

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 21.05.03 Технология геологической разведки
Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

| Тема работы |
|--|
| Комплексные геофизические исследования скважин для выделения и оценки коллекторов на Ромашкинском месторождении нефти (Республика Татарстан) |

УДК 550.83:553.982(470.41)

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------|---------|------|
| 2281 | Вершинин В.В. | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Колмаков Юрий Викторович | д.г – м.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Соколов Степан Витальевич | к.г – м.н. | | |

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|--|---|
| <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P1 | Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности |
| P2 | Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности |
| 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 |

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 21.05.03 Технология геологической разведки
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Соколов С. В.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|------------------|
| Дипломный проект |
|------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 2281 | Вершинин Владислав Вячеславович |

Тема работы:

| | |
|--|---------------------------|
| Комплексные геофизические исследования скважин для выделения и оценки коллекторов на Ромашкинском месторождении нефти (Республика Татарстан) | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | № 18-6/С от 18.01.2023 г. |

| | |
|--|--------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 3.06.2023 г. |
|--|--------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|--|
| Исходные данные к работе: | Геолого-геофизические материалы преддипломной практики (геология, данные работ ГИС, результаты интерпретации), цифровые материалы ГИС для специальной главы |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения об объекте исследования 2. Геолого-географическая характеристика объекта исследования 3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований 4. Основные вопросы проектирования 5. Методические вопросы 6. Специальное исследование 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность |

| | |
|--|--|
| Перечень графического материала | <ol style="list-style-type: none"> 1. Географическое месторождение Ромашкинского месторождения 2. Геологический разрез терригенной толщи девона по отложениям горизонта Д1 Ромашкинского месторождения. 3. Тектоническая схема палеозойского осадочного чехла (по Е.Д. Войтовичу). 4. Схема сопоставления геофизических методов по материалам скважины № 3 Куакбашской площади 5. Фрагмент структурной карты с положением запроектированной скважины. 6. Профильный разрез по скважинам. 7. Физико-геологическая модель отложений Ромашкинского месторождения 8. Интерпретация диаграмм АК 9. Пример выделения коллекторов по данным ДМК 10. датчик оборотов ротора 11. Схема работы датчика веса 12. Фрагмент каротажной диаграммы со скважины №2. 13. Сводный геолого-геофизический разрез. |
|--|--|

| Консультант по разделам выпускной квалификационной работы | |
|--|-------------------------------------|
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Рыжакина Т.Г., доцент, к.э.н |
| Социальная ответственность | Авдеева И.И., старший преподаватель |

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

Задание выдал руководитель / консультант:

| Должность | ФИО | Учена степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------------|----------------|-------------|
| Доцент | Колмаков Ю.В. | д.г.-м.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| 2281 | Вершинин Владислав Вячеславович | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--|--|
| Группа 2281 | | ФИО Вершинин Владислав Вячеславович | |
| 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 ШБИП | Рыжакина Татьяна Гавриловна | к.э.н. | | 01.03.2023 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------------|
| 2281 | Вершинин Владислав Вячеславович | | 01.03.2023 |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | | | |
|--------------------------------|--|---|---|
| Группа 2281 | | ФИО Вершинин Владислав Вячеславович | |
| Школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение (НОЦ) | Отделение геологии |
| Уровень образования | Специалитет | Направление/ специальность | 21.05.03 Технология геологической разведки |

Тема ВКР:

| | |
|---|--|
| Комплексные геофизические исследования скважин для выделения и оценки коллекторов на Ромашкинском месторождении нефти (Республика Татарстан) | |
| 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 комплекс геофизических исследований на скважине Ромашкинского месторождения нефти Республики Татарстан.</p> <p>Область применения геофизические исследования скважин нефтяных месторождений юго-востока Татарстана.</p> <p>Рабочая зона: полевые условия.</p> <p>Климатическая зона: умеренно континентальный климатический пояс.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: геофизическая лаборатория, геофизические приборы, геофизическая станция, ноутбук.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: выставление подъемника и ограничение доступа посторонних лиц к зоне работ, заземление подъемника, установка геофизических роликов, спуск скважинных приборов на кабеле в скважину, контроль скорости СПО, наблюдение за натяжением кабеля при СПО, запись кривых геофизических методов</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.</p> <p>ППБО 85 Правила пожарной безопасности в нефтяной 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>СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение</p> <p>ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.</p> |

| | |
|---|--|
| | ГОСТ 12.2.034-78. Система стандартов безопасности труда. Аппаратура скважинная геофизическая с источниками ионизирующих излучений. Общие требования радиационной безопасности. |
| <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>Вредные факторы – Производственные факторы, связанные с: аномальными климатическими параметрами воздушной среды, акустическими и механическими колебаниями в производственной среде, психологическим воздействием на человека, активностью насекомых и животных, отсутствием или недостатком искусственного освещения.</p> <p>Опасные факторы – Производственные факторы, связанные с: повышенным уровнем ионизирующих излучений, силами и энергией механического движения, электрическим током.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: Резиновые перчатки, резиновые ботинки, специальная рабочая одежда, каска, защитные очки, средства защиты слухового аппарата, обогреватели и охладители помещений.</p> <p>Расчёт будет произведён по необходимому воздухообмену.</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 20 км от объекта исследования, воздействия на неё нет.</p> <p>Воздействие на литосферу – загрязнение земель отходами производства и потребления, загрязнение твёрдыми бытовыми отходами, нарушение почвенного слоя, 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 во время выхода из бурового раствора углеводородов.</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 – газонефтеводопроявление (ГНВП) и пожар, землетрясение, ураган.</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 | Вершинин Владислав Вячеславович | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 96 страниц, 13 рисунков, 19 таблиц, 34 источника, 2 приложения.

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

Объектом исследования выступает скважина, проектируемая на Ромашкинском нефтяном месторождении, целевой горизонт исследования – терригенные отложения девона, терригенные и карбонатные отложения нижнего карбона.

Цель работы – составление проекта комплекса геофизических исследований в открытом стволе скважины для решения ряда геологических задач.

По средствам анализа работы прошлых лет составлена физико-геологическая модель, согласно которой определен комплекс методов для решения поставленных задач.

Специальная часть содержит информацию на тему проведения геолого-технологических исследований, а также способы интерпретации полученных в процессе данных.

Раздел финансового менеджмента содержит результаты работы по подсчету стоимости данного научного исследования.

В разделе “Социальная ответственность” рассмотрены вредные и опасные факторы для жизни и здоровья человека, окружающей среды. Согласно нормативным документам предложены меры для уменьшения и устранения влияния производственных факторов.

ESSAY

Final qualifying work 96 pages, 13 figures, 19 tables, 34 sources, 2 appendices.

Keywords: complex of geophysical studies, Romashkinskoye field, physico-geological model, well, filtration and capacitance properties, reservoir, oil field.

The object of the study is a well designed at the Romashkinskoye oil field, the target horizon of the study is the terrigenous deposits of the Devonian, terrigenous and carbonate deposits of the lower carboniferous.

The purpose of the work is to draft a complex of geophysical studies in an open borehole to solve a number of geological problems.

By means of the analysis of the work of previous years, a physico-geological model was compiled, according to which a set of methods for solving the tasks was determined.

The special part contains information on the topic of geological and technological research, as well as ways to interpret the data obtained in the process.

The financial management section contains the results of the work on calculating the cost of this scientific research.

The section “Social responsibility” considers harmful and dangerous factors for human life and health, the environment. According to the regulatory documents, measures have been proposed to reduce and eliminate the influence of production factors.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- АК – Акустический каротаж;
- БК – Боковой каротаж;
- БКЗ – Боковое каротажное зондирование;
- ГГК-П – Гамма-гамма каротаж плотностной;
- ГГР – Геологоразведочные работы;
- ГИС – Геофизические исследования скважин;
- ГК – Гамма каротаж;
- ДМК – Детальный механический каротаж;
- ИК – Индукционный каротаж;
- 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 – Нейтронный гамма каротаж;
- РЕЗИСТ – Резистивиметрия;
- ПС – Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации;
- УЭС – Удельное электрическое сопротивление;
- ФЕС – Фильтрационно-емкостные свойства;
- ЯМК – Ядерно-магнитный каротаж;

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 12 |
| 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 13 |
| 1.1 Географо-экономический очерк..... | 13 |
| 1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность..... | 14 |
| 2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 18 |
| 2.1 Литолого-стратиграфический разрез..... | 18 |
| 2.2 Тектоника | 26 |
| 2.3 Нефтегазоносность | 30 |
| 3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЁННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 34 |
| 4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ | 34 |
| 4.1 Задачи геофизических исследований | 37 |
| 4.2 Обоснование объекта исследований..... | 37 |
| 4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования | 39 |
| 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ | 41 |
| 5.1 Методика проектных геофизических работ | 41 |
| 5.2 Интерпретация геофизических данных..... | 41 |
| 5.3 Метрологическое обеспечение работ | 48 |
| 6 Геолого-технологические исследования скважин..... | 49 |
| 7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... | 56 |
| 7.1 Потенциальные потребители результатов исследования..... | 56 |
| 7.2. Анализ конкурентных технических решений..... | 56 |
| 7.3. SWOT-анализ..... | 58 |
| 7.4. Планирование научно-исследовательских работ | 61 |
| 7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) | 67 |
| 7.6. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .. | 72 |
| 8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... | 75 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 92 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 93 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 95 |

ВВЕДЕНИЕ

Разработка нефтяных месторождений подразумевает анализ технологических показателей, таких как объем добычи нефти, темп разработки и коэффициент нефтеизвлечения. Особое внимание уделяется разработке методов, которые помогут увеличить коэффициент нефтеизвлечения. С каждым годом рентабельная добыча нефти из теригенных коллекторов становится все более сложной, поскольку запасы нефти в таких месторождениях уменьшаются.

Работа над данным проектом заключалась в разработке оптимального комплекса геофизических исследований на территории Ромашкинского месторождения нефти для скважины в открытом стволе. Разработанный, согласно геофизической модели, комплекс решает основные задачи, такие как литологического расчленения разреза, определения коллекторных свойств коллекторов.

В ходе выполнения работы рассмотрена технология проведения геолого-технических исследований, а также интерпретация данных полученных в ходе этого процесса.

Раздел финансового менеджмента содержит результаты работы по подсчету стоимости данного научного исследования.

В разделе “Социальная ответственность” рассмотрены вредные и опасные факторы для жизни и здоровья человека, окружающей среды. Согласно нормативным документам предложены меры для уменьшения и устранения влияния производственных факторов.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Географо-экономический очерк

Ромашкинское нефтяное месторождение – находится в Российской Федерации, в восточной части республики Татарстана, в 70 км восточнее от г. Альметьевск и западнее на 20 км от г. Бугульма. Месторождение является крупнейшим в России Волго-уральской провинции. Открыто в 1948 в Бугульминском районе ТАССР.

В пределах площади протекает с юго-востока на северо-запад река Степной Зай. В геоморфологическом отношении площадь представляет собой среднeperесеченную местность с многочисленными оврагами и балками, местами, покрытыми лесом. Абсолютные отметки уровня поверхности земли колеблются в пределах от 90 до 230 м.

Климат района резко континентальный: суровая холодная зима с сильными ветрами и метелями и жаркое лето. Преобладающее направление ветров – юго-западное. Средняя глубина промерзания грунта – 1,5-1,6 м, максимальная - 1,7 м.

Основные тектонические показатели Ромашкинского нефтяного месторождения отнесены к Сокско-Шешминскому валу. Ромашкинское нефтяное месторождение тектонически приурочено к крупному платформенного типа асимметричному поднятию широтного простирания и расположено в сводовой части Южного купола Татарского свода.

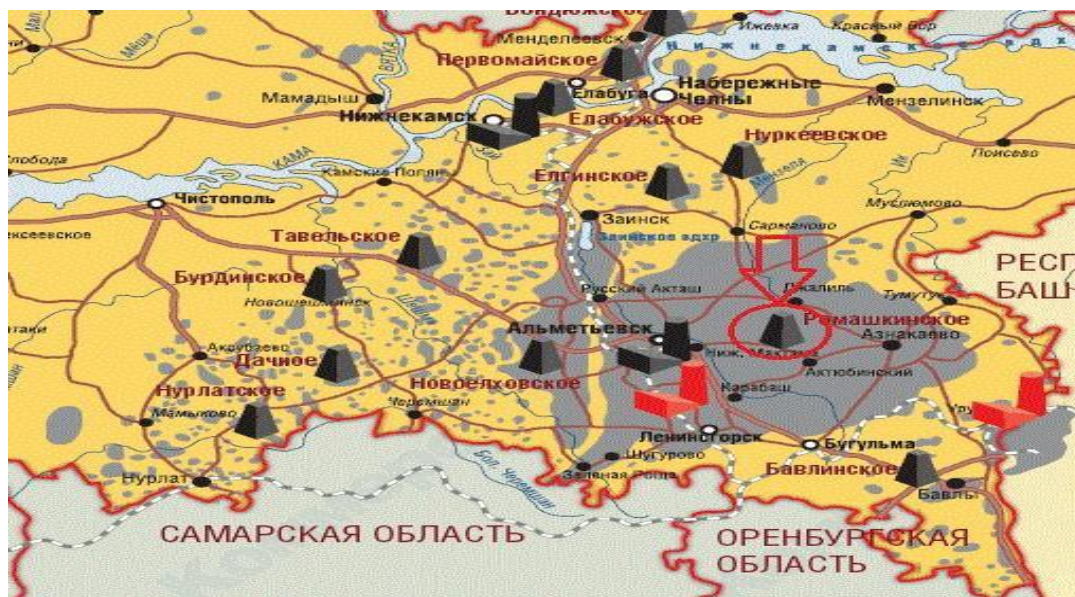


Рисунок 1.1.1 Географическое месторождение Ромашкинского месторождения.

На основании этих данных было открыто месторождение Шугуровское, и накоплен уникальный материал, который доказывает особенности рельефной структуры. Докембрийский кристаллический фундамент характеризуется наличием подъёма от Шугурова в направлении северо-востока к населённому пункту Ромашкино(Тимяшево) в Новописьмянскогорайона.Открытие крупнейших залежей в кыновско - пашийских коллекторах терригенной толщи девона в пределах вершины Южно-Татарского свода (ЮТС) на уникальном Ромашкинском месторождении значительно снизило интерес геологов к отложениям среднего девона.

Месторождение в Ромашкино на сегодня остаётся главным месторождением Татарстана.Внедренная новая система разработки нефтяных месторождений в 1962 г. с применением внутриконтурного заводнения, осуществилась на крупнейшем в СССР Ромашкинском нефтяном месторождении.

1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность

История изучения геологического строения Ромашкинского месторождения тесно связана с изучением нефтегазоносности Татарстана и всего Урало-Поволжья в целом.

Территория Татарстана имеет более двухсотлетнюю историю геологических исследований ее территории.

На первом этапе дореволюционного периода (1762-1917г.г.) геология Татарстана освещена в трудах видных исследователей: Н.Рычкова (1762), Штукенберга (1877), С. Н. Никитина (1901), А.В.Печеева (1913) и др.

В этот период были обнаружены поверхностные нефтепроявления в пермских отложениях.

В послереволюционный период исследованиями территории занимались Н. М. Губкин, М. Э. Ногинский, А. Д. Архангельский, Е. И. Тихвинская и другие.

В 1919 году проводились разведочные работы в районе Сарабикулово, Шугурова и Камышлы под руководством П.Н.Бутова и Я.С.Сергеева.

В 1921-1928 годах геологами Казанского Государственного Университета под руководством М.Э.Ноинского был выполнен объем геолого-съемочных работ.

В 1933-1934 годах геологи треста «Востокнефть» дали геологическое описание и составили структурную карту юго-западной части Ромашкинского месторождения. Выявили Шугуровскую и Ромашкинскую брахиантиклинальные складки и Минибаевское поднятие.

В 1934 году В.П.Орлов провел магнитометрические работы на территории Татарстана.

В 1935 году Г.Гжузе и А.М.Мельникова провели структурно-геологическую съемку и составили структурные карты по кровле нижнеказанского и оолитового известняка верхнеказанского подъярусов.

В 1948 году вышел сборник «Геологическое строение и нефтеносность ТАССР» Мельникова, Троепольского и других, где были обобщены

исследования по стратиграфии, тектонике и нефтеносности Татарии. Было начато бурение глубоких нефтепоисковых скважин.

В 1949 году под редакцией А.М.Мельникова, С.П.Егорова и Г.П.Игнатовича была составлена структурная карта республики Татарстан по кровле нижеказанского подъяруса в масштабе 1:200

1:200000. В.Д. Каиновым был обобщен геофизический материал разведанных площадей Татарстана и было доказано, что электрические реперы, выделенные в разрезах западной Башкирии, хорошо прослеживаются в Татарстане.

В середине 50-х годов началось планомерное изучение строения и нефтеносности карбонатных толщ палеозоя с целью широкого развертывания поисков и разведки залежей нефти. В 1953 году разведочными скважинами была охвачена почти вся территория юго-востока.

В 1955 году в Бугульминском НИИ была составлена генеральная схема разработки Ромашкинского месторождения, на ее базе были составлены проекты и техническая схема разработки Миннибаевской и Абдрахмановской площадей. С 1958 года в ТатНИИ велись работы по подсчетам запасов и проектированию разработки отдельных площадей Ромашкинского месторождения.

