствора.

Для терригенного разреза Мыльджинского газоконденсатного месторождения характерно наличие в разрезе глин, песчаников различного насыщения, плотных пород и углей.

Предоставленный комплекс методов позволяет решать геологические задачи, которые выступают перед исследованием скважин, а именно:

Для задач литологического расчленения разреза и выделения пластов коллекторов использовались электрические методы геофизических исследований скважин (ПС, ВИКИЗ, ИК, БКЗ и МКЗ), радиоактивные методы (ГК и ННК-Т), а также кавернометрия и акустический каротаж. Представленные методы позволяют выполнить данные задачи благодаря различию физических свойств разных горных пород.

Песчаники выделяются относительно низкими значениями показаний методов ГК и ПС, и уменьшением диаметра ствола скважины из-за образования глинистой корки. А также более низким интервальным временем, по сравнению с глинами.

Глины, наоборот, отмечаются повышенными значениями естественной радиоактивности и большими показаниями метода ПС, небольшим увеличением

диаметра, в следствие образования каверн, и низкими значениями методов сопротивлений.

Угли имеют самые низкие показания радиоактивных методов, в силу того, что в них практически отсутствуют радиоактивные элементы, и наибольшие значения акустического каротажа. Также напротив них наблюдаются наибольшие показания профилемера из-за образования каверн.

Плотные породы выделены повышенным значением метода ННК-Т и минимальным интервальным временем пробега акустической волны, а также повышенным электрическим сопротивлением.

Пласты-коллекторы выделяются расхождением в показаниях зондов разной глубины исследования методов ВИКИЗ, МКЗ и БКЗ.

Для определения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов, включающих в себя различные коэффициенты (коэффициент глинистости – $K_{ГЛ}$, коэффициент пористости – $K_{П}$, коэффициент проницаемости – $K_{ПР}$) по результатам интерпретации полученных данных, использовались все перечисленные методы, с применением различных формул и методик расчёта.

Оценка характера насыщения коллекторов происходит методами сопротивлений, такими как, БК, ИК и ВИКИЗ, акустическим каротажом, а также коэффициентом нефтегазонасыщенности.

Коллектора, насыщенные нефтью или газом, отличаются высокими значениями сопротивлений, из-за того, что данные флюиды являются диэлектриками. Водонасыщенные же коллектора имеют меньшие сопротивления.

Также газоносные коллектора определяются большим затуханием упругих волн, по сравнению с пластами, которые заполнены нефтью или водой.

Водонасыщенные коллектора обладают высокой проводимостью, а, следовательно, и высокими значениями метода ИК, также им свойственны высокие значения метода ННК-Т из-за большого содержания воды в порах (водород) и превышение показаний метода МБК над методом БК, в отличие от нефтегазонасыщенных колелкторов.

Определение водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов осуществляется методами БКЗ, БК, ИК и методами ННК-Т, акустическим каротажем.

Переход от одного флюида к другому методом АК выделяется разницей их акустических свойств, на диаграммах будет заметно понижение или повышение интервального времени. Методом ННК-Т также заметна разница в показаниях из-за отличающегося содержания соединений хлора в водонасыщенных пластах. По методам сопротивлений можно судить о контакте из-за разницы в сопротивлении флюидов, наполняющих поры [7].

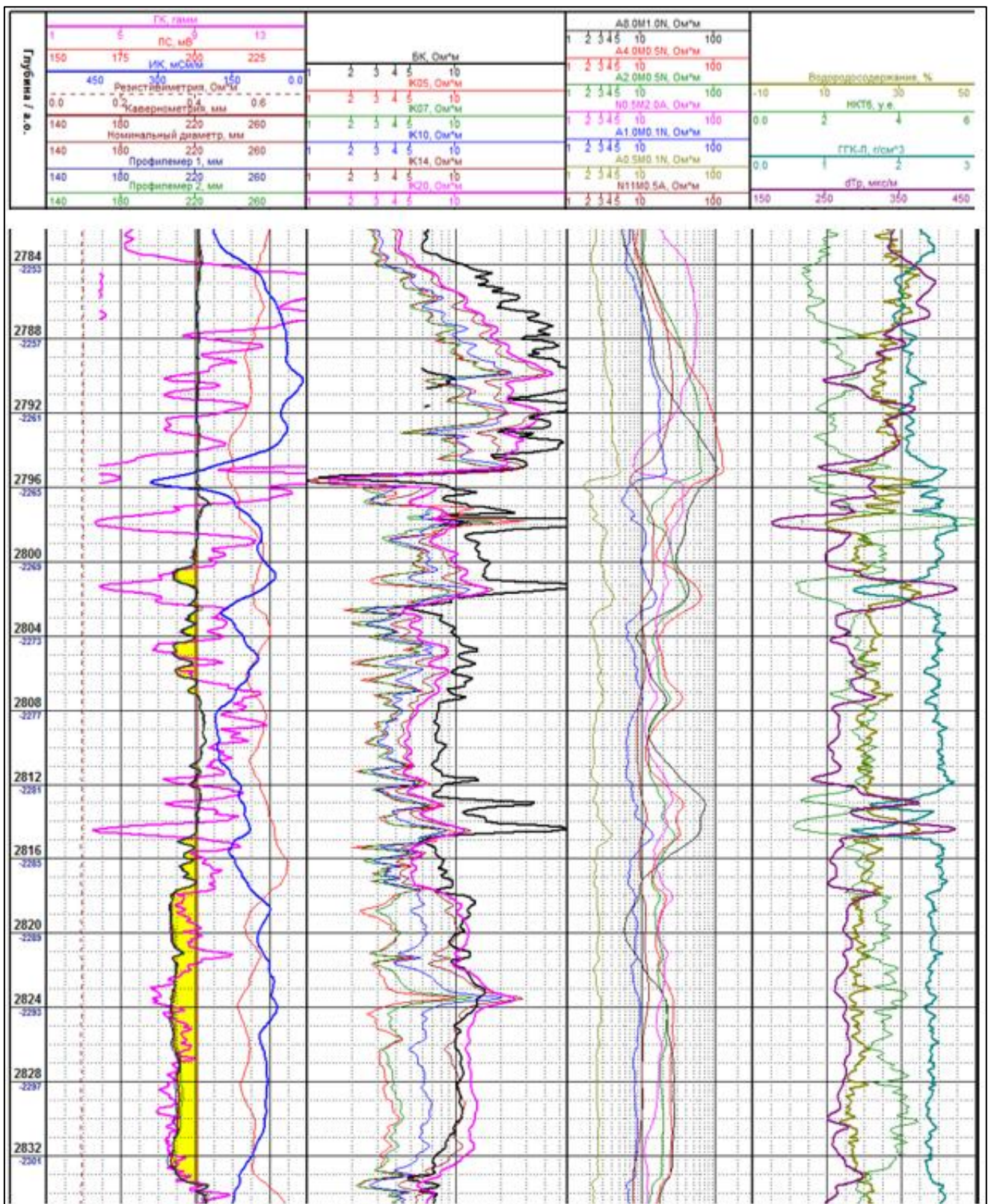


Рисунок 9 – Часть каротажной диаграммы скважины №QQ.

4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1 Задачи геофизических исследований

Мыльджинское ГКМ характеризуется высокой изученностью буровыми работами и ГИС пласта Ю₁, который содержит основные запасы газоконденсата и является относительно однородным.

При геологоразведочных работах, на этапах эксплуатации и оценки перед ГИС стоят геологические задачи литологического расчленения разреза и выделения пластов коллекторов в нём; оценка их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения, с коэффициентами насыщения; определение положения водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов.

4.2 Обоснование объекта исследований

На данный момент месторождение пребывает в стадии эксплуатации и доразведки. Выбор методов геофизических исследований был основан на решаемых геологических задачах, в комплекс вошли такие методы как: ПС, БК, МКЗ, МБК, БКЗ, ИК, ВИКИЗ, ГК, ННК-Т, АК и кавернометрия. Для выбора участка работ была использована структурная карта, которая отображает расположение скважин и флюидных контактов в пласте Ю₁³ Мыльджинского газоконденсатного месторождения.

В западной части месторождения, в границах продуктивной залежи, была спроектирована скважина №987, в непосредственной близости с уже имеющимися скважинами №10, 11 и 37 (рис. 10). Работы, производимые на скважине, производятся с целью уточнения контуров залежи, объёмов газоконденсата и повышения категории разведанных запасов с С₂ до В-С₁. Проектная глубина скважины будет составлять 2500 метров.

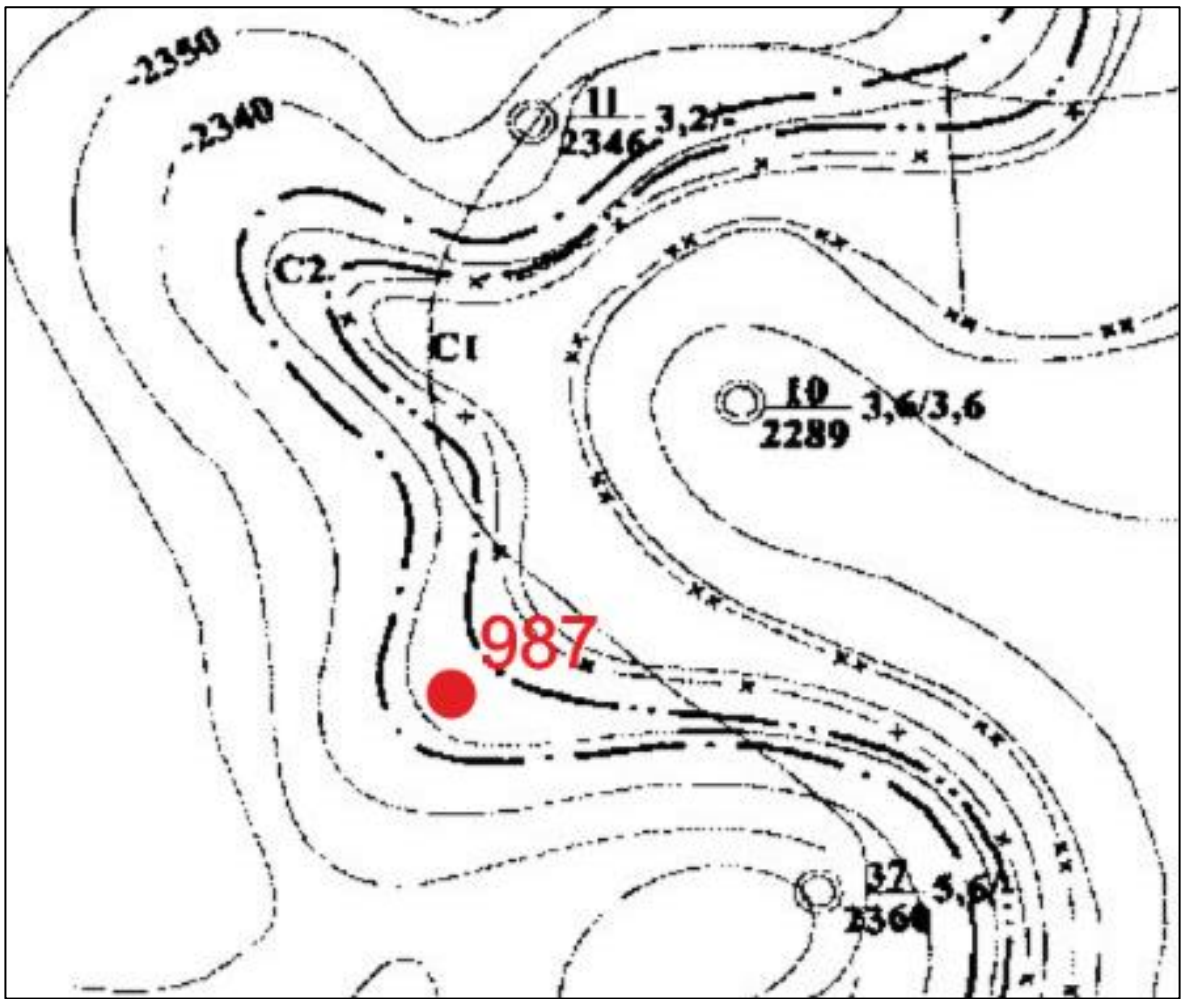


Рисунок 10 – Фрагмент структурной карты с положением запроектированной скважины.

