

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

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»

Специализация «Геофизические методы исследования скважин»

Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема проекта
Комплекс геофизических исследований для оценки технического состояния скважины на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Республика Казахстан)

УДК 558.98:550.832(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Шимко Степан Витальевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лукин А.А	к.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина В.А.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	к.г.-м.н.		

Томск – 2022 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

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

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»

Специализация «Геофизические методы исследования скважин»

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Ростовцев В. В.

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
2271	Шимко Степан Витальевич

Тема работы:

Комплекс геофизических исследований для оценки технического состояния скважины на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Республика Казахстан)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№21-49/с от 21.01.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.22
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	Текстовый и графический материалы по газонефтяному месторождению Северные Бузачи, обзорная карта района работ, каротажные диаграммы
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Общие сведения о месторождении 2. Геолого-геофизическая характеристика месторождения 3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований 4. Основные вопросы проектирования 5. Методические вопросы 6. Специальное исследование. Волоконно-оптическая система активной термометрии 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность
Перечень графического материала	1. Участок исследования на карте Мангистауской области 2. Сводный литолого-стратиграфический разрез
	- района работ 3. Фрагмент тектонической карты месторождения Северные Бузачи 4. Геолого-геофизическая характеристика скважины NB332

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина В.А., доцент, к.э.н.
Социальная ответственность	Гуляев М.В., старший преподаватель

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	19.03.2022
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лукин А.А.	к.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Шимко Степан Витальевич		

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

Инженерная школа природных ресурсов

Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»

Специализация «Геофизические методы исследования скважин»

Отделение геологии

Период выполнения (весенний семестр 2021/2022 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.02.2022	1. Общие сведения об объекте исследования 2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования	
31.03.2022	3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований 4. Основные вопросы проектирования	
30.04.2022	5. Методические вопросы 6. Специальное исследование	
17.05.2022	7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лукин А.А.	К.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2271	Шимко Степану Витальевичу

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	Виды и стоимость ресурсов: Материально-технические расходы составили 52 100 руб. Расход на человеческие ресурсы составил: Общая сумма затрат на зарплату и отчисления с нее: 178 111,72 руб. Общий бюджет затрат на НИ – 267 429,59 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ: Оклад доцента – 35 130 руб., оклад исполнителя равен минимальному размеру оплаты труда – 12 790 руб. Районный коэффициент – 1,3; премиальный коэффициент – 0,3; коэффициент доплат и надбавок – 0,2
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РФ. Ключевые ставки налогообложения: НДС, налог на прибыль организаций, налог на имущество физ. лиц, земельный налог Отчисления во внебюджетные фонды – 31 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта; определение затрат на проектирование (смета затрат)
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Таблица сегментирования рынка услуг
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Календарный план-график проведения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина Вероника Анатольевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Шимко Степан Витальевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2271	Шимко Степан Витальевич

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки»

Тема ВКР:

Комплекс геофизических исследований для оценки технического состояния скважины на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Республика Казахстан)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются геофизические работы для построения профиля притока методами промыслово-геофизических исследований на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Республика Казахстан)
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Изучение и анализ специальных правовых норм трудового законодательства. Рассмотрение требований к организации рабочей зоны
2. Производственная безопасность:	Анализ потенциально вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – Производственные факторы, связанные с аномальными метеорологическими условиями; – Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; – Производственные факторы, связанные с электрическим током; – Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; – Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; – Повышенный уровень шума; – Пожаровзрывоопасность
3. Экологическая безопасность:	– Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу; – Решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ наиболее вероятных ЧС на месте осуществления проектируемых работ (пожар на рабочем месте) – Решение по предупреждению возможных ЧС и их предотвращению в случае возникновения

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
------------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------

Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			
--------------------------	------------------------------	--	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Шимко Степан Витальевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 110 страниц, 32 рисунка, 21 таблицы, 50 источников.

Ключевые слова: промыслово-геофизические исследования, Северные Бузачи, профиль притока, обсадная колонна, техническое состояние скважины, негерметичность, активная термометрия.

Объектом исследования является эксплуатационная скважина NB332.

Цель работы: выбрать комплекс геофизических методов для оценки технического состояния нефтяной скважины месторождения Северные Бузачи.

В процессе исследования проводились: изучение геологического строения района работ; анализ ранее проведенных геофизических исследований, постановка задач исследований, обоснование объекта исследования, проектирование комплекса геофизических методов. Основные результаты: выполнено обоснование выбранного комплекса методов ГИС для построения профиля притока и оценки технического состояния добывающей нефтяной скважины, а также рассмотрена волоконно-оптическая система активной термометрии.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был рассчитан общий бюджет затрат на научное исследование, который составил 267 429,59 руб.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены возможные вредные и опасные производственные факторы при выполнении геофизических работ. Даны рекомендации по снижению влияния вредных и опасных факторов на человека, предложены мероприятия по охране окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях

ESSAY

The final qualifying work contains 110 pages, 32 drawings, 21 tables, 50 sources.

Key words: field geophysical studies, North Buzachi, inflow profile, casing string, well integrity, leakage, active thermometry.

The object of the study is the production well NB332.

Work objective: to select a set of geophysical to assess the technical condition of the oil well at the North Buzachi field.

In the course of investigations were carried out: study of the geological structure of the area of work; analysis of previously conducted geophysical research, setting research tasks, substantiating the object of research, designing a complex of geophysical methods.

Main results: the justification of the selected set of well logging methods for constructing the inflow profile and assessing the technical condition of the producing oil well, as well as fiber-optic system of active thermometry was considered.

In the section "Financial Management", the total budget for research expenditures was calculated, which amounted to 267 429,59 rubles.

In the section "Social Responsibility", possible harmful and dangerous production factors are considered when performing geophysical work. Recommendations are given to reduce the impact of harmful and dangerous factors on humans, and measures are proposed to protect the environment and safety in emergency situations.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

A-DTS – Active Distributed Temperature Sensing

HPS – Heat Pulse System

АК акустический каротаж

БК – боковой каротаж

ВНК – водонефтяной контакт

ГГК-п – плотностной гамма-гамма каротаж

ГИС – геофизические исследования скважин

ГК – гамма-каротаж

ДМС – добровольное медицинское страхование

ДС – диаметр скважины

ИК – индукционный каротаж

КРС – капитальный ремонт скважин

ЛЭП – линия электропередач

МБК – микробоковой каротаж

МОГТ – метод общей глубинной точки

НГК – нейтронный гамма-каротаж

ННК – нейтрон-нейтронный каротаж

ПГИ – промыслово-геофизические исследования

ПЗ – потенциал-зонд

ПО – программное обеспечение

ППУ – передвижная паровая установка

ПС – метод собственной поляризации

ПУЭ – Правила устройства электроустановок

ТК – трудовой кодекс

УВ – углеводороды

УЭС – удельное электрическое сопротивление

ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	14
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	15
1.1 Географо-экономический очерк	15
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность	16
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	18
2.1 Литолого-стратиграфический разрез	18
2.2 Тектоника	24
2.3 Нефтегазоносность	28
2.4 Фильтрационно-емкостные свойства нефтегазоносных комплексов....	34
2.5 Сейсмогеологическая характеристика	38
3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	42
4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	45
4.1 Задачи геофизических исследований	45
4.2 Обоснование объекта исследований	45
4.3 Физико-технологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.	46
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ	49
5.1 Методика проведения проектных геофизических работ	49
5.2 Интерпретация геофизических данных	52
6 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	57
6.1 Особенности теплообмена	57
6.2 Измерительная система	58
6.3 Результаты экспериментального исследования	62
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	69
7.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	69
7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	69
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений	71
7.2 Планирование исследовательских работ в рамках ВКР	73
7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	73
7.2.2 Определение трудоемкости выполненных работ	74
7.2.3 Разработка графика проведения исследования	75
7.2.4 Бюджет научно-технического исследования	80
7.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	87
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	87
8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	87
8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	88

8.2 Производственная безопасность	89
8.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	90
8.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	95
8.3 Экологическая безопасность.....	101
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	107

ВВЕДЕНИЕ

Уже много лет Мангистауская область является одним из главнейших районов добычи нефти и газа в Казахстане. Здесь добывают порядка одной трети всей нефти Казахстана. На данный момент в Мангистау разработано 59 месторождений. Одним из крупнейших является газонефтяное месторождение Северные Бузачи.

Целью данной выпускной квалификационной работы является выбор комплекса методов для оценки технического состояния добывающей скважины газонефтяного месторождения Северные Бузачи.

К основным задачам можно отнести анализ ранее проведенных геофизических исследований, построение физико-технологической модели и выбор комплекса промыслово-геофизических методов для решения поставленных задач.

Специальная часть работы будет посвящена измерительной волоконно-оптической системе активной термометрии и её возможностям при изучении гидродинамических свойств скважинной среды.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проводится планирование исследовательских работ в рамках ВКР, а также рассчитывается бюджет научного-технического исследования.

В разделе «Социальная ответственность» будут рассмотрены возможные опасные и вредные производственные факторы, а также мероприятия по их устранению. Кроме того, будут рассмотрены распространенные чрезвычайные ситуации и план действий в случае возникновения ситуации такого рода.

3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разрез скважины NB332 является достаточно показательным. В нем встречаются практически все литологические разности, представленные на данном месторождении. Коллекторы представлены песчаниками. В роли покрышек выступают соли.

Комплекс геофизических исследований состоит из методов: гамма-каротаж (ГК), кавернометрия (ДС), метод самопроизвольной поляризации (ПС), индукционный каротаж (ИК), боковой каротаж (БК), микробоковой каротаж (МБК), акустический каротаж (АК), нейтронный гамма-каротаж (ННК) и гамма-гамма-каротаж плотностной (ГГК-п).

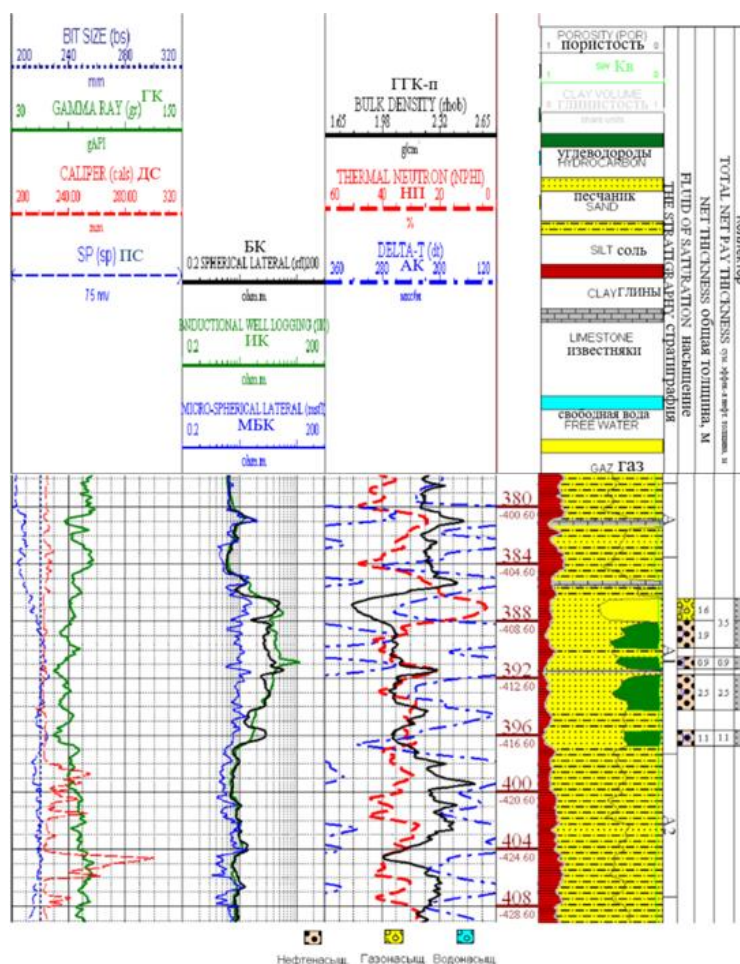


Рисунок 11 – Каротажная диаграмма против продуктивных горизонтов А, А1, А2 месторождения Северные Бузачи

Для данного разреза метод ПС не является эффективным в связи с используемым буровым раствором. Метод потенциалов самопроизвольной

поляризации работает на принципе диффузионно-адсорбционных процессов, которые не происходят на границе растворов из-за применения промывочной жидкости на полимерной основе.

По гамма-каротажу против пласта-коллектора происходит падение радиоактивности. Среднее значение радиоактивности для коллектора составляет 50-70 gAPI, что в переводе к привычной системе, будет примерно 5-7 мкР/ч, и для покрышки – 9-11 мкР/ч (90-110 gAPI). Гамма-каротаж напротив карбонатных пород, характеризуется пониженными значениями 6-7 мкР/ч. Плотность была определена по методу гамма-гамма каротажа плотностного и составляет для коллектора, насыщенного нефтью - 2,05 г/см³, газом – 1,8 г/см³, для покрышки 2,23 г/см³. Небольшие пропластки карбонатных пород характеризуются повышенными значениями и составляют – 2,48 г/см³.

Методы БК, ИК и МБК являются информативными и практически повторяют друг друга. Данные методы характеризуются повышенными значениями сопротивления против пластов коллекторов насыщенных газом либо нефтью, средними против вмещающих пород. Но повышенными значениями характеризуются также и пропластки карбонатных пород. Особенно к ним чувствителен микробоковой каротаж.