В результате проведения всех описанных выше работ было установлено, что основная часть охарактеризованного глубоким бурением Ромашкинского месторождения представляет собой одну структуру, осложненную отдельными поднятиями.

В целом открытие уникального Ромашкинского месторождения явилось выдающимся событием не только в истории Татарстана и Урало-Волжской нефтеносной провинции, но и нефтяной промышленности всей страны. Оно обеспечило резкое наращивание запасов и повышение уровня добычи нефти. На этом месторождении нашли решение многие методические вопросы теории и практики поисков и разведки, нефтепромысловой геологии, анализа процесса разработки и проектирования исключительно сложных по

своей характеристике эксплуатационных объектов, широко использованные в дальнейшем на месторождениях крупнейших нефтедобывающих регионов.

2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Литолого-стратиграфический разрез

Геологический разрез района работ представлен архейскими, протерозойскими, девонскими, каменноугольными, пермскими, неогеновыми и четвертичными образованиями.

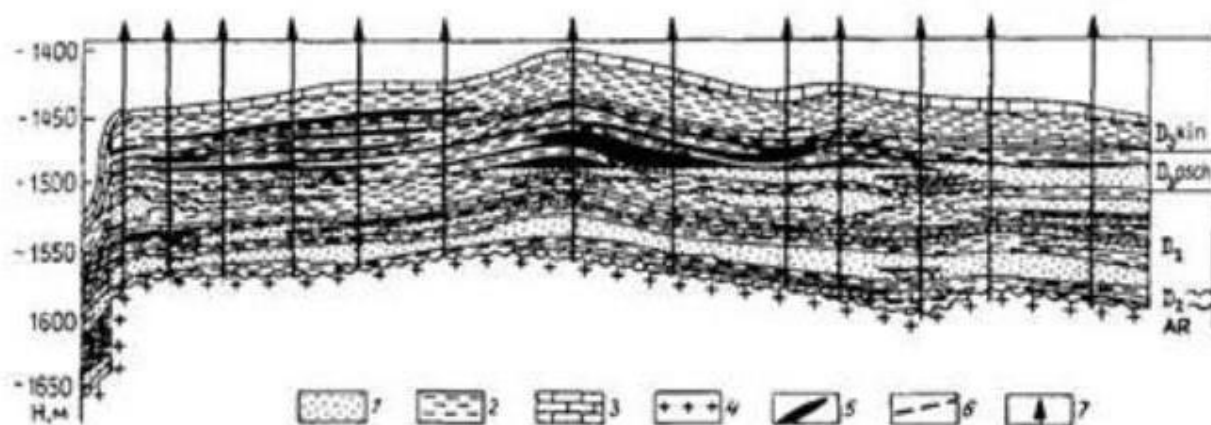


Рисунок 2.1.1 Геологический разрез терригенной толщи девона по отложениям горизонта Д1 Ромашкинского месторождения. Условные обозначения: 1 – песчаник, 2 – глина, 3 – известняк, 4 – кристаллический фундамент, 5 – залежи нефти, 6 – разрывы, 7 – скважина.

Кристаллический фундамент представлен отложениями архейского возраста и сложен глиноземистыми и высокоглиноземистыми гнейсами, розовыми и зеленовато – серыми гнейсами с гранатом и биотитом, гранит – пироксеновыми породами с повышенным содержанием железа. Породы кристаллического фундамента метаморфизованы, прорваны по разломам интрузиями кислого и основного состава.

Палеозойская эра (PZ)

Палеозойские образования представлены осадками девона, карбона и перми.

Девонская система (D)

Отложения девонской системы представляют собой терригенные отложения её среднего отдела (D2) и терригенно-карбонатные верхнего (D3).

Средний отдел (D2)

В составе среднего девона выделяются отложения эйфельского (D2ef) и живетского (D2zv) ярусов.

Относимые к эйфельскому ярусу отложения бийского горизонта (D12bs) являются наиболее древними палеонтологически охарактеризованными образованиями девона Ромашкинского месторождения, распространенные, в основном, на его южных и центральных площадях. Бийские отложения представлены переслаиванием разнозернистых кварцевых песчаников, алевролитов, реже аргиллитов (пласт Д5).

В живетском ярусе выделяются воробьевский (D22vb) (пласт Д4), ардатовский (D22ar) (пласт Д3), и муллинский (D22ml) (пласт Д2) горизонты.

Пласт Д4 представлен светло-серыми или темно-коричневыми песчаниками, плохо отсортированными. Редки прослои глинисто-алевролитовых пород. Верхняя граница проводится по кровле аргиллитовой пачки над пластом. Пласт Д3 представлен довольно однотипно на всей территории Республики Татарстан, слагаясь в нижней части песчаниками и алевролитами с прослоями глинистых пород, а в верхней – карбонатно-глинистыми породами («средний известняк») и перекрывающими их тонкоотмученными, листовыми аргиллитами.

В пределах горизонта выделяется электрорефер «средний известняк».

Пласт Д2 сложен темно-серыми песчаными алевролитами и серыми мелкозернистыми песчаниками. Характерно присутствие зеленовато-серых глинистых алевролитов с органическими остатками.

Верхний отдел (D3)

В разрезе верхнего девона (D3) выделяются франский (D3fr) и фаменский (D3fm) ярусы, которые делятся на нижний, средний и верхний подъярусы.

К нижнефранскому подъярису (D3fr1) приурочены отложения пашийского и кыновского горизонтов.

Пашийский горизонт (D3fr1ps) (пласт Д1) представлен алевритово-песчаным типом разреза и сложен исключительно терригенными породами: песчаниками, алевролитами и аргиллитами, переслаивающимися между собой и переходящими друг в друга по простиранию. Мощность отложений горизонта 50-60 м.

Кыновский горизонт (D3fr1kn) (пласт Д0) начинается карбонатным прослоем – «верхним известняком», согласно залегающем на отложениях пашийского горизонта; выше следует пачка аргиллитов, в которой появляются прослой алевролитов и песчаников. Пачка перекрывается вновь карбонатными или карбонатно-глинистыми породами «верхнекыновского известняка» или электрорепера «аяксы», который слагается темно-серыми глинистыми известняками, нередко битуминозными. Верхняя часть горизонта представлена терригенными породами.

В разрезе среднефранского подъяруса (D3fr2) выделяются отложения саргаевского и семилукского горизонтов.

Отложения саргаевского горизонта (D3fr2sr) представлены известняками темно-серыми и коричневато-темно-серыми, обычно битуминозными с прослоями мергелей и аргиллитов. Мощность отложений горизонта 17-55 м.

Отложения семилукского горизонта (D3fr2sm) сложены переслаивающимися битуминозными окремнелыми и окрашенными в темные цвета известняками, мергелями, горючими и глинистыми сланцами, аргиллитами, резко с прослоями доломитов. Мощность отложений горизонта 11-50 м.

В пределах верхнефранского подъяруса (D3fr3) выделяются мендымский (D3fr3mn), воронежский (D3fr3vr), евлановский (D3fr3ev) и ливенский (D3fr3lv) горизонты. Отложения мендымского горизонта представлены серыми, темно-серыми, прослоями органогенными

известняками. Мощность отложений горизонта 33-50 м. характерным для трех следующих горизонтов является сложение их известняками серыми и темно-серыми в различной степени глинистыми. Для воронежских образований характерно наличие трещиноватых и брекчевидных прослоев, а евлано-ливенские отложения сложены зернистыми известняками с прослоями доломитов.

Нижнефаменский подъярус (D3fm1) представлен задонским (D3fm1zd) и елецким (D3fm1el) горизонтами. Они сложены светло-серыми известняками, участками пористыми и кавернозными, и доломитами светло-серыми, иногда с включением гипса и ангидрита. Общая мощность отложений горизонтов 150 м.

Для отложений данково-лебединского (D3fm2dn+lb) горизонта среднефаменского подъяруса (D3fm2) характерно переслаивание светлых, часто сильно перекристаллизованных известняков с тонкими прослоями доломитов и трещиноватых, битуминозных известняков. Мощность отложений горизонта 50 м.

В верхнефаменском подъярусе (D3fm3) выделяется заволжский горизонт (D3fm3zg). Подъярус сложен известняками серыми, неравномерно-глинистыми, плотными прослоями пористыми, со стилолитовыми поверхностями. Мощность отложений 20 – 367 м.

Каменноугольная система (C)

Каменноугольные образования представлены тремя отделами: нижним (C1), средним (C2) и верхним (C3).

Нижний отдел (C1)

Турнейский ярус делится на нижний и верхний подъярус и представлен отложениями карбонатного типа – известняками светло-серыми и желтовато-серыми, прослоями доломитизированными вплоть до перехода в доломиты.

Нижнетурнейский подъярус делится на малевский (C1ml) и упинский (C1up) горизонты, представленные темно-серыми и черными битуминозными

известняками, мергелями и аргиллитами. Мощность отложений не превышает 0-114 метров.

Верхнетурнейский подъярус подразделяется на два горизонта: черепецкий (C1cr) и кизеловский (C1kz). Черепецкий горизонт представлен карбонатными породами. Мощность горизонта изменяется от 0 до 171 метра. Кизеловский горизонт сложен преимущественно известняками с маломощными прослоями аргиллитов. Мощность отложений горизонта колеблется от 0 до 194 метров.

Визейский ярус подразделяется на три подъяруса: малиновский, яснополянский и окский.

Малиновский подъярус включает в себя елховский (C1el) и радаевский (C1rd) горизонты.

Елховский горизонт сложен аргиллитами с тонкими прослоями известняков, доломитов, алевролитов и песчаников. Песчаники залегают среди аргиллитов и в виде прослоев и пачек. Мощность отложений горизонта колеблется от 0 до 240 метров.

Радаевский горизонт представлен алевролитами, аргиллитами, песчаниками с прослоями углисто-глинистых сланцев. Мощность его варьирует от 0 до 135 метров.

Яснополянский подъярус включает отложения бобриковского (C1bb) и тульского (C1tl) горизонтов.

Бобриковский горизонт сложен переслаивающимися песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов, углисто-глинистых сланцев и углей. Мощность горизонта изменяется от 6 до 44 метров.

Тульский горизонт представлен преимущественно аргиллитами, песчаниками, алевролитами и маломощными прослоями известняков. Тульский горизонт имеет мощность от 6 до 44 метров.

Окский подъярус подразделяется на алексинский (C1al), михайловский (C1mh) и веневский (C1vn) горизонты.

Михайловский и веневский горизонты представлены доломитами с прослоями известняков. В алексинском горизонте появляется прослой аргиллитов тонкоплитчатых и алевролитов глинистых, участками песчанистых. Мощность окского подъяруса колеблется от 78 до 189 метров.

Серпуховский ярус делится на тарусский (C1tr), стешевский (C1st) и противинский (C1pr) горизонты мощностью от 65 до 135 метров.

Нижняя часть яруса представлена доломитами мелко- и микрозернистыми, желтовато-серыми, перекристаллизованными, прослоями кавернозными. Верхняя часть сложена известняками и доломитами светло-серыми, сахаровидными, часто трещиноватыми, пористыми кавернозными, с включениями гипса и ангидрита. В кровельной части часто отмечаются брекчиевидные известняки розоватые и красновато-бурые, с трещинами выполненными красно- бурой глиной.

Средний отдел (C2)

Башкирский ярус налегает на размытую поверхность серпуховских отложений и делится на нижний (C2b1) и верхний (C2b2) подъяруса.

Нижний подъярус в свою очередь разделен на северо-кельтманский (C2sk) и прикамский (C2pk) горизонты, а верхний – на черемшанский (C2sr) и мелекеский (C2ml) горизонты.

Башкирский ярус сложен известняками светло-серыми с желтоватым и розовым оттенком со стилолитовыми швами и примазками зеленовато-серой глины по их поверхностям, органогенными, неравномерно слабо перекристаллизованными. Мощность яруса варьирует от 4 до 60 метров.

Московский ярус делится на нижний (C2m1) и верхний (C2m2) подъяруса. Нижний ярус в свою очередь делится на верейский (C2vr) и каширский (C2ks) горизонты, а верхний – на подольский (C2pd) и мячковский (C2mc) горизонты.

Верейский горизонт представлен известняками, слагающими нижнюю пачку, серыми, зеленовато-серыми красновато-, буровато-серыми. В верхней части – аргиллиты серые, зеленовато-серые алевролитистые, прослоями

известковистые, плитчатые. Мощность отложений варьирует от 31 до 77 метров.

Каширский горизонт представлен известняками и доломитами светло-серыми мощностью 40-94 метра.

Подольский горизонт представлен известняками и доломитами с маломощными прослоями мергелей и аргиллитов мощностью 64-144 метра

Мячковский горизонт представлен карбонатными породами, в основном известняками с редкими прослоями доломитов мощностью 72-170 метров.

Верхний отдел (С3)

Касимовский ярус (С3k) несогласно залегает на московские отложения и представлен кревкинским (С3kr), хамовническим (С3hm), дорогомилловским (С3dr) и яузским (С3уаз) горизонтами.

Гжельский ярус (С3g) делится на русавский (С3rs), павловопосадский (С3pp), ногинский (С3ng) горизонты.

Касимовский и гжельский ярусы представлены известняками, реже доломитами. Известняки желтовато- и светло-серые, органогенные с линзами гипса и ангидрита. Их общая мощность варьирует от 64 до 284 метров.

Пермская система (P)

Пермские отложения представлены нижним (P1) и верхним (P2) отделами.

Нижний отдел (P1)

Ассельский ярус делится сокологерский (P1sl) и шиханский (P1sh) горизонты общей мощностью 10-80 метров и представлен серыми и светло-серыми доломитами, местами окремнелыми, органогенными.

Сакмарский ярус подразделяется на тастубский (P1ts) и стерлитамакский (P1st) горизонты.

Тастубский горизонт сложен доломитами и известняками серыми, буровато-серыми, тонкозернистыми, плотными участками трещиноватыми, кавернозными.

Стерлитамакский горизонт представлен известняками и доломитами серыми тонкозернистыми, с прослоями ангидритов и гипсов.

Общая мощность сакмарского яруса колеблется от 0 до 170 метров.

Артинский ярус несогласно налегает на сакмарские отложения и подразделяется на бурцевский (P1br), иргинский (P1irg), саргинский (P1srg) и саранинский (P1smn) горизонты. Нижняя часть разреза сложена маломощным прослоем глин зеленовато-серых с пропластками и гнездами гипса. Выше по разрезу идет чередование сульфатов и доломитов серых. Мощность отложений яруса колеблется от 0 до 112 метров.

Кунгурский ярус подразделяется на два горизонта филипповский (P1fp) и иренский (P1ir).

Филипповский горизонт сложен доломитами зеленовато-серыми, перекристаллизованными, загипсованными, участками неравномерно глинистыми.

Иренский горизонт представлен ангидритами светло-голубыми, кристаллическими, с прослоями доломитов.

Общая мощность отложений кунгурского яруса 0-220 метра.

Верхний отдел (P2)

Уфимский ярус делится на соликамский (P2sl) и шешминский (P2ss) горизонты и представлен песками, песчаниками коричневатого и буровато-черными, глинами и алевролитами от зеленовато-серых до коричневых, мощностью 0-200 метра.

Казанский ярус делится на два подъяруса нижний (P2kz1) и верхний (P2kz2). Нижний подъярус сложен переслаиванием алевролитов, песчаников, глин, мергелей, доломитов, известняков серых, темно-серых. Верхний подъярус представлен переслаиванием карбонатов с разными типами порового пространства, слоистых глин, глинистых алевролитов, мелкозернистых песчаников, мергелей.

Общая мощность отложений яруса колеблется от 0 до 220 метров.

Татарский ярус делится на два подъяруса нижний (P2t1) и верхний (P2t2). Нижний подъярус представлен уржумским горизонтом (P2ur), а верхний делится на северодвинский (P2sd) и вятский (P2vt) горизонты. Татарский ярус представлен переслаиванием красновато-коричневых глин, алеаролитов, песчаников, с прослоями доломитов, известняков, мергелей и гипсов. Мощность отложений яруса колеблется от 0 до 280 метров.

Кайнозойская эра (KZ)

Отложения кайнозоя представлены в Татарстане неогеновыми (N) и четвертичными отложениями (Q).

Неогеновая система (N) представлена плиоценовым отделом и сложена переслаиванием глин серых, коричневых подчиненными прослоями песчаников серых и алевролитов.

Четвертичная система (Q) представлена переслаиванием глин красных, песков желтовато-серых, суглинков коричневых. Мощность системы варьирует от 0 до 150 метров.

2.2 Тектоника

Рассматривая особенности тектонического строения территории Ромашкинского месторождения, необходимо в общих чертах остановиться на характеристике наиболее крупных элементов, определяющих тектоническую обстановку Татарстана в целом. Эти элементы, как показано в работах многочисленных исследователей, явились результатом глыбовых движений фундамента и выражены рядом крупных положительных и отрицательных форм. К структурам I порядка относятся Татарское сводовое поднятие, восточный склон Токмовского свода, Казанско-Кировский авлакоген, Мелекесская и Верхнекамская впадины.