4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования

Физико-геологическая модель содержит информацию о различных физических свойствах и геологических параметрах горных пород, что позволяет понимать, какие процессы происходят в земной коре, и как они влияют на геофизические данные, получаемые различными методами исследования, которые используют на объекте. Это помогает получить первичные данные об исследуемом объекте, а также предупредить и снизить возможные риски и осложнения, которые могут возникнуть в процессе проведения работ.

По результатам проведённой интерпретации данных геофизических исследований построена физико-геологическая модель (ФГМ) продуктивной части горизонта для Мыльджинского газоконденсатного месторождения (рис. 11).

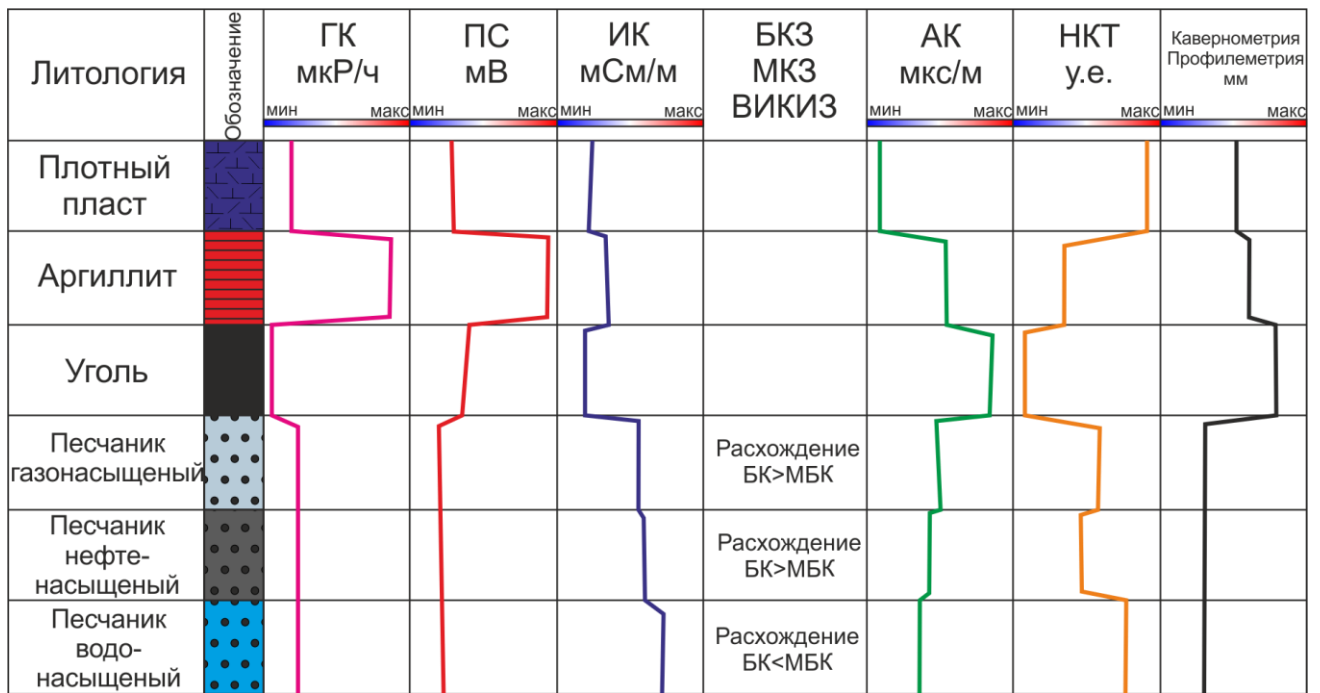


Рисунок 11 – Физико-геологическая модель.

Как уже обговаривалось ранее, разрез месторождения представляет из себя терригенные породы, такие как песчаники и глины, также отмечаются прослой углей и плотных пород. Можно также отметить встречающееся переслаивание представленных пород, но значения параметров являются примерно равномерными.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1 Методика проектных геофизических работ

При выборе методики проектных работ и аппаратуры геофизических исследований был сделан упор на построенную физико-геологическую модель и геофизическую изученность прошлых лет. Выбранные методы используются на Мыльджинском месторождении не в первой и зарекомендовали себя с хорошей стороны. Все геофизические исследования будут проведены в соответствии с действующими нормативными и руководящими документами, например, основополагающий РД 153-39.0-072-01 [8].

Сам по себе комплекс геофизических работ представляет из себя выезд на скважины и подготовку к нему, работу на кустовой площадке (скважине), операции по спуску и подъёму аппаратуры (СПО) и непосредственно проведение исследований с составлением итоговой документации.

Комплекс запроектированных работ включает в себя проведение каротажа электрическими методами (ПС, БК, БКЗ (четыре подошвенных градиент-зонда, один кровельный-потенциал-зонд, один кровельный градиент-зонд), ИК и резистивиметрия) прибором К1А-723М со скоростью записи 1600 м/ч. Метод ВИКИЗ будет выполнен одноимённым прибором ВИКИЗ со скоростью записи 1900 м/ч. Радиоактивные методы (ГК и ННК-Т) будут проведены при помощи РК5-76 со скоростью 400 м/ч и контрольными записями не менее чем через 50 метров в продуктивной части. Для акустического каротажа используется прибор АКВ-1, скорость записи 980 м/ч. Инклинометрия, для пространственного определения в стволе скважины, будет производится прибором ИОН-1. Кавернометрия производится совместно с методами МКЗ и МБЗ прибором МК-Г и Кедр-80 СКПД со скоростью записи до 1000 м/ч [8,9].

Спуск и подъём скважинной аппаратуры будет осуществлён при помощи стандартного геофизического каротажного подъёмника ПКС-5, это шасси автомобиля повышенной проходимости УРАЛ модели 43203-41, а для регистрации и обработки информационных сигналов – станция семейства КЕДР,

наиболее распространённая станция для проведения ГИС, обеспечивающая надёжную регистрацию сигналов, полученных от скважинной аппаратуры, установленная не посредственно в подъёмнике.

Калибровка используемой аппаратуры будет производиться в центре метрологического обеспечения приборов и оборудования компании, аккредитованной на проведение такого рода работ.

5.2 Интерпретация геофизических данных

Процесс геологической интерпретации геофизических исследований данных включает в себя решение основных геологических задач, стоящих перед исследуемым объектом. Она требует использование нескольких методов, т.е. проводится комплексно, для полного и точного представления о породах слагающих разрез, поскольку один метод не даёт полноценного интерпретируемого представления о изучаемой толще пород.

Задачи литологического расчленения и выделения коллекторов

Как говорилось ранее литологическое расчленение пластов терригенного разреза Мыльджинского месторождения в основном происходит на основе полученных значений методов ПС, ГК и кавернометрии. Данные задачи можно отнести к качественной интерпретации, поскольку для них, в большинстве случаев, не нужны расчёты.

Песчаники, являющиеся коллекторами, отмечаются низкими значениями интенсивности естественного гамма-излучения, заметными отрицательными аномалиями метода ПС, а также возможным уменьшением диаметра скважины против пласта, в силу образования глинистой корки. Следует отметить, что проницаемые породы также имеют положительное расхождение кривых микропотенциал- и микроградиент-зондов, расхождение значений ВИКИЗ из-за их разной глубины исследования зондов входящих в состав прибора и также расхождение кривых БК и МБК в зависимости от насыщения пласта.

Глины же, являющиеся породами, не пропускающими флюид – покрышками, выделяются высокими значениями естественного гамма-излучения и заметными положительными аномалиями ПС, а также вымыванием

их буровым раствором, т.е. образование каверн. В целом для разреза характерно, что с увеличением содержания глинистых частиц в породе увеличивается естественная радиоактивность и уменьшается величина отрицательной аномалии ПС.

Определение фильтрационно-емкостных свойств и нефтегазонасыщенности коллекторов

Для определения ФЕС коллекторов по данным геофизических исследований чаще всего используют эталонные кривые зависимостей показаний геофизических методов от рассматриваемого параметра. Такие кривые составляются для каждого района работ и для каждого типа горных пород в отдельности. Для построения подобных кривых можно использовать полученные лабораторным путём данные о физических и коллекторских свойствах пород, а также статистически сопоставив показания геофизических методов против пластов с уже известными параметрами.

Оба подхода позволяют определить фильтрационно-емкостные свойства коллекторов и обеспечивают высокую точность оценки этих свойств. Построение эталонных кривых на основе геофизических данных является важным шагом при разработке месторождений нефти и газа.

На основе проведённых исследований для Мыльджинского месторождения также были составлены петрофизические критерии и уравнения коллекторов, которые позволяют определять различные параметры по полученным значениям данных геофизических исследований. Основными геофизическими характеристиками для расчёта уравнений и получения значений параметров являются относительная амплитуда ПС ($\alpha_{ПС}$) и двойной разностный параметр ГК (ΔJ_{γ}).

Расчёт относительной амплитуды ПС производится при помощи общей методики. Она заключается в следующем: по максимальному уровню значений кривой ПС проводится «линия глин», которая соответствует глинистым породам разреза, а от этой линии влево отсчитывается величина аномалии ПС для

выделенных коллекторов. По формуле выражение $\alpha_{\text{ПС}}$ выглядит следующим образом:

$$\alpha_{\text{ПС}} = \frac{\Delta U_{\text{ПС}}}{\Delta U_{\text{ПС}}^{\text{max}}},$$

где $\Delta U_{\text{ПС}}$ – амплитуда, снятая с кривой ПС, против исследуемого пласта; $\Delta U_{\text{ПС}}^{\text{max}}$ – максимальная амплитуда ПС, снятая против опорного пласта и равная разности значения «линии глин» и минимального отсчета ПС в опорном пласте.