Метод АК также является достаточно информативным. Пласты-коллекторы характеризуются пониженными значениями данного метода. Карбонатные породы также, характеризуются пониженными значениями, что связано с трещиноватостью. Повышенные значения против коллектора объясняются наличием тонких пропластков соли.

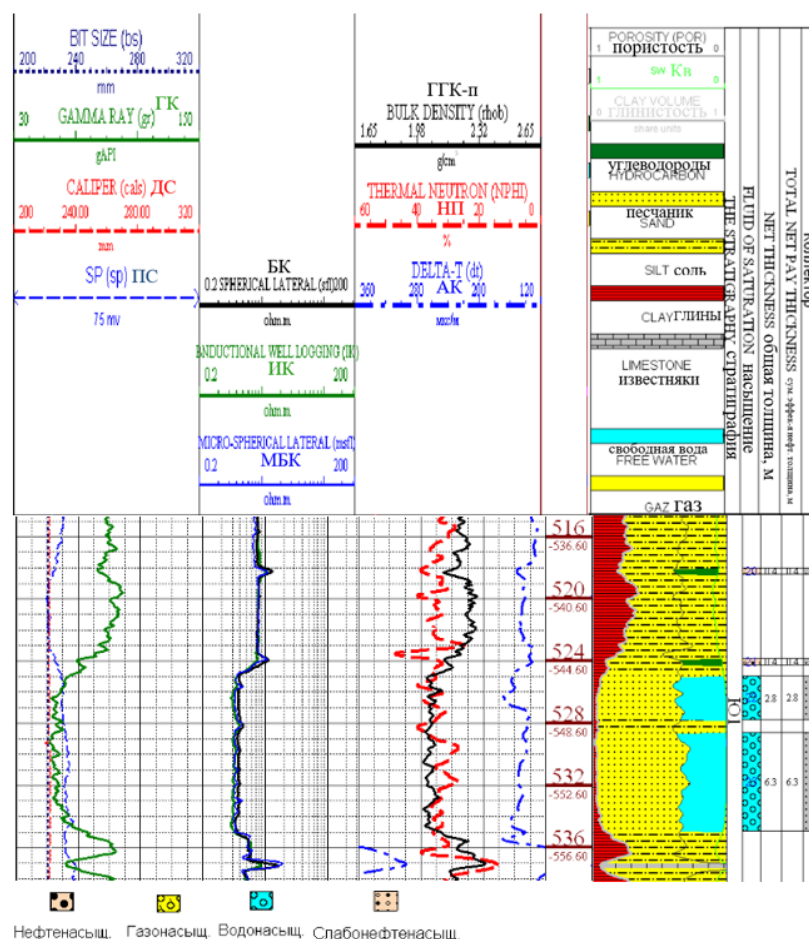


Рисунок 12 – Каротажная диаграмма против продуктивных горизонтов Ю1 месторождения Северные Бузачи

Метод НГК в нашем случае показывает нейтронную пористость в процентах. Данный метод с высокой точностью выделяет газонасыщенные коллекторы, которые отмечаются аномально низкими значениями. Пласты-коллекторы, насыщенные нефтью или водой по данному методу, идентифицируются не так точно и практически не отличаются от покрышек. Таким образом, данный метод будем использовать только для выделения газонасыщенных коллекторов.

Проведенный комплекс методов позволяет достаточно точно произвести литологическое расчленение разреза и будет полезен при дальнейшем использовании.

4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1 Задачи геофизических исследований

Целевое назначение работы – оценка технического состояния скважины.

Главными задачами, выполняемыми в процессе промыслово-геофизических исследований, являются:

- выделение отдающих и поглощающих флюиды интервалов пласта;
- определение состава притока в стволе скважины;
- контроль технического состояния скважины.

4.2 Обоснование объекта исследований

В процессе эксплуатации действующего фонда всех категорий скважин возникает необходимость постоянного контроля технического состояния скважины и ее оборудования (определение целостности эксплуатационной колонны и НКТ, герметичность цементного моста, определение мест поглощения в открытом стволе и в колонне, определение толщины труб и т.д.).

Проектируемый комплекс методов, направленный на оценку технического состояния ствола скважины будет проводиться в действующей добывающей скважине NB332 (рис.13). Скважина была выбрана на основании ранее проведенного в ней капитального ремонта. Из чего следует, что в данном случае проектируемый комплекс промыслово-геофизических исследований будет выступать в роли контроля проведенного КРС.

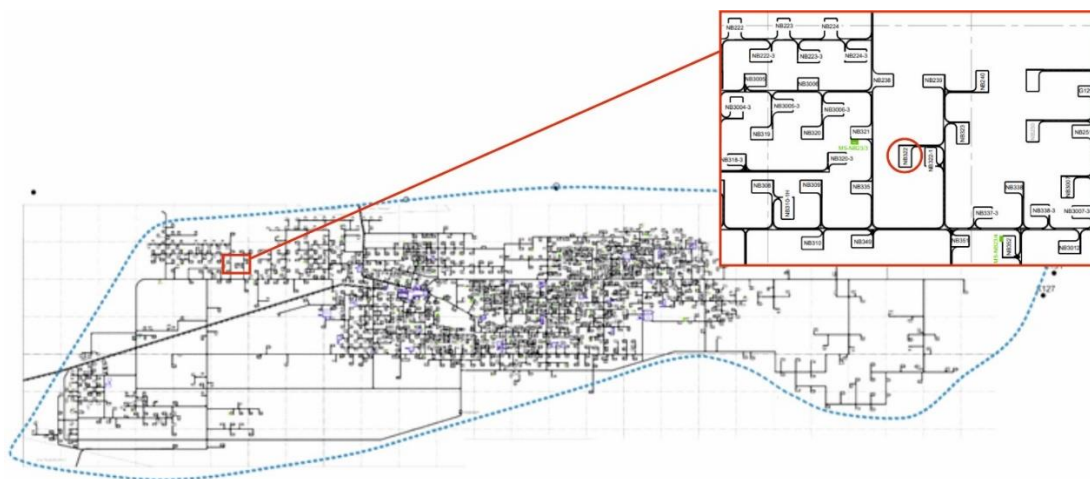


Рисунок 13 – Расположение скважины NB332 на структурной карте месторождения Северные Бузачи

4.3 Физико-технологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.

Построение физико-технологической модели дает возможность наглядно рассмотреть варианты и определиться с наиболее подходящим комплексом методов для решения актуальных задач наиболее эффективно.

Для выполнения поставленных задач на проектной скважине, были предложены следующие методы:

- Термометрия;
- Расходометрия;
- Влагометрия;
- Локатор муфт;
- Шумометрия;
- Резистивиметрия.

Термометрия является одним из основных методов в комплексе проектируемых исследований, поскольку любое изменение режима работы скважины отмечается изменением температуры. Данный метод основан на измерении температуры бурового раствора и решает практически весь спектр поставленных в проекте задач, а так же, задач контроля за разработкой в целом: выделения интервалов притока (приемистости), заколонных циркуляций, интервалов обводнения, определения мест негерметичности

обсадной колонны и др. [13].

Расходометрия применяется для определения интервалов притока (приемистости), распределения общего дебита или расхода по отдельным пластам, оценки профиля притока или приемистости пластов по отдельным интервалам и выявления мест негерметичности обсадной колонны [14].

Влагометрия применяется для изучения состава флюидов в скважине по величине их диэлектрической проницаемости. Принцип работы основан на измерении различия величин диэлектрической проницаемости воды и нефти. Проницаемость воды варьируется в интервале от 50 до 80, нефти равна 2-3, что дает возможность разделять эти среды и оценивать их содержание в смеси [14].

Локатор муфт состоит из двух постоянных магнитов, которые разделены измерительной катушкой на стальном сердечнике. Устройство используется для привязки кривых ПГИ по глубине, а также для выделения положения воронки НКТ и интервалов перфорации и тд. [15].

Шумометрия основана на регистрации акустических шумов, возникающих при движении жидкости или газа в пласте или через сквозные нарушения в конструкции скважины. Метод используется для контроля технического состояния скважины, определения отдающих и принимающих интервалов пласта, изучения гидродинамических параметров пласта [14].

Резистивиметрия основана на измерении удельного электрического сопротивления или проводимости водонефтяной смеси. Данный метод используется для выявления интервалов притока флюида в скважину. Резистивиметрия особенно чувствительна к слабым притокам нефти при высоком содержании воды в колонне и к изменению минерализации воды [14].

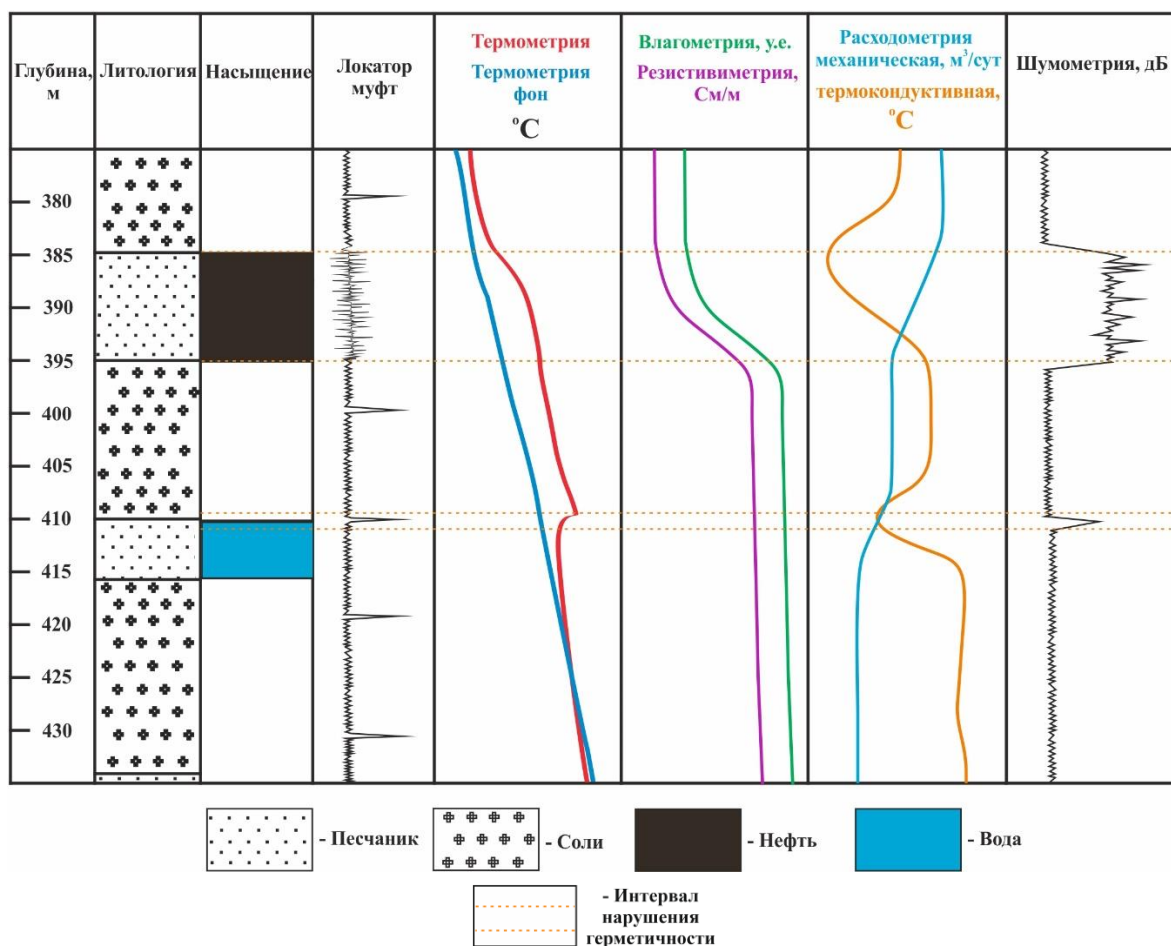


Рисунок 14 – Физико-техническая модель

На построенной модели (рис. 14) можем заметить, что на кривых термометрии интервал нарушения герметичности колонны на глубине 410 м выражен положительной аномалией в связи с возникновением дроссельного эффекта, напротив продуктивного пласта заметно калориметрическое смешивание. По показаниям влагометрии и резистивиметрии продуктивный нефтяной пласт отмечается пониженными значениями, это происходит за счет низких показаний диэлектрической проницаемости и удельной электрической проводимости нефти. Интервалы притока выделяются положительными аномалиями кривых механической расходометрии. На показаниях термокондуктивной расходометрии интервалы притока отличаются отрицательными аномалиями в связи с изменением сопротивления датчика, охлажденного набегающим потоком. Кроме того, интервалы притока можно выделить по показаниям шумометрии, которая регистрирует акустические шумы, производимые при движении жидкости.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1 Методика проведения проектных геофизических работ

Исследования будут проводиться с использованием каротажной станции на базе каротажного регистратора «Вулкан V3». Предназначением данной станции является предварительная обработка сигналов скважинных приборов и преобразование их в цифровой вид [16]. Станция имеет набор типичных функциональных блоков. Сигнал по USB-кабелю поступает непосредственно в персональный компьютер. Каротажная станция имеет следующий комплект дополнительного оборудования:

- модемное передающее устройство – для своевременной передачи информации в пункты обработки диаграмм;
- термоплоттер – для вывода каротажных диаграмм на бумажный носитель;
- блок бесперебойного питания – для предотвращения потери данных при непредвиденном отключении электроэнергии.