Татарское сводовое поднятие, как одна из крупнейших положительных структур Волго-Уральской нефтеносной провинции, является сложным по строению древним тектоническим образованием субмеридионального простирания. Поднятие разделяется Сарайлинским прогибом на Южный и Северный купола, своды и склоны которых разбиты на ряд приподнятых и

опущенных блоков. Абсолютные отметки залегания кровли кристаллического фундамента составляют на Северном куполе 1495 м, на Южном - 1520 м. От них поверхность фундамента гипсометрически понижается в пределы Мелекесской впадины и Сарайлинского прогиба соответственно до отметок - 2220 м и 1640 м. В строении Южного купола принимают участие два комплекса отложений: фундамент, сложенный мощной толщей гранито-гнейсовых, кристаллических пород, и осадочный чехол палеозоя.

Ромашкинское нефтяное месторождение по поверхности кристаллического фундамента представляет собой ассиметричное поднятие широтного простирания с относительно слабым расчленением на возвышенности и углубления различной амплитуды. Оно структурно приурочено к сводовой части Южного купола, представляющего собой крупное платообразное поднятие изометричной формы размером около 100x100 км, которое ограничено с запада Алтунино-Шунакским, с востока - Уральским прогибами и структурными уступами: Сакловским на севере и Бугульминским - на юге. Наиболее крутыми являются западный и южный склоны и сравнительно пологими - северный и восточный. Наиболее повышенная часть купола, Ромашкинская вершина, является крупной структурой блокового строения, оконтуривается изогипсой - 1500 м и имеет высоту около 50 м. Наиболее высокие отметки фундамента прослеживаются в юго-восточной части Павловской площади. В пределах вершины выделяются Миннибаево-Альметьевский, Павловско-Сулеевский и Азнакаевский блоки меридионального направления, которые разделены узкими грабенообразными прогибами, возникновение которых обусловлено дизъюнктивными нарушениями. Восточная часть вершины характеризуется наличием наиболее возвышенных участков. Сложным строением отличается юго-восточный склон купола. Для западного склона, имеющего моноклинально-ступенчатое строение, преобладающим является меридиональное простирание структурных форм. Меньшей расчлененностью отличаются северный и

северо-восточный склоны. По северному наблюдается моноклиальное погружение на север, осложненное террасовидными поднятиями и структурами меридионального простираения. Для северо-восточного склона характерно моноклиально-ступенчатое погружение поверхности фундамента, осложненное меридиональными блоковыми структурами и малоамплитудными локальными выступами.

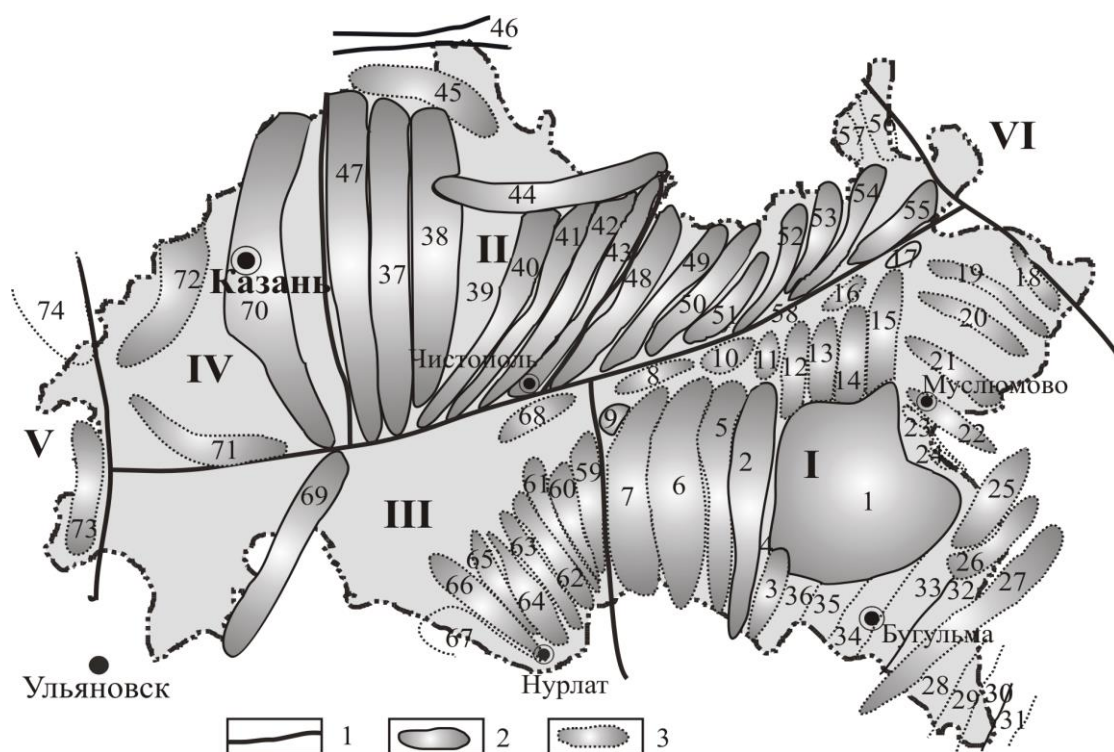


Рисунок 2.2.1 – Тектоническая схема палеозойского осадочного чехла (по Е.Д. Войтовичу). Условные обозначения: I-Южно-Татарский свод. II-Северо-Татарский свод. III-Мелекесская впадина. IV-Казанско-Кировский прогиб. V-Восточный склон Токмовского свода.

В юго-западной части месторождения, охватывая территорию Миннибаевской, Зай-Каратайской, Куакбашской, а также западные части Абдрахмановской и Южно-Ромашкинской площадей, расположена первая терраса. В этом районе фундамент имеет несколько пониженное положение, а по вышележащим отложениям оно наиболее высокое, поэтому в пределах террасы осадочные отложения имеют наибольшую толщину. Вторая терраса расположена в пределах Альметьевской и Северо-Альметьевской площадей к северо-востоку от первой. Довольно узкая по ширине, она ниже первой на 20

- 30 м, хотя фундамент в ее пределах характеризуется повышенным залеганием и отличается интенсивной осложненностью локальными поднятиями, ориентированными по ее простиранию. Третья терраса, довольно обширная по площади, выделяется в центральной части месторождения. Она по уровню залегания фундамента идентична со второй, но ниже ее по отложениям четвертого структурного этажа. Терраса также сильно осложнена локальными поднятиями вытянутой формы, имеющими северо-восточное и субмеридиональное простирание.

Для четвертой террасы, расположенной в пределах Азнакаевской площади, характерно относительно спокойное залегание осадочных отложений и идентичность по отметкам залегания поверхности кристаллического фундамента с третьей. По отложениям - четвертого структурного этажа она ниже третьей примерно на 20 м. Пятая терраса расположена к юго-востоку от описанных ранее двух предыдущих и отличается от них тем, что она занимает более пониженное положение и по фундаменту, и по структурным этажам. Так, фундамент здесь понижен на 40-60 м, отложения второго и третьего структурных этажей - на 100-120 м, а четвертого - на 30-40 м. В северной части месторождения прослеживается Сармановская терраса, которая отделена Сармановским прогибом меридионального направления. Большинство флексур, разделяющих 1, 2, 3 и 4 террасы, выражены только в осадочном чехле и характеризуются увеличением их амплитуд снизу-вверх как следствие имевших место инверсионных движений. По поверхности фундамента и по всему разрезу осадочного чехла прослеживается лишь флексура, разделяющая третью и четвертую террасы от пятой. Для флексурных дислокаций, ограничивающих террасы и располагающихся в их пределах, характерно осложнение опущенных крыльев прифлексурными прогибами, а приподнятых частей - куполовидными локальными поднятиями. Поднятия в большинстве своем имеют вытянутую форму и ориентированы по направлению флексур и прифлексурных прогибов. Сопоставление и анализ материалов различных

структурных построений по структурно-тектоническим этажам указывает на то, что наиболее сложно дислоцированы отложения второго этажа с резко выраженными локальными поднятиями.

2.3 Нефтегазоносность

В результате проведения большого объема поисково-разведочных работ и промыслово-геофизических исследований было установлено, что Ромашкинское месторождение является типичным многопластовым месторождением платформенного типа. Основным объектом эксплуатации являются залежи нефти терригенного девона (пашийский и тиманский горизонты). На долю этих горизонтов приходится 83,5% разведанных запасов.

Терригенный комплекс девона выделен в интервале разреза осадочной толщи от подошвы эйфельских до кровли тиманско-саргаевских отложений. В пределах комплекса выявлены залежи различного размера, залегающие на глубинах 1600-2000 м. Тип залежей в основном пластово-сводовый, хотя могут быть и литологически экранированные. В отложениях живетского яруса промышленно нефтеносными являются пласт ДІV (воробьевские слои) и пласт ДІІІ (ардаатовские слои) на территории локальных поднятий. Лишь на единичных скважинах нефтеносны отложения пласта ДІІ (муллинские слои). Наиболее значительные нефтепроявления по разрезу осадочной толщи месторождения связаны с отложениями франского яруса верхнего девона, а именно с пашийским горизонтом (ДІ) и тиманским горизонтом (пласт Д0).

Большинство выявленных к настоящему времени наиболее значительных залежей нефти с повсеместно развитыми коллекторами терригенных и карбонатных отложений месторождения может быть отнесено к регионально нефтеносным горизонтам.

Как уже указывалось ранее, наиболее значительные промышленные притоки нефти были получены из отложений пашийского горизонта (ДІ) и пласта Д0 тиманского горизонта, слагающие самую крупную залежь в разрезе осадочной толщи Ромашкинского месторождения. Это многопластовая сводовая залежь, структурно приуроченная к обширному пологому поднятию

с наиболее приподнятыми участками в районе Миннибаевской и Абдрахмановской площадей и имеющая ряд самостоятельных структур, разделенных незначительными по амплитуде понижениями. В центральной части месторождения нефтеносными являются все пласты горизонта Д, но к периферии их число уменьшается, как и этаж нефтеносности горизонта.

Отложения пласта Д0 нефтеносны лишь в северо-западной и северной частях месторождения, а на остальной территории пласт представлен неколлектором. В целом рассмотренные отложения могут быть представлены как части единой пашийско-тиманской залежи.

Нефть Ромашкинского месторождения имеет специфический состав. Отличающимися свойствами являются:

- 1) значительное содержание смолистых веществ;
- 2) значительное содержание парафина;
- 3) относительно небольшое содержание сернистых соединений, значительное содержание бензиновых фракций и, особенно, самых легких фракций углеводородов;
- 4) в бензиновых и отчасти керосиновых фракциях резкое преобладание метановых углеводородов над нефтяными;
- 5) относительно высокое содержание ароматических углеводородов во всех фракциях;
- 6) малое содержание в нефтеносных углеводородах масляных фракций.

Свойства нефти в пределах Ромашкинского месторождения различны "снизу вверх" по разрезу от терригенных отложений девона до каширских отложений верхнего карбона свойства нефти значительно ухудшаются. Наблюдается утяжеление от 800 до 920-960 кг/м³, уменьшение газосодержания от 60 до 3,2 м³/т, повышение вязкости от 4 до 100-160 МПа*с, уменьшение легких углеводородов, увеличение содержания серы. Нефти девонских отложений относятся к типу легких, сернистых, парафинистых, смолистых. Основными промышленно-нефтеносными объектами являются отложения пашийского и кыновского горизонтов верхнего девона. Помимо

этого, нефтеносность установлена в живетском ярусе среднего девона. Продуктивным отложениям пашийского горизонта присуща изменчивость коллекторских свойств. Характерной для всех пластов горизонта Д₁ является ориентация полосообразных линзовидных форм коллектора в меридиальном направлении. В кыновском горизонте (Д₀) продуктивный пласт сложен песчано-алевролитовыми породами, которые к востоку замещаются глинистыми породами. Пласт Д₀ почти не отличается по коллекторским свойствам от пласта Д₁. В табл. 2.3.1 приведена краткая характеристика физико-химических свойств нефти пластов Д₀ и Д₁.

Таблица 2.3.1 Характеристика физико-химических свойств нефти пластов Д₀ и Д₁.

| Параметры | Значения параметров | |
|--|---------------------|----------------|
| | Д ₁ | Д ₀ |
| Удельный вес (г/см ³) | 0,864 | 0,886 |
| Давления насыщения (кг/см ²) | 88,9 | 49,0 |
| Пластовый газовый фактор (м/т) | 59,2 | 60,2 |
| Вязкость пластовой нефти (спз) | 2,5 | 3,7 |
| Подвижность пластовой нефти (спз) | 0,16 | 0,07 |
| Содержание, % | | |
| Асфальтенов | 3,4 | 6,2 |
| Серы | 1,6 | 3,2 |
| Смол | 1,9 | 35,4 |
| Парафина | 4,1 | 3,3 |

Нефти всех отложений карбона близки по составу и относятся к типу тяжелых, высокосернистых, парафинистых, высокосмолистых. Нефтеносность установлена в малевско-упинских, заволжских, кизеловских, бобриковских отложениях нижнего карбона, верей-башкирских отложениях среднего карбона.

Кроме нефти и газа на Ромашкинском месторождении имеются запасы природных твердых битумов. За весь период целенаправленного изучения на поиски, разведку и доразведку битумов пробурено (с учетом целевых и попутных работ) 769,2 тыс. м скважин, отобран керн в количестве 347,8 тыс.

м, специальным комплексом ГИС исследовано (полностью или частично) 4000 скважин, испытано 418 объектов (168 скважин), проведено около 300 тыс. различных лабораторных анализов. Плановые работы позволили выявить 144 различных битумоскопления, в том числе 115 в уфимском, 28 в казанском и 1 в нижнепермском комплексах. По состоянию изученности и геологическим условиям залегания битумов выделяются 18 разведанных месторождений, 60 предварительно разведанных залежей и 66 залежей, выявленных 1 - 3 скважинами. Установлено, что битумы обычно залегают на небольших глубинах (от 0 до 400 м) и представляют собой тяжелые, высоковязкие гипергенно преобразованные нефти. Они являются ценным сырьем, содержащим, кроме углеводородной основы, редкие металлы, серу и другие полезные продукты.

ПРОВЕДЁННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

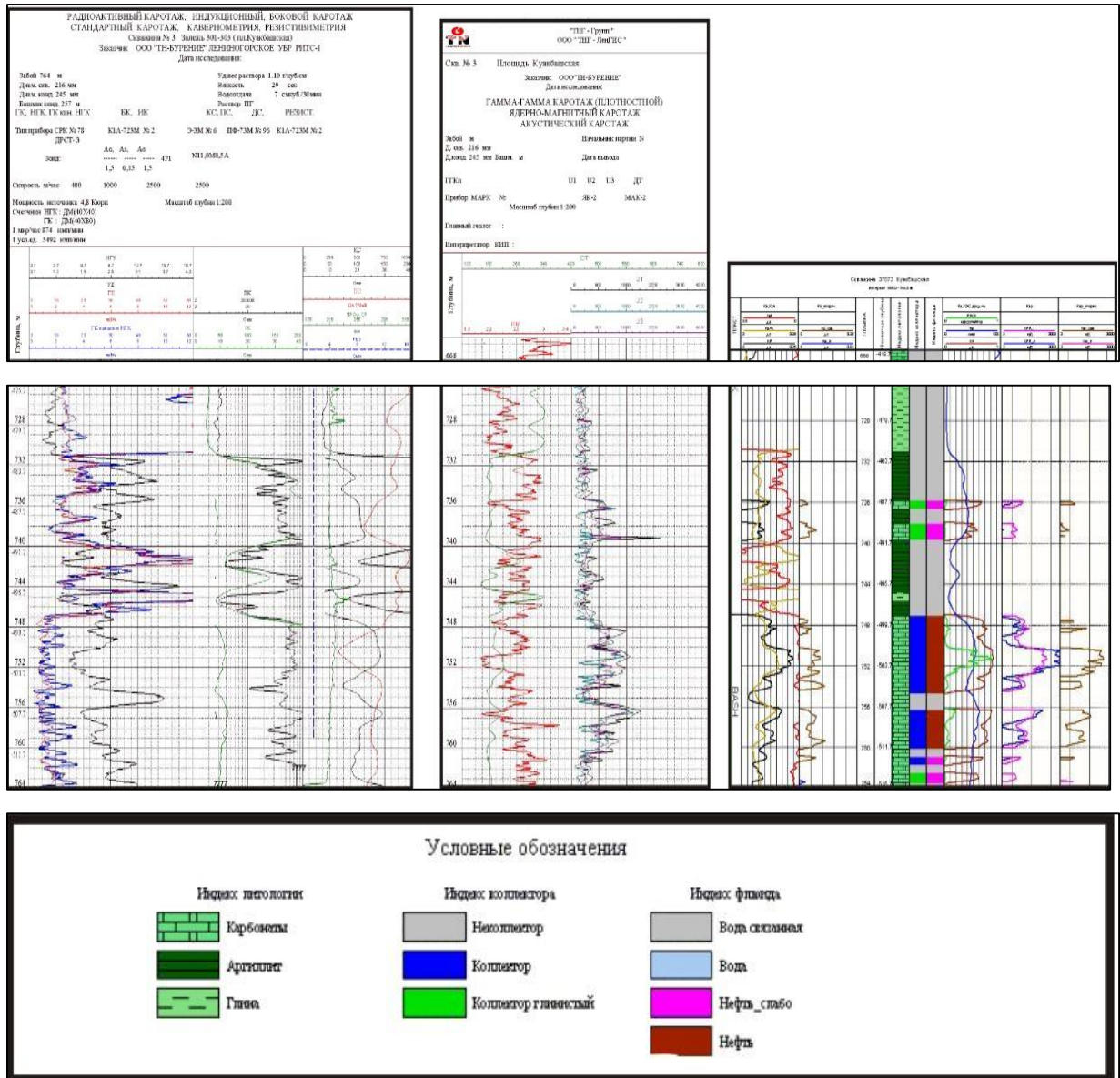


Рис. 3.1 Схема сопоставления геофизических методов по материалам скважины № 3 Куакбашской площади.