Расчёт двойного разностного параметра ГК происходит при известных значениях опорных пластов исследуемого разреза, один пласт – это пласт чистых глин, второй – пласт чистых песчаников. Формула для расчёта двойного разностного параметра имеет следующий вид:

$$\Delta I_{\gamma} = \frac{I_{\gamma} - I_{\gamma}^{\text{min}}}{I_{\gamma}^{\text{max}} - I_{\gamma}^{\text{min}}}$$

где I_{γ} - показания гамма-метода, снимаемые с кривой ГК против исследуемого пласта; I_{γ}^{max} - показания метода, зарегистрированные против опорного пласта чистых глин; I_{γ}^{min} - показания метода, зарегистрированные против чистых песчаников.

Определение коэффициента глинистости ($K_{\text{ГЛ}}$) осуществляется методами ГК и ПС, через названные ранее относительную амплитуду ПС и двойной разностный параметр ГК, а также при помощи известных петрофизических уравнений для Мыльджинского ГКМ.

Методом ПС: $K_{\text{ГЛ}} = 0,4346 - 0,3846 \cdot \alpha_{\text{ПС}}$, доли ед.

Методом ГК: $K_{\text{ГЛ}} = 1,055 - (1,14 - 1,111 \cdot \Delta I_{\gamma})^{0.5}$, доли ед.

Определение коэффициента пористости ($K_{\text{П}}$) осуществляется методами сопротивлений, методом потенциала самопроизвольной поляризации, ННК-Т и акустическим каротажем. Данный коэффициент является довольно значительным параметром, который характеризует емкостные свойства горной породы, опираясь на разницу физических свойств флюидов, заполняющих поры, и скелета горной породы.

Для методов ПС, ННК-Т и АК используются известные петрофизические уравнения для коллекторов месторождения:

По методу ПС: $K_{\Pi} = 0,08392 + 0,1196 \cdot \alpha_{\text{ПС}}$, доли ед.

По методу ННК-Т: $K_{\Pi} = K_{\Pi}^{\text{общ}} - K_{\text{ГЛ}} \cdot \omega_{\text{СВ}}$, доли ед,

где $K_{\Pi}^{\text{общ}}$ – общая пористость; $\omega_{\text{СВ}}$ – водородосодержание связанной воды ($\omega_{\text{СВ}} = 0,18$).

По методу АК: $K_{\Pi} = 0,196 \cdot \Delta T - 33,9$, %.

Методами сопротивлений пористость находится по уравнению Арчи-Дахнова, зависимости между коэффициентом пористости и параметром пористости. Само значение параметра пористости зависит от множества факторов, таких как сама пористость, особенности структуры породы, характер расположения пор, степень цементации частиц и другие.

Для коллекторов Мыльджинского месторождения формула параметра пористости имеет вид: $P_{\Pi} = 0,767 \cdot K_{\Pi}^{-1,923}$

Определение коэффициента проницаемости ($K_{\text{пр}}$) происходит при помощи методов сопротивлений и метода ПС.

Данный коэффициент не относится к подсчётным, тем не менее является достаточно важным и предоставляет информацию о продуктивных пластах месторождения, которая используется при разработке и проектировании работ на месторождении.

Методом ПС коэффициент проницаемости определяется посредством

уравнения коллекторов: $K_{\text{пр}} = 10^{\left(\left(\frac{\alpha_{\text{ПС}}}{0,75}\right)^{2,27}\right)}$.

В методе сопротивлений же определение проницаемости производят по известной величине параметра нефтенасыщенности и коэффициента пористости.

Коэффициент нефтегазонасыщенности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{Н}} = 1 - K_{\text{В}},$$

где $K_{\text{В}}$ – коэффициент водонасыщенности, который для коллекторов Мыльджинского месторождения равен:

$$K_B = 0,95 \cdot P_H^{-0,75},$$

где P_H – параметр насыщения.

Значения удельных сопротивлений нефтегазонасыщенных пород определяют помощи методов электрических методов или метода ВИКИЗ, чаще используется последний в силу большой эффективности данного метода в терригенном разрезе. Удельное электрическое сопротивление пласта при полном заполнении его пор пластовой водой $\rho_{ВП}$ рассчитывают по формуле:

$$\rho_{ВП} = P_{П} \cdot \rho_B$$

Все эти определения опираются на наличие корреляционной связи между содержанием связанной воды и коэффициентом проницаемости исследуемого пласта. Они могут быть применены только к пластам выше зоны водонефтяного контакта, где влияние подошвенной воды незначительно.

Определение характера насыщения коллекторов осуществляется электрическими методами и акустическим каротажем.

В электрических методах (БК, ИК и ВИКИЗ) оценка насыщения сводится к сопоставлению сопротивлений коллекторов. Так нефтегазовым коллекторам свойственно высокое сопротивление, поскольку нефть и газ, заполняющие поры породы, являются диэлектриками, а водонасыщенные коллектора наоборот – имеют низкие сопротивления. Дополнительными признаками являются расхождения показаний методов микробокового каротажа и бокового каротажа: при насыщении нефтью или газом показания метода БК больше показаний МБК, при насыщении водой – наоборот.

Методом АК насыщение определяется изменением скорости и затуханием упругих волн в флюиде. Газоносные коллекторы отмечаются наибольшими затуханиями упругих волн, а нефтеносные коллектора меньшими скоростями, по сравнению с водоносными.

Для Мыльджинского месторождения просчитаны критерии коллектора представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии коллектора Мыльджинского газоконденсатного месторождения.

	$\alpha_{ПС}$	$K_{П}$, доли ед.	$K_{ПР}$, мкм ²	$\rho_{П}$, Ом*м
Газ	более 0,30	0,120	$0,5 \cdot 10^{-3}$	более 11,0
Нефть	более 0,43	0,135	$1,92 \cdot 10^{-3}$	более 5,2
Вода	-	-	-	менее 4,3

Определение водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов осуществляется методами сопротивлений, ННК-Т и акустическим каротажем.

Как говорилось ранее методом АК контакт выделяется различием акустических свойств флюидов, содержащихся в горной породе. ННК-Т на основе различного содержания хлора в водо- и нефтенасыщенных частях пласта. По методам сопротивлений можно судить о контакте из-за разницы в сопротивлении флюидов, наполняющих поры.

6 СПОСОБЫ ДОСТАВКИ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

В настоящий момент Мыльджинское газоконденсатное месторождение находится на стадии разработки, происходит обводнение горизонтов и уменьшается объём добычи. Современные технологии позволяют проводить скважины под любым углом наклона и оканчивать скважины с довольно продолжительными горизонтальными секциями. Всё это положительно сказывается на получаемых дебитах со скважин, а также позволяет пробуривать меньшее количество скважин, сокращая затраты на сооружение и последующие процессы работы со скважиной.

В связи с последующей необходимостью доставки приборов в горизонтальные участки следует рассмотреть существующие способы, позволяющие провести данные работы и выделить наиболее подходящие из них.

Существуют различные способы доставки геофизического оборудования в скважину, которые выбираются в зависимости от условий работы и особенностей оборудования.

Жёсткий кабель

Один из наиболее распространенных способов доставки геофизического оборудования – это использование жёстких кабелей. Этот метод позволяет спускать оборудование в скважину путем крепления его к кабельной линии, однако при выборе кабеля необходимо учитывать его длину, основную прочность, диаметр и вес оборудования [10].

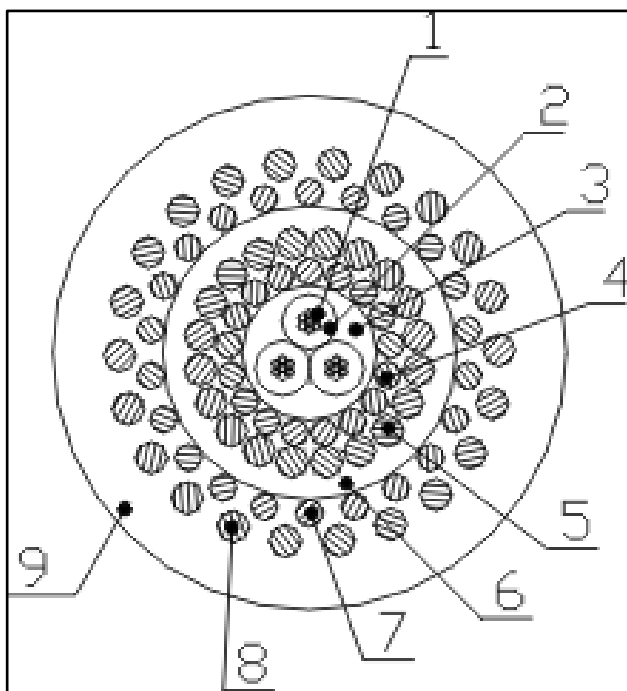


Рисунок 12 – Конструкция жёсткого кабеля (КГ 3x0,75-150-90 Оа). Условные обозначения: 1 – токопроводящая жила, 2 – полимерная изоляция, 3 – сердечник, 4 – первый повив брони, 5 – второй повив брони, 6 – оболочка, 7 – третий повив брони, 8 – четвёртый повив брони, 9 – наружная полимерная оболочка.



Рисунок 13 – Кабель геофизический грузонесущий бронированный жёсткий (КЛ 3-16/32-90 Оа).

К основным преимуществам такого способа доставки оборудования можно отнести довольно высокую мобильность и небольшую технологическую трудоёмкость СПО, а также возможность использования стандартной аппаратуры вместе с кабелем по средствам соединения каротажными кабельными наконечниками. К недостаткам следует отнести ограниченность

доставки по протяжённости горизонтального участка скважины, трудности в доставке при сложной форме профиля скважины.



Рисунок 14 – Каротажный кабельный наконечник.

Бурильный инструмент

Еще одним способом доставки геофизического оборудования является использование движителя, расположенного выше геофизического оборудования, который с помощью усилия проталкивает аппаратуру в горизонтальную секцию.

При применении данного способа геофизическую аппаратуру помещают в специальный контейнер на конце инструмента, выше неё установлены трубы и непосредственно движитель, чаще всего это несколько утяжелённых бурильных труб. Примером такой сборки являются автономные геофизические системы типа «Горизонталь».

