

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

Институт природных ресурсов

Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация Геофизические методы исследования скважин

Кафедра геофизики

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы

**Геофизические исследования скважин с целью оценки продуктивности разреза
Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения (Якутия)**

УДК 553.98:550.83.044(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222А	Беляев Максим Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой Геофизики	Лукин А.А.	Д.Г-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геология»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кныш С.К.	К.Г-М.Н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кочеткова О.П.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Геофизики	Лукин А.А.	К.Г-М.Н.		

Томск – 2017 г.

Запланированные результаты обучения

В результате обучения выпускник, обучающийся по специальности «Технология геологической разведки», специализации. «Геофизические методы исследования скважин» обязан получить универсальные компетенции и должен быть готовым применить математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности (P1), должен уметь анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности (P2), учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности (P3). Специалист обязан владеть общепрофессиональными навыками и уметь идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи (P4), получить навык разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, (P5), умело и ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте (P6). Во время проектно- изыскательной деятельности должен применить знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации (P7). Выпускнику во время научно-исследовательской деятельности необходимо определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике (P8),

планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов (P9).

В организационно-управленческой деятельности необходимо научиться 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 (P10), 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 (P11).

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

Институт природных ресурсов
 Специальность 21.05.03 «Геофизические методы поисков и разведки месторождений
 полезных ископаемых»
 Специализация «Геофизические методы исследования скважин»
 Кафедра геофизики

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ А.А. Лукин
 (Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

(дипломного проекта/дипломной работы)

Студенту:

Группа	ФИО
222А	Беляеву Максиму Александровичу

Тема работы:

Утверждена приказом директора ИПР (дата, номер)	
08 февраля 2017 г. № 763/С	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31 мая 2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы, собранные во время производственной преддипломной практики на предприятии ОАО «Георесурс» ПФ «Иркутскгазгеофизика». Опубликованная и фондовая литература.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Общие сведения об объекте исследования. 2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования. 3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований. 4. Основные вопросы проектирования. Задачи геофизических исследований. Обоснование объекта

	<p>исследований. Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса</p> <p>5. Методические вопросы. Методика проектных геофизических работ. Интерпретация геофизических данных.</p> <p>6. Теплофизическое профилирование керна.</p> <p>7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p> <p>8. Социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Местоположение Чаяндинского НГКМ 2. Геологическая карта Чаяндинского НГКМ 3. Сводный геолого-физический разрез Чаяндинского месторождения НГКМ 4. Тектоническая схема Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции 5. Сибирская платформа. Блоки фундамента добайкальской консолидации 6. Структурная карта Чаяндинского месторождения 7. Схема размещения проектной скважины №180-08 Чаяндинского месторождения 8. Литологический профиль по линии скв. 750 - 321-02 9. ФГМ ботубинского горизонта 10. ФГМ Хамакинского горизонта 11. ФГМ Талахского горизонта 12. Общий вид прибора ПРКЛ-73. 13. Схема работы скважинного прибора акустического каротажа. 14. Прижимной башмак микробокового каротажа 15. Схема прибора для нейтронного гамма-каротажа 16. Прибор СКПД-3 17. Результаты теплофизического профилирования на керне одной из скважин. 18. Результаты определения общего содержания органического вещества методами теплофизического профилирования на керне 19. Поле корреляции между теплопроводностью и естественной радиоактивностью 20. Примеры возможностей использования результатов теплофизического профилирования на керне для прогноза плотности пород (а) и акустической анизотропии (б). 21. Примеры возможностей использования результатов теплофизического профилирования на керне для повышения качества данных о геомеханических параметрах пород

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Геологическая часть	Кныш Сергей Карпович
Экономическая часть	Кочеткова Ольга Петровна
Социальная ответственность	Задорожная Татьяна Анатольевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	8 февраля 2017 г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой Геофизики	Лукин Алексей Анатольевич	к.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222А	Беляев Максим Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
222А	Беляеву Максиму Александровичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геофизики
Уровень образования	специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость геофизических исследований скважины 2318459 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Внутренняя норма прибыли (IRR)
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Дисконтированный доход государства, поток денежной наличности и индекс доходности