В процессе исследований, проведенных на скважине 3, были получены результаты использования различных методов: ГК, НГК, РЕЗИСТ, КС, ПС, ДС, БК, ГГК-п. После чего, было проведено их сопоставление.

Использование данных методов достаточно для выделения перспективных интервалов, выделения в них коллекторов, а также для

характеристики этих коллекторов такими параметрами как: трещиноватость, кавернозность, характер насыщения пор.

Деление разреза на литологические единицы было выполнено на основании значений, полученных при использовании различных методов каротажа. Это обеспечило возможность описания пород с определенной точностью и создание соответствующих диаграмм.

Выделенные пласты коллекторы в верхней части разреза находятся в зоне отложений аргиллитов и карбонатов: 684,3 до 685,1 м, от 692,3 до 693,1 м и от 695,1 до 697,1 м. Данные пласты водонасыщенны. Первый коллектор карбонатный, на что указывает минимальные значения ГК и средние показания НГК. Вероятно содержание высокоминерализованной воды в зоне пластов коллекторов судя по показаниям электрических методов. Результаты ГГК-п показали повышенные значения. ЯМК показал наличие свободного флюида. Каждый метод каротажа дал свои результаты.

Ниже располагаются два значительных глинных пласта, удобных для интерпретации по данным кривых ГК. Между ними, на уровне от 719,4 м до 720,8 м, наблюдается резкое понижение по параметру ГК. Значения ИК, БК, КС в этом пласте показывают повышенные значения, что указывает на наличие нефтяных проявлений.

На глубинах 735,7 м - 736,5 м и 738,1 м - 739,5 м выделены два слабонасыщенных пласта коллектора. Ниже залегает карбонатный нефтенасыщенный коллектор большой мощности. Такой вывод можно сделать благодаря минимальной глинистости, максимальным показаниям электрических методов, а также методу ЯМК, что указывает на наличие флюида. Далее располагается менее мощной но схожий по характеристике пласт

При рассмотрении профиля связины, выделяются пласты глинистых верейских отложений, мощностью 20 и 14 м. В промежутке этих пластов расположен слабонефтенасыщенный пласт С2 m1vr малой мощности.

Следующий пласт имеет слабое насыщение нефтью, что подтверждается низкими показаниями электрических методов. Залегающий ниже, пласт имеет слабое нефтенасыщение в следствии уплотнения. Последний пласт верейских отложений имеет незначительную мощность и является уплотненным и местами глинистым.

Имея результаты исследований методами ГК и НГК, применяли стандартный алгоритм действий основанная на анализе данных двух опорных пластов.

$$kп = a * e^{(-b * Aпγ)} - c * Aγd \quad (3.1)$$

Для определения коэффициентов a , b , c , d в формуле (3.1) была проведена взаимная корреляция исследования кернов и результатов геофизических исследований. Значения параметров $Aпγ$ и $Aγ$ для ГК и НГК были определены в соответствии с методикой двух опорных пластов.

Коэффициент пористости по методу акустического каротажа (АК) рассчитывался по формуле (3.2):

$$kп = \Delta T - \Delta T_{ск} \setminus \Delta T_{ж} - \Delta T_{ск} \quad (3.2)$$

в которой значения ΔT , $\Delta T_{ж}$ и $\Delta T_{ск}$ выбирались в зависимости от известного минерального состава

Для расчета коэффициента пористости по методу ГГК-п использовалась формула (3.3):

$$kп = (\delta м - \delta) / (\delta м - \delta ж) \quad (3.3)$$

где $\delta м$ представляет собой объемную плотность минерала, $\delta ж$ - плотность жидкости, находящейся в порах, а δ - плотность породы.

Путем сравнения $kп$ АК и НГК можно сделать вывод о типе коллектора, кавернозный или трещинный, что подтверждается значениями $kп$ в разных скважинах.

Применение метода ЯМК является полезным для геофизиков, так как он представляет динамическую или эффективную пористость, и значения $kп$ ЯМК в скважине 3 превышают значения в других методах, что указывает на присутствие каверн.

4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1 Задачи геофизических исследований

1.Выполнение подробного исследования разреза скважины с целью выделения коллекторов и определения их характеристик, включая характер насыщения, мощность, электрическое сопротивление, пористость, нефтенасыщенность, глинистость и проницаемость.

2.Испытание свойств пласта в процессе бурения скважины для проверки их качества и свойств.

3.Мониторинг добычи нефтяных месторождений и проведение дополнительных исследований старых скважин для выявления карбонатных отложений и определения характера насыщения непроницаемых коллекторов в терригенных отложениях девона и Бобриковского горизонта.

При выборе места для выполнения проекта необходимым условием является наличие продуктивных месторождений УВ.

При проведении ГИС для проектных скважин необходимо решать геологические задачи, такие как определение литологического состава, выявление коллекторов и ФЕС, оценка характера насыщения и определение положения контактов флюидов.

Применяемые геофизические методы могут включать стандартный и широкополосный каротаж, акустический каротаж, ядерно-магнитный каротаж, и другие, выбранные для решения поставленных задач. Применяемость каждого метода варьируется в зависимости от целей исследования скважин.

4.2 Обоснование объекта исследований

На данный момент месторождение находится в конечном этапе разработки и эксплуатации, и выбор методов ГИС происходит в соответствии с поставленными геологическими задачами для их решения. При выборе участка работ была привлечена структурная карта с расположением скважин Ромашкинского месторождения. Учитывая методы, проведенные на данном

участке работ, запроектирована скважина №721, вскрывающая пласт, являющийся объектом исследования, в непосредственной близости с уже имеющимися скважинами №27 и 33. Целью запроектированной скважины будет уточнение контуров пластов коллекторов, их ФЕС. Бурение скважины проектируется глубиной 1580 м.

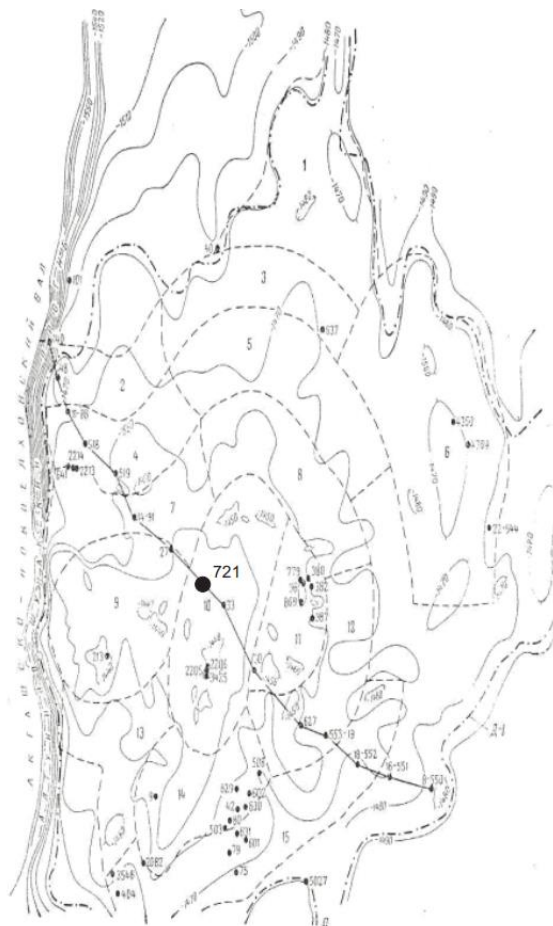


Рисунок 4.2.1 Фрагмент структурной карты с положением запроектированной скважины.

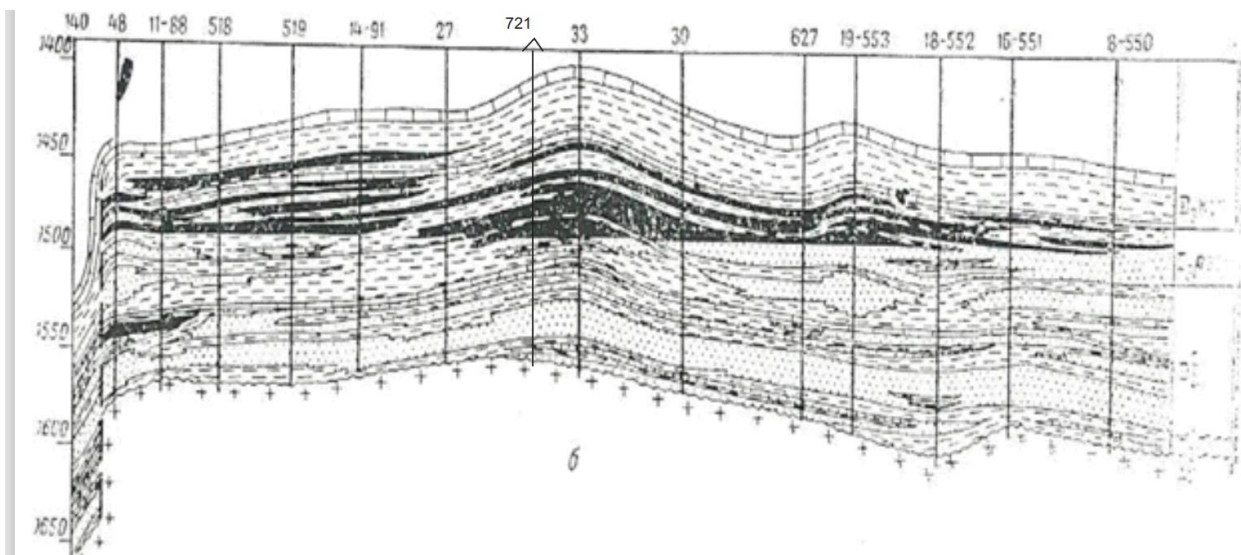


Рисунок 4.2.2 Профильный разрез по скважинам.

4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования

Физико-геологическая модель была составлена, основываясь на изучении скважины 3 и ряда других скважин, в результате чего можно утверждать, что физико-геологическая модель соответствует типовому разрезу для Ромашкинского месторождения.

Аргиллиты имеют высокие значения ПС, выделяющиеся значения ГК, низкие показатели кажущегося сопротивления и нейтронных методов, а также низкие значения интервального времени (АК)

Угольные пропластки можно обнаружить при помощи признаков, таких как низкие показатели ГК, ННК, а также высокие значения кажущегося сопротивления и метода ПС. Кроме того, они имеют самое большое интервальное время среди представленных пород и характеризуются наивысшими значениями диаметра скважины из-за наличия каверн.

Песчаники выделяются по методу ПС (наличие отрицательной аномалии), низкими значениями по ГК, средними значениями АК, расхождением показаний разноглубинных однотипных зондов, расхождением показаний ПЗ и ГЗ, диаметр скважины будет уменьшаться в связи с образованием глинистой корки.

Естественная радиоактивность песков и песчаников обычно значительно ниже, чем у глинистых пород, в песчаных породах с примесью глин естественная радиоактивность возрастает. На диаграммах нейтронного гамма-каротажа как водоносные, так и нефтеносные песчаные породы обычно характеризуются пониженными значениями вызванной радиоактивности. Высокие значения интенсивности вызванного гамма-излучения свойственны малопористым (уплотненным и сцементированным) песчаникам, а также газоносным пластам.

Коллекторы характеризуются сложностью установления по данным ГИС проникновения промывочной жидкости в пласт.

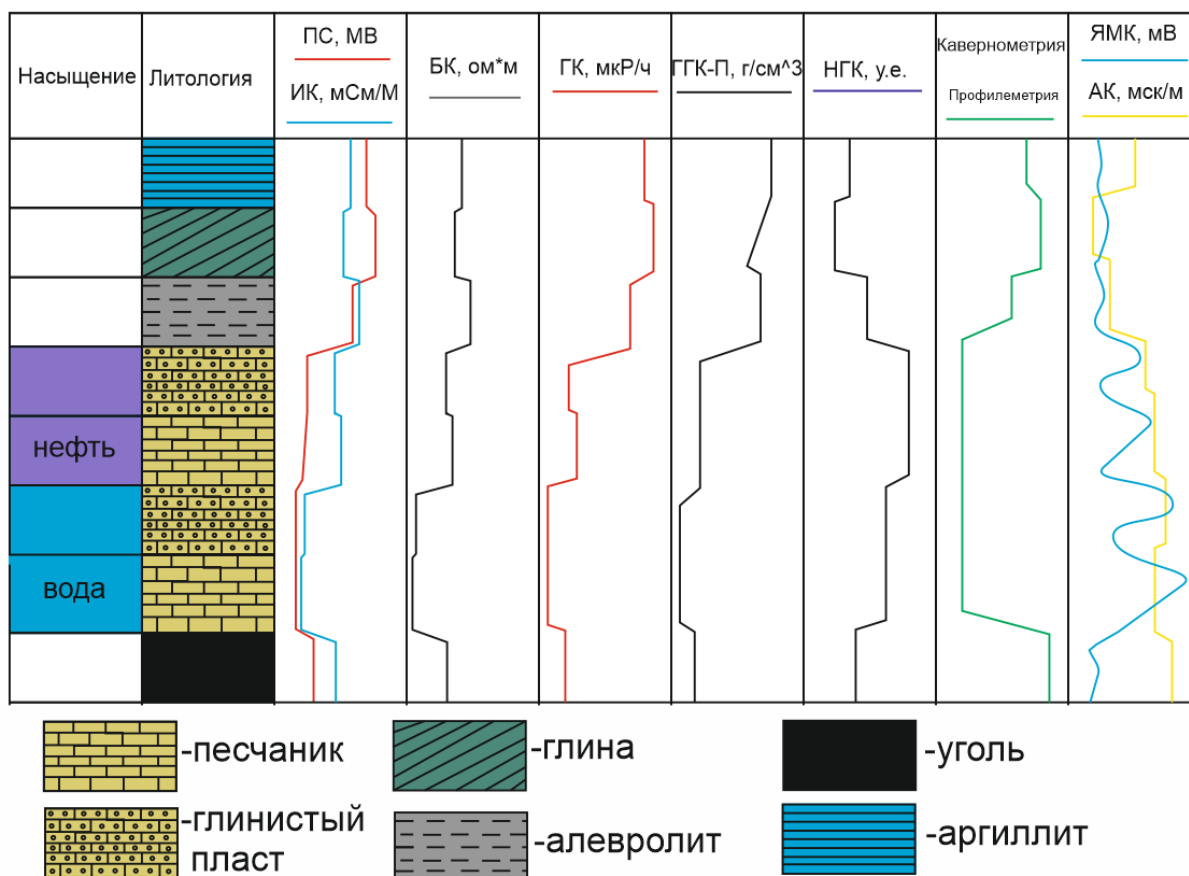


Рисунок 4.3.1 Физико-геологическая модель отложений Ромашкинского месторождения

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1 Методика проектных геофизических работ

Для проведения исследования проектного горизонта интересны терригенные отложения девона, а также карбонатные отложения нижнего карбона, на глубинах от 1200 до 2000 м. Большинство скважин имеют наклонно-направленную конфигурацию.

На разведочном этапе для исследования терригенного разреза используется стандартный комплекс ГИС во всех разведочных скважинах, за исключением аварийных. Также проводятся специальные геофизические исследования в отдельных скважинах.

Радиоактивный каротаж РК.

Для определения типов горных пород используется методика естественной радиоактивности (ГК) и интенсивности вторичного гамма-поля, образованного в результате взаимодействия нейтронов с ядрами элементов, составляющих породу (НГК).

Анализ проводится при помощи эталонированной аппаратуры ДРСТ-3 в горизонтальных скважинах и врезках, а также при помощи прибора ДРСТ-2. Масштаб записи составляет 1 гамма/см и 0,1 усл. ед./см для ГК и НГК соответственно, а проводится этот анализ в масштабе глубин 1:500 вдоль всего ствола скважины и 1:200 в детальных исследованиях. А скорость регистрации кривых может достигать от 200 до 500 м/ч.

Стандартный электрический каротаж (КС,ПС)

Методика КС применяется для изучения пород путем разделения их по удельному электрическому сопротивлению, которое показывает, как породы пропускают электрический ток.

Для измерения удельного электрического сопротивления горных пород используется четырехэлектродный зонд АМNB, который вводит ток в породу через токовые электроды, и затем измеряет разность потенциалов на измерительных электродах М и N, которые находятся на определенном

расстоянии от токовых электродов. В скважинах для измерения удельного электрического сопротивления горных пород используют три электрода, установленные вдоль оси скважины, а четвертый электрод расположен около устья. Чтобы оценить кажущееся сопротивление неоднородной среды, используется зонд КС с электродами, закрепленными на определенном расстоянии друг от друга.