Рисунок 15 – Цифровой каротажный регистратор «Вулкан V3»

Для проведения спускоподъемных операций на геофизическом кабеле при осуществлении геофизических исследований применяется подъемник

ПКС-5М, (установленный на шасси КамАЗ-4326), блок-баланс и геофизический кабель.

Информация через жилы геофизического кабеля, подключенного к коллектору, поступает прямо в лабораторию. Коллектор соединяет геофизический кабель, находящийся на вращающемся барабане лебедки к неподвижным жилам, идущим в лабораторию.



Рисунок 16 – Подъемник ПКС-5М [17]

Блок-баланс состоит из двух роликов: верхний и нижний (мерный). Нижний ролик используется для измерения длины кабеля, спускаемого в скважину. Геофизический кабель не реже одного раза в квартал промеряют на специальном устройстве с установкой магнитных меток через каждые 10 метров. Из наземного оборудования станция оборудована датчиком натяжения, фиксирующим натяжение кабеля на верхнем (направляющем) ролике.

Для выполнения поставленных задач принято решение использовать комплексный скважинный прибор АГАТ-КСА-К9-120/60 (рис.17).



Рисунок 17 – Аппаратура комплексная скважинная АГАТ-КСА-К9-120/60 [18]

Данная аппаратура используется для проведения геофизических исследований при контроле за разработкой нефтяных и газовых скважин. Для удобства эксплуатации комплекс сконструирован в модульном исполнении и содержит: базовый модуль, модуль расходомера малого диаметра, модуля полнопроходного расходомера «Гранат-Р», модуля резистивиметра.

Базовый модуль может использоваться самостоятельно и состоит из датчиков давления, температуры, влажности, индикаторов потока, гидроакустического датчика, ГК и локатора муфт. Данная скважинная аппаратура обладает телесистемой, представляющую собой 15-канальную программно-управляемую систему с передачей информации в виде кодоимпульсной модуляции, позволяющей значительно повысить скорость каротажа. Привязка по глубине происходит при использовании (мерного) ролика и корректировке по данным локатора муфт и ГК.

Таблица 3 – Основные параметры и технические характеристики скважинной аппаратуры АГАТ-КСА-К9-120/60 [18]

Общие требования к аппаратуре	
Номинальное постоянное питающее напряжение, В	30 ±1
Время установления рабочего режима аппаратуры, не более, минут	30
Средний срок службы до списания, не менее, лет	5
Диаметр со сложенными рычагами расходомера Гранат-Р, не более, мм	38
Диаметр с раскрытыми рычагами расходомера Гранат-Р, не более, мм	130
Длина аппаратуры в полном сборе, мм	2780
Масса, кг	15
Основные параметры и технические характеристики базового модуля	
Диапазон измерения температуры, °С	от +0 до +120
Диапазон индикации радиального притока воды в колонне диаметром 150 мм, м ³ /ч	от 0,1 до 10
Диапазон измерения давления, МПа	от 0 до 60
Диапазон индикации влагосодержания, %	от 0 до 100
Динамический диапазон индикации шума, не менее, дБ	50
Основные параметры и технические характеристики приставок к базовому модулю	
Диапазон измерения расхода в колонне 130 мм, м ³ /ч	от 1,5 до 100
Диапазон частот выходного сигнала, Гц	от 0,1 до 60
Диапазон измерения удельной электропроводности, См/м	от 0,1 до 30

Все исследования планируется проводить скважинной аппаратурой АГАТ-КСА-К9-120/60. Ниже, в таблице 4, приведена методика проведения методов.

Таблица 4 – Нормативные правила записи

Метод	Масштаб записи	Скорость записи, м/ч
Механическая расходометрия	1:200	500, 800, 1100
Термокондуктивная расходометрия	1:200	500
Термометрия	1:200	500
Резистивиметрия	1:200	500
Влагометрия	1:200	500
Шумометрия	1:200	500
Магнитный локатор муфт	1:200	500

5.2 Интерпретация геофизических данных

Интерпретация полученных геофизических данных ПГИ проводится в программе GeoPoisk. Основным расширением файлов для работы в данной программе является формат LAS.

Перед началом интерпретации осуществляется привязка по глубине с помощью данных локатора муфт. Профиль притока определяется по данным термометрии, расходометрии, влагометрии и резистивиметрии [19].

Сначала определяется сам профиль притока, производится оценка дебита интервалов перфорации, состава флюида, поступающего в скважину.

Для того, чтобы построить профиль притока необходимо понять технологию интерпретации механической расходометрии. Данная технология осуществляется в три этапа [20]:

1. Определение приемистости по данным расходометрии;
2. Расчет суммарного дебита;
3. Построение профиля притока.

После завершения процесса загрузки данных по скважине, а также выбора интервала и ввода значений РГД в зависимости от скорости спуска/подъема и значений расходометрии строится график линейной регрессии. Данный график строится по данным нескольких замеров на разных скоростях спуска/подъема.

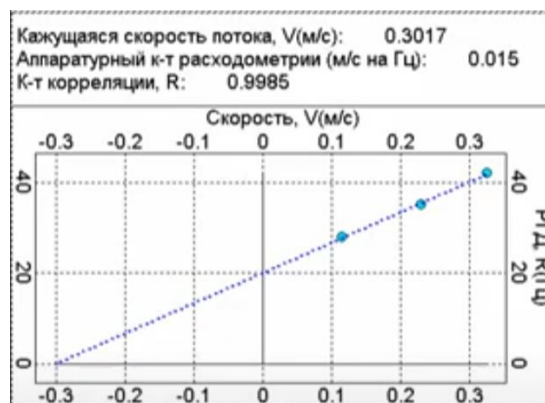


Рисунок 18– График линейной регрессии

По данному графику мы получаем два важных параметра – кажущуюся скорость потока и аппаратурный коэффициент расходомерии.

Для расчета суммарного дебита по данным РГД необходимо ввести параметры расчета. Выбрать характер притока (газы либо жидкость). Загрузить данные кажущейся скорости и аппаратурного коэффициента. Для сохранения рассчитанного дебита необходимо нажать кнопку «Записать в базу».

Скважина: 10000 / Расходомерия (Г)

Номер (дата) испытания: [] Создать испытание

Характер притока: жидкость

Интервал обработки: Кровля (н): 2850 Подогрев (н): 2979

Аппаратурный к-т расходомерии: 0.015 м/с на Гц

Кажущаяся скорость потока: 0.3017 м/с

Фактическая скорость потока: 0.3017 м/с

Средняя температура: [] град из кривой [] град

Давление в кровле: [] МПа

Среднее давление: [] МПа из кривой [] МПа

Давление в подогриве: [] МПа

Внутренний диаметр: 0.146 н

Диаметр прибора: 0 н

Поправка за вязкость: 1

Дебит: 436.39 м3/сут

Отчет: TXT HTML

Записать в базу

Подготовка отчета для WORD

Преобразование единиц

Единицы измерения

Выход

Рисунок 19 – Пример диалогового окна «Расходомерия на скоростях»

Отчет можно подготовить в форматах TXT и HTML.

Для построения профиля притока выбираем режим построения профиля притока. В появившемся окне «расходомерия на скоростях (профиль притока)» необходимо выбрать кривую РГД.

Далее на выбранной кривой выделяем интервалы притока и, при необходимости, смещается прямая вертикальная линия притока на стабильных участках (рис.20).

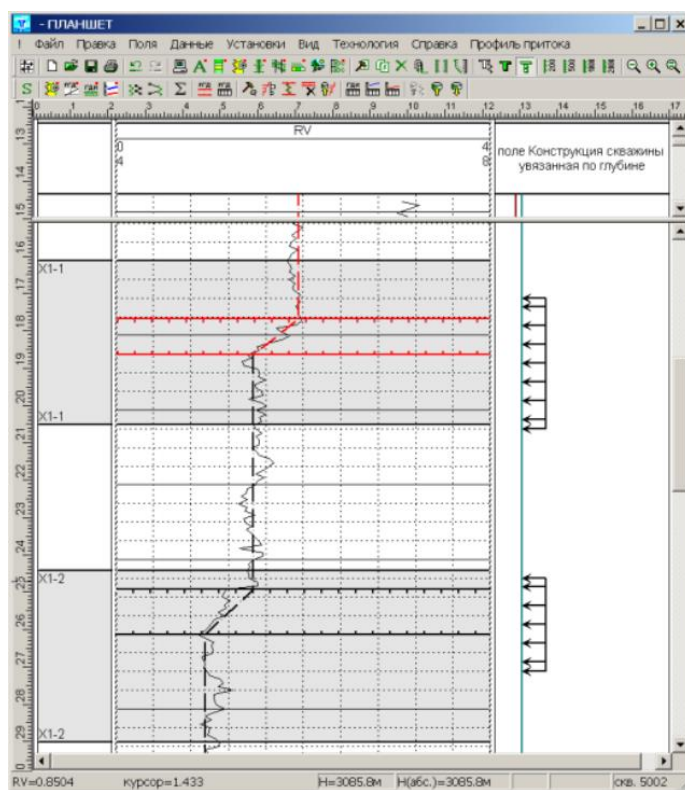


Рисунок 20 – Построение профиля притока

Для расчета параметров притока в диалоговом окне «Расходомерия на скоростях (профиль притока)» жмем кнопку «настроить по расходомерии» - в автоматическом режиме введутся значения аппаратного коэффициента, общего дебита и тд. Далее жмём «ОК» и можем получить отчет в нескольких форматах на выбор.

Плат	Интервал перфорации	Работный интервал	Работная толщина (абс.)	Дебит	Дебит	Удельный дебит	Крб толщины
	м	м	м	м³/сут	%	м³/сут/м	
X1-1	Σ=4.10 м		3.00	385.3	30.6	128.4	0.73
	2897.00-2899.00	2897.10-2898.60	1.50	135.6	10.8	90.37	0.75
			1.50	135.6	10.8	90.37	
	2899.90-2902.00		1.50	249.7	19.8	166.5	0.71
		2900.20-2901.70	1.50	249.7	19.8	166.5	
X1-2	Σ=8.60 м		3.90	350.0	27.8	89.73	0.45
	2908.50-2913.00		1.60	170.1	13.5	106.3	0.36
		2909.50-2911.10	1.60	170.1	13.5	106.3	
	2915.50-2919.60		2.30	179.9	14.3	78.2	0.56
		2916.50-2918.80	2.30	179.9	14.3	78.2	
X1-3	Σ=7.20 м		3.30	523.1	41.6	158.5	0.46
	2924.90-2929.00		1.40	238.7	19.0	170.5	0.34
		2925.40-2926.80	1.40	238.7	19.0	170.5	
	2930.40-2933.50		1.90	284.4	22.6	149.7	0.61
		2930.20-2932.30	2.10	284.4	22.6	135.4	

Рисунок 21 – Пример отчета по расчету параметров профиля притока

Использование термометрии для выявления зон негерметичности труб обсадной колонны основывается на разнице температур жидкости,

заполняющего скважину, и поступающей пластового флюида. В интервале нарушения герметичности трубы обсадной колонны заметно резкое изменение показаний термометрии. В случае, если интервал притока и очаг обводнения не сходятся по глубине, то из-за дефектов цементационного раствора вода перетекает по затрубному пространству и далее через нарушение обсадной колонны или интервал перфорации попадает в скважину. В подобном случае, в целях предотвращения обводнения, необходимо выявить не только участок притока, но и установить очаг обводнения, т.е. выявить интервал передвижения воды в затрубном пространстве. Решить данную задачу, можно используя данные термометрии.

При установившемся режиме скважины циркулирующие в затрубном пространстве снизу вверх и обладающие более высокой температурой воды нагревают интервал обсадной колонны по ходу своего движения, и на кривой температур наблюдается «ступенька» - резкое уменьшение значений против кровли поглощающего горизонта (рис. 22, а); при затрубном движении в направлении сверху вниз, напротив, происходит охлаждение соответствующего интервала труб обсадной колонны и наблюдается резкое увеличение показаний термограммы на подошве поглощающего горизонта (рис. 22, б).

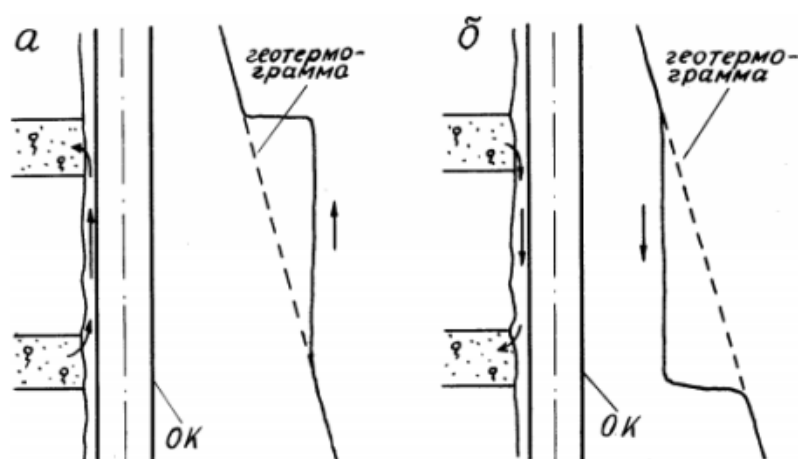


Рисунок 22 – Определение затрубных перетоков в скважине по показаниям термометрии при установившемся режиме:

а- движение снизу вверх; б – движение сверху вниз

В случае неустановившегося режима, когда температура потока отличается от температуры вмещающих пород, возможно несколько вариантов соотношения термограммы и геотермы. Во всех случаях отдающим флюид интервалом будет являться интервал, который сильнее отличается от геотермы. А границы поглощающих и отдающих интервалов определяются по местам резкого изменения показаний термограммы.