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценки капитальных вложений, показатели экономической и эксплуатационных затрат
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Федеральный, субъектов РФ и местные бюджеты, взносы на страхование во вне бюджетные фонды
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Пенсионный, социального страхования, медицинского страхования фонды, страхование от несчастного случая.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кочеткова О.П.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222А	Беляев Максим Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
222А	Беляеву Максиму Александровичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геофизики
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования и области его применения</p>	<p><i>В географическом отношении Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) расположено в пределах Ленского и Мирненского районов республики Якутия, приблизительно в 150 км к западу от г. Ленска (рис.1.1).</i></p> <p><i>Климат суровый, резко континентальный. Годовая амплитуда температур воздуха составляет более 100 °С. Абсолютный минимум достигает - 64°С . Лето короткое, но жаркое. Абсолютный максимум достигает +38 °С, в районе "полюса холода" до+35°С.</i></p> <p><i>В орографическом отношении участок представляет собой слабовсхолмленную равнину с значительным развитием болот и озёр</i></p>
-------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при геофизических исследованиях, камеральных работах, разработке и эксплуатации Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при геофизических исследованиях, камеральных работах, разработке и эксплуатации Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения</p>	<p><i>Полевой этап</i></p> <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.</i> <i>2.Повышенные уровни шума.</i> <i>3. Превышение уровня ионизирующих излучений</i> <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Электрический ток.</i> <i>2.Взрывоопасность и пожароопасность.</i> <i>3. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.</i> <p><i>Камеральный этап</i></p> <p><i>Вредные факторы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях.</i> <i>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</i> <i>3. Превышение уровня шума</i>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p><i>Опасные факторы:</i> 1. Электрический ток 2. Пожароопасность</p> <p><i>При исследовании скважин возможно негативное воздействие на:</i> 1. Атмосферу 2. Гидросферу 3. Литосферу</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>В данном разделе рассматривается понятие "чрезвычайная ситуация" (ЧС); классификация ЧС; пожар как ЧС; средства пожаротушения ГОСТ 12.1.004-91</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p>	<p>Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	
--------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Татьяна Анатольевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
222А	Беяев Максим Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ с., _____ рис., _____ табл., _____ источников, _____ прил.

Ключевые слова: геофизические методы исследования скважин (ГИС); комплекс геофизических исследований; Чаяндинское месторождение; физико-геологическая модель; интерпретация.

Объектом исследования является Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ)

Цель работы – Геофизические исследования скважин с целью оценки продуктивности разреза Чаяндинского нефтегазоконденсатного месторождения (Якутия)

В процессе исследования проводилось изучение геологического строения Чаяндинского месторождения, включая стратиграфию, тектонику и нефтегазоносность, изучение физических свойств пород, геолого-геофизической изученности района работ. Были проанализированы результаты разработки месторождения по каротажным диаграммам скважи.

В результате исследования была спроектирована скважина и комплекс геофизических методов для решения поставленных задач (литологическое расчленение горных пород, выделение коллекторов, определение коэффициента пористости горных пород, определение нефтегазонасыщенности пластов).

ABSTRACT

Graduation qualification work _____ pages, _____ pictures, _____ tables, _____ sources, _____ addendum.

Keywords: well survey, complex of geophysical researches, Chayandinsk deposit, physico-geological model, interpretation.

The object of research is Chayandinsk oil-gas condensate deposit.

The purpose of work is geophysical research for rating productivity of slice of Chayandinsk oil-gas condensate deposit.

During the researching of Chayandinsk deposit there were investigated geological structure, including stratigraphy, tectonics and oil-gas content, also physical qualities of rock and geologic-geophysical exploration of work area. Also was analyzed the findings of field development with well-logging records.

The results of researches were used to design well and complex of geophysical methods for solving tasks like interlayering and identify reservoirs, finding porosity of rock, oil-gas content of layer.

Список сокращений

- ВНК – Водонефтяной контакт;
ГВК – Газоводяной контакт;
БК – боковой каротаж;
БКЗ – боковое каротажное зондирование;
ГК – гамма-каротаж;
ИК – индукционный каротаж;
ГГК – Гамма-гамма-каротаж;
ПС – каротаж потенциалов собственной поляризации;
ГГК-п – Гамма-гамма-каротаж плотностной;
АК – акустический каротаж;
МБК – боковой микрокаротаж;
ГИС – Геофизические исследования в скважинах;
ГНК – Газонефтяной контакт;
ГОСТ – Государственный стандарт;
Инкл. – Инклинометрия;
КС – Каротаж сопротивления;
ННК-т – Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам;
ПБ – Правила безопасности;
ПЖ – Промывочная жидкость;
РВ – радиоактивное вещество;
СИЗ – средства индивидуальной защиты;
СНиП – Строительные нормы и правила;
УЭС – Удельное электрическое сопротивление
ФГМ – физико-геологическая модель;
ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства;