Стандартный электрический каротаж используется для проведения стратиграфических исследований, выделения коллекторов и оценки значений амплитуд ПС и КС вне интервалов детальных исследований разрезов. Он позволяет определять электропроводность горных пород, что является важным показателем при выделении коллекторов и определении их границ. Каротаж проводится с использованием электрического зонда, который опускается в скважину и записывает изменения потенциала в зависимости от глубины. Эта информация затем преобразуется в графическое изображение, которое показывает изменения электропроводности вдоль ствола скважины. В результате это помогает в расчленении разрезов и оценке потенциальных коллекторов на месторождении.

Боковое каротажное зондирование (БКЗ)

Боковой каротаж (БК) проводится в комплексе с индукционным каротажом (ИК), чтобы оценить удельное электрическое сопротивление пластов-коллекторов и выделить коллекторы в карбонатном разрезе. Исследования проводятся при помощи аппаратуры серии КЗ-741, Э-1, Э-31, Э-36 (для БКЗ) и комплексной аппаратуры ИК - КАС, Э-32, Э-3М, АИК-5, ИК-42М (для ИК). Запись проводится в масштабе глубин 1:200 в интервалах детальных исследований, где масштаб записи для БК составляет 1,0 Ом м/см, а для ИК -25 мсм/м/см.

Резистивиметрия

Для измерения удельного сопротивления бурового раствора проводится одновременное исследование с боковым каротажом (БКЗ) в скважинах. Масштаб записи составляет 0,5 Ом м/см при масштабе глубин

1:500 по всему стволу и 1:200 в интервалах детальных исследований. Замеры резистивиметром производятся при спуске и подъеме кабеля, а скорость записи кривой достигает 4000 м/ч.

Кавернометрия

Для измерения диаметра бурящихся скважин и уточнения границ пластов-коллекторов в разрезе скважин используется прибор Э-2. Масштаб записи составляет 1:2 при масштабе глубин 1:500 по всему стволу и 1:200 в интервалах детальных исследований. Допустимая скорость регистрации - 1000 м/ч. На диаграмме указывается номинальный диаметр скважины, относительно которого можно судить об увеличении или уменьшении диаметра скважины.

Ядерно-магнитный каротаж

Данный метод используется для регистрации сигнала свободной прецессии в магнитном поле Земли ядер водорода, содержащихся в жидкости (например, нефти или воды) исследуемого пласта.

Для создания поляризующего магнитного поля, через катушку индуктивности L датчика, пропускается постоянный ток I_n , который возбуждает ССП в пластовом флюиде. Время поляризации не меньше $3T_1$, где время T_1 является релаксационной характеристикой флюида в пластовых условиях.

После времени поляризации происходит прецессия вектора ядерной намагниченности в магнитном поле Земли, что создает переменное электромагнитное поле и возникает сигнал свободной прецессии с частотой ω_0 .

Гамма-гамма-плотностной каротаж - это метод, позволяющий определять плотность горных пород на основе интенсивности рассеянного гамма-излучения. Ключевой фактор, влияющий на интенсивность рассеянного излучения, является плотность породы, через которую проходит зонд. Однако, интенсивность регистрируемого излучения также зависит от длины зонда, активности и природы источника первичного гамма-излучения. При

увеличении плотности рассеивающей среды наблюдается повышение интенсивности регистрируемого излучения, но после определенного момента она начинает падать из-за поглощения части рассеянных гамма-квантов. Гамма-гамма-плотностной каротаж часто используется для определения границ пластов, изучения свойств коллекторов и составления стратиграфических разрезов.

5.2 Интерпретация геофизических данных

У геофизических диаграмм, связанных с разрезами скважин, есть нормальные характеристики, которые должны соответствовать параметрам региона. При сборе данных необходимо соблюдать точность измерений, а также учитывать особенности различных пород для корректного анализа полученных результатов. Например, карбонатные породы имеют более высокое удельное сопротивление, и характеристики скважин в глинистых породах могут только указать на группу глинистых пород, таких как аргиллиты и глинистые сланцы. Кроме того, размер скважины может изменяться при вскрытии коллектора, что также необходимо учитывать при анализе данных.

Все эти глинистые породы характеризуются низким кажущимся удельным электрическим сопротивлением (КС), высокими значениями естественной поляризации (ПС) и естественной радиоактивности (ГК); в глинистых породах диаметр скважины обычно увеличивается, а иногда образуются даже большие каверны.

Пески, песчаники, алевролиты на диаграммах микрозондов высокопористые и проницаемые пески и песчаники характеризуются высокими значениями КС. Глинистые, уплотненные и малопроницаемые пески и песчаники на диаграммах микрозондов отмечаются небольшими значениями КС. Уменьшение значений параметра ПС для песчаных и песчаников противопоставляется значениям этого же параметра для глин, такое явление называют отрицательной аномалией или аномалией ПС. При добавлении глинистого материала в песчаные породы, значение ПС

повышается. Уменьшение пористости песчаных пород, даже не связанное с наличием глинистых продуктов, также может снижать значения минимальной ПС.

Естественная радиоактивность песков и песчаников обычно значительно ниже, чем у глинистых пород, в песчаных породах с примесью глины естественная радиоактивность возрастает. На диаграммах нейтронного гамма-каротажа как водоносные, так и нефтеносные песчаные породы обычно характеризуются пониженными значениями вызванной радиоактивности. Высокие значения интенсивности вызванного гамма-излучения свойственны малопористым (уплотненным и цементированным) песчаникам, а также газоносным пластам.

Существует ряд качественных признаков, а также данные ГИС, которые помогают выделить песчаные и алевролитовые коллекторы в терригенном разрезе.

Существуют примеры, когда глинистые коллекторы представлены чередованием песчано-алевролитовых и глинистых прослоев, что может затруднить их разделение. В таких случаях, помимо кривых ПС и ГК, также используются диаграммы нейтронного гамма-гамма и акустического каротажа.

Под влиянием наличия глинистого материала в породе, ее физические свойства, включая удельное сопротивление, амплитуду отклонения кривой ПС и радиоактивность, могут изменяться. Поэтому глинистые коллекторы выделяют в отдельную группу, и кривые ПС и ГК имеют среднюю амплитуду отклонения против них, приближающуюся к амплитудам отклонения против песчано-алевролитовых пластов и глин, в зависимости от степени глинистости.

Интерпретация диаграмм ядерно-магнитного каротажа

Выявление границ пластов осуществляется путем определения точек перегиба кривой ЯМК в зоне симметричной аномалии, которая характеризуется максимальным значением в середине пласта. Если ширина

аномалии на ЯМК меньше длины зонда L , то границы пласта определяют путем откладывания отрезков длиной L от верхней и нижней границы аномалии внутрь пласта.

Для определения истинного значения индекса свободного флюида $I_{сф,п}$ учитывают влияние различных факторов, включая скважину и глинистую корку, исходя из данных методик, указанных в соответствующих руководствах.

Для выделения коллекторов и определения их эффективной пористости $k_{п,эф}$ обычно используется график $I_{сф}$ (ИСФ), который является диаграммой, отображающей параметр $k_{п,эф}$. Однако, на этом графике значения $k_{п,эф} > 1\%$ обычно относят к коллекторам, тогда как значения $k_{п,эф} < 1\%$ могут быть вызваны аппаратурными помехами и поэтому не используются при выделении коллекторов. График $I_{сф}$ считается одним из важнейших инструментов в геологических исследованиях, так как он позволяет оценить пористость и продуктивность коллекторов на основе косвенных данных. Подход, основанный на графике ИСФ, помогает экономить время и ресурсы, которые обычно тратятся на более трудоемкие методы измерения эффективной пористости. Более того, этот метод также может быть использован для оценки других геологических параметров, что делает его еще более полезным и универсальным.

Интерпретация диаграмм акустического метода

Кривая интервального времени является важным инструментом в геофизических исследованиях, так как позволяет оценить пористость и плотность пород путем анализа изменения скорости звука или электрического сопротивления при прохождении через горные породы.

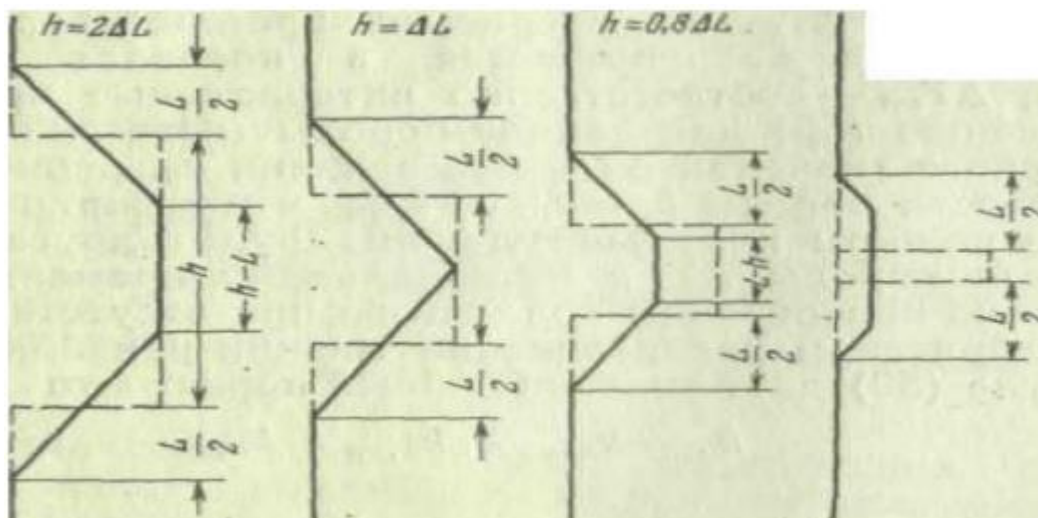


Рисунок 5.2.1 Интерпретация диаграмм АК

Сначала следует оценить качество диаграмм, отбросив кривые T1, T2, ΔT, которые не соответствуют стандартным требованиям. Затем можно определить границы пластов, проводя отсчет ΔT в пределах аномалии для участков разреза с номинальным диаметром dn или $d_c < d_n$ на кавернограмме.

Влиянием скорости подъема зонда и постоянной интегрирующей ячейки на ΔT можно пренебречь при определенных условиях.

Следующим шагом является разделение пластов на группы по затуханию α. Только после этого можно определить пористость для слабоглинистых межзерновых терригенных и карбонатных коллекторов на глубинах от 1,5-2км до 3-3,5км.

Результат полученный таким образом может быть исправлен поправкой f, учитывающей нефтегазонасыщение коллектора в зоне исследования. Акустический метод нецелесообразно использовать для определения пористости в породах с высокой пористостью ($k_p > 30\%$) и низкопористых породах с интенсивной трещиноватостью. [Латышова М.Г., М., Недра, 1981]

Определение коэффициента проницаемости (Кпр) осуществляется с помощью программы ТАТКРР с помощью формулы:

$$LgK_{пр} = 0,09 K_p + 0,297$$

Из терригенных пород при одинаковых значениях пористости наибольшей проницаемостью обладают песчаники девона. При равных

значениях пористости в песчаниках девона проницаемость почти в два раза больше, чем в алевролитах тех же горизонтов. Поэтому для определения значения $K_{пр}$ в песчаниках и алевролитах девона рекомендуются различные зависимости.

5.3 Метрологическое обеспечение работ

Главной задачей метрологического обеспечения ГИС является повышение достоверности и точности получаемой при проведении геофизических исследований информации, что в свою очередь способствует более эффективной ГГР. Для улучшения качества ГИС требуется использование метрологического обеспечения и стандартизации аппаратуры и оборудования ГИС.

Исследования проводятся с применением каротажных станций и скважинных приборов, которые прошли калибровку в метрологической службе аккредитованного на это предприятия.

Первичная калибровка проводится поставщиком приборов, а периодические калибровки - на базах предприятий с использованием калибровочных установок указанных в документации на оборудование и приборы.

Калибровка приборов проводится на базе ОПЭ ГТИ ООО «ТНГ-Групп» в цехах метрологического обеспечения приборов и оборудования. Периодичность проведения калибровок указана в эксплуатационной документации и составляет не реже, чем один раз в квартал.

СКВАЖИН

Сбор информации по скважине начинается до проведения ГИС. Данная функция осуществляется во время проведения геолого-технологических исследований. Результаты, полученные в ходе исследования, имеют высокую ценность для дальнейшего изучения.

Геолого-технологические исследования скважин представляют собой комплекс исследований как технологических процессов в ходе строительства скважины, так и геологических в ходе описания шлама и керна.

ДМК (детальный механический каротаж)

Проведение детального механического каротажа предполагает измерение времени затраченного на проходку инструмента одного метра породы. Полученная зависимость - механическая скорость. Данный параметр изменяется при прохождении участков, слагаемых породами различными по плотности, крепости, пористости. Таким образом, при повышении крепости разбуриваемой породы механическая скорость снизится, а при увеличении пористости повысится.

Выводы, сделанные при проведении ДМК, не могут быть ошибочны потому как диапазон изменения параметра механической скорости достаточно широкий. Это подтверждается изменением параметра в десятки раз при прохождении осадочных пород таких как: песчаник, аргиллит, алевролит, глина; относительно пород, не затронутых выветриванием: кварциты, кремень, корунды.

Главным достоинством механического каротажа выступает его проведение во время бурения, а значит первоначальным литологическим расчленением, что позволяет принимать верные решения при строительстве скважины, предупреждая возможные осложнения и аварии.

Ключевой недостаток метода заключается в зависимости параметра не только от литологии разбуриваемой породы, но и технологического режима

бурения. При изменении таких параметров как: состав ПЖ, нагрузка на долото, расход ПЖ на входе, крутящий момент на роторе, частота вращения долота; происходит изменение механической скорости.

Данные механического каротажа коррелируют согласно с диаграммами ПС и ГК.

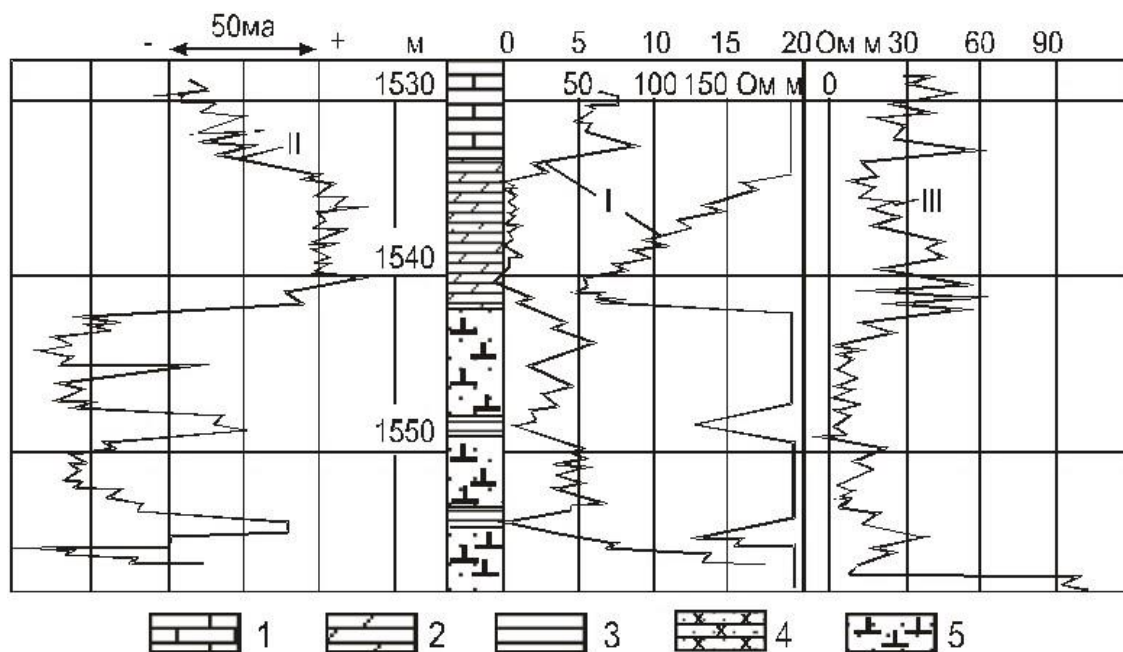


Рисунок 6.1 – Пример выделения коллекторов по данным ДМК

Для проведения ДМК необходимо регистрировать интервал, пройденный инструментом и время, затраченное на это. Для определения положения инструмента применяют датчик оборотов лебедки (ДОЛ), датчик оборотов ротора, а также датчик веса на крюке.

Датчик оборотов лебёдки является важным компонентом оборудования для бурения скважин и позволяет преобразовывать угол поворота буровой лебедки в импульсы, отражающие перемещения тальблока. Эти импульсы затем преобразуются в высоту положения талевого блока относительно стола ротора, используя линейную или кусочно-линейную калибровку на барабане.

Существуют два типа датчиков для измерения числа оборотов вала буровой лебедки: магнитные и преобразования механических передвижений. Датчики магнитного типа позволяют избежать перекалибровки при перетяжке каната, но требуют остановки бурения в случае поломки. Датчики

преобразования механических передвижений могут использоваться с непосредственной передачей оборотов или через клиноременную передачу.