По показаниям влагометрии и резистивиметрии вода будет выделяться высокими показаниями, а нефть наоборот - низкими.

По результатам интерпретации шумометрии можно выявлять нарушения целостности труб обсадной колонны, обнаруживать интервалы затрубных перетоков и решать ряд других задач, возникающих в процессе контроля за разработкой скважин.

Метод шумометрии измеряет геоакустические шумы, частота которых определяется типом флюида. Таким образом, при движении воды возникают шумы, имеющие частоту в интервале от 0,1 до 0,5 кГц, при движении нефти – от 1 до 1,5 кГц, при движении чистого газа возникают шумы в диапазоне от 0,3 до 4,5 кГц, нефти с высоким содержанием газа – от 0,5 до 4,5 кГц (рис.23).

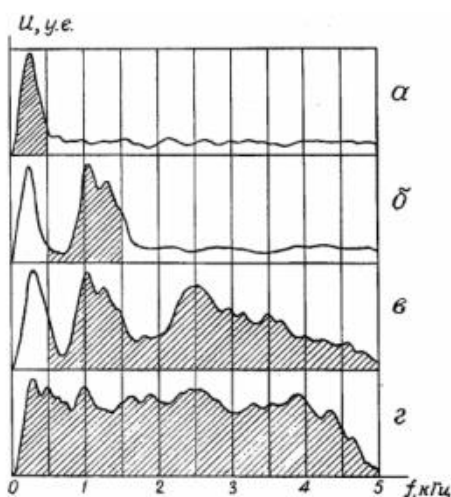


Рисунок 23 – Амплитудно-частотные спектры геоакустических шумов при насыщении коллекторов:

а- водой; б – нефтью; в – нефтью с высоким содержанием газа; г - газом

6 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Волоконно-оптическая система активной термометрии

Применение геофизических кабелей с оптическими волокнами при заканчивании и освоении скважин на нефтяных месторождениях обеспечивает достижение долгосрочной выгоды. Волоконно-оптический мониторинг предоставляет возможность получения информации о работе пластов и подземного оборудования, способствует сокращению мобилизации доли ресурсов посредством исключения части технологических операций, останавливающих процесс добычи [22]. Однако следует заметить, что успех в реализации той или иной технологии зависит от степени сложности изучаемого объекта. В конкретном случае под сложностью объекта подразумевается возможность распознавать локальные (скрытые) температурные аномалии в регистрируемом поле. Зачастую процесс формирования скрытых аномалий в пласте, а следовательно, и в стволе скважины обусловлен проявлением термодинамических эффектов [21, 27, 28]. В подобных случаях информативность термометрии снижается. В связи с этим возникает необходимость в привлечении дополнительных инструментов для локализации работающих интервалов и изучения их гидродинамических свойств. Одним из возможных вариантов решения проблемы может служить активная термометрия [26], а также подход, реализованный по принципу действия, схожему с термокондуктивной дебитометрией. В широком смысле под термином «активная термометрия» понимается совокупность разновидностей геофизических исследований, основанных на изучении поведения искусственно созданных температурных полей в подвижных средах. Описываемый ниже метод изучения скрытых аномалий обладает принципиальными преимуществами, связанными с особенностями процесса теплообмена в скважине.

6.1 Особенности теплообмена

Как известно, термокондуктивные дебитометры работают по принципу термоанемометра. В поток скважинной жидкости помещается элемент

(спираль), нагреваемый стабилизированным током до температуры (T_H), превышающей температуру окружающей его среды (T_C). Этот же нагревательный элемент является датчиком температуры. Поток флюида (Q) охлаждает спираль, изменяя тем самым ее активное сопротивление. Скорость остывания датчика изменяется в зависимости от значения расхода (V) охлаждающего его флюида [24].

В настоящее время существует множество разработок, действие которых основано на вышеупомянутом принципе. Одним из таких примеров является система A-DTS (Active Distributed Temperature Sensing) компании «Silixa». Основу системы составляют кабель с оптическими волокнами, электрическими проводниками и блок импульсного нагрева кабеля HPS (Heat Pulse System). Данная система обладает ограничениями по глубине. Связано это с тем, что предельная длина нагревательной линии составляет 1000 м, а это не позволяет с ее помощью проводить исследования в большинстве нефтяных скважин. К тому же для работы системы требуется мощный источник питания (600 Вт), а удлинение линии вызовет необходимость повышать напряжение. Вариант системы активной термометрии, рассматриваемый в данном исследовании, имеет сходство с последним (A-DTS), однако обладает преимуществами, связанными с упрощенным способом нагрева геофизического кабеля и возможностью исследования глубокозалегающих пластов.

6.2 Измерительная система

Как упоминалось выше, основу измерительной системы составляет геофизический кабель, включающий в себя нагревательный и измерительный элементы. Роль нагревательного элемента в разрабатываемой системе выполняет комбинированная токопроводящая жила, а измерительного – оптическое волокно. В общих чертах система работает следующим образом: по жиле геофизического кабеля подается напряжение, необходимое для разогрева изделия до температуры, превышающей температуру окружающей среды. Контроль процесса нагрева осуществляется при помощи волоконно-

оптического распределенного датчика температуры. При достижении оптимального перегрева источник тока выключается и одновременно начинается регистрация процесса остывания кабеля. Как упоминалось ранее, в связи с тем, что скорость остывания тела напрямую зависит от скорости (интенсивности) и направления потока флюидов, появляется возможность для изучения гидродинамических свойств работающих продуктивных интервалов.

В качестве материала для токопроводящих жил в геофизических кабелях обычно используются медь и алюминий. Удельные электрические сопротивления (УЭС) данных материалов относительно малы (0,017 и 0,028 Ом·м соответственно), из-за чего они подходят для работы с большими токами. Согласно закону Джоуля–Ленца, добиться оперативного перегрева подобных жил без привлечения мощных источников питания невозможно. Поэтому в качестве нагревательного элемента необходимо использовать проводник иного рода.

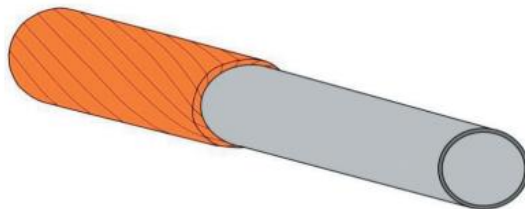


Рисунок 24 – Вид комбинированной жилы [49]

Использование в качестве материала для токопроводящей жилы нержавеющей стали (0,87 Ом·м) в форме трубки упрощает задачу выработки необходимой теплоты, но в связи с тем, что это значительно повышает сопротивление цепи, длина проводника из нержавеющей стали ограничивается до размеров продуктивных пластов (ориентировочно до 150 м). Таким образом, в целом кабельная жила представляет собой неоднородный проводник (рис. 25), основу которого составляет медь, переходящая в сталь и обратно в медь.

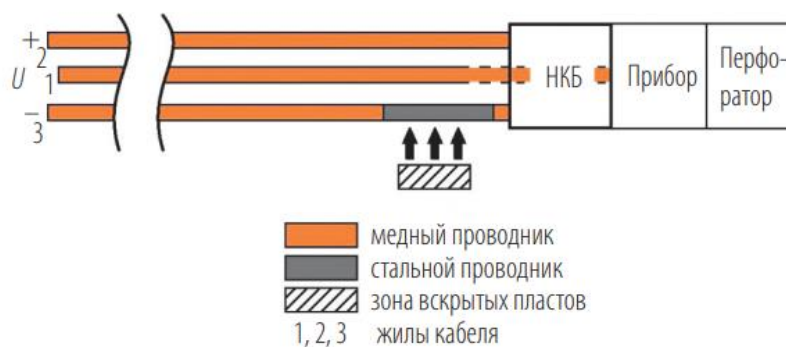


Рисунок 25 – Схема работы стального проводника в составе трехжильного кабеля [49]

Выбор оптимального сечения и длины медной и стальной частей жилы зависит от поставленных задач: минимизировать электрические потери и добиться отдачи тепла, достаточной для эффективной работы нагревательного элемента. Опорным источником информации для выполнения обеих задач служат «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ). Посредством аппроксимации данных по УЭС были определены приближенные значения предельных токов для различных проводников (табл. 5). Сопротивление алюминия не принималось в расчет из-за завышения значений по предельному току [25]. Для нержавеющей стали имеем:

$$I_c = \frac{\rho_m}{\rho_c} I_m, \quad (1)$$

где I_m, I_c – предельная сила тока для меди и стали соответственно, А;
 ρ_m, ρ_c – УЭС меди и стали соответственно, Ом·м.

Таблица 5 – Значения предельных токов для проводников различных сечений

Медь		Алюминий		Сталь	
$\rho = 0,0175 \text{ Ом}\cdot\text{м}$		$\rho = 0,028 \text{ Ом}\cdot\text{м}$		$\rho = 0,87 \text{ Ом}\cdot\text{м}$	
$S, \text{ мм}^2$	$I, \text{ А}$	$S, \text{ мм}^2$	$I, \text{ А}$	$S, \text{ мм}^2$	$I, \text{ А}$
0,5	11	0,5	8,4	0,5	0,2
0,75	15	0,75	11,4	0,75	0,3
1	17	1	12,9	1	0,3
1,2	20	1,2	15,2	1,2	0,4
1,5	23	1,5	17,5	1,5	0,5
2,5	30	2,5	23	2,5	0,6
4	41	4	31	4	0,8
6	50	6	38	6	1,0
10	80	10	60	10	1,6

Площадь поперечного сечения стандартных трубок из нержавеющей стали, используемых для изготовления геофизических кабелей в качестве носителей оптических волокон либо капиллярных каналов, составляет около 1 мм². Для сохранения гибкости геофизического кабеля не следует использовать стальные трубки с большим поперечным сечением. Регулировку длины нагревательного элемента необходимо производить за счет изменения геометрических параметров медного проводника. Площадь его сечения выбирается максимальной, в зависимости от глубины спуска кабеля и установленной длины зоны исследования. При этом необходимо, чтобы в сети при подаче части напряжения оставался запас тока ($I_{\text{зап}}$) для дополнительного разогрева кабеля. Это обусловлено тем, что в стволе скважины перегрев частично устраняется охлаждающим действием жидкости. Максимальное значение тока равно:

$$I_{\text{max}} = I_{\text{у.н.нс}} + I_{\text{зап}} = U / (R_{\text{нс}} + R_{\text{м}}) \quad (2)$$

где I_{max} – максимальная сила тока в цепи, А;

$I_{\text{у.н.нс}}$ – предельная сила тока, установленная нормами для проводника из нержавеющей стали, А;

$I_{\text{зап}}$ – номинальный запас по силе тока для дополнительного разогрева, А;

U – подаваемое напряжение, В;

$R_{\text{нс}}$ – сопротивление нержавеющей стали (нагревательного элемента), Ом;

$R_{\text{м}}$ – сопротивление меди, Ом.

Номинальный запас по силе тока также зависит от условий разреза, в котором эксплуатируется система. В связи с тем, что значение нормированного перегрева уменьшается с повышением температуры среды, эффективность действия системы, например, в Пермском Прикамье (40 °С на забое) и в Западной Сибири (120 °С на забое), будет существенно различаться.

$$\tau_i = \tau_{\text{жи}} - \tau_{\text{срi}} \quad (3)$$

где i – условия эксплуатации;
 τ_i – перегрев проводника, °C;
 t_{ji} – температура жилы, °C;
 t_{cpi} – температура среды, °C.

Перегрев является величиной, показывающей разность между температурами источника (жилы) и среды. Перегрев может быть как нормированным, так и ненормированным. Нормированный перегрев устанавливается при эксплуатации проводников по нормам правил условий эксплуатации (ПУЭ) и для каждого типа изоляции проводника имеет определенное значение. Ненормированный перегрев устанавливается при превышении норм согласно пропорции, исходя из текущего значения силы тока:

$$I_{y.n.} \cdot \tau_{y.n.} = I_{тек} \cdot \tau_{тек}; \quad (4)$$

где $I_{y.n.}$, $I_{тек}$ – сила тока, установленная нормами и текущая соответственно, А;

$\tau_{y.n.}$, $\tau_{тек}$ – перегрев жилы, установленный нормами и текущий, °C [23].

6.3 Результаты экспериментального исследования

Для подтверждения работоспособности кабельной системы был проведен эксперимент. В испытаниях использовались модели геофизического кабеля, состоящие из полиэтиленовой изоляции, трубки из нержавеющей стали сечением 1 мм² и из оптических волокон, расположенных параллельно друг другу. Модели кабеля помещались в специальную установку (рис. 26), имитирующую скважинные условия, представляющую цилиндрический металлический сосуд с двумя фланцами, в которых находятся сквозные герметизируемые отверстия для пропуска кабеля. В каждом из фланцев присутствуют также циркуляционные клапаны (КП1 и КП2), моделирующие при совместной работе основной поток жидкости в скважине. В средней части установки присутствует третий

клапан (КПЗ), предназначенный для имитации локального потока и оснащенный датчиком расхода жидкости. Измерения по оптическому волокну произведены при помощи станции Silixa Ultima. Подача напряжения на стальную трубку осуществлялась через однофазный трансформатор. Цель эксперимента состояла в подтверждении возможностей системы измерений распознавать локальные потоки жидких флюидов и дифференцировать их по значению расхода.