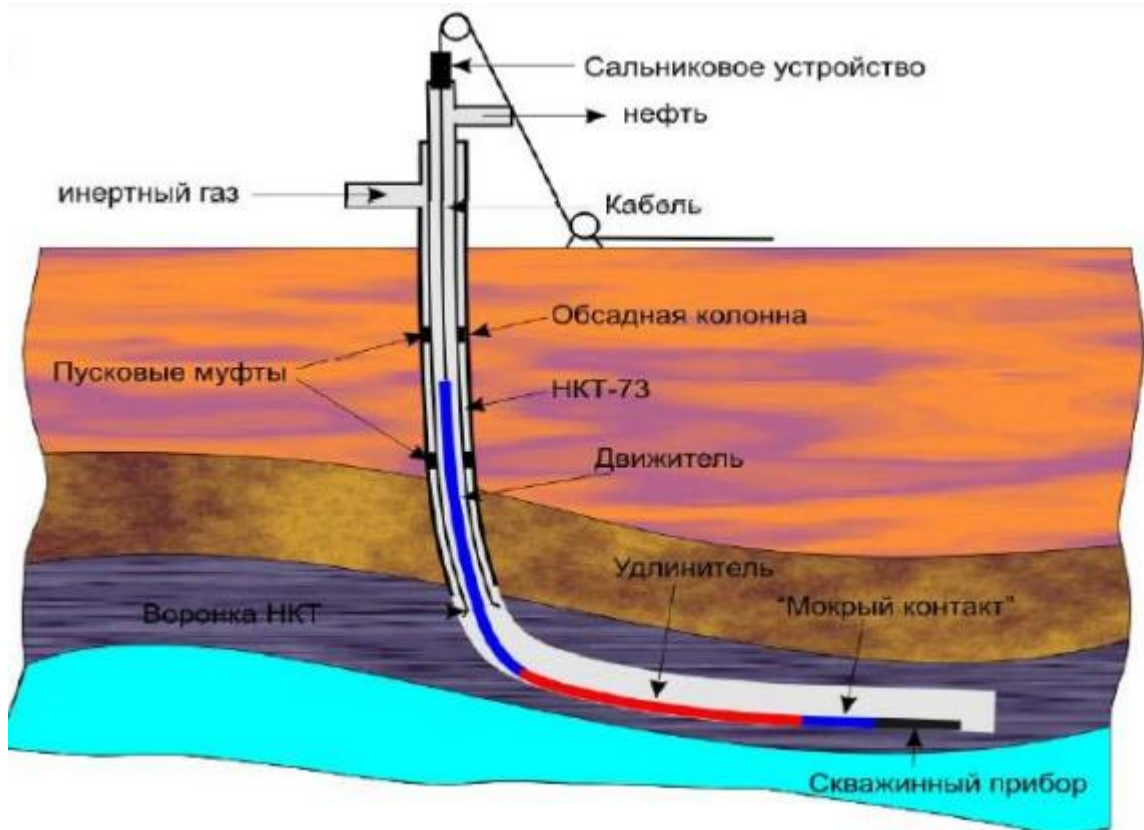


Рисунок 15 – Исследования при помощи технического комплекса "Латераль".

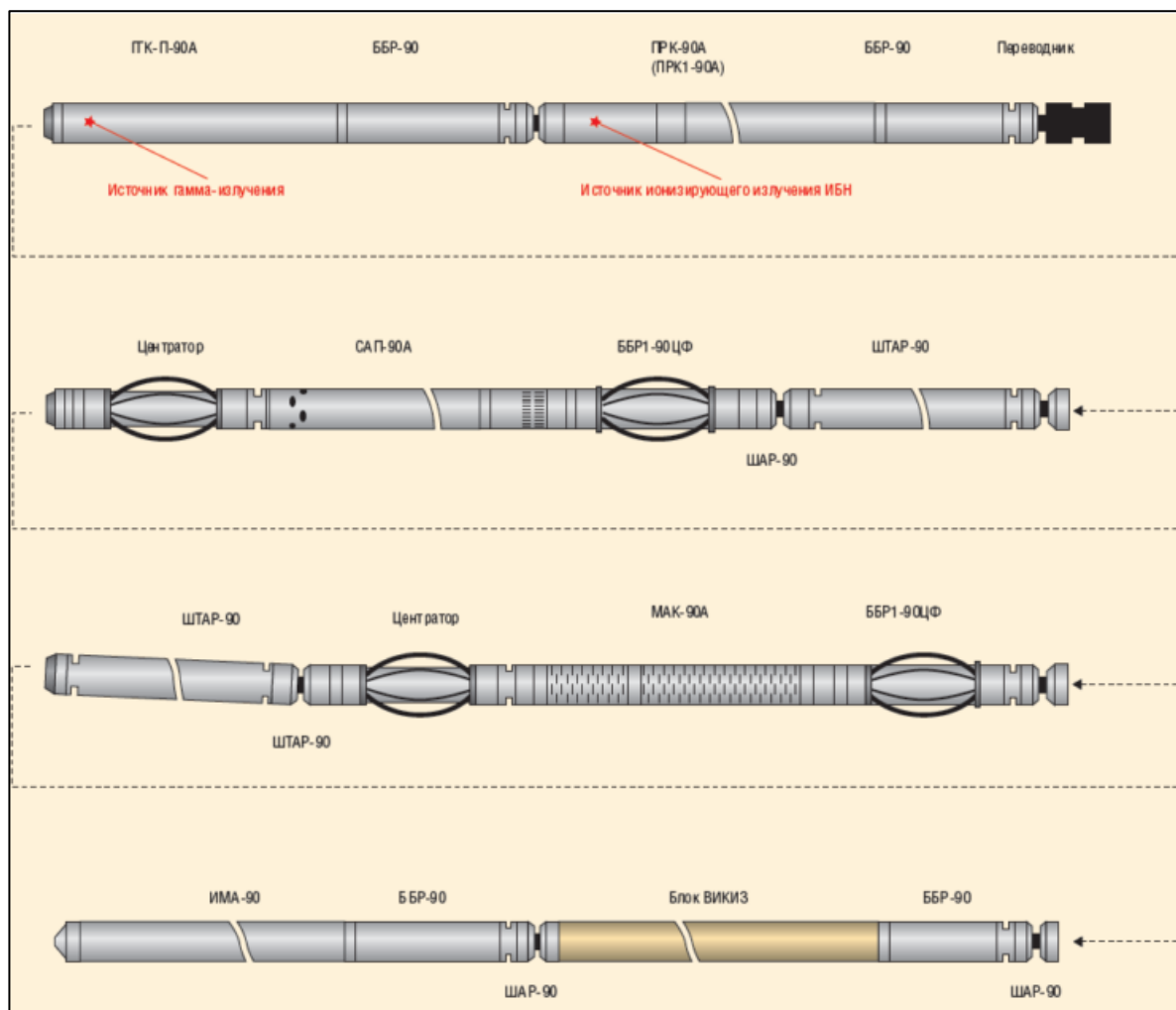


Рисунок 16 – Схема компоновки модулей АГС "Горизонталь-2" [11].

Колтюбинг

В настоящий момент активно применяется такой способ доставки геофизического оборудования как установки с длинномерной безмуфтовой трубой, или же колтюбинг. Данный способ позволяет выполнять доставку в сильно искривленные участки ствола скважины. Преимуществами метода являются большая вероятность доставки геофизического оборудования на забой горизонтальной скважины, по сравнению с жёстким кабелем, а также использование стандартной аппаратуры и технологий. Кроме того, при проведении ГИС не требуется привлечение бригады КРС и есть возможность выполнения каротажа при изменяющемся внутреннем диаметре скважины (например, при заканчивании скважины хвостовиком). Недостатком данного способа является его существенная дороговизна и нарушения в режиме работы скважины.

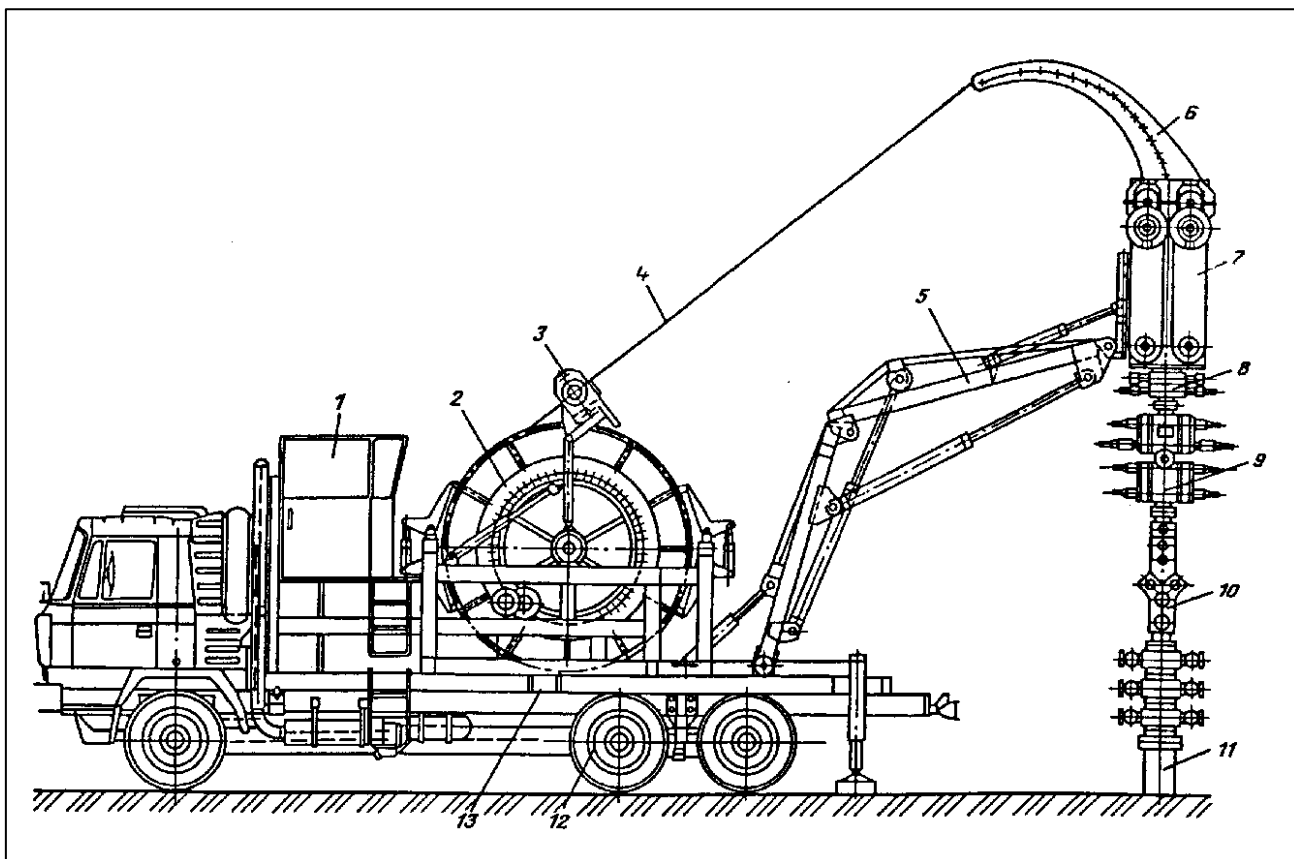


Рисунок 17 – Схема колтюбинговой установки.



Рисунок 18 – Колтюбинговая установка.