Чувствительными элементами датчиков являются магнитные датчики, датчики на основе эффекта Холла и оптические датчики. Оптические датчики являются наиболее точными, а магнитные – наименее.

Датчик оборотов ротора – это еще один важный компонент оборудования для бурения скважин. Он предназначен для измерения числа оборотов ротора. Исполнительным узлом датчика является индуктивный датчик, который срабатывает от приближения металла и выдает импульсы, отражающие количество оборотов вала ротора. Датчик размещается в непосредственной близости от карданного привода и крепится с помощью крепежного механизма, входящего в состав датчика. Все это позволяет более эффективно управлять процессом бурения и контролировать работу оборудования.



Рисунок 6.1 датчик оборотов ротора

Датчик веса на крюке широко применяется для контроля нагрузки на долото в процессе бурения и для измерения веса на крюке буровой установки во время технологических операций при строительстве скважин. Работает он

на основе механической конструкции, которая подвешивается на канат «мёртвого» конца талевого системы. Определение веса на крюке производится путем измерения натяжения неподвижного конца талевого системы.

Для получения точных результатов используется тензометрический преобразователь, который является чувствительным элементом датчика и дает возможность определить "кажущуюся" нагрузку на долото. В сочетании с другими инструментами и методами контроля нагрузки на долото, датчик веса на крюке позволяет управлять процессом бурения и предотвращать возможные поломки и аварии в связи с перегрузкой. Это делает его важной частью современного оборудования для бурения скважин.

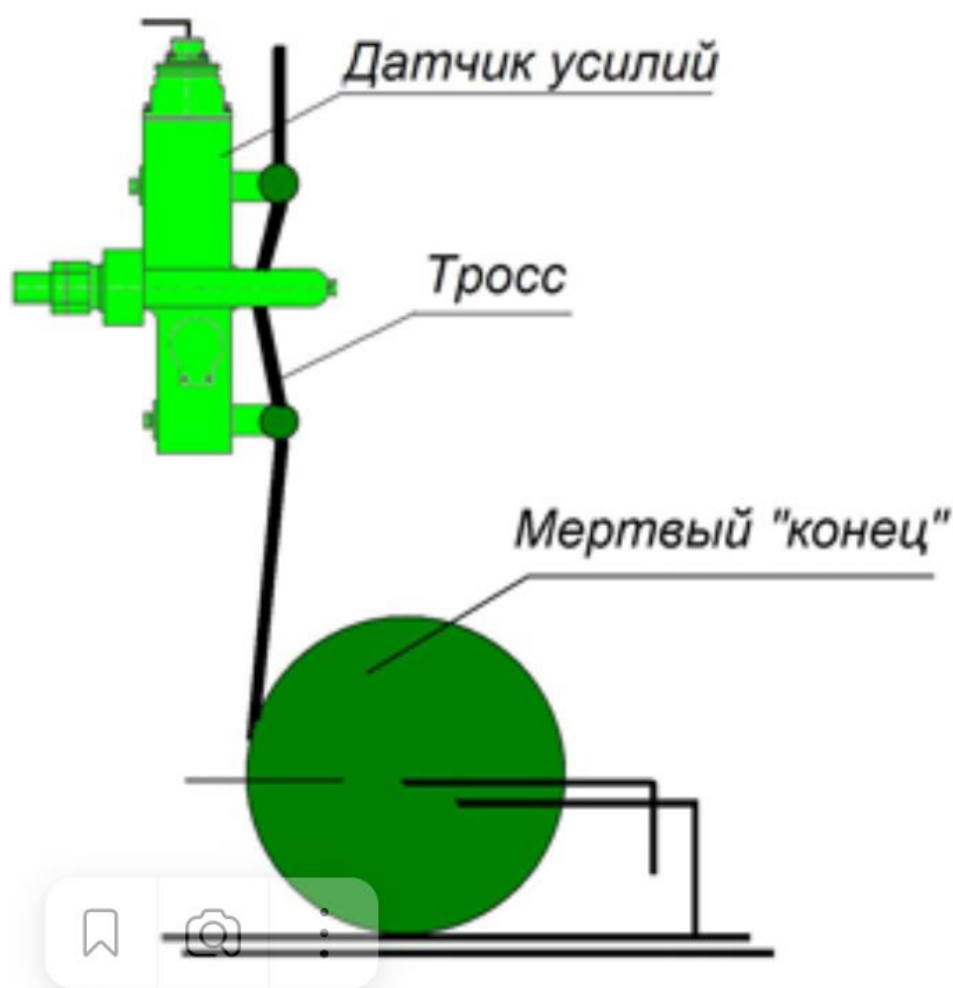


Рисунок 6.3 Схема работы датчика веса

Этот комплект минимального оборудования позволяет записывать механический картаж в станции ГТИ, который затем может быть использован для более точной интерпретации результатов от других методов ГИС.

Газовый каротаж

Газовый каротаж - это способ измерения, который используется для оценки количества углеводородных газов, таких как метан-гексан, которые переносятся в буровой раствор во время бурения скважины. Измерения проводятся непрерывно во время циркуляции бурового раствора с помощью специального оборудования. Результаты газового каротажа могут указывать на наличие газо-нефтенасыщенных пластов.

Для сбора газа из бурового раствора прибегают к использованию дегазаторов активного или пассивного действия. Содержание газа определяется газоанализатором или хроматографом, который разделяет газовую смесь на отдельные углеводороды и определяет их количество. Термовакuumная дегазация может рассматриваться как дополнительный метод для оценки газонасыщенности бурового раствора.

В процессе бурения скважины с отбором шлама и керна, газовый каротаж может проводиться с использованием газов, полученных в результате термовакuumной дегазации шлама и керна, что дополнительно увеличивает точность результатов исследования.

Учитывая ряд факторов, включая скорость проходки скважины, скорость циркуляции и объем бурового раствора, качество раствора, наличие добавок реагентов содержащих углеводороды, помехи и другие, необходимо произвести правильную интерпретацию газокаротажных диаграмм. Кроме того, при проходке газоносных пластов преобладают легкие углеводороды, а при проходке нефтяных пластов возрастает доля тяжелых углеводородов.

Отбор шлама и керна

Для оперативного изучения свойств разбуриваемых пород и геологического строения разреза, вскрытого скважиной, проводится отбор шлама. Он необходим для получения информации о свойствах пород. Кроме того, проводится отбор и подготовка керна для исследований на буровой и в петрофизических лабораториях. Это позволяет оперативно оценить характер насыщения пласта, его фильтрационно-емкостных свойств и

интерпретировать результаты промыслово-геофизических и геологических исследований.

Для визуальной оценки литологического состава разбуриваемых пород проводятся макро- и микроскопические исследования образцов горных пород с помощью бинокулярного, стереоскопического микроскопа. Результатом данных исследований становится определение характеристик изучаемых пород, а именно структура и текстура, цвет, наличие или отсутствие запаха битумов, тип цемента.

Для литологического описания карбонатных пород осадочного комплекса определяется карбонатность образцов, которая включает как общую, так и дифференцированную карбонатность. Эта оценка основывается на реакции между кальцитом и доломитом с водным раствором соляной кислоты от известной концентрации.



Рисунок 6.2 Прибор для проведения карбонатометрии.

Для обнаружения, диагностики и характеристики распределения битуминозных веществ в горной породе проводятся визуальный анализ шлама (керна) и капельно-люминесцентный анализ количества и качества битумоидов в нем.

Комплексный анализ материалов, полученных в результате исследования керна и шлама, газового и механического каротажа, является важным этапом при проведении геофизического исследования скважины.

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 7.1.1 – Карта сегментирования рынка.

| Размер | Отрасль | Нефтедобывающие предприятия |
|---------|---------|--|
| Крупные | | ПАО "Татнефть" |
| Средние | | АО «КОНДУРЧАНЕФТЬ» АО «ТАТНЕФТЕОТДАЧА» |
| Малые | | ЗАО «АЛОЙЛ» АО «СМП-Нефтегаз» ОАО «МЕЛЛЯНЕФТЬ» |

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 7.2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|--|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _Ф | Б _{К1} | Б _{К2} | К _Ф | К _{К1} | К _{К2} |
| 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 | 0,1 | 4 | 3 | 4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| 4. Безопасность | 0,2 | 5 | 4 | 4 | 1 | 0,8 | 0,8 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность | 0,1 | 5 | 4 | 4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| 2. Цена | 0,2 | 4 | 4 | 3 | 0,8 | 0,8 | 0,6 |
| 3. Финансирование | 0,1 | 3 | 4 | 4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| 4. Наличие сертификации | 0,1 | 5 | 5 | 5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Итого | 1 | 35 | 32 | 31 | 4,5 | 4 | 3,8 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

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

По произведённым расчётам можно сказать, что конкурентоспособность разработки составила 4,5, у представленных аналогов 4 и 3,8 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 7.3.1 – Матрица SWOT.

| | | |
|---|---|---|
| | <p>Сильные стороны:</p> <p>С₁. Бюджетное финансирование.</p> <p>С₂. Квалифицированные сотрудники.</p> <p>С₃. Простота применения.</p> <p>С₄. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими комплексами ГИС.</p> | <p>Слабые стороны:</p> <p>Сл₁. Отсутствие необходимого оборудования для лабораторных испытаний.</p> <p>Сл₂. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл₃. Долгие сроки поставки комплектующих, необходимых для построения установки.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В₁. Уменьшение значимости конкурентных разработок.</p> <p>В₂. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>В₃. Появление дополнительного спроса на разработки.</p> | | |
| <p>Угрозы:</p> <p>У₁. Развитая конкуренция.</p> <p>У₂. Ограничение на экспорт технологий.</p> <p>У₃. Несвоевременное финансирование научного исследования.</p> <p>У₄. Отсутствие спроса на новые технологии.</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 7.3.2 – 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 | 0 | + |
| | У ₃ | + | - | - | - | 0 | + | + |
| | У ₄ | 0 | 0 | - | 0 | + | 0 | 0 |

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

Таблица 7.3.3 – SWOT-анализ.

| | Сильные стороны: | Слабые стороны: |
|---|--|---|
| | <p>C₁. Бюджетное финансирование.</p> <p>C₂. Квалифицированные сотрудники.</p> <p>C₃. Простота применения.</p> <p>C₄. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими комплексами ГИС.</p> | <p>Сл₁. Отсутствие необходимого оборудования для лабораторных испытаний.</p> <p>Сл₂. Отсутствие прототипа научной разработки.</p> <p>Сл₃. Долгие сроки поставки комплектующих, необходимых для построения установки.</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>B₁. Уменьшение значимости конкурентных разработок.</p> <p>B₂. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.</p> <p>B₃. Появление дополнительного спроса на разработки.</p> | <p>Создание более экономичной методологии проектирования для поиска и оценки нефтяных скважин, а также набор высококвалифицированных специалистов, поможет увеличить спрос и уменьшить влияние конкурентов.</p> | <p>В связи с длительным сроком доставки необходимого оборудования для исследований, возможно отставание от конкурентов, что может привести к снижению спроса на продукцию.</p> |

Продолжение таблицы 7.3.3

| | | |
|---|--|--|
| <p>Угрозы: У₁. Развитая конкуренция. У₂. Ограничение на экспорт технологий. У₃. Несвоевременное финансирование научного исследования. У₄. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> | <p>Благодаря бюджетному финансированию и низкой стоимости, возможно ослабить влияние возможных угроз путем контроля над ценой на производство.</p> | <p>Если существуют задержки в поставке необходимых приборов и в то же время усиливается конкуренция, то имеются риски потерять свою долю на рынке.</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 которой входят научный руководитель и студент. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Таблица 7.4.1.1 – 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 |

Продолжение таблицы 7.4.1.1

| | | | |
|--------------------------------|----|--|-------------------------|
| 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:

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

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

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 4.4.3.1 – 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 | 7 | 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 |

Продолжение таблицы 7.4.3.1

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Составление физико-геологической модели | 11 | 7 | 6 | 16 | 12 | 10 | 13 | 9 | 8 | 1 | 2 | 1 | 13 | 5 | 8 | 19 | 7 | 11 |
| 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 |

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

Таблица 7.5.1.1 – 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. | 3 | 4 | 3 | 25 | 35 | 30 | 75 | 140 | 90 |
| Тетрадь | шт. | 2 | 3 | 2 | 220 | 240 | 180 | 440 | 720 | 360 |
| Интернет | мес. | 4 | 4 | 5 | 650 | 700 | 600 | 2600 | 2800 | 3000 |
| Электроэнергия | кВт/ч | 1106 | 902 | 961 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2654,4 | 2164,9 | 2306,4 |
| Картридж для принтера | шт | 1 | 1 | 1 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| Карандаш | шт | 3 | 4 | 4 | 30 | 25 | 35 | 90 | 100 | 140 |
| Миллиметровая бумага | упаковка | 2 | 2 | 1 | 100 | 120 | 110 | 200 | 240 | 110 |
| Бумага белая, А4 | пачка | 1 | 1 | 2 | 215 | 240 | 220 | 215 | 240 | 480 |
| Транспортно-заготовительные расходы (15%) | | | | | | | | 1008,7 | 1028,2 | 1040,46 |
| Итого: | | | | | | | | 7733 | 7883,1 | 7976,9 |

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 30 тысяч рублей.

Таблица 7.5.2.1 – 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 | 30 | 29 | 33 | 60 | 58 | 66 |
| Принтер | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 |
| ПО Microsoft Office | 2 | 2 | 2 | 3 | 8 | 5 | 6 | 16 | 10 |
| CorelDrawX8 | 1 | 2 | 2 | 9 | 10 | 8 | 9 | 20 | 16 |
| Итого: | | | | | | | 78 | 99 | 96 |

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 7.5.3.1 – 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 7.5.3.2 – 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 | 51 823,1 |
| Студент | 13 560 | 1,3 | - | - | 17 628 | 570,95 | 69 | 39 395,6 |
| Итого | | | | | | | | 91 218,7 |

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 7.5.4.1 Расчёт дополнительной заработной платы.

| Заработная плата | Руководитель | Студент |
|---------------------------------|--------------|----------|
| Основная зарплата | 51 823,1 | 39 395,6 |
| Дополнительная зарплата | 7 773,5 | 5 909,3 |
| Итого по статье С _{зп} | 59 596,6 | 45 304,9 |

7.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – 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 7.5.4.2 – Отчисления во внебюджетные фонды.

| Исполнитель | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Руководитель | 51 823,1 | 7 773,5 |
| Студент | 39 395,6 | 5 909,3 |
| Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды | 31 % | |
| Итого | 30 349,5 | |

7.5.6. Накладные расходы

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

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

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

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = (7733 + 78000 + 91218,7 + 13682,8 + 30349,5) * 0,16 = 35357,4 \text{ руб.}$$

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 5.5.7.1 – Расчёт бюджета затрат НИИ.

| Наименование статьи | Сумма, руб. | | |
|---|-------------|-----------|-----------|
| | Исп. 1 | Исп. 2 | Исп. 3 |
| 1. Материальные затраты НИИ | 7 733 | 7 883,1 | 7 976,9 |
| 2. Специальное оборудование для научных работ | 78 000 | 99 000 | 96 000 |
| 3. Основная заработная плата | 91 218,7 | 91 218,7 | 91 218,7 |
| 4. Дополнительная заработная плата | 13 682,8 | 13 682,8 | 13 682,8 |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды | 30 349,5 | 30 349,5 | 30 349,5 |
| 6. Накладные расходы | 35357,5 | 38741,5 | 38276,5 |
| 7. Бюджет затрат | 256 341,5 | 280 875,5 | 277 504,4 |

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 $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$ – 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_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

Таблица 7.6.1 Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

| Критерии \ Объект исследования | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя | 0,15 | 4 | 3 | 4 |
| 2. Удобство в эксплуатации | 0,15 | 4 | 3 | 3 |
| 3. Помехоустойчивость | 0,1 | 4 | 4 | 5 |
| 4. Энергосбережение | 0,15 | 5 | 4 | 4 |
| 5. Надежность | 0,25 | 4 | 5 | 4 |
| 6. Материалоемкость | 0,2 | 5 | 3 | 4 |
| Итого: | 1 | 4,35 | 3,5 | 3,95 |

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

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

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

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

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

Таблица 7.6.2 Сравнительная эффективность разработки.

| № п/п | Показатели | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|--|-------|-------|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 0,91 | 1 | 0,99 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,35 | 3,5 | 3,95 |
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4,78 | 3,5 | 3,99 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения (разработка относительно аналога) | 1,37 | 0,88 | 0,84 |

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

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования является комплекс геофизических исследований скважин на Ромашкинском месторождении нефти. Информация, приведенная в разделе, актуальна для геофизических исследований скважин нефтяных месторождений юго-востока Татарстана.

Рабочая зона ограничена кустовой площадкой, располагающей на своей территории в себя исследуемую скважину, геофизическую станцию и жилой городок.

Климат района резко континентальный (III климатическая зона): суровая холодная зима с сильными ветрами и метелями и жаркое лето. Преобладающее направление ветров – юго-западное. Территория района представляет собой слабо расчлененную заболоченную равнину с развитой речной сетью.