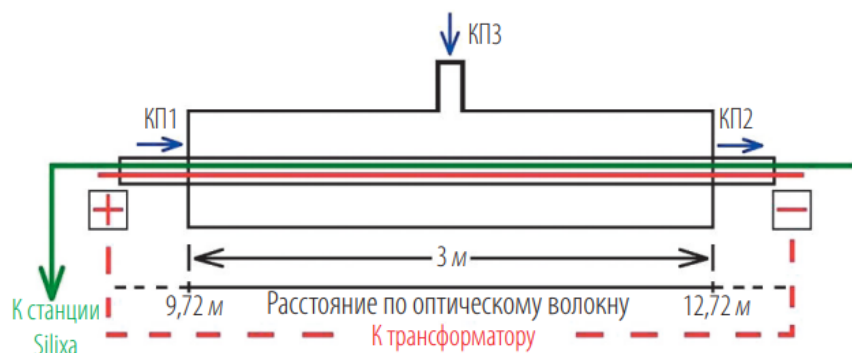


Рисунок 26 – Схема экспериментальной установки [49]

В ходе эксперимента модели кабелей предварительно помещались в установку, фланцы с отверстиями герметизировались. Установка полностью заполнялась жидкостью. После этого клапан КП1 переводился на минимальный режим притока, полностью открывался клапан оттока (КП2) для совместной имитации основного скважинного потока. Расход жидкости через клапан локального потока (КПЗ) регулировался в пределах от 0 до 0,51 м³ /ч (4 серии измерений). После установки определенного значения расхода на нагревательный элемент через трансформатор подавалось напряжение для нагрева кабеля до температуры, превышающей температуру среды на 10–15 °С. По достижении необходимого перегрева источник тока выключался, и производилась регистрация температуры кабеля по оптоволокну в динамике (табл. 6). При возврате к исходной температуре испытания повторялись со следующим значением расхода жидкости. На рис. 27–30 представлены термограммы эксперимента, полученные во всех сериях измерений. Регистрация произведена с интервалом в 30 с, последовательность кривых обозначена цветом: чем позже записана кривая, тем она светлее.

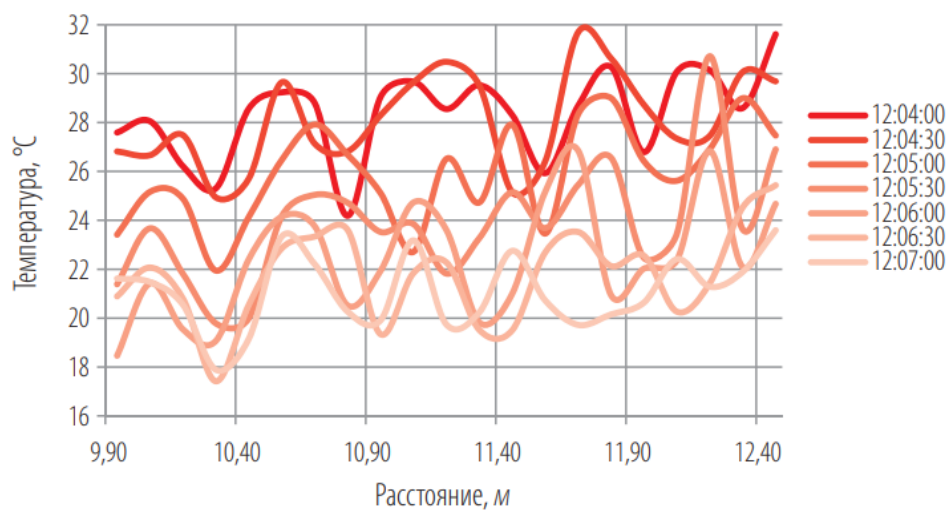


Рисунок 27 – Термограммы остывания кабеля при расходе 0 м³/ч [49]

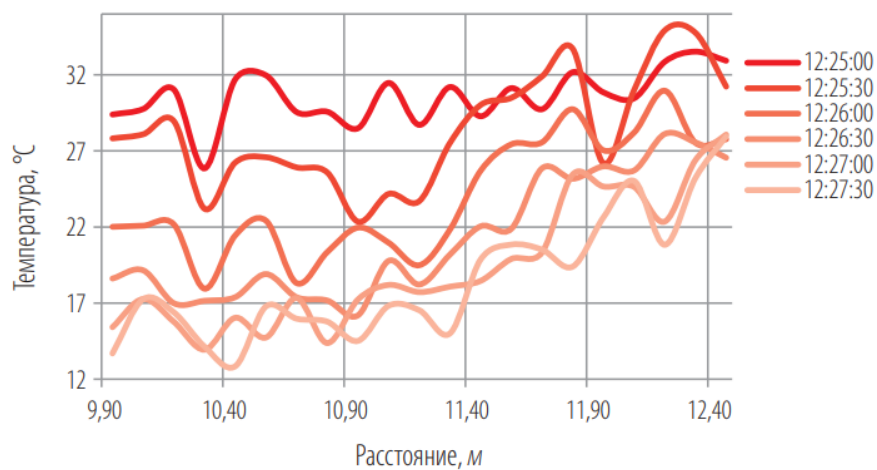


Рисунок 28 – Термограммы остывания кабеля при расходе 0,51 м³/ч [49]

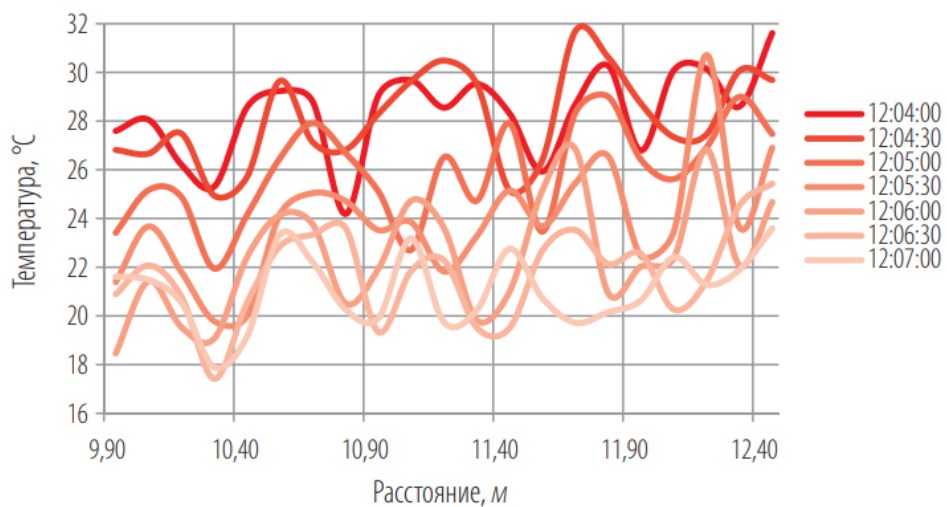


Рисунок 29 – Термограммы остывания кабеля при расходе 0,25 м³/ч [49]

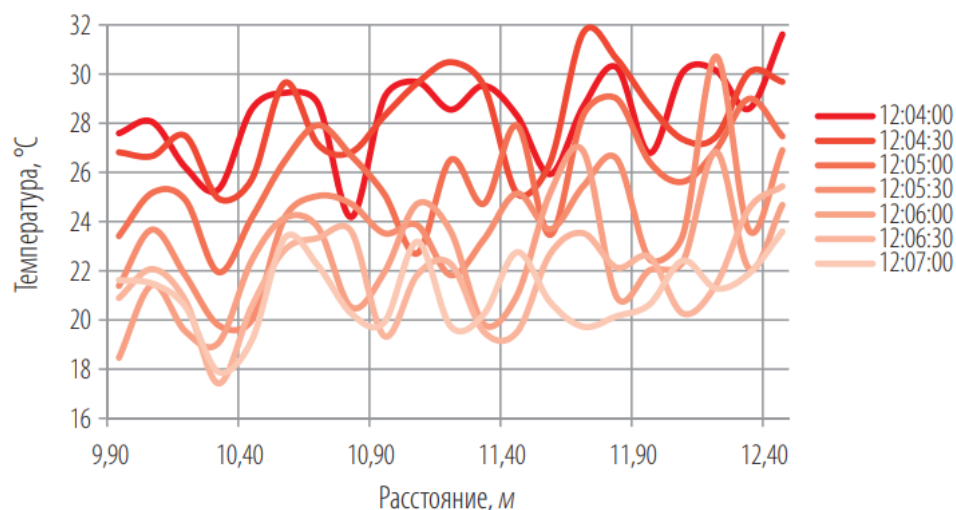


Рисунок 30 – Термограммы остывания кабеля при расходе $0,13 \text{ м}^3/\text{ч}$ [49]

Выбранное время осреднения и наблюдения с помощью станции Silixa Ultima в 30 с обеспечивает возможность фиксирования остывания кабеля с приемлемой выборкой значений. Диапазон осреднения скоростей остывания кабеля выбран с момента снятия напряжения до потери избыточного тепла. По завершении эксперимента построен график (рис. 31) и установлена корреляционная зависимость скорости остывания кабеля от расхода жидкости.

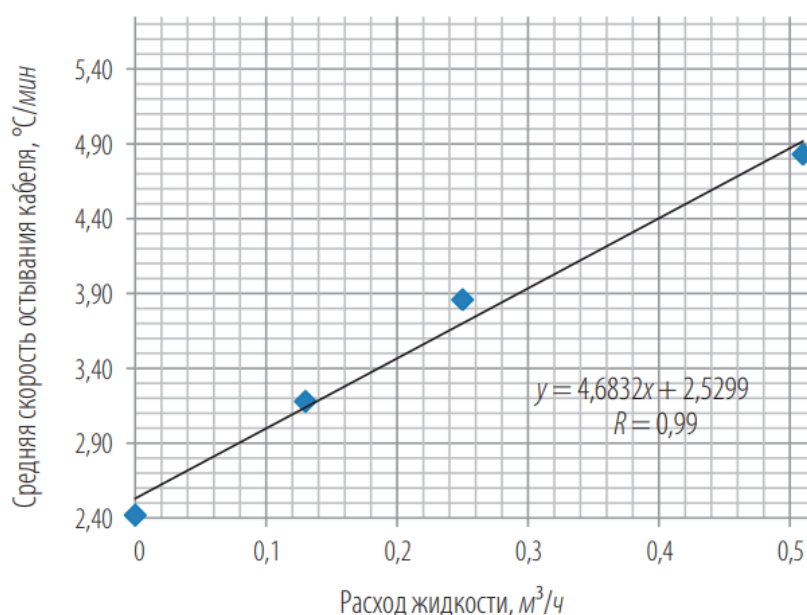


Рисунок 31 – Зависимость средней скорости остывания кабеля от расхода жидкости [49]

Помимо достижения поставленной цели, в ходе испытаний выработаны первичные рекомендации относительно структурной организации элементов геофизического кабеля, рассмотренной ниже.

В описываемом эксперименте участвовали две модели кабеля (рис. 32). В первой модели оптическое волокно (измеритель) находилось внутри стальной трубки (нагревателя), покрытой полимерной изоляцией. Во время исследования, как при отсутствии расхода, так и при его наличии, выявить разницу в средней скорости остывания не удалось. Связано это с тем, что сталь обладает хорошими показателями теплопередачи и стремительно остывает. Отсутствие результата вызвало необходимость изменить положение оптического волокна и структуру кабеля. Роль остывающего материала выполнило вещество с более низкой теплопроводностью. Во второй модели оптическое волокно было размещено на удалении от стальной трубки и заключено в слой полимерной изоляции. Кроме того, «отстраненное» оптическое волокно располагалось в носителе не из металла, а из полимеров. Данное решение привело к получению закономерных удовлетворительных результатов (табл. 6).