Скважинный трактор

Ещё один способ доставки о котором следует упомянуть – скважинные тракторы – это инновационное оборудование, которое используется в геофизических и нефтегазовых работах, связанных с бурением и эксплуатацией скважин. Они представляют собой компактные устройства, которые могут передвигаться по скважине при помощи колес, опорных роликов или резиновых гусениц.



Рисунок 19 – Скважинный трактор фирмы WellТес.

Скважинные тракторы имеют широкий спектр применения в геофизических и нефтегазовых исследованиях. Они могут использоваться для различных задач, таких как: удаление производственных осадков во время бурения и эксплуатации скважин, перемещение оборудования в скважине, оценка состояния и качества стенок скважины.

Как правило, скважинные тракторы оборудованы дополнительным оборудованием, таким как датчики, камеры, магнитные системы и т.д., которые могут использоваться в зависимости от условий работы. Они также могут быть оборудованы дополнительной защитой и системой управления для увеличения безопасности работы.

Об особенностях работы с забойными тракторами можно сказать следующее, перед работой необходимо иметь представление о характере ствола скважины, его траекторию и забой. Необходимо просчитать нагрузку, приходящуюся на трактор, по мере достижения исследуемого интервала, а также натяжения кабеля для подъёма аппаратуры. Данные расчёты возможно выполнять при помощи специализированного программного обеспечения.

Работа со скважинным происходит по следующему алгоритму: при достижении проектной глубины происходит запуск электродвигатель, который приводит в действие активатор опор. Он раздвигает опоры и упирает колёса в стенки скважины. После достижения нужной силы прижатия запускается насос, который приводит в действие гидромотор. Гидромотор начинает вращать колёса, и вся сборка начинает движение [12].

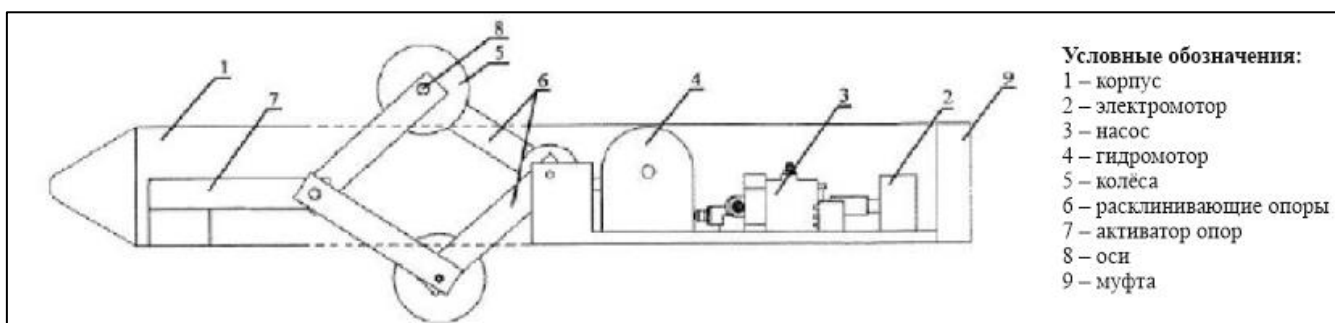


Рисунок 20 – Схема скважинного трактора.

Основными преимуществами скважинных тракторов являются их неограниченная по протяженности доставка длина горизонтального участка скважины, возможность прохождения осложнённых участков и удобство эксплуатации. Однако у данного метода есть и недостатки, такие как большие затраты времени на движение трактора и дороговизна зарубежных моделей, но на рынке представлены и отечественные разработки.

Каждый из перечисленных методов доставки геофизического оборудования в скважину имеет свои преимущества и недостатки. Важно выбирать оптимальный способ доставки, учитывая особенности конкретной работы, условия скважин и требования к оборудованию, а также бюджет компаний.

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Целесообразно выбрать два наиболее значимых для рынка критерия. В данном случае такими критериями являются размер компании, а также отрасль в которой предоставляет услуги данные компании. На основании этих критериев строится карта сегментирования рынка.

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка.

Размер	Отрасль	Нефтедобывающие предприятия
Крупные		ПАО «Газпром»
Средние		АО «Газпром добыча Томск» ООО «Норд Империл»
Малые		АО «Томскнефть» ВНК АО «Востокгазпром» ООО «Синтек»

Как видно из таблицы основным сегментом рынка являются средние и малые компании, представляющие собой, чаще всего, дочерние предприятия более крупных компаний.

7.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное

исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках: технические характеристики разработки; конкурентоспособность разработки; уровень завершенности научного исследования; бюджет разработки; уровень проникновения на рынок; финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения при помощи оценочной карты.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БФ	БК1	БК2	КФ	КК1	КК2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Энергоэкономичность	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
3. Надёжность	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
4. Безопасность	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
2. Цена	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
3. Финансирование	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
4. Наличие сертификации	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
Итого	1	36	32	31	4,7	4	3,9

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i$$

где K – конкурентоспособность вида; B_i – вес критерия (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

По произведённым расчётам можно сказать, что конкурентоспособность разработки составила 4,7, у представленных аналогов 4 и 3,9 соответственно. Данные результаты показывают, что научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как надёжность и безопасность, а также удобство эксплуатации для потребителей и цена.

7.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, и проводится в несколько этапов:

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем.

Ниже представлена таблица, сформированная после первого этапа SWOT-анализа.

Таблица 5 – Матрица SWOT.

	<p>Сильные стороны: С₁. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими комплексами ГИС. С₂. Квалифицированные сотрудники. С₃. Простота применения. С₄. Бюджетное финансирование.</p>	<p>Слабые стороны: Сл₁. Отсутствие прототипа научной разработки. Сл₂. Отсутствие необходимого оборудования для лабораторных испытаний. Сл₃. Долгие сроки поставки комплектующих, необходимых для построения установки.</p>
<p>Возможности: В₁. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В₂. Уменьшение значимости конкурентных разработок. В₃. Появление дополнительного спроса на разработки.</p>		
<p>Угрозы: У₁. Отсутствие спроса на новые технологии. У₂. Развитая конкуренция. У₃. Несвоевременное финансирование научного исследования. У₄. Ограничение на экспорт технологий.</p>		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта.

	Сильные стороны				Слабые стороны			
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	Сл ₁	Сл ₂	Сл ₃
Возможности проекта	B ₁	+	+	0	+	0	0	0
	B ₂	+	0	+	-	-	-	0
	B ₃	+	0	+	+	0	-	+
Угрозы проекта	У ₁	0	-	+	+	-	-	0
	У ₂	-	0	0	+	0	0	+
	У ₃	0	-	-	0	+	+	0
	У ₄	0	0	-	0	+	0	+

В рамках **третьего этапа** должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа.

Таблица 7 – SWOT-анализ.

	Сильные стороны: С ₁ . Более низкая стоимость производства по сравнению с другими комплексами ГИС. С ₂ . Квалифицированные сотрудники. С ₃ . Простота применения. С ₄ . Бюджетное финансирование.	Слабые стороны: Сл ₁ . Отсутствие прототипа научной разработки. Сл ₂ . Отсутствие необходимого оборудования для лабораторных испытаний. Сл ₃ . Долгие сроки поставки комплектующих, необходимых для построения установки.
Возможности: В ₁ . Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В ₂ . Уменьшение значимости конкурентных разработок. В ₃ . Появление дополнительного спроса на разработки.	Разработка более дешевой технологии проектирования поисково-оценочной скважины, а также использование высококвалифицированного персонала позволит повысить спрос и уменьшить значимость конкурентов.	Из-за большого срока поставок необходимых для исследований приборов, возможно отставание от конкурентов с последующим падением спроса на продукцию.
Угрозы: У ₁ . Отсутствие спроса на новые технологии. У ₂ . Развитая конкуренция.	Низкая стоимость и бюджетное финансирование способны уменьшить влияние возможных угроз,	При задержках в сроках поставок используемых приборов и одновременном развитии конкуренции есть риски потери занятой ниши рынка.

<p>Угрозы: У3. Несвоевременное финансирование научного исследования. У4. Ограничение на экспорт технологий.</p>	<p>благодаря регулированию цены на производство.</p>	
--	--	--

7.4 Планирование научно-исследовательских работ

7.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которую входят научный руководитель и студент. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность Исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение района исследования	Студент
	6	Анализ ранее проведенных работ	Студент
	7	Составление физико-геологической модели	Студент
	8	Выбор и обоснование положения проектной скважины	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Студент
	10	Определение целесообразности проведения исследования	Руководитель Студент
	11	Оформление пояснительной записки	Студент
	12	Разработка презентации и раздаточного материала	Студент

7.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В качестве примера рассчитаем продолжительность первой работы – составление и утверждение технического задания:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел. –дн.}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ раб. дн.}$$

7.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

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

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

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

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Рассчитанные значения вносятся в таблицу, представленную ниже.

Таблица 9 – Временные показатели проведения исследования.

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители, количество			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение технического задания	9	8	6	14	12	10	11	10	8	1	2	2	11	5	4	16	7	6
Подбор и изучение материалов по теме	7	11	16	8	12	20	7	11	18	1	2	2	7	6	9	11	8	13
Выбор направления исследований	4	8	10	6	10	13	5	9	11	2	1	2	2	9	6	4	13	8
Календарное планирование работ по теме	11	14	14	14	17	16	12	15	15	2	1	1	6	15	15	9	23	22
Изучение района исследования	10	12	14	14	15	16	12	13	15	1	2	1	12	7	15	17	10	22
Анализ ранее проведенных работ	9	13	16	13	16	18	11	14	17	1	1	1	11	14	17	16	21	25
Составление физико-геологической модели	11	7	6	16	12	10	13	9	8	1	2	1	13	5	8	19	7	11

Продолжение таблицы 8.

Выбор и обоснование проектной скважины	5	10	14	9	11	16	7	10	12	1	2	1	7	5	12	10	8	18
Оценка эффективности полученных результатов	5	10	14	10	12	16	7	11	15	2	2	2	4	5	7	5	8	11
Определение целесообразности проведения исследований	16	20	21	20	22	23	18	21	22	1	1	1	18	21	22	26	31	32
Оформление пояснительной записки	4	6	9	5	8	10	5	7	9	1	1	1	5	7	9	8	10	14
Разработка презентации и раздаточного материала	7	9	6	9	11	8	8	10	7	1	2	1	8	5	7	12	7	10
Итого, дн.													104	104	131	153	153	192

	проектной скважины												
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Студент	5										
10	Определение целесообразности проведения исследования	Руководитель Студент	26										
11	Оформление пояснительной записки	Студент	8										
12	Разработка презентации и раздаточного материала	Студент	12										
Руководитель			Студент										

7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

7.5.1 Расчёт материальных затрат НТИ

В материальные затраты включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчёт стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (15 % от цены).

Таблица 11 – Материальные затраты.