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	14
3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований	15
4. Проектная часть.....	19
4.1. Задачи геофизических исследований.....	19
4.2. Обоснование объекта исследований	19
4.3. Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.	22
5. Методические вопросы.....	27
5.1. Методика проектных геофизических работ	27
5.2. Интерпретация геофизических данных	35
6. Специальное исследование	42
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	54
8. Социальная ответственность.....	68
8.1. Производственная безопасность.....	68
8.1.1. Анализ опасных факторов и мероприятий по их устранению ...	69
8.1.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению ...	75
8.2. Экологическая безопасность.....	80
8.3 безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
8.4 правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	93

ВВЕДЕНИЕ

Целевое назначение работ - определение залегания продуктивных пластов коллекторов, их мощностей, а так же их нефтегазонасыщенность.

Чаяндинское - крупное нефтегазоконденсатное месторождение в России, расположено в Ленском районе Якутии. Запасы месторождения по категории C_1+C_2 составляют 1,24 триллиона кубометров газа, 68,4 миллиона тонн нефти и конденсата. Запасы гелия по категории $A+B+C_1+C_2$ составляют 1400 млн. м³.

Лицензия на Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение предоставлена ООО«Газпром в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 16 апреля 2008 года.

Разработка планируется в качестве источника заполнения проектируемого газопровода Якутия—Хабаровск—Владивосток.

Подрядчик на проведение ГИС (геофизических исследований скважин), и постоянным наблюдением ГТИ (геолого-техническое исследование), выполняет дочернее предприятие ООО «Газпром» ОАО «Георесурс» ПФ «Иркутскгазгеофизика».

В результате разведки произведена систематизация и обобщение геолого-геофизических материалов поисково-разведочных работ на месторождении.

3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поодавляющая часть нефтяных и газовых месторождений приурочена к коллекторам трех типов – гранулярным, трещинным и смешенного строения. К первому типу относятся коллектора, сложенные песчано – алевролитовыми породами, поровое пространство которых состоит из межзерновых полостей. Подобным строение первого пространства характеризуется также некоторые пласты известняков и доломитов.

В чисто трещиноватых коллекторах (сложенных преимущественно карбонатами) поровое пространство образуется системой трещин. При этом участки коллектора между трещинами представляют собой плотные малопроницаемые не трещиноватые блоки пород, поровое пространство которых практически не участвует в процессах фильтрации. На практике, однако чаще всего встречаются трещиноватые коллекторы смешанного типа, поровое пространство которых включает как систему трещин, так и поровое пространство блоков, а также каверн и карст.

В связи с разнообразием условий формирования осадков коллекторские свойства пластов различных месторождений могут изменяться в широких пределах. Характерные особенности большинства коллекторов – слоистость и их строения и изменение во всех направлениях свойств пород, толщины пластов и других параметров.

Корреляция и литологическое расчленение разрезов на крупные литологические комплексы – песчаники, алевролиты, аргиллиты, галогенно-карбонатные породы уверенно осуществлялись по данным электрического каротажа (КС, БК), кавернометрии и радиоактивного каротажа (ГК, НГК).

При выделении коллекторов использовался весь комплекс прямых качественных признаков и косвенных количественных критериев. К первым из них относятся признаки проникновения в пласты фильтратов промывочной жидкости, устанавливаемые по появлению разности показаний

разноглубинных зондов бокового и микробокового каротажа, трехслойным кривым бокового каротажного зондирования, а также по появлению фильтрационных шламовых корок.

Таблица 1 – Комплекс ГИС, используемый для решения геологических задач в скважинах Чайядинского НГКМ.

Задача	Разрез			
	терригенный		карбонатный	
	минерализованный БР	непроводящий БР	минерализованный БР	непроводящий БР
1	2	3	4	5
Корреляция и литологическое расчленение	КС КВ БК ГК-НГК	– КВ – ГК-НГК	КС КВ БК ГК-НГК	– КВ – ГК-НГК
Выделение засоленных интервалов	АК-ГГКП НГК-ННКТ	АК-ГГКП НГК-ННКТ	АК-НГК НГК-ННКТ	АК-НГК НГК-ННКТ
Выделение коллекторов, в т.ч. определение свойств уплотненных прослоев	КВ БК-МБК БКЗ АК ГГКП ГК-НГК ГДК СКО	КВ – ИК АК ГГКП ГК-НГК ГДК СКО	КВ БК-МБК – АК ГГКП ГК-НГК ГДК СКО	КВ – ИК АК ГГКП ГК-НГК ГДК СКО
Оценка глинистости