Таблица 6 – Данные эксперимента

Расход 0 м³/ч			Расход 0,13 м³/ч		
Средняя температура, °C	Время	Скорость остывания, °C/мин	Средняя температура, °C	Время	Скорость остывания, °C/мин
28,34	12:04:00	–	30,77	13:50:00	–
28,11	12:04:30	0,47	30,43	13:50:30	0,33
25,90	12:05:00	4,42	28,22	13:51:00	3,93
23,86	12:05:30	4,08	24,49	13:51:30	5,53
22,45	12:06:00	2,83	21,33	13:52:00	3,66
21,74	12:06:30	1,41	19,30	13:52:30	2,44
21,08	12:07:00	1,32	–	–	–
Средняя скорость остывания, °C/мин		2,42	Средняя скорость остывания, °C/мин		3,18
Расход 0,25 м³/ч			Расход 0,51 м³/ч		
Средняя температура, °C	Время	Скорость остывания, °C/мин	Средняя температура, °C	Время	Скорость остывания, °C/мин
25,34	12:45:00	–	30,55	12:25:00	–
24,12	12:45:30	2,45	28,30	12:25:30	4,51
22,55	12:46:00	3,14	23,95	12:26:00	8,70
19,26	12:46:30	6,57	21,24	12:26:30	5,43
17,63	12:47:00	3,28	19,35	12:27:00	3,78
–	–	–	18,48	12:27:30	1,74
Средняя скорость остывания, °C/мин		3,86	Средняя скорость остывания, °C/мин		4,83

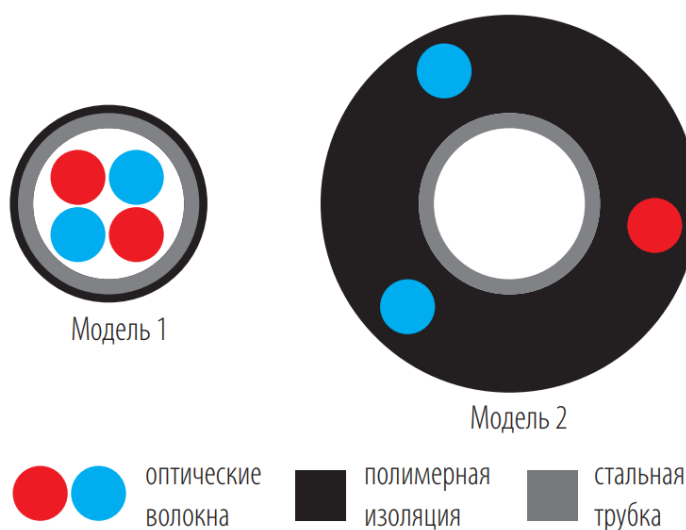


Рисунок 32 – Структура моделей кабелей для эксперимента [49]

Вывод

Рассмотрена измерительная система волоконно-оптической активной термометрии. Экспериментальное исследование подтвердило возможность посредством разработанной системы производить локализацию и дифференциацию работающих интервалов по расходу, иными словами, изучать гидродинамические свойства скважинной среды.

В ходе испытаний сформированы рекомендации, связанные со структурным исполнением геофизического кабеля для проведения исследований методом активной термометрии. Упор сделан на расположении оптического волокна в полимерном носителе, на удалении от материалов с высокой теплопроводностью и нагревательного элемента [49].

Обозреваемая в исследовании система будет отлично дополнять заложенную в комплекс методов термометрию.

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Исследовательские геофизические работы для определения технического состояния скважины, эксплуатационных характеристик пластов-коллекторов методами ПГИ являются частью нефтегазовой промышленности. 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). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и могут поддаться риску, потому что имеют возможность возместить убытки.

Что касается отраслей, то не все предприятия могут пользоваться данным исследованием, а только нефтегазовая промышленность. Отсюда

вытекает географический критерий, потому что не всякий регион и не всякая страна имеет газовые и нефтяные ресурсы.

Нефтегазовая промышленность имеет множество сегментов, основными являются:

- Разведка и добыча нефти и газа
- Переработка нефти и газа
- Транспортировка нефти и газа

Таблица 7 – Сегментирование рынка по размеру компании и отраслям

Размер компании	Отрасль сегмента		
	Разведка и добыча нефти и газа	Переработка нефти и газа	Транспортировка нефти и газа
Малые	Региональные фирмы	Частные небольшие компании	
Средние	Региональные фирмы «Арктикгаз» «Ачимгаз» «Нижневартовскнефтегаз»	Дочерние компании «Газпром» «Сургутнефтегаз» «Роснефть»	«Газпром Трансгаз Томск» «Газпром Трансгаз Сургут» «Газпром Трансгаз Югорск»
Крупные	«Газпром» «Роснефть» «Роспан» «Новатэк»	«Газпром» «Роснефть» «Роспан» «ЛУКОЙЛ»	«Газпром» «Роснефть» «Роспан» И другие гос. компании

По данным таблицы, представленной выше наиболее перспективным сегментом являются средние и малые региональные фирмы в сегменте разведки и добычи нефти и газа, так как небольшие заказы крупные компании отдают подрядчикам, находящимся на данных месторождениях, поэтому проектируемые геофизические работы затрагивают направление «Геофизических методов исследований скважин (ГИС)», что является частью

сегмента «Разведки и добычи нефти и газа» и данный сегмент является наиболее перспективным.

Потенциальными потребителями, или в данном случае заказчиками, являются недропользователи месторождений, такие как ПАО «Газпром» НК «Роснефть, и др. На рассматриваемом месторождении недропользователем является «Газпром добыча Надым».

Привлекательными в будущем для проектирования работ могут быть другие направления работ, будь то «контроль разработки и эксплуатации нефтегазовых скважин», и другие внутри сегмента «Разведки и добычи нефти и газа».

7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Исследования планируется проводить при использовании скважинного оборудования КСА-K9-120/60 содержащий 10 различных датчиков и состоящий из 4 модулей: базового модуля, модуля расходомера малого диаметра, модуля индукционного резистивиметра и модуля высокочувствительного расходомера со складывающейся турбиной. Максимальная рабочая температура – 120 °С, давление – 60 МПа, диаметр скважинного прибора – 36 мм.

Одним из конкурентов технического решения является геофизический прибор КСА-T5-38, предназначенный для геофизических исследований с целью контроля технического состояния эксплуатационных нефтяных и газоконденсатных скважин. Скважинное оборудование работает с одновременной регистрацией восьми геолого-технических параметров и передачей информации в цифровом коде по одножильному кабелю. Максимальная рабочая температура составляет 120 °С, давление – 60 МПа, прибор рассчитан на диаметр скважин 38 мм и более.

Еще одно конкурентное решение – прибор ПИК-38, предназначенный для геофизических исследований эксплуатационных скважин при контроле разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений с внутренним диаметром не меньше 38 мм, позволяет вести регистрацию 8-и каналов

одновременно. Прибор конструировался с учетом лучших российских и импортных наработок в данной области, в результате чего может работать при температуре до 150 °С и давлении до 80 МПа.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения целесообразно проводить с помощью оценочной карты, которая представлена в таблице 8.

Анализ данных решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i \quad (5)$$

где K – конкурентоспособность скважинного прибора;

B_i – вес показателя (в долях единиц);

B_i – бал i-го показателя.

Здесь $B_{1/2/3}$ и $K_{1/2/3}$ – баллы и конкурентоспособность АГАТ-КСА-К9-120/60, КСА-Т5-38 и ПИК-38 соответственно

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения скважинных приборов

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Максимально допустимое рабочее давление	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
2. Максимально допустимая рабочая температура	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
3. Количество доступных каналов (канальность)	0,15	5	4	5	0,75	0,6	0,75
4. Диаметр прибора	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
5. Универсальность применения на разных месторождениях УВ	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
6. Масса прибора	0,01	3	4	5	0,3	0,4	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6

Продолжение таблицы 8

2. Простота и стоимость обслуживания	0,1	3	5	3	0,3	0,5	0,3
3. Износостойкость	0,2	3	4	5	0,6	0,6	1
Итого	1				4,1	3,97	4,33

Из таблицы видно, что выбранный для проведения работ геофизический прибор АГАТ-КСА-К9-120/60 по своим возможностям и техническим характеристикам не уступает прибору КСА-Т5-38, но является предпочтительнее из-за самого важного экономического показателя – цены. Что касается прибора ПИК-38, то он стоит намного дороже и также дорог в обслуживании, но более износостойкий, что является очень важным критерием при закупке оборудования. По своим характеристикам он также превосходит два вышеупомянутых прибора. Возможно, при соответствующем финансировании в будущем целесообразнее будет использовать именно ПИК-38, но в данный момент именно АГАТ-КСА-К9-120/60 отдает предпочтение большая часть компаний на рынке геофизических услуг.

7.2 Планирование исследовательских работ в рамках ВКР

7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Исследовательские геофизические работы для определения технического состояния скважины эксплуатационных характеристик пластов-коллекторов методами ПГИ являются частью нефтегазовой промышленности. На запроектированном участке работ будет проводиться комплекс промыслово-геофизических исследований для определения профиля притока и технического состояния скважины.

Для выполнения исследований, направленных на определение профиля притока и оценки технического состояния скважины, формируется рабочая группа, в составе которой научный руководитель и студент.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	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 исследования	Руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ по исследованию	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение района исследования	Студент
	6	Анализ ранее проведенных работ на территории исследования	Студент
	7	Построение физико-технологической модели	Студент
	8	Выбор методики и техники исследования	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка качества полученных результатов	Руководитель, студент
	10	Определение целесообразности проведения исследования	Руководитель, студент
	11	Оформление пояснительной записки	Студент
	12	Разработка презентации и раздаточного материала	Студент

7.2.2 Определение трудоемкости выполненных 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 $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (6)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_i}, \quad (7)$$

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

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

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 12}{5} = 9,6 \text{ чел. – дн}$$

$$T_{pi} = \frac{9,6}{1} = 9,6$$

7.2.3 Разработка графика проведения исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ 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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (8)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (9)$$

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.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = T_{pi} \cdot \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 9,6 \cdot \frac{366}{366 - 118} = 14,1$$

Результаты подсчетов заносим в таблицу 10.

Таблица 10 – 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	8	7	5	12	11	10	9,6	8,6	7	1	2	1	9,6	4,3	7	14,1	6,3	10,3
Подбор и изучение материалов по теме	6	10	13	8	12	20	6,8	10,8	15,8	1	2	2	6,8	5,4	7,9	10,06	7,9	11,6
Выбор направления исследования	5	11	10	6	10	13	5,4	10,6	11,2	2	1	2	2,7	10,6	5,6	3,9	15,6	8,2
Календарное планирование работ по теме	11	14	14	14	17	16	12,2	15,2	14,8	1	2	2	12,2	7,6	7,4	18,05	11,2	10,9
Изучение района исследования	10	12	14	14	15	16	11,6	13,2	14,8	1	2	1	11,6	6,6	14,8	17,1	9,7	21,9
Анализ ранее проведенных ГИС	9	13	16	13	16	18	10,6	14,2	16,8	1	1	1	10,6	14,2	16,8	15,6	21,01	24,8
Составление физико-технологической модели	11	7	6	16	12	10	13	9	7,6	1	2	1	13	4,5	7,6	19,24	6,6	11,24

Продолжение таблицы 10

Выбор методики и техники исследования	5	7	8	9	13	15	6,6	9,4	10,8	1	1	2	6,6	9,4	5,4	9,7	13,9	7,9
Оценка качества полученных результатов	5	10	14	10	12	16	7	10,8	14,8	2	2	2	3,5	5,4	7,4	5,18	7,99	10,95
Определение целесообразности проведения процесса	16	20	21	20	22	23	17,6	20,8	21,8	2	1	1	8,8	20,8	21,8	13,02	30,78	32,26
Оформление пояснительной записки	4	6	9	5	8	10	4,4	6,8	9,4	1	1	1	4,4	6,8	9,4	6,51	10,06	13,91
Разработка презентации и раздаточного материала	7	9	6	9	11	8	7,8	9,8	6,8	1	2	1	7,8	4,9	6,8	11,54	7,25	10,06
Итого, раб. дн.													97,6	100,5	117,9			
Итого, руководитель раб. дн.													36,8					
Итого, студент раб. дн.													75,8					

Таблица 11 – Календарный план-график

№ раб .	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} кал. дней	Продолжительность выполнения работ														
				январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	14,1															
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	10,06															
3	Выбор направления исследований	Руководитель, студент	3,9															
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	18,05															
5	Изучение района исследования	Студент	17,1															
6	Анализ ранее проведенных ГИС	Студент	15,6															
7	Построение физико-технологической модели	Студент	19,24															
8	Выбор методики и техники исследования	Студент	9,7															
9	Оценка качества полученных результатов	Руководитель, студент	5,18															
10	Определение целесообразности проведения процесса	Руководитель, студент	13,02															
11	Оформление пояснительной записки	Студент	6,51															
12	Разработка презентации и раздаточного материала	Студент	11,54															

 – Руководитель

 – Студент

7.2.4 Бюджет научно-технического исследования

7.2.4.1 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для успешного выполнения данного проекта необходимо приобретение ноутбука для исполнителя проекта, принтера, ПО Microsoft Office для создания документов, лицензионного программного пакета CorelDraw X8 для просмотра каротажных диаграмм и компьютерной оцифровки структурных карт.

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научной-технической организации, рассчитывается в виде амортизационных отчислений. Например, стоимость ноутбука при сроке амортизации 25 месяцев и его использовании в течение 9 месяцев составит 30 тысяч рублей.

Таблица 12 – Затраты на оборудование

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
Ноутбук	1	2	2	30	32	24	30	64	48
Принтер	1	1	1	3,1	5,9	6,7	3,1	5,9	6,7
ПО Microsoft Office	1	2	2	8	9	11	8	18	22
CorelDraw X8	1	2	2	11	11	11	11	22	22
Итого:							52,1	109,9	98,7

7.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (10)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (11)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 13);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (12)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные /праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48 0	48 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

$$Z_{\text{дн}}(\text{руководитель}) = \frac{35130 \cdot 10,4}{199} = 1835,94 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{студент}) = \frac{12790 \cdot 10,4}{199} = 668,42 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_д) \cdot k_p, \quad (13)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_д$ – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$, руб.	k_p	$K_{пр}$	$K_д$	$З_м$, руб	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн	$З_{осн.}$, руб.
Руководитель	35 130	1,3	0,3	0,2	68 503,5	1 835,94	36,8	67 562,59
Студент	12 790	1,3	-	-	16 627	668,42	75,8	50 666,24
Итого:								118 228,83

7.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}, \quad (14)$$

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

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15);

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

В таблице 15 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 15 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент	Итого
Основная зарплата, руб.	67 562,59	50 666,24	118 228,83
Дополнительная зарплата, руб.	10 134,39	7 599,94	17 734,33
Итого по статье $C_{зп.}$, руб.	77 696,8	58 266,18	135 963,16

7.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (15)$$

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

Геофизические работы соответствуют 9 классу профессионального риска, при котором, ставка на травматизм равна 1%.