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, З _м , руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Ручка	шт.	4	5	3	65	65	90	260	365	270
Тетрадь	шт.	1	2	2	240	235	150	240	470	300
Интернет	мес.	5	4	5	600	750	600	3000	3000	3000
Электроэнергия	кВт/ч	978	992	1024	2,4	2,4	2,4	2337,4	2370,9	2447,4
Картридж для принтера	шт	1	1	1	450	470	500	450	470	500
Карандаш	шт	3	5	4	15	25	20	45	125	80
Миллиметровая бумага	упаковка	1	2	1	100	80	90	100	160	90
Бумага белая, А4	пачка	2	1	2	215	200	220	430	200	440
Транспортно-заготовительные расходы (15%)								1029,4	1074,1	1069,1
Итого:								7891,8	8235	8196,5

7.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Для выполнения данного проекта необходимо приобретение персонального компьютера для двух участников проекта, ПО Microsoft Office для создания документов, лицензионного программного пакета CorelDrawX8 для компьютерной оцифровки структурных карт и диаграмм. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. Например, стоимость персонального компьютера при сроке амортизации 25 месяцев и его использовании в течение 9 месяцев составит 40 тысяч рублей.

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

Наименование оборудования	Количество ед. оборудования			Цена ед. оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Персональный компьютер	2	2	2	40	38	42	80	76	84
Принтер	1	1	1	4	5	3	4	5	3
ПО Microsoft Office	2	2	2	6	8	5	12	16	10
CorelDrawX8	1	2	2	10	11	8	10	22	16
Итого:							106	119	113

7.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} * Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p,$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d},$$

где Z_m – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	247

На основе таблицы можно рассчитать:

$$Z_{\text{дн}}(\text{руководитель}) = \frac{36\,200 * 10,4}{247} = 1524,21 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{Студент}) = \frac{13\,560 * 10,4}{247} = 570,95 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_d) * k_p,$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда); k_d – коэффициент доплат и надбавок; k_p – районный коэффициент (для Томска – 1,3).

Таблица 14 – Расчёт основной заработной платы.

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	k_p	$k_{\text{пр}}$	k_d	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. Дн	$Z_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	36 200	1,3	1,3	1,2	70 590	1524,21	34	51 823,14
Студент	13 560	1,3	-	-	17 628	570,95	69	39 395,55
Итого								91 218,69

7.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12-15% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}},$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 15 – Расчёт дополнительной заработной платы.

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	51 823,14	39 395,55
Дополнительная зарплата	7 773,47	5 909,33
Итого по статье $C_{зп}$	59 596,61	45 304,88

7.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп})$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Геофизические работы соответствуют 9 классу профессионального риска, при котором ставка на травматизм равна 1%.

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	51 823,14	7 773,47
Студент	39 395,55	5 909,33
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	31 %	
Отчисления, руб.	18 474,95	14 044,51
Итого	32 519,46	

7.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{накл} = \left(\text{Сумма статей} \frac{1}{5} \right) * k_{нр},$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принят за 0,16).

Накладные расходы составили:

$$\begin{aligned} З_{накл} &= (7891,8 + 106000 + 91218,69 + 13682,8 + 32519,46) * 0,16 \\ &= 40210,04 \text{ руб.} \end{aligned}$$

7.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 17 – Расчёт бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материальные затраты НИИ	7 891,8	8 235	8 196,5
2. Специальное оборудование для научных работ	106 000	119 000	113 000
3. Основная заработная плата	91 218,69	91 218,69	91 218,69
4. Дополнительная заработная плата	13 682,8	13 682,8	13 682,8
5. Отчисления во внебюджетные фонды	32 519,46	32 519,46	32 519,46
6. Бюджет затрат	251 312,75	264 655,95	258 617,45

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

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

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

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

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_{ia} , b_{ip} – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	4	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	5
4. Энергосбережение	0,20	5	4	4
5. Надежность	0,25	4	3	3
6. Материалоемкость	0,15	4	3	3
Итого:	1	4,7	3,45	3,3

$$I_{p-\text{исп}1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,7;$$

$$I_{p-\text{исп}2} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 = 3,45;$$

$$I_{p-\text{исп}3} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 = 3,3.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{финр}}}, \text{ и т.д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}$$

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,95	1	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,45	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	4,95	3,45	3,37
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения (разработка относительно аналога)	1,43	1,02	0,68

Вывод: сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом бурения проектируемой скважины с целью уточнения водонефтяного контакта и повышения категории запасов, является вариант №1, который заявлен в данном проекте. Этот вариант выгоден как с позиции финансовой, так и ресурсной эффективности.

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В представленном дипломном проекте рассмотрен комплекс геофизических исследований скважин в открытом стволе для доразведки Мыльджинского газоконденсатного месторождения, расположенного в пределах Каргасокского района Томской области в 450 км к северо-западу от города Томск.

Рабочая зона представлена непосредственно кустовой площадкой с исследуемой скважиной и геофизической станцией или лабораторией.

Климат района континентальный (III климатическая зона). с длинной холодной зимой и коротким теплым летом. Средняя температура в зимний период составляет от минус 20 до минус 25 °С, в летний период составляет от плюс 30 до плюс 35 °С. Среднегодовое количество атмосферных осадков колеблется от 400 до 500 мм и наибольшее их количество выпадает летом и осенью. Территория района представляет собой слабо расчлененную заболоченную равнину с развитой речной сетью.

Район работ населен слабо. Ближайшим населенным пунктом от месторождения является поселок Мыльджино, расположенный в 30 – 35 км на север. Непосредственно на месторождении построен вахтовый поселок. Доставка грузов осуществляется в летнее время водным транспортом, зимой авто и гусеничным транспортом по зимнику, а также вертолетами круглогодично.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа в компании ООО «ТомскГАЗПРОМгеофизика» предусматривает вахтовый график работы. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ).

Как указывает статья 168.1 ТК РФ, предоставляя своим сотрудникам работу в полевых условиях, работодатель обязуется возмещать расходы по проезду, а также расходы по найму жилья. Помимо этого, работодатель также

несет ответственность за возмещение дополнительных расходов, связанных с проживанием за пределами места постоянного проживания, таких как суточные, полевое довольствие и другие. Однако, размеры и порядок возмещения данных расходов также могут быть определены в трудовом договоре между работодателем и работником.

Согласно статье 221 ТК РФ, работникам, занятым в производстве с вредными или опасными условиями труда, бесплатно выдаются средства индивидуальной защиты, такие как специальная одежда, обувь, очки и другие средства, которые прошли обязательную сертификацию.

Для работников, работающих вахтовым методом, в компании предусмотрен отпуск в 40 календарных дней. Один раз в два года в полном объеме оплачивают дорожные расходы до места отпуска и обратно.

Геофизические работы в скважинах должны производиться в присутствии представителя «Заказчика» под руководством ответственного специалиста геофизического предприятия (подрядчика).

Геофизические работы разрешается проводить только в специально подготовленных скважинах. Подготовленность объекта работ подтверждается актом в соответствии с действующими техническими инструкциями на данный вид работ. В соответствии с ГОСТ 12.2.034-78 [13], подготовка должна обеспечить безопасную и удобную эксплуатацию геофизического оборудования, а также свободный спуск и подъем каротажных зондов и скважинных приборов на всём протяжении времени проведения комплекса геофизических исследований.

Согласно РД 153-39.0-072-01 [14], приустьевая площадка и приёмные мостки должны быть исправны и очищены от бурового раствора, нефти, смазочных материалов, снега, льда. Кабель, соединяющий геофизическое оборудование с электросетью, должен подвешиваться на высоте не менее 0,5 м от земли. Подключение геофизического оборудования к источнику питания возможно только по окончании сборки и проверки электрической схемы станции.

Электрооборудование буровой установки перед проведением геофизических работ должно быть проверено на соответствие требованиям правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации и безопасности, стандартов электробезопасности.

Скважинное буровое оборудование должно быть исправно для обеспечения возможности использования его во время проведения геофизических работ. Перед проведением геофизических работ буровой инструмент и инвентарь должны быть размещены и закреплены так, чтобы не мешать работе геофизической партии. Между каротажной станцией и устьем скважины не должны находиться предметы, препятствующие движению кабеля и переходу людей, а также ограничивающие видимость устья скважины машинистом лебедки каротажного подъемника. Рабочая зона должна быть сформирована основываясь на ПБ 08-37-2005 [15].

8.2 Производственная безопасность

Выполнение геофизических работ на Мыльджинском месторождении осуществляется в полевых и камеральных условиях. Геофизические исследования в скважинах должны производиться с учетом требований единых правил безопасности при спускоподъемных работах, норм радиационной защиты, основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности.

В таблице 1 приведены опасные и вредные факторы, в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [16], которые формируются основными элементами производственного процесса.

Таблица 20. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ		Нормативные документы
	Камеральный	Полевой	
Вредные			
Отклонение показаний микроклимата на открытом воздухе и в помещении	+	+	СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [17] ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация. [18]
Недостаточная освещённость рабочей зоны	+	+	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП23- 05-95. [19]
Превышение уровня шума и вибрации	+	+	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23- 03-2003. [20] ГОСТ 12.1.012-2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. [21]
Психофизиологические факторы	+	+	Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда. [22] ГОСТ Р ИСО 11228-1-2009. ССБТ. Эргономика. Ручная обработка грузов. Часть 1. Поднятие и переноска. Общие требования. [23]

Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми	-	+	ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. [24]
Опасные			
Электрический ток	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [25] ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [26]
Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	-	+	ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности. [27]
Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующего излучения	-	+	СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ– 99/2009). [28]

8.2.1 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Камеральный этап

Электрический ток

Согласно правилам устройства электроустановок, камеральное и лабораторное помещения относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током.

В помещении источником электрического тока могут быть неисправная электропроводка и электроприборы. Среди основных электрических устройств,

которые могут работать под напряжением 220 В, следует отметить персональный компьютер, принтер и плоттер.

Нарушение правил работы с электроприборами является основной причиной смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током. Места подключения электрооборудования в сеть являются наиболее опасными местами для получения электрических травм, поэтому важно соблюдать меры предосторожности при работе с электрическими устройствами.

Для профилактики поражения электрическим током в помещении, где проводятся камеральные работы необходимо проводить мероприятия по обеспечению электробезопасности: регулярная проверка качества изоляционной обмотки токоведущих кабелей; систематический инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током; наличие защитного заземления и отключение распределительных щитов; наличие знаков безопасности и плакатов.

Запрещается располагать электроприборы в местах, где работник может одновременно касаться прибора и заземлённого провода, а также оставлять оголенными токоведущие части схем и установок, доступных для случайного прикосновения.

Полевой этап

Электрический ток

При проведении полевых работ возможно поражение током от токоведущих элементов каротажной станции (подъёмника, лаборатории и скважинных приборов). Это связано с несоблюдением правил эксплуатации приборов, нарушением инструкций и правил, работой без проверки правильности отключения и отсутствием заземления, что является источником опасности.

Для безопасной работы с электрическим оборудованием необходимо соблюдать требования, изложенные в ГОСТ 12.1.019-2017 [25] и ГОСТ 12.1.038-82 [26], касающиеся электробезопасности.