Район работ находится в Российской Федерации, в восточной части республики Татарстана, в 70 км восточнее от г. Альметьевск и западнее на 20 км от г. Бугульма. Доставка грузов осуществляется авто транспортом, гусеничным транспортом, а в зимнее время по зимнику.

8.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа в компании ООО «ТНГ-ГРУПП» 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).

Согласно 168.1 ТК РФ, работодатель, предоставляя работу в полевых условиях, обязуется возмещать расходы на проезд и аренду жилья для своих сотрудников. Кроме того, работодатель должен брать на себя ответственность за возмещение расходов, связанных с нахождением вне места проживания, таких как суточные и полевое довольствие. Однако, размер и порядок возмещения этих расходов могут быть определены в трудовом договоре между работодателем и работником.

На основании статьи 221 ТК РФ, Сотрудникам, работающим в условиях, которые могут нанести вред и представлять опасность для их здоровья, выдаются

бесплатно средства индивидуальной защиты. Эти средства, такие как защитная одежда, обувь, средства защиты глаз и иные предметы, должны проходить обязательную сертификацию.

Геофизических работы проводятся исключительно в специально подготовленных скважинах, при наличии представителя заказчика и руководства ответственного специалиста подрядчика. Готовность объекта подтверждается актом в соответствии с действующими техническими инструкциями. Подготовка должна обеспечить безопасность и удобство эксплуатации геофизического оборудования и свободный спуск и подъем каротажных зондов и скважинных приборов на всем протяжении времени проведения комплекса геофизических исследований в соответствии с ГОСТ 12.2.034-78.

На основании РД 153-39.0-072-01 для безопасного проведения геофизических работ необходимо очистить кустовую площадку и приемные мостки от бурового раствора, нефти, смазочных материалов, снега и льда, а также подвесить кабель, соединяющий геофизическое оборудование с электросетью, на высоте не менее 0,5 метра от земли. При подключении геофизического оборудования к электропитанию необходимо убедиться в 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. После проверки электрооборудования буровой установки на соответствие требованиям правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации, стандартов электробезопасности и других применимых нормативных документов гарантируется обеспечение безопасности проведения работ и защиты персонала от возможных опасностей, связанных с электрооборудованием.

Перед началом работ необходимо убедиться в правильном расположении и надежном закреплении бурового инструмента и инвентаря, таким образом, чтобы они не мешали работе геофизической партии. Стоит обратить внимание

на то, чтобы между каротажной станцией и устьем скважины не находились предметы, которые могут создавать препятствия для движения кабеля и перехода людей, а также ограничивать видимость устья скважины машинистом лебедки каротажного подъемника.

8.2. Производственная безопасность

Производственный процесс при проведении геофизических работ на скважине подразделяется на два этапа.

Первый этап предполагает непосредственную работу на скважине, включая выставление подъемника, погрузку и разгрузку геофизического оборудования, установку и подключение приборов к подъемнику, прием и подачу приборов в скважину. Это очень ответственный процесс, который требует внимательности и точности, потому что именно от правильного выполнения этих операций зависит качество геофизического исследования.

Второй этап производственного процесса представляет собой контроль за записью геофизического материала и предварительную обработку данных, которая происходит внутри подъемника. Оператор геофизик здесь использует компьютер для контроля за записью данных, работа с документацией и осуществляет интерпретацию полученной информации. Этот этап также очень важен, потому что именно здесь производится анализ полученных данных и принимаются решения по дальнейшему планированию работ

Таблица 1, согласно ГОСТ 12.0.003-2015, содержит список опасных и вредных факторов, которые возникают при протекании производственного процесса. Эти факторы включают в себя: шум, работу на высоте, работу с электричеством, взаимодействие с опасными веществами, физическую нагрузку и длительность работы, а также риск аварийных ситуаций. Эта таблица помогает идентифицировать данные опасности и направить усилия для обеспечения безопасных условий работы.

Таблица 8.2.1 Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

| Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015) | Этап работ | | Нормативные документы |
|--|-------------|---------|--|
| | Камеральный | Полевой | |
| Вредные | | | |
| Аномальные климатические параметры воздушной среды | + | + | СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация. |
| Отсутствие или недостаток искусственного освещения | + | + | СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95; СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий; |
| Акустические и механические колебания в производственной среде | + | + | СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. ГОСТ 12.1.012-2004. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. |
| Психологическое воздействие на человека | - | + | Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда. |
| Активность насекомых и животных | - | + | ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования. |
| Опасные | | | |
| Электрический ток | + | + | ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов; ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. |
| Сила и энергия механического движения | - | + | ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности |
| Повышенный уровень ионизирующих излучений | - | + | ГОСТ 12.2.034-78. Система стандартов безопасности труда. Аппаратура скважинная геофизическая с источниками ионизирующих излучений. Общие требования радиационной безопасности. |

8.2.1. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Производственные факторы, связанные с электрическим током.

Для работы партии ГИС необходимо постоянное взаимодействие с электрооборудованием и электрическими цепями. Это включает в себя различные операции, такие как подключение каротажных приборов к подъемнику через кабель, подключение питающего кабеля подъемника 380 В к электрическому шкафу или трансформатору на скважине, проверка и наладка работоспособности электрической цепи прибор - кабель - регистратор, а также работа с электрическими приборами и прозвонка жил кабеля.

Работа с электрическим оборудованием необходимо производить с осторожностью и соблюдением всех соответствующих правил и инструкций безопасности, так как причинами поражения электрическим током могут быть повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям, отсутствие заземления и другие причины. Поэтому необходимо соблюдать предосторожность и не допускать неправильного обращения с электрооборудованием при работе ГИС на скважине.

Электрический ток может вызывать различные повреждения, но наиболее опасными из них являются электрические удары, которые могут иметь серьезные последствия для здоровья человека, включая остановку сердца или дыхания, обморок и болевые ощущения. Поэтому, необходимо обеспечить безопасность при работе с электрическими устройствами, соблюдая все правила и инструкции по электробезопасности, чтобы избежать попадания под ток и предотвратить возможные опасные последствия.

Согласно правилам электробезопасности, соединительные провода, которые используются для сборки электросетей, должны быть обеспечены надежной изоляцией, без обнаженных жил. Концы проводов должны быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям.

При работах на буровой скважине запрещено использование напряжения более 380 В. Корпусы всех агрегатов должны быть надежно заземлены для обеспечения безопасности. Заземление можно выполнить на контуре буровой скважины, который имеет металлическую связь с устьем скважины, или на устье скважины, на которой выполняются работы.

Всем сотрудникам необходимо проходить инструктаж по электробезопасности не реже одного раза в год. Такая периодичность инструктажа по электробезопасности установлена в пункте 1.4.4 Правил, утв. приказом Минэнерго России от 13.01.2003 № 6

Движущиеся части машин и механизмов

Геофизические ролики, барабан кабеля, непосредственно сам кабель и вспомогательные электроинструменты, включая УШМ, представляют опасность для работников при осуществлении ГИС. Особенно опасен кабель при подъеме оборудования на высоких скоростях, свыше 4000 м/ч. Если работники неосторожно взаимодействуют с движущимися частями механизмов, то это может привести к механическим повреждениям: захват и защемление конечностей, трение, царапание, резание, срезание, прокалывание, ударение, раздавливание или затягивание в положение, в котором возможна получение травмы.

Для общей защиты применяются специальные устройства, которые предусмотрены производителем оборудования - это может быть как стационарные ограждения, так и съемные блокирующие ограждения, а также защитные устройства.

Для безопасности при работе с ГИС на скважинах необходимо использовать защитные кожухи на ролике и барабане кабеля, которые должны располагаться по бокам. Кабель должен находиться не менее, чем на полметра выше уровня земли, а рабочая группа не должна приближаться к движущемуся кабелю на расстояние меньше полуметра. Также при работе на скважине автомашины для каротажа должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивать хорошую видимость и связь между станцией, устьем скважины и

подъёмником. Дополнительно необходимо использовать сигнальные ленты для ограничения доступа посторонних к рабочей зоне.

Для защиты персонала следует использовать различные средства индивидуальной защиты, например, перчатки с полимерным покрытием, каску, обувь с жестким подноском, очки защитные и костюм из смешанных тканей. Все элементы спецодежды не должны иметь лишних и свободно висящих элементов, таких как ремни и лямки, а должны быть надежно закреплены, чтобы исключить возможность попадания их в движущиеся машины или механизмы.

Работа с грузоподъемными механизмами

При разгрузке и монтаже геофизического оборудования необходимо иметь дело с различными грузоподъемными механизмами, такими как блочный кран, кермак, основная лебедка буровой установки и автомобильные краны. Использование таких машин и механизмов может представлять потенциальную опасность, так как существует риск получения травм от поднятого груза, обрыва канатов и цепей, падения груза и воздействия электрического тока.

Для обеспечения безопасности при работе с грузоподъемными механизмами следует использовать знаковую и другие виды сигнализации при перемещении грузов, правильно размещать и укладывать грузы, не допускать нахождения работающих на грузе и в зоне его возможного падения при перемещении груза подъемно-транспортным оборудованием. Строповку грузов следует проводить за специальные устройства, строповочные узлы или обозначенные места, а способы укладки и крепления грузов должны обеспечивать их устойчивость при транспортировании и складировании. Кроме того, перед началом погрузочно-разгрузочных работ должен быть установлен порядок обмена условными сигналами между стропальщиком и машинистом подъемно-транспортного оборудования в соответствии с ГОСТ 12.3.009-76.

Среди инструментов личной защиты для защиты работников применяются каски, используемые при работе с подъемно-транспортным оборудованием и малыми механизмами, респираторы и очки, защищающие работников от пыли в процессе работы с объектами или в запыленных условиях,

а также надежные перчатки и специальная хлопковая одежда, которая не имеет никаких выступающих деталей.

Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими условиями

Определена категория энергозатрат работ — Пб, для работников находящихся внутри производственных помещений устанавливается оптимальная температура воздуха, которая должна быть в диапазоне от 17 до 19°C, а влажность воздуха не должна превышать 75% [СанПиН 1.2.3685-21].

Каротажный подъемник является частью производственного помещения и обеспечивает естественную циркуляцию воздуха через окна и люки в летний период, а также искусственную циркуляцию через кондиционеры. В зимний период обогрев производственного помещения осуществляется подъемником и тепловентиляторами.

При работе в условиях высоких температур на рабочем месте существует риск перегрева организма, что может вызвать усталость, головокружение, головную боль, повышенную температуру тела, и даже привести к тепловому удару, обмороку и коме.

Для предотвращения этих последствий необходимо соблюдать режим труда и отдыха, брать перерывы через каждые два часа и использовать защитные средства, такие как головные уборы и солнцезащитные очки.

При низких температурах необходимо использовать утепленную специальную одежду и обувь, организовывать перерывы для отдыха и обогрева каждые 10-15 минут при температуре воздуха ниже -10 °С, и каждые 45-60 минут при температуре воздуха от -30 до -45 °С.

Повышенный уровень шума и вибрации

Когда проводят геофизические исследования в разведочных скважинах, различные источники шума, включая дизельные генераторы, вспомогательную технику буровой бригады и сам каротажный подъемник, создают повышенный уровень шума на рабочем месте. Этот шум оказывает вредное влияние на

организм работника, включая потерю слуха, увеличение риска сердечно-сосудистых и нервных заболеваний и т.д.

Нормативный уровень звука на рабочих местах - 80 дБА (ГОСТ 12.1.003-2014), что на геофизических работах на буровой держится в диапазоне 70-80 дБА.

Для борьбы с ударным и механическим шумом используют такие мероприятия, как виброизоляция рабочей зоны подъемника, установку подъемника на приемлемом расстоянии от источников шума на буровой, шумоизоляцию операторского отсека в подъемнике и использование средств индивидуальной защиты, таких как наушники, шлемы, беруши и специальные костюмы.

Отсутствие или недостаток искусственного освещения.

Для предотвращения травматизма и аварий при проведении ГИС в ночное время следует обеспечить искусственное освещение рабочей зоны, включая лебедку подъемника, мостки, лестницы и входы на буровую, а также роторную площадку, используя люминесцентные лампы. Освещенность также важна для оператора, работающего в каротажном подъемнике, так как недостаточность освещения может привести к усталости глаз и снижению работоспособности и внимательности.

При работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами, нормативными требованиями является освещенность 300-500 лк рабочей поверхности при общем освещении, которое рекомендуется выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. Важно также располагать рабочие места операторов подальше от окон, чтобы оконные проемы находились с левой стороны.

Нормы параметра освещенности указаны в таблице.

Таблица 8.2.1.1 Нормы параметра освещенности.

| Рабочая зона | На рабочем месте | На стенах | Щиты контрольно-измерительных приборов | Рабочие места у бурового станка | Площадка для кронблока | Лестницы, входы на буровую, приемный мост ПЖ |
|------------------|------------------|-----------|--|---------------------------------|------------------------|--|
| Освещенность, лк | 300 | 500 | 50 | 40 | 25 | 10 |

Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений

Для исследования скважин прибегают к использованию радиоактивных веществ, таких как плутоний-бериллиевые сплавы и сплавы, содержащие радиоактивные изотопы цезия, которые являются источниками ионизирующего излучения. Однако во время проведения ГИС возможно только внешнее облучение. Если дозы облучения превышают пороговые значения, это может привести к нарушению функционирования тканей и органов, а также вызвать острые реакции, такие как покраснение кожи, выпадение волос, радиационные ожоги или острый лучевой синдром. При этом реакции становятся более сильными при более высоких дозах и мощностях облучения. Например, пороговая доза для возникновения острого лучевого синдрома составляет около 1 Зв.

Так как сотрудники геофизической партии работают с источниками излучения, их относят к персоналу группы А. Для этой группы допустимая эффективная доза равна 20 мЗв в год в среднем за любые последующие 5 лет, но не более 50 мЗв в год.

Для снижения радиационного воздействия при работе с источником ионизирующего излучения, рекомендуемых основными принципами НРБ (согласно СанПиН 2.6.1.2523—09), необходимо уменьшать количество людей, работающих с источником, а также уменьшать саму дозу облучения.

Рекомендуется, чтобы установку источника в прибор осуществлял один член геофизической партии, предпочтительно с опытом.

Для снижения дозы облучения применяют коллективные методы защиты, такие как увеличение расстояния между человеком и источником, сокращение времени взаимодействия с источником, использование защитных материалов, а также контроль дозы с помощью дозиметра.

Одновременно необходимо следить за хранением, транспортировкой и обслуживанием радиоактивных веществ на скважине, что поможет предотвратить загрязнение рабочих мест. На предприятиях радиоактивные вещества должны храниться в специальных помещениях (хранилищах), соответствующих современным требованиям, а транспортироваться и храниться в специальных свинцовых контейнерах.

Активность насекомых и животных

Согласно данным ЕГСИОФ, фактор опасности насекомых и животных в Республике Татарстан связан прежде всего с наличием опасных и ядовитых видов насекомых. К таким видам относятся, например, оса, шершень, пчела, овод, а также клещи, которые могут переносить инфекционные заболевания. Насекомые могут вызывать укусы, включая аллергические реакции, отек Квинке, а в случае укуса опасных видов, могут вызвать серьезные осложнения, включая анафилактический шок. Однако, как правило, при соблюдении мер предосторожности возможность укусов насекомых снижается до минимума. Также некоторые виды животных могут быть опасными для человека, например, дикие кабаны, которые могут нападать на людей при ощущении угрозы. Наличие опасных для человека животных в районе работ не является значительным фактором опасности.

Среди средств защиты наилучшим образом проявляют себя прочная спецодежда, сапоги с укрепленным подноском а также москитные сетки и инсектициды.

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.

Психологическое воздействие на человека

Избыток информации приводит к перегрузке умственных и аналитических способностей, также опасны монотонность работы и эмоциональное напряжение, что может временно снизить производительность, вызвать усталость и раздражительность.

Чтобы снизить риск таких негативных проявлений, необходимо обеспечивать регулярные перерывы и предоставлять доступ к психологической разгрузке.

8.2.2. Расчёт воздухообмена для очистки воздуха

В жилых и общественных помещениях CO₂ постоянно выделяется в результате дыхания людей, что может быть опасным для здоровья. Для контроля уровня воздухообмена в помещении специалисты измеряют количество CO₂ и устанавливают безопасную концентрацию газа.

Потребный воздухообмен рассчитывается по формуле:

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

Где: L – потребный воздухообмен [м³/ч];

G – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения [г/ч];

x_B – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения [мг/м³],

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88, x_H означает максимально допустимую концентрацию той же опасной вещества в воздухе населенных мест, измеряемую в мг/м³ в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Во время выполнения легкой работы в учреждении, взрослый человек выделяет 35 г/ч углекислого газа. Рекомендуется не превышать концентрацию CO₂ в атмосфере больших населенных пунктов до 1000 мг/м³. ПДК для CO₂ в рабочей зоне - 9000 мг/м³.

Можно рассчитать необходимый уровень вентиляции, зная, что в камеральном помещении будут находиться одновременно 4 человека и учитывая количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

$$G = N_{\text{людей}} * g_{\text{CO}_2} = 4 * 35 = 140 \text{ Г/ч}$$

Потребный воздухообмен составит:

$$L = \frac{1000 * G}{x_{\text{в}} - x_{\text{н}}} = \frac{1000 * 140}{9000 - 1000} = 17,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

8.3. Экологическая безопасность

При выполнении геофизических работ необходимо принимать во внимание возможное отрицательное 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 целесообразно создать экономические и правовые механизмы, направленные на соблюдение природоохранного законодательства. Необходимо разработать программу экологической безопасности и учитывать ее на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации, чтобы обеспечить ответственное использование ресурсов при минимальном ущербе для экосистем.

При работе на Ромашкинском месторождении возможно негативное воздействие на литосферу в результате расчистки территории и временного хранения ГСМ, стоянок и проездов транспортных средств, а также загрязнение почвы нефтепродуктами и твердыми бытовыми отходами. Однако, после выполнения работ нарушенные земли были рекультивированы, а буровая техника и транспорт передвигались по уже существующим путям, чтобы снизить ущерб для почвенно-растительного слоя. Ликвидация загрязнений почвы и их предотвращение регулируются ГОСТом Р 57677-2017. Отходы утилизируются в

соответствии с ГОСТ Р 57701-2017, часть из которых утилизируется на месте производства, а остальные утилизируются на специализированных полигонах. Утилизация отработавшего оборудования и макулатуры также регулируется ГОСТ Р 70146-2022 и Р 55090-2012.

Гидросфера может быть загрязнена различными отходами, включая технологические и бытовые стоки, а также различные примеси, содержащиеся в дождевых и талых водах. Для предотвращения попадания горюче-смазочных материалов в поверхностные водоемы, были предприняты меры, такие как обваловывание площадок временного хранения ГСМ и предоставление специальных мест для сбора бытовых отходов и стоков.

Источниками загрязнения атмосферы являются выхлопные газы от различного оборудования, содержащие вредные вещества. Для того, чтобы предотвратить превышение норм по выбросу загрязняющих веществ в атмосферу, будут приниматься меры, такие как контроль за выбросом загрязняющих веществ, проверка и ремонт сальников лубрикатора, с целью сокращения выбросов природных углеводородов.

Селитебная зона удалена на 20 км от объекта исследования, воздействия на неё нет.

8.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Проектные работы должны проводиться на нефтяной скважине, которая находится на территории, защищенной правительством, есть риск возникновения различных ЧС, включая природные, метеорологические и техногенные. Природные катастрофы могут включать в себя геологические явления, такие как землетрясения и обвалы, а также пожары. Метеорологические ЧС включают в себя ураганы и молнии. К техногенным ЧС относятся проявления газа, нефти и воды при проведении ГИС, которые могут привести к возгоранию, а также обрыв кабелей, подключающих скважинные приборы с генератором нейтронов.

Землетрясения и обвалы в данной зоне маловероятны, так как она находится в месте с невысокой тектонической активностью. Ураганы редко

возникают в Западной Сибири, так как они обычно образуются только на морском побережье. Для защиты от молний каждый куст оборудован молниеотводом. Пожары могут возникнуть как из-за природных явлений, так и из-за техногенных аварий, и являются наиболее вероятным видом ЧС наиболее близким к скважине.

В ППБО-85 представлены меры по предупреждению пожаров на скважинах:

- обеспечение скважины всеми необходимыми средствами автоматики, контроля и средствами ручного управления (обратные, сбросные клапаны)
- не загромождать пути подъезда к скважине, содержать куст скважин в чистоте
- проведение инструктажей по технике безопасности, допуск на территорию предприятия только по специальным пропускам
- применение взрывозащитного оборудования
- не хранить нефть и другие ЛВЖ и ГЖ в открытом виде
- периодическое скашивание травы в зоне радиусом не менее 5 м
- герметизация оборудования и трубопроводов
- указание местоположения средств пожаротушения с помощью табличек и рисунков

Для тушения возможного пожара на скважине рекомендуется использование нескольких типов средств, включая подручные средства, такие как бочки с водой или сыпучие вещества, а также первичные средства пожаротушения в зависимости от класса возгорания. Для проектной скважины класс возможного пожара – А, что указывает на нефть как основной горючий материал. Дополнительными средствами могут быть пожарный инвентарь и ручной инструмент, такие как лопата, лом, топор, ящик с песком и кошмы из войлока, асбеста, стекловолокна и т.д. Если необходимо, можно использовать мобильные средства пожаротушения, включая пожарные автомашины и вертолеты, а также водяные установки пожаротушения. При работе на скважине

геофизическая партия должна иметь специальное оборудование, включая огнетушитель порошковый (ОП-5), топор, ведро и кошку.

Представленные опасные и вредные факторы в геофизической лаборатории не превышают установленных нормативных значений, за исключением значений облучения нейтронами. Однако, в соответствии с ПУЭ, данное рабочее помещение имеет категорию помещения с повышенной опасностью из-за большого количества металлического оборудования и структуры самой лаборатории.

Работники геофизических партий имеют прямой контакт с приборами и подключают скважинные приборы к сети, поэтому они относятся к группе персонала с повышенными электробезопасностями.

Исходя из СанПиН 1.2.3685-21, тяжесть труда геофизических партий относится к Пб категории с энерготратами менее 290 Вт.

Относительно пожароопасности, геофизическая лаборатория относится к категории Д. Кроме того, объекты с которыми работают геофизические партии, относятся к II категории негативного воздействия на окружающую среду.

Новые инженерно-технические работники и рабочие, принимаемые на работу, обязаны пройти первичный и вторичный инструктажи по противопожарной подготовке. После чего проверяются их знания и навыки в данной сфере.

Вывод

В ходе выполнения данного раздела ВКР были рассмотрены множество вопросов, связанных с организацией и законодательством по обеспечению безопасности на производстве. Особенное внимание было уделено вопросам защиты персональных данных работника и анализу опасных и вредных факторов, в том числе тех, которые могут негативно влиять на окружающую среду. Были предложены решения, которые способны снизить влияние данных факторов на минимальный уровень. В результате, все опасные и вредные факторы условия труда соответствуют допустимым нормам безопасности.

По ПУЭ рабочая зона определена как помещения, которые характеризуются повышенной опасностью из-за различных факторов, таких как повышенная температура в летнее время, наличие земли и металла в качестве половых покрытий, а также возможное содержание вредных химических веществ.

Работникам геофизической партии необходимо присвоить вторую группу по электробезопасности после прохождения инструктажа продолжительностью 72 часа, поскольку они часто выполняют работы, связанные с подключением и наладкой электрических цепей и сложных каротажных приборов. Они должны знать основные меры предосторожности при работе с электроустановками, а также уметь оказывать первую помощь при поражении током.

Рабочие геофизической партии относятся к группе Пб в соответствии с категорией тяжести, что связано с физическим напряжением и энергозатратами менее 290 Вт.

Рабочая зона на буровой относится к категории А по пожаробезопасности из-за присутствия химических реагентов и нефтепродуктов, что представляет повышенную пожаровзрывоопасность. В связи с этим, зона работ относится к объектам второй категории по негативному воздействию на окружающую среду, что означает умеренное негативное воздействие на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дипломный проект основывается на изучении геолого-геофизических характеристик объекта исследования, а также анализе результатов проведенных ранее геофизических исследований на Ромашкинском месторождении нефти.

В результате работы была создана физико-геологическая модель и разработан комплекс методов, который призван решить поставленные задачи.

Методическая часть проекта описывает методику планируемых работ, а также приводит список необходимых инструментов для проведения работ. Также в проекте представлены формулы и критерии, используемые для интерпретации данных с учетом особенностей Ромашкинского месторождения.

В специальной части рассмотрена технология проведения геолого-технических исследований, а также интерпретация данных полученных в ходе этого процесса. Результаты проведенных исследований имеют высокую геологическую ценность, а также являются удобным инструментом для дальнейшего исследования.

Представлен расчёт стоимости ресурсов, затрачиваемых на данное научное исследование.

Раздел "Социальная ответственность" включает анализ вредных и опасных производственных факторов, которые могут негативно отразиться на жизни людей и окружающей среде, а также описывает предлагаемые мероприятия по их устранению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Опубликованные:

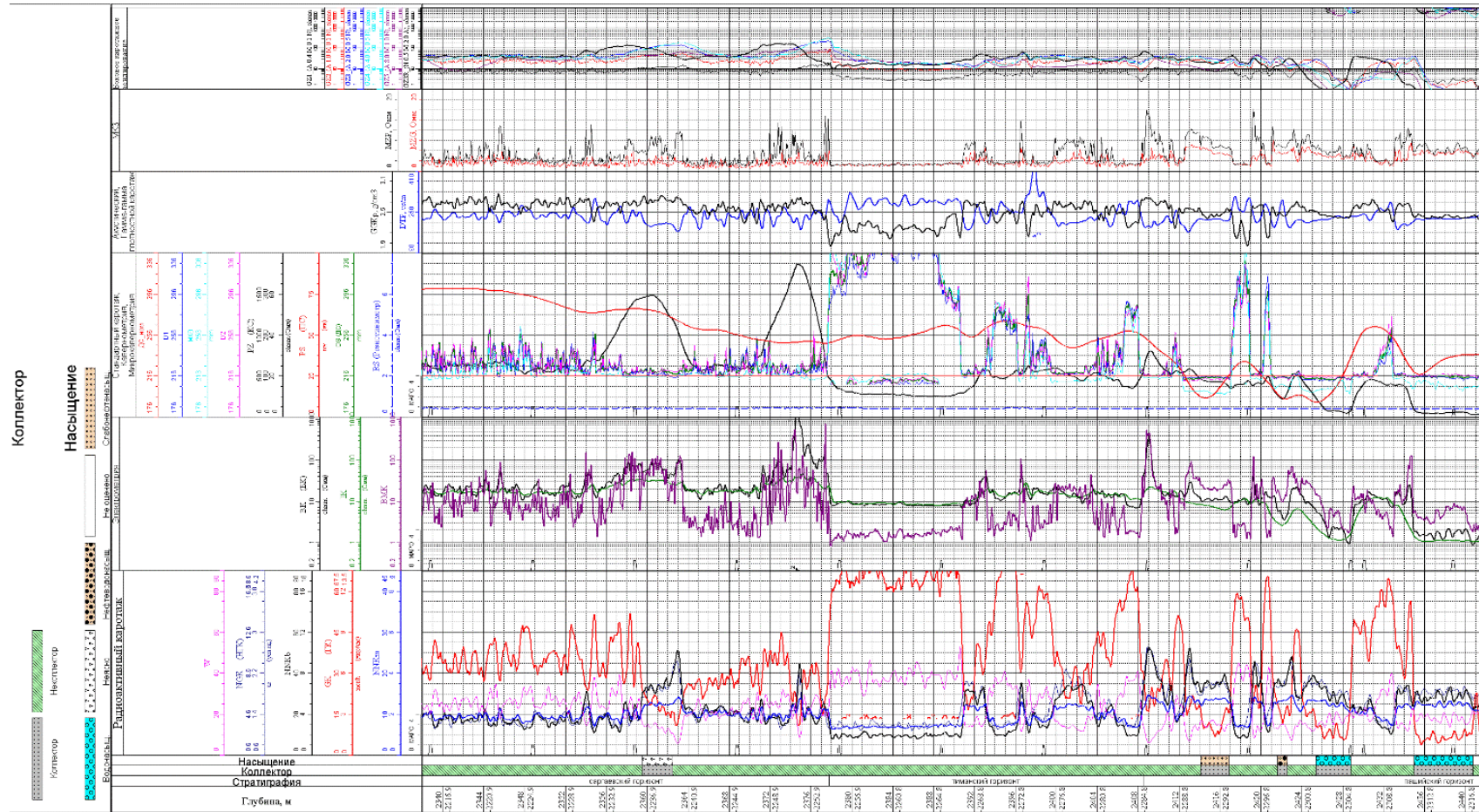
1. Добрынин В.М., Вандельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Геофизические исследования скважин: учебник для вузов. – М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ, 2004 г.
2. Геофизические методы исследования / под ред. В.К. Хмелевского. - М.: Недра, 1988 г.
3. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин: учебное пособие – 2-е изд., перераб. – М.: Альянс, 2015 г.
4. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1987 г.
5. Материалы полученные на предприятии ООО «ТНГ-ГРУПП».
6. Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин. Справочник. Под ред. В.М. Добрынина. – М.: Недра 1998 г.
7. Андреев А.Ф., Анпенев С.В., Гриднев А.В., Дасаев Я.Х., Дзедань И.П., Зырянов В.Б., Ищенко В.И., Калугина О.П., Кондрашина Н.Г., Кузнецова Л.В., Кузнецов О.Л., Курьянов Ю.А., Стрекозил В.В., «Методические рекомендации по интерпретации материалов широкополосного акустического каротажа (АКН-1)», (ВНИИЯГ), 1980.
8. Муслимов Р. Х., Шавалиев А.М., Хисамов Р.Б., Юсупов И.Г., «Геология, разработка и эксплуатация Ромашкинского нефтяного месторождения».

Нормативные:

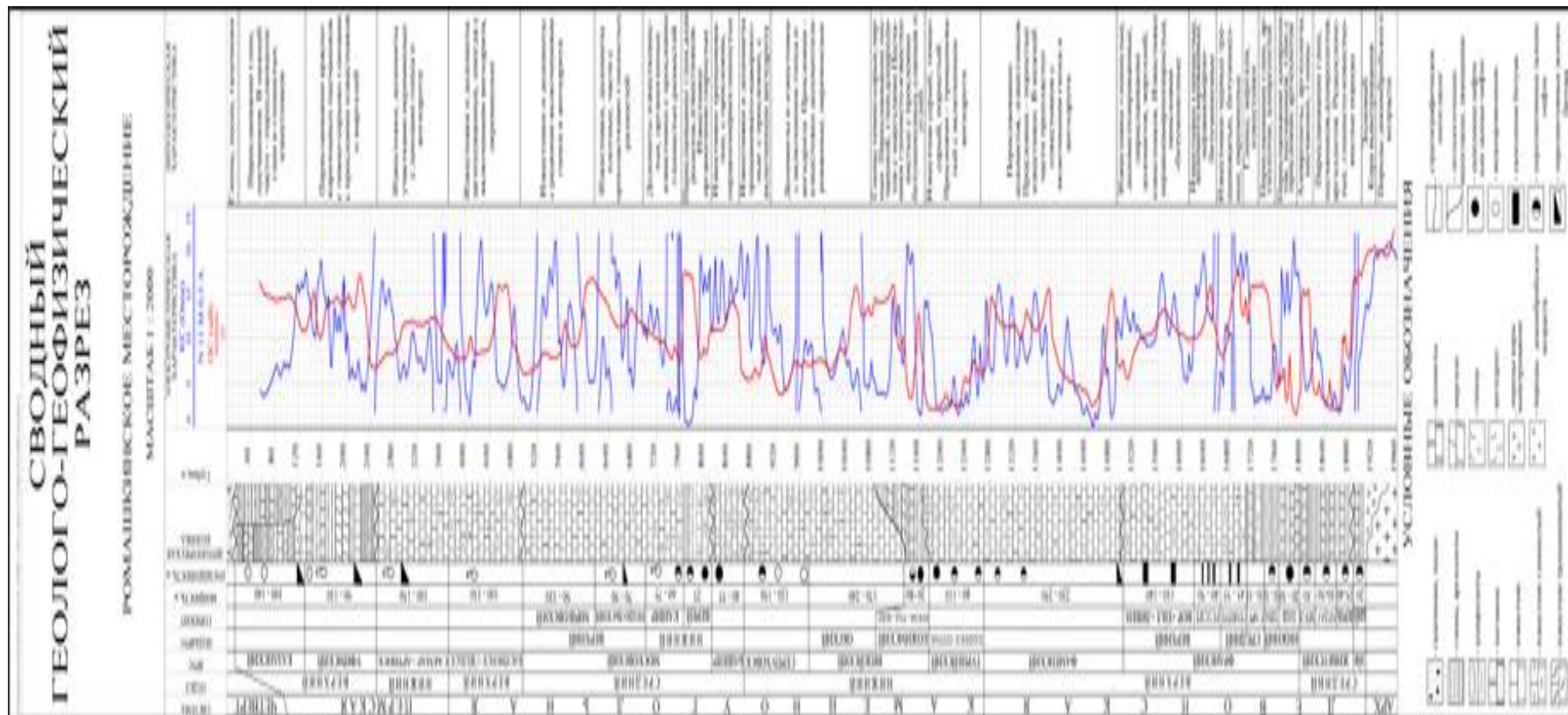
1. ГОСТ 12.2.034-78. Система стандартов безопасности труда. Аппаратура скважинная геофизическая с источниками ионизирующих излучений. Общие требования радиационной безопасности.
2. РД 153-39.0-072-01. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах.

3. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
5. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП23- 05-95.
6. ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ Р 57677-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация отходов недропользования.
8. ГОСТ Р 57701-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Программы в области обращения с твердыми коммунальными отходами.
9. ГОСТ Р 70146-2022. Ресурсосбережение. Отходы электроники и электробытовой техники.
10. ПУЭ. Правила устройства электроустановок.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Приложение 1. Фрагмент каротажной диаграммы со скважины №2.



Приложение 2. Сводный геолого-геофизический разрез.