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	67 562,59	10 134,39
Студент	50 666,24	7 599,94
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	31%	
Итого отчисления, руб.	42 148,56	

7.2.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, например, затраты на канцелярию, печать, ксерокопирование и прочие услуги связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = \left(\text{Сумма статей} \frac{1}{5} \right) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (16)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 16 %.

Рассчитаем накладные расходы на выполнение проекта:

$$\begin{aligned} З_{\text{накл}} &= (52\,100 + 118\,228,83 + 17\,734,33 + 42\,148,56) \cdot 0,16 \\ &= 36\,833,87 \text{ руб.} \end{aligned}$$

7.2.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп.3
1. Специальное оборудование для научных работ	52 100	109 900	98 700
2. Основная заработная плата	118 228,83	118 228,83	118 228,83
3. Дополнительная заработная плата	17 734,33	17 734,33	17 734,33
4. Отчисления во внебюджетные фонды	42 148,56	42 148,56	42 148,56
5. Накладные расходы	37 217,87	46 484,11	44 707,47
Бюджет затрат	267 429,59	334 495,83	321 519,19

7.3 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (18)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	2	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,2	5	4	3
5. Надежность	0,25	5	3	4
6. Материалоемкость	0,15	4	3	5
Итого	1	4,85	3,3	3,8

$$I_{\text{рискп1}} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,85;$$

$$I_{\text{рискп2}} = 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 3,3;$$

$$I_{\text{рискп2}} = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 3,8;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп.i}}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{рискп.1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{рискп.2}}}{I_{\text{финр}}} \text{ и т.д.} \quad (19)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} \quad (20)$$

Таблица 19– сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	3,3	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	6,06	3,3	3,96
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,84	0,83	0,65

Вывод: по результатам проведенных расчетов были определены следующие показатели: интегральный финансовый показатель разработки; интегральный показатель ресурсоэффективности, интегральный показатель эффективности. При помощи полученных показателей была определена средняя эффективность трех вариантов исполнения исследования. Основываясь на полученных данных, геофизические работы, направленные на определение профиля притока, будет выгоднее сделать по первому варианту исполнения.

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными ими обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Проектируемые геофизические работы для построения профиля притока будут проводиться осенью. Климат района проведения работ континентальный. Среднегодовая температура отрицательная, январь – до -50 °С, июль – до +36 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 400-500 мм, максимум отмечается в июле-августе и декабре-январе.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно перечню мероприятий на объектах (месторождениях) компании применяется вахтовый метод работы: 30/30, дневная смена – с 8:00 до 20:00, ночная смена с 20:00 до 8:00. Время для отдыха и приёма пищи – с 12:30 до 14:00. 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 [29]). Согласно статье 168.1 ТК РФ [30], работникам, работающим в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по проезду; расходы по найму жилого помещения; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д. Размеры и порядок возмещения указанных расходов могут также устанавливаться трудовым договором. На работах с вредными или опасными условиями труда работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ [31]). Для сотрудников компании предусмотрено добровольное медицинское страхование. Сотрудник, имея полис ДМС на определенную сумму, получает

возможность обратиться в медицинское учреждение за оказанием платных медицинских услуг. Также сотрудникам, работающим на объектах компании в районах Крайнего севера, предоставляется отпуск длительностью в 52 дня.

8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Геофизические работы в скважинах должны производиться после принятия скважины у представителя «заказчика», как правило, это мастер участка или главный геолог, под руководством ответственного специалиста геофизического предприятия «подрядчика» – начальника партии.

Геофизические работы разрешается проводить только в специально подготовленных скважинах. Подготовленность объекта работ подтверждается актом в соответствии с действующими техническими инструкциями на данный вид работ. Подготовка должна обеспечить безопасную и удобную эксплуатацию наземного геофизического оборудования и беспрепятственный спуск и подъем каротажных зондов и скважинных приборов в течение времени, необходимого для проведения всего комплекса геофизических исследований.

При размещении скважинного оборудования на искусственных сооружениях геофизическое оборудование, аппаратура и материалы размещаются согласно схемам, совместно разработанным и утвержденным «заказчиком» и геофизическим предприятием с учетом размеров и конструктивных особенностей куста эксплуатационных скважин.

Обустройство устья скважины должно обеспечивать удобство монтажа лубрикаторного оборудования, спуска, замены и извлечения скважинных приборов.

Автокран, ППУ, каротажный подъемник должны быть исправны для бесперебойного обеспечения выполнения геофизических работ.

Между каротажной станцией и устьем не должны находиться предметы, препятствующие движению кабеля и переходу людей, а также

ограничивающие видимость устья скважины машинистом лебедки каротажного подъемника.

Мостки на устье скважины должны быть исправны и очищены от нефти, смазочных материалов, снега, льда. Кабель, соединяющий геофизическое оборудование с электросетью, должен подвешиваться на высоте не менее 0,5 м от земли. Подключать геофизическое оборудование к источнику питания необходимо по окончании сборки и проверки электросхемы станции. Скважинные приборы массой более 40 кг допускается переносить с помощью специальных приспособлений (носилок, ремней, клещевых захватов и т.д.). Прочность крепления скважинных приборов, аппаратов и грузов к кабелю должна быть не более $2/3$ разрывного усилия кабеля. Длина кабеля должна быть такой, чтобы при спуске прибора на максимальную глубину на барабане лебедки оставалось не менее половины последнего ряда витков кабеля. Контроль за спуском (подъемом) скважинных снарядов должен выполняться по показаниям измерителей скорости, глубин и натяжений кабеля. Каротажный подъемник должен фиксироваться на месте установки стояночным тормозом, упорными башмаками так, чтобы исключалось его смещение при натяжении кабеля, равном максимальной грузоподъемности лебедки. Перед началом работ на скважине должна проверяться исправность систем тормозного управления, кабелеукладчика, защитных ограждений подъемника, надежность крепления лебедки к раме автомобиля, целостность заземляющих проводников геофизического оборудования. В процессе выполнения работ после подачи предупредительного сигнала запрещается нахождение людей в пределах опасных зон.

8.2 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы, представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-15)	Этапы работ		Нормативные документы
	полевой	камеральный	
1. Производственные факторы, связанные с аномальными метеорологическими условиями	+	-	ГОСТ 12.1.005-88 [32] ГОСТ 12.1.029-80 [33]
2. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	-	+	СанПиН 22.4.548-96 [34] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [35] СП 60.13330.2012 [36]
3. Производственные факторы, связанные с электрическим током	+	+	ГОСТ 12.1.019-79 [37] ГОСТ 12.1.030-81 [38] ГОСТ 12.1.038-82 [39] СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 [35]
4. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	-	ГОСТ 12.1.005-88 [32] ГОСТ 12.1.038-82 [39]
5. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	-	+	СП 52.13330.2016 [40] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [41]
6. Повышенный уровень шума	+	-	ГОСТ 12.1.003-83 [42] ГОСТ 12.4.125-83 [43] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [44]
7. Пожаровзрывоопасность	+	+	ГОСТ 12.1.004-91[50]

8.2.1 Анализ потенциально вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Полевые работы

Вредные производственные факторы, воздействие которых на работающих в определенных условиях людей может привести к

заболеванию, снижению работоспособности и отрицательному влиянию на потомстве.

1. Производственные факторы, связанные с аномальными метеорологическими условиями

На территории месторождения планируется вести работы в осенний период, соответственно, необходимо рассмотреть воздействие факторов микроклимата на организм человека в прохладное время года.

Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, величину атмосферного давления. Влияние климатических условий на организм человека достаточно сложно и многообразно. При благоприятном сочетании метеопараметров сохраняется нормальное функциональное состояние организма, и создаются предпосылки для плодотворного труда. Неблагоприятные условия снижают работоспособность, могут вызвать изменение частоты пульса, дыхания, артериального давления, напряжение нервной системы, перегрев организма и т.д.

Обслуживающий персонал геофизических партий работает на открытом воздухе, нередко при неблагоприятных метеорологических условиях, особенно в северных районах страны, а также в ночное время суток.

При отрицательных температурах и осадках следует ограничивать время нахождения работников на открытом воздухе, а также применять средства защиты от дождя и холода в виде дождевиков и термобелья. Также следует поддерживать постоянную температуру тела путем организации оптимального режима труда и отдыха.

ГИС запрещается проводить во время грозы, сильных туманов, сильного дождя, так как при таких условиях с большой долей вероятности могут возникнуть аварийные ситуации, устранение которых будет осложнено метеоусловиями.

2. Повышенный уровень шума

При геофизических исследованиях в эксплуатационных скважинах возрастает уровень шума на устье скважины. Источником шума являются автокран, удерживающий лубрикаторное оборудование, каротажный подъемник, передвижная паровая установка (ППУ), дизельная электростанция.

Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: частота звука, интенсивность звука, звуковое давление. Как физическое явление шум представляет собой совокупность звуков, слышимых в диапазоне от 16 до 20 тысяч Гц. Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые 80 дБА для рабочих мест водителей и обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин (ГОСТ 12.1.003-2014).

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом:

- виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов (установка дизельного генератора на полимерные проставки и пружины, чтобы уменьшить вибрацию на жилой вагончик, т.к. они совмещены в один прицеп);
- звукоизоляция моторных отсеков кожухами из звукопоглощающих материалов;
- использование средств индивидуальной защиты (наушники, шлемы, беруши, специальные костюмы).

Камеральные работы

1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Особенно большое влияние на микроклимат оказывают источники теплоты, находящиеся в помещении передвижной каротажной лаборатории. Источниками теплоты здесь являются ЭВМ и вспомогательное оборудование, приборы освещения.

В помещениях, должны соблюдаться следующие параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96 [44] (табл. 21).

Таблица 21 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, В	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Іб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Іб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Предварительная обработка и интерпретация относится к «Іб» категории работ.

Объем помещения каротажной станции составляет 12 м³. Норма подачи воздуха на одного человека, в помещении объемом до 20 м³, составляет не менее 30 м³ /чел.*час.

Для того чтобы обеспечить вышеуказанные параметры необходимо предусматривать систему отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию. Приточно-вытяжная система вентиляции состоит из двух отдельных систем – приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух,

удаляемый местными отсосами и расходуемый на технологические нужды. В помещении с ЭВМ должна каждый день выполняться влажная уборка.

Условия труда по шумовому фактору соответствуют допустимым [44].

2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

При работе на компьютере, как правило, применяется одностороннее естественное боковое освещение. Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется при работе в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении.

Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

По нормам освещенности при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами рекомендуется освещенность 300-500 лк рабочей поверхности при общем освещении (СП 52.13330.2016 [40]).

Рабочие места операторов, работающих с дисплеями, располагают подальше от окон таким образом, чтобы оконные проемы находились с левой стороны. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранизирующие устройства. Окна лучше оборудовать светорассеивающими шторами, регулируемые жалюзи или солнцезащитной пленкой с металлизированным покрытием.

На случай внезапного (при аварии) отключения электричества, а, следовательно, рабочего освещения существует аварийный генератор, который расположен в самой каротажной станции.

8.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасные производственные факторы – воздействия, которые в определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти.

Полевые работы

1. Производственные факторы, связанные с электрическим током

В полевых условиях электричеством снабжаются: машины, жилой передвижной вагончик, геофизическое оборудование, сварочные работы при различном ремонте оборудования, электричество поступает с дизельной электростанции, мощностью 12 кВт, напряжение которой не превышает 380 В.

Основными причинами электротравматизма являются: ошибочное неотключение ремонтируемого элемента системы; работа без проверки правильности отключения, отсутствия заземления, работа на оборудовании с неисправной изоляцией и защитой (ГОСТ Р 12.1.019-2009).

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [37] защита от поражения электрическим током, используются следующие технические мероприятия:

1) Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
- изоляцию рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

2) Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- изолирующие защитные средства.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Электрозащитные средства предназначены для защиты людей от поражения электрическим током. Средства защиты подразделяются на основные и дополнительные. К основным до 1000 В относятся: изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолированными рукоятками. Дополнительные до 1000 В диэлектрические калоши, коврики и подставки.

2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

При работе с подъемно-крановой станцией, автокраном, передвижной парообразующей установкой (ППУ) происходят различные виды травматизма. Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с оборудованием, инструментами в случае аварии, стихийного бедствия, климатических факторов.

Управление геофизической аппаратурой должно производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими

документами. Лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования назначаются приказом начальника партии. Оборудование, аппаратура и инструмент должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода-изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправные оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) содержится в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках. Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на рабочих местах, обязаны предупреждать всех проходящих об опасности и запрещать им подходить к аппаратуре, проводам и заземлениям.

3. Пожаровзрывоопасность в полевых условиях

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность или неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса. Нормативный документ ГОСТ 12.1.004-91.

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник партии. Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков.

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; разъяснять подчиненным порядок действий в случае загорания или пожара; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара принять меры по его ликвидации. Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения:

1. Огнетушитель – 1 шт. (на каждую машину) марки ОП-5.
2. Ведро пожарное – 1 шт.
3. Топоры – 1 шт.
4. Ломы – 2 шт.
5. Кошма – 2мх2м (на каждую машину).