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением мероприятий: обеспечение недоступности прикосновения к токоведущим частям под напряжением; наличие защитного заземления, для нейтрализации накопленного статического электричества, и наличие отключения у распределительных щитов, после достижения определенной величины тока будет происходить отключение электрической цепи для предотвращения коротких замыканий; специальное обучение лиц, обслуживающих электроустановки; применение защитных средств при обслуживании электроустановок; проведение планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Во время полевых работ используются движущиеся механизмы, что может привести к получению различных травм, особенно при спуско-подъемных операциях и работах по погрузке и разгрузке геофизического оборудования на скважинах.

К работе с геофизической аппаратурой допускаются только квалифицированные специалисты, с соответствующими документами подтверждения своей компетенции. Начальник партии назначает ответственных за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования.

Оборудование, аппаратура и инструменты должны поддерживаться в рабочем состоянии и чистоте, соответствовать техническим стандартам и использоваться в соответствии с правилами эксплуатации и ремонтной документации. Для инструментов с режущими кромками и лезвиями следует использовать защитные чехлы и сумки. Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправное оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты.

Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующего излучения

В соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 [28], геофизические исследования скважин относятся к первой категории работ с привлечением радиоактивных

веществ. В данном случае опасность существует только от внешнего облучения, в связи с чем необходима защита от ионизирующих излучений, например, сокращение времени работы с источником и соблюдение дистанции до него, использование поглощающих материалов (свинец, вода, парафин), а также производить дозиметрический контроль.

Чтобы обезопасить персонал, занятый обслуживанием скважины, от вредных радиоактивных веществ, нужно правильно хранить, перевозить и работать с ними на месте. Также нужно предотвращать загрязнение рабочих мест этими вредными веществами. Для обозначения объектов, помещений, оборудования, устройств и материалов, внутри или на поверхности, которых возможна радиационная опасность, ставится специальный знак с надписью: «Осторожно радиоактивность!».

8.2.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Камеральный этап

Отклонение показаний микроклимата в помещении

При проведении камеральных работ анализируются следующие параметры микроклимата: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и интенсивность теплового излучения.

В помещении передвижной каротажной лаборатории источники тепла, такие как компьютер, вспомогательное оборудование и приборы освещения, а также работники, оказывают наибольшее влияние на микроклимат.

По СанПиН 1.2.3685-21 [17], должны быть соблюдены допустимые нормы микроклиматических показателей в соответствии с категорией работ по уровню энергозатрат, в случае камеральных работ это категория Ib. К ней относятся работы с энергозатратами 140–174 Вт, производимые стоя, сидя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Для достижения нижеуказанных параметров необходимо иметь систему отопления, кондиционирования воздуха или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию, а также производить влажную уборку помещений.

Таблица 21. Допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 1.2.3685-21 [17].

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха °С		Температура поверхностей °С	Относительная влажность воздуха	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптималь- ных величин	Диапазон выше оптималь- ных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Іб	19,0 – 20,9	23,1 – 24,0	18,0 – 25,0	15 – 75	0,1	0,2
Тёплый	Іб	20,0 – 21,9	24,1 – 28,0	19,0 – 29,0	15 – 75	0,1	0,3

Недостаточная освещённость рабочей зоны

Естественное и искусственное освещение помещений, где производятся камеральные работы должно соответствовать СП 52.13330.2016 [19]. Также стоит отметить, что в данных помещениях должно быть естественное освещение через окна.

Недостаточное освещение может вызывать быструю утомляемость глаз, что, в свою очередь, снижает работоспособность и внимательность человека. В случае недостатка внимания, возникает риск несчастных случаев. Если рабочее место постоянно недостаточно освещается, это может привести к снижению остроты зрения.

Для искусственного освещения помещений рекомендуется использовать систему общего равномерного освещения. При работе с документами возможно применение системы комбинированного освещения. Для общего освещения

следует использовать светильники, расположенные сбоку от рабочего места и расположенные параллельно линии пользователя. Они могут быть представлены в виде как сплошных, так и прерывистых линий. Важно проводить очистку стекол, рам и светильников не реже двух раз в год, а также заменять испорченные лампы.

Операторы, работающие с дисплеями, располагаются на рабочих местах, удаленных от окон. Если монитор расположен к окну, требуются специальные экранизирующие устройства. Для улучшения условий освещения окна могут быть оснащены светорассеивающими шторами, регулируемые жалюзи или солнцезащитной пленкой с металлизированным покрытием. Освещённость рабочих поверхностей лабораторных помещений при комбинированном искусственном освещении в соответствии с СП 52.13330.2016 [19] составляет 300 – 500 лк и 2,1 % коэффициента естественной освещённости (КЕО) при совмещённом освещении.

Превышение уровня шума и вибрации

Под шумом понимается любой звук, вызывающий неприятные ощущения. Как физическое явление, шум представляет собой совокупность звуков, которые можно услышать в диапазоне от 16 до 20 000 Гц. Шум не является только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Он может ухудшить слуховую чувствительность, повлиять на дыхательный ритм, сердечную активность и нервную систему. Допустимые уровни звука в производственных помещениях до 80 дБА.

Вибрация – это малые механические колебания, возникающие в упругих телах. Ответственность за соблюдение установленных нормативов по вибрации лежит на работодателе. В соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 [21] он должен оценить риск, связанный с воздействием вибрации на рабочих, и принять меры, для снижения вибрационной нагрузки.

Основные мероприятия по снижению уровня шума и вибрации включают: обеспечение шумо- и звукоизоляции моторных отсеков путем использования кожухов из материалов, способных поглощать звук; применение

средств индивидуальной защиты, как наушников, берушей, шлемов, касок, специальных костюмов и обуви; а также виброизоляцию оборудования, используя пружинные, резиновые и полимерные материалы. Например, дизельный генератор можно установить на полимерные подставки и пружины, чтобы снизить вибрацию на жилые помещения, если они расположены в одном прицепе.

Умственное перенапряжение

Информационная нагрузка вызывает умственное перенапряжение и перенапряжение анализаторов. Вместе с тем нервно-психические перегрузки вызывает монотонность труда и эмоциональные перегрузки. Все это приводит к временному снижению эффективности труда, состоянию утомления и раздражительности.

Для минимизации возникновения фактора предусмотрены регламентированные перерывы, также целесообразно посещение комнат психологической разгрузки для снижения эмоционального напряжения.

Полевой этап

Отклонение показаний микроклимата на открытом воздухе

Рабочие геофизических партий в большинстве случаев работает на открытом воздухе в условиях плохой погоды, зимой при очень низких температурах (минус 20 – минус 30 °С) и летом при очень высоких (30 – 40 °С), а также в ночное время. Из этого следует, что указанные обстоятельства серьезно затрудняют процесс обслуживания скважин и увеличивают риск возникновения проблем в области безопасности.

Геофизические исследования запрещено проводить во время грозы, пурги, буранов, сильных туманов, сильного дождя, и при сильных морозах, по причине того, что при таких условиях с большой долей вероятности могут возникнуть аварийные ситуации, устранение которых будет осложнено метеоусловиями.

Для обеспечения индивидуальной защиты при работе на открытом воздухе, в соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 [18], в пасмурную погоду

используются резиновые плащи, сапоги и верхонки из резины. В жаркие дни, когда возможен перегрев, средства индивидуальной защиты включают в себя светлую хлопчатобумажную одежду и шляпы. При сильных морозах используют утеплённую спецодежду. Кроме того, партии должны быть оснащены минеральной питьевой водой и термосами с горячей водой. Необходимо организовывать рациональный режим труда и отдыха – при низких температурах перерывы длиной 15 минут на обогрев персонала каждый час, при высоких температурах 15-ти минутные перерывы на отдых каждые 45 минут.

Тяжесть и напряженность физического труда

Тяжелыми работами считаются те, которые связаны с частым перемещением и подъемом предметов весом более 10 кг и требуют значительной физической нагрузки. Подъем и перемещение грузов вручную следует производить в соответствии с нормами, установленными законодательством, а именно Р.2.2.2006-05 [22]. Также, ссылаясь на ГОСТ Р ИСО 11228-1-2009 [23], перемещение груза на расстояние более 15 м массой более 50 кг, а также подъем его на высоту более 3 м должны быть механизировано.

Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми

При выполнении работ существует риск контакта с насекомыми, а также с лесными животными. Наиболее вероятен укус лесного клеща, который может оказаться переносчиком вируса энцефалита.

Для безопасности всех сотрудников необходимо, чтобы они были привиты от энцефалита и использовали противоэнцефалитную защиту, включая минимизацию открытых участков тела, применение москитных сеток и инсектицидов.

К мероприятиям по профилактике и борьбе с клещевым энцефалитом, в соответствии с ГОСТ 12.1.008-76 [27], относятся: предоставлять специальные костюмы для защиты от клещей для работ в лесу; составлять ежегодные списки работников, которые подлежат вакцинации и ревакцинации от клещевого энцефалита, и обеспечивать их явку в медицинские учреждения для проведения процедуры; обеспечивать соблюдение действующего санитарного

законодательства РФ и правил предотвращения клещевого энцефалита на производстве; обучать и просвещать своих сотрудников в этой области. Страхование сотрудников от клеща относится к договорам добровольного медицинского страхования. Добровольное страхование позволяет избежать расходов на дорогостоящую диагностику и лечение заболеваний, а оперативное и качественное лечение за счет страховщика значительно сокращает затраты по листкам нетрудоспособности, а также позволяет снизить количество тяжелых случаев заболевания с последующей утратой трудоспособности.

8.2.3 Расчёт воздухообмена для отчистки воздуха

В жилых и общественных помещениях постоянно выделяется, в следствие дыхания людей, вредный газ – углекислый газ (CO_2). Чтобы определить необходимый уровень воздухообмена в помещении, измеряют количество выделяемого углекислого газа и устанавливают допустимую концентрацию. Потребный воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{1000 * G}{x_B - x_H},$$

где L – потребный воздухообмен [$\text{м}^3/\text{ч}$]; G – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения [$\text{г}/\text{ч}$]; x_B – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения [$\text{мг}/\text{м}^3$], согласно ГОСТ 12.1.005-88; x_H – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест [$\text{мг}/\text{м}^3$] по СанПиН 1.2.3685-21.

Количество углекислого газа, выделяемого взрослым человеком при выполнении легкой работы (в учреждении) составляет 35 г/ч. Содержание углекислоты в атмосфере больших населенных пунктов следует принимать – 1000 $\text{мг}/\text{м}^3$. ПДК CO_2 в воздухе рабочей зоны – 9000 $\text{мг}/\text{м}^3$.

Из выше сказанного можно произвести расчёт потребного воздухообмена, исходя из условия, что одновременно в камеральном помещении будут находиться 3 человека, тогда количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения:

$$G = N_{\text{людей}} * g_{\text{CO}_2} = 3 * 35 = 105 \text{ Г}/\text{ч}$$

Потребный воздухообмен составит:

$$L = \frac{1000 * G}{x_B - x_H} = \frac{1000 * 105}{9000 - 1000} = 13,125 \text{ м}^3/\text{ч}$$

8.3 Экологическая безопасность

При проведении геофизических работ важно учитывать возможное негативное воздействие производственных факторов на окружающую среду, что может привести к загрязнению литосферы, атмосферы, гидросферы и селитебной зоны. Для предотвращения экологических и социальных кризисов в процессе разработки месторождения необходимо создать экономические и правовые механизмы, направленные на соблюдение природоохранного законодательства. Это позволит разработать программу экологической безопасности и учитывать её на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

В ходе работ на Мыльджинском месторождении происходило воздействие на следующие типы экосистем:

Селитебная зона. Производимые работы не воздействуют на селитебную зону, поскольку она удалена на 30 км от объекта исследования.

Литосфера. К негативным влияниям в данном случае можно отнести: нарушение почвенного слоя при расчистке территории для установки бурового оборудования, временного хранения ГСМ, стоянок и проездов транспортных средств; загрязнение почвы нефтепродуктами и твёрдыми бытовыми отходами; утилизация отработавшего оборудования и макулатуры.

После всех работ производилась рекультивация нарушенных земель. Перевозка буровой техники и передвижение транспорта осуществлялись с использованием уже существующих путей, прокладываемых в процессе предыдущих работ, что позволило снизить степень повреждения почвенно-растительного слоя. Ликвидация загрязнений почвы нефтепродуктами, а также их предотвращение регулируются в соответствии с ГОСТ Р 57677-2017 [29]. Предполагается произвести утилизацию части отходов на месте производства, а другую часть – доставить на базу экспедиции и сдать в пункты вторичной

переработки или отправить на специализированные полигоны для хранения и уничтожения отходов, согласно с ГОСТ Р 57701-2017 [30]. Утилизация отработавшего оборудования выполняется в соответствии с ГОСТ Р 70146-2022 [31], макулатуры – ГОСТ Р 55090-2012 [32].

Гидросфера. Поверхностные воды могут стать загрязненными отходами и стоками, как технологического, так и бытового происхождения. Они также могут быть загрязнены дождевыми и талыми водами со сбросами различных примесей, таких как минеральные частицы бурового шлама, нефтепродукты, продукты распада взрывчатых веществ, бытовые стоки и продукты смыва почвенно-растительного покрова. Для предотвращения попадания горюче-смазочных материалов в поверхностные водоемы, площадки временного хранения ГСМ обваловывались грунтом на высоту 0,2 м, а под каждой емкостью устанавливались канавы и специальные поддоны. Для сбора и захоронения бытовых отходов и стоков были созданы туалеты и выгребные ямы – накопители.

Атмосфера. Источником загрязнения атмосферы будут служить выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора и выброс газов с лубрикаторного оборудования. Выхлопы содержат оксид азота (NO_2), оксид углерода (CO), диоксид серы (SO_2) и сажу, а в выбрасываемом газе и газоконденсате, содержатся легкие углеводороды, преимущественно метан (CH_4).

Для предотвращения превышения норм по выбросу загрязняющих веществ в атмосферу, будут использоваться исправные установки, ежемесячно подвергаемые контролю за выбросом загрязняющих веществ. Также будет осуществляться проверка и ремонт сальников лубрикатора с целью сократить выбросы природных углеводородов до минимума.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и

деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Пожары в полевых и камеральных условиях могут возникать по различным причинам, таким как неосторожное обращение с огнем, неисправность или неправильная эксплуатация электрооборудования, неисправность или перегрев отопительных стационарных и временных печей, разряды статического и атмосферного электричества, часто возникающие при отсутствии заземления и молниеотводов, а также неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Начальник партии несет ответственность за соблюдение пожарной безопасности, выполнение противопожарных мероприятий вовремя и содержание средств пожаротушения в исправном состоянии. Обязательной является прохождение первичного и вторичного инструктажей по противопожарной подготовке всеми новыми инженерно-техническими работниками и рабочими, принимаемыми на работу. После инструктажей проверяются знания и навыки сотрудников в этой области.

Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения: огнетушитель (ОУ-2) – 1 шт. (на каждую машину); ведро пожарное – 1 шт.; топор – 1 шт.; лом – 2 шт.; кошма – 2×2м (на каждую машину).

К каротажной станции, в которой расположена лаборатория и ЭВМ, предъявляются следующие общие требования: наличие инструкций о мерах пожарной безопасности; наличие схем эвакуации людей в случае пожара; средства пожаротушения (огнетушитель типа ОУ-2).

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания. За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего распорядка.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения регламентируются федеральным законом №123-ФЗ [33].

Все производственные факторы на рабочем месте соответствуют установленным нормам, которые были подробно описаны в данном разделе. Чтобы уменьшить воздействие этих факторов на организм человека, необходимо придерживаться мер и правил безопасности.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ [34] соответствует первому классу – особо опасные помещения, поскольку имеет одновременно несколько условий помещения повышенной опасности.

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение группы II по электробезопасности производится путем прохождения обучения в образовательной организации в объеме не менее 72 часов, поскольку персонал должен обладать расширенными знаниями.

Категория тяжести труда в камеральном помещении по СанПиН 1.2.3685-21 [17] относится к категории Ib (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся физическим напряжением). Категория тяжести труда при работе в геофизической партии характеризуется как III (работы тяжелые, связанные с ходьбой, передвижением и переноской тяжести свыше 10 кг и требующие больших физических усилий).

Помещение геофизической лаборатории по пожароопасной относится к категории помещения группы В – пожароопасные, возможный класс пожара В.

Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении: твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

Рассмотренный объект относится ко II категории объектов, оказывающих умеренное негативное воздействие на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный дипломный проект выполнен опираясь на изучения геолого-геофизической характеристики объекта исследования и анализа основных результатов ранее проведенных геофизических исследований на Мыльджинском газоконденсатном месторождении.

В ходе выполнения проекта был произведён анализ прошлых геофизических работ на данном месторождении, по итогам которого была представлена физико-геологическая модель проектируемой скважины, на основе которой был сформирован комплекс методов, позволяющий решить поставленные перед проектом задачи.

В методической части описана методика проектируемых работ, а также приведена аппаратура для проведения запланированного комплекса. Приведены используемые формулы и критерии для интерпретации полученных данных, конкретно для Мыльджинского месторождения.

В специальной части рассмотрены способы доставки геофизического оборудования в горизонтальные участки скважин. Данная операция является весьма трудновыполнимой, однако такое проложение скважины способствует получению большего дебита и меньшему количеству пробуренных скважин.

Финансовый раздел проекта содержит расчёт стоимости ресурсов данного научного исследования. Раздел “Социальная ответственность” содержит проведённый анализ вредных и опасных производственных факторов на жизнь человека и окружающую среду, а также предлагает мероприятия по их устранению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Опубликованные:

1. Перспективы развития нефтяной и газовой промышленности вдоль существующей и проектируемой нефти -и газопроводов на юго-востоке западной и юго- восточной Сибири. Отчет о проведенных исследований по заказу Японской Ассоциации технического содействия. Институт геологии и нефти и газа РАН СО: Новосибирск, 2001.– 177 с.
2. Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, Тюмень,1990 г – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1991. – 54 с.
3. Каламкарров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. Изд-во «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. Губкина, 2003. 570 с.
4. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
5. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты / Под ред. В.С. Суркова. – М.: Недра, 1986. – 149 с.
6. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири – М.: Недра, 1975. – 680 с.
7. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщение горных пород. – М.: Недра, 1975. – 310 с.
8. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. – М.: 2002. – 89 с.
9. Коноплев Ю.В., Кузнецов Г.С., Леонтьев Е.И. и др. Геофизические методы контроля разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра,1986. – 221 с.

10. В.В. Климов, О.В. Савенок, А.С. Арутюнян, Н.М. Лешкович. Основы геофизики: учебное пособие; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2016. –274 с.

11. Р.В. Хакимов, В.С. Хакимов. Геофизические и гидродинамические исследования в горизонтальных и наклонных участках скважин // Инженерная практика. – 2011. – №9. с.74.

12. С.Н. Нагаева, Л.М. Джабраилов. Доставка геофизической аппаратуры в горизонтальный участок с помощью скважинного трактора // Вестник Югорского государственного университета. – 2016. – №3(42). с. 77-81.

Нормативные:

13. ГОСТ 12.2.034-78. Система стандартов безопасности труда. Аппаратура скважинная геофизическая с источниками ионизирующих излучений. Общие требования радиационной безопасности.

14. РД 153-39.0-072-01. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах.

15. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах.

16. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

17. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

18. ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.

19. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП23- 05-95.

20. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП23- 03-2003.

21. ГОСТ 12.1.012-2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
22. Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда.
23. ГОСТ Р ИСО 11228-1-2009. ССБТ. Эргономика. Ручная обработка грузов. Часть 1. Поднятие и переноска. Общие требования.
24. ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
25. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
26. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
27. ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
28. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ–99/2009).
29. ГОСТ Р 57677-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отходов недропользования.
30. ГОСТ Р 57701-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Программы в области обращения с твердыми коммунальными отходами.
31. ГОСТ Р 70146-2022. Ресурсосбережение. Отходы электроники и электробытовой техники.
32. ГОСТ Р 55090-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.
33. №123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
34. ПУЭ. Правила устройства электроустановок.

Приложение 3 – Информация о проведенном каротаже на скважине № QQ.

В скважине проведены исследования:

Метод ГИС	Интервал исследований		Качество
ГК	2750	2903.3	хор.
ПС	2750	2903.3	не информативна
ИК	2750	2903.3	хор.
БК	2750	2903.3	хор.
БКЗ	2750	2901	хор.
Резистивиметрия	2750	2937.9	хор.
ВИКИЗ	2750	2903.3	хор.
НКТб	2750	2903.3	хор.
Водородосодержание	2750	2903.3	хор.
ГГК-п	2689.6	2903.3	хор.
Профилеметрия	2750	2902	хор.
dTr	2687	2903.3	хор.

Аппаратура и оборудование:

Приборы: К1а-723 №6, ВИКИЗ №208047, РК5М №126, ГГК-2 №8

Станция: КЕДР-02

С КЛД-02 №30006829, АКВ-1 №3

Подъемник: ПКС-5 №056

Скорость записи: 1600, 1900, 400, 1300, 980 м/ч

Параметры промывочной жидкости:

Тип: KCL-полимерный
 Удельный вес (г/см³) 1.15
 Вязкость (сек) 44
 Водоотдача (см³/30сек) 4
 Сопротивление (омм) 0.09

Эталонировки: ГК

НКТ

счета: 1 мкРЧ = 1101.3 имп/мин¹ у.е. (МЗ) = 36317.1 у.е. (БЗ) = 2446.8

дата эталонировки: 29.10.2019

Данные по скважине:

Альtitуда стола ротора (м) 106.3