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

Мероприятия по предотвращению пожароопасных ситуаций:
предотвращение короткого замыкания на рабочем месте:

- измерение сопротивления изоляции $R > 0,5 \text{ МОм}$;
- защита изоляции от механических повреждений;
- отключающая аппаратура (коммутирующая),
- предохранители, автоматы

Для предотвращения нагрева количество подключаемых к источнику потребителей должно соответствовать мощности источника.

Работы по предотвращению открытого огня:

1. все сварочные работы должны производиться на определённом участке (сварочном посту), работа производится по разрешению;
2. организация специальных мест для курения;

Работа по предотвращению накопления статического электричества:

1. все объекты заземляются, где ожидаются заряды статического электричества;

2. увлажнение помещений, при влажности >60% заряды не накапливаются.

Организация и технические мероприятия в зданиях предполагают инструктирование персонала, обслуживающего электрические и другие устройства, использование СИЗ (средств индивидуальной защиты) такие как: диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указателей напряжения, резиновые коврики, диэлектрические ботинки, изолирующие подставки. В камеральном помещении, где установлены компьютеры, должен находиться углекислотный огнетушитель (ОУ-3).

Камеральные работы

1. Производственные факторы, связанные с электрическим током

Инженер-геофизик работает с такими электроприборами, как системный блок и монитор. В данном случае существует опасность электропоражения в следующих случаях: при прикосновении к токопроводящим частям, оказавшимся под напряжением.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [39].

К работе с электроустановками должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью и выполняемой работой. Перед началом работы с электроприбором рабочий персонал должен убедиться в исправности оборудования, проверить наличие заземления, при работе с электроустановками используют устройства защитного отключения.

Основные меры защиты:

– защита от прикосновения к токопроводящим частям электроустановок (изоляция проводов, блокировка, сигнализация, знаки безопасности и плакаты);

– защиты от поражения электрическим током при контакте человека с металлическими корпусами, оказавшимися под электричеством (защитное заземление, защитное отключение).

При работе с компьютером соблюдаются требования безопасности согласно нормативным документам (ГОСТ 12.1.030-81 [48], ГОСТ 12.1.038-82 [39]).

2. Пожаровзрывоопасность

Учитывая специфику работы, при проведении исследований в закрытых кабинетах и лабораториях необходимо учитывать возможность возникновения пожара в помещении. Под пожаром подразумевается вышедший из-под контроля процесс горения, обусловленный возгоранием вычислительной техники и угрожающий жизни и здоровью работников. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ЭВМ из-за перегрузки.

В закрытых помещениях, используемых для обработки геофизических данных проводится пожарная профилактика для устранения причин возникновения пожара согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленный на предупреждение пожара, включающий: использование только исправного электрического оборудования; проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности; назначение ответственного за пожарную

безопасность помещений; наличие средств тушения пожара; отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ; курение в строго отведенном месте, находящимся на улице; содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

В случае, если возгорание все-таки произошло следует постараться локализовать или ликвидировать его на начальной стадии до прибытия пожарной команды, для этого используются первичные средства пожаротушения. Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу. В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

8.3 Экологическая безопасность

Геологическая среда – неотъемлемая часть окружающей среды, в которую входят 4 компонента: горные породы, подземные воды, животный мир и воздушный бассейн.

Экологическая безопасность – состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное и сельскохозяйственное.

Влияние на литосферу

Проведение геофизических работ в скважине может привести к загрязнению почв. Вредное воздействие на литосферу заключается в загрязнении горюче-смазочными материалами (дизельное топливо, моторное масло, в случае неисправности двигателей автомашин и неаккуратности при

дозаправке), и жидкостью, которой заполнена скважина (нефть, газоконденсат, состоящий из бензиновых и керосиновых компонентов).

Так, загрязнение почвы сводится к процессам, связанным со спускоподъемными операциями с прибором. Небольшое количество бурового раствора из скважины попадает непосредственно на почву во время записи каротажных диаграмм, так как лубрикаторное оборудование не обеспечивает полную герметичность работающей скважины, а также во время замены скважинного прибора с него стекает жидкость.

Для предотвращения загрязнения почв на месторождении планируются регулярные контрольные проверки двигателей автомашин, перевозящих каротажные подъемники для исключения попадания горюче-смазочных материалов из двигателя на почву, а также, при проведении работ в скважине, использование нового лубрикаторного оборудования, не подлежащего износу, с двойными уплотнителями, не допускающими выбросов и утечек бурового раствора из работающей скважины.

Влияние на гидросферу

Скважина, в которой будут проводиться проектируемые исследования, находится на отсыпанном песком месте в заболоченном участке, что влечет за собой вероятность загрязнения гидросферы, путем просачивания загрязняющих агентов (нефть, дизельное топливо) через песок.

Кусты должны быть оборудованы емкостями для временного хранения скважинной жидкости, которая стравливается по шлангу в емкость через специальный клапан в лубрикаторном оборудовании во избежание попадания их в гидросферу. После окончания работ отходы будут утилизированы. Автомобили должны поддерживаться в исправном состоянии.

Влияние на атмосферу

Источником загрязнения атмосферы будут являться выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора, которые содержат в себе оксид азота (NO₂), оксид углерода (CO – угарный газ),

диоксид серы (SO₂), сажу, а также выбросы газа и газоконденсата с лубрикаторного оборудования, в состав которого входят легкие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.).

По ГН 2.2.5.1313-03 [46] предельная допустимая среднесуточная концентрация данных веществ будет составлять:

- Оксиды азота: 0,04-0,06 мг/м³
- Оксид углерода: 3 мг/м³
- Диоксид серы: 0,05 мг/м³
- Метан: 7000 мг/м³

Для исключения сверхнормативного выброса в атмосферу загрязняющих веществ планируется использование исправных установок с ежемесячным контролем за выбросом загрязняющих веществ, а также проверка и ремонт сальников лубрикатора, чтобы минимизировать выбросы природных углеводородов (согласно типовым инструкциям по безопасности геофизических работ).

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основное и самое опасное чрезвычайное происшествие, которое может случиться на кусте, это пожар. Основные причины возникновения пожаров:

- неосторожное обращение с огнем;
- неисправность или эксплуатация электрооборудования без соблюдения правил техники безопасности;
- неисправность и перегрев отопительных электрообогревателей;
- разряды статического электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений;
- неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник

промыслового геофизической партии. Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного инструктажей, проверки знаний и навыков.

Ответственные за пожарную безопасность обязаны:

- не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности;
- разъяснять подчиненным порядок действий в случае загорания или пожара;
- обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара принять меры по его ликвидации.

Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения:

1. Огнетушитель (ОУ-2) – 1 шт. (на каждую машину);
2. Ведро пожарное – 1 шт;
3. Топоры – 1 шт;
4. Ломы – 2 шт;
5. Кошма – 2×2м (на каждую машину).

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего распорядка.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) [47].

По пожарной и взрывной опасности (согласно НПБ 105-03 [48]), помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории В1-В4

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

К каротажной станции, в которой расположена лаборатория и ЭВМ, предъявляются следующие общие требования:

- наличие инструкций о мерах пожарной безопасности;
- наличие схем эвакуации людей в случае пожара;
- средства пожаротушения (огнетушитель типа ОУ-2).

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

Выводы по разделу «Социальная ответственность»

В ходе выполнения раздела социальной ответственности дипломного проекта были продуманы и предложены несколько вариантов решений уменьшения вредных и опасных факторов как на самого работника, так и на окружающую среду на всех этапах проекта.

Также были получены практические знания по поиску и применению региональных стандартов ГОСТов в разных областях безопасности жизнедеятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение промыслово-геофизических исследований позволяет не только получить огромное количество полезной информации об объекте при разработке нефтегазовых месторождений, но и помогает снизить риски возникновения аварийных ситуаций и чрезвычайных происшествий при работе на скважине.

В ходе выполнения ВКР были проанализированы геофизические исследования прошлых лет, выполненные на территории газонефтяного месторождения Северные Бузачи. На основании анализа была построена физико-технологическая модель скважины NB332 и предложен комплекс методов для оценки технического состояния проектной скважины NB332, а также определена методика и техника проектируемых работ.

В качестве специального исследования была рассмотрена волоконно-оптическая система активной термометрии, сформированы рекомендации, связанные со структурным исполнением геофизического кабеля для проведения исследований методом активной термометрии.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был рассчитан общий бюджет затрат на научное исследование, который составил 267 429,59 руб.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрен перечень опасных и вредных производственных факторов и даны рекомендации по снижению их влияния на организм человека. Кроме того, были предложены мероприятия по охране окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Апакаев Ж. А, Дружинина О.Н, Асташкова О.Ф. Дополнение к технологической схеме разработки месторождения Северные Бузачи, 2008. – 446 с.
2. Технологическая схема разработки месторождения Сев. Бузачи. АО «НИПИнефтегаз», 2004
3. «Проект опытно-промышленной разработки выбранного участка Ю-I горизонта месторождения Северные Бузачи». НИПИ «Каспиймунайгаз», 1998
4. Проект пробной эксплуатации месторождения Северные Бузачи. НИПИ «Каспиймунайгаз», 2000
5. Дополнение к проекту пробной эксплуатации месторождения. НИПИ «Каспиймунайгаз», 2001
6. Авторский надзор за реализацией Технологической схемы разработки месторождения Северные Бузачи (по состоянию на 01.01.05). АО «НИПИнефтегаз», 2005
7. Авторский надзор за реализацией Технологической схемы разработки месторождения Северные Бузачи (по состоянию на 01.01.06). АО «НИПИнефтегаз», 2006
8. Анализ разработки месторождения Северные Бузачи (по состоянию на 01.01.07). АО «НИПИнефтегаз», 2007
9. Авторский надзор за реализацией Технологической схемы разработки месторождения Северные Бузачи (по состоянию на 01.01.08). АО «НИПИнефтегаз», 2008
10. Темирбаева Б. NB332 Результаты обработки данных Conventional Logs Processing Result
11. «Отчет по подсчету запасов нефти и газа по месторождению Северные Бузачи», 1977
12. «Пересчет запасов нефти, газа и попутных компонентов месторождения Северные Бузачи по состоянию на 01.07.2007», АО «НИПИнефтегаз» 2007
13. Геофизические исследования скважин и интерпретация данных ГИС: учеб. пособие / В. Н. Косков, Б. В. Косков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 317 с.
14. Геофизические исследования скважин: учебник для вузов. 4-е изд., переработ. и дополн. / И. Г. Сковородников; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 456 с.
15. Геофизические методы контроля разработки МПИ: лабораторный практикум / авт.-сост.: Л. И. Захарченко, В. В. Захарченко. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. – 124 с.

16.ООО НПП «ИНГЕО-Сервис». Официальный сайт. [Электронный ресурс]

http://www.ingeo41.ru/index.php?device=logging_stations&location=produce

17.ООО «ТНГ-Универсал». Официальный сайт. [Электронный ресурс]

[Подъёмник каротажный самоходный ПКС-5М \(tng-universal.ru\)](http://tng-universal.ru)

18.АО НПФ «Геофизика». Официальный сайт. [Электронный ресурс] – <https://npf-geofizika.ru/catalog/45/1056/>

19.Геофизические исследования скважин: учебник для вузов. 4-е изд., переработ. и дополн. / И. Г. Сковородников; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 456 с.

20.Основная инструкция пользователя ГеоПоиск 9, 2020, 1172 с

21.Валиуллин Р. А., Яруллин Р. К., Лукьянов Ю. В. Геофизическое сопровождение методов увеличения нефтеотдачи длительно работающих горизонтальных скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2008. Вып. 10 (175). С. 31–36

22.Гайворонский И. Н., Костицын В. И., Савич А. Д., Черных И. А., Шумилов А. В. Повышение эффективности вторичного вскрытия продуктивных пластов // Нефтяное хозяйство. 2016. № 10. С. 62–65.

23.Лившиц Д. С. Нагрев проводников и защита предохранителями в электросетях до 1000 В. М.–Л.: Издательство «Энергия», 1959. 43 с.

24.Поносов В. А., Горожанцев С. В., Некрасов А. С. Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений: Учебно-методическое пособие. Пермь: Перм. ун-т, 2006. 189 с.

25.Правила устройства электроустановок: 6-е и 7-е издания. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006. 853 с.

26.Шарафутдинов Р. Ф., Валиуллин Р. А., Рамазанов А. Ш., Федотов В. Я., Закиров М. Ф. Метод активной термометрии для диагностики состояния скважин // Интервал. Передовые нефтегазовые технологии. 2008. № 10 (129). С. 59–61.

27. Яруллин Р. К., Валиуллин Р. А., Семикин Д. А., Ракитин М. В., Сурмаев А. В. Оптоволоконные технологии контроля технического состояния добывающих скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2014. Вып. 9 (243). С. 55–63.
28. Яруллин Р. К., Валиуллин Р. А., Садретдинов А. А. и др. Оптоволоконные технологии мониторинга действующих горизонтальных скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2014. Вып. 9 (243). С. 47–55.
29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). –Ст. 147.
30. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). –Ст. 168.1.
31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). –Ст. 221.
32. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
33. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
34. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.
36. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
37. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

38. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
39. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
40. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
42. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением №1).
43. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов.
44. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
45. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.
46. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
47. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
48. НПБ 105-03 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
49. Халилов Д. Г. Волоконно-оптическая система активной термометрии // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2021. Вып. 3 (309). С. 139–151.
50. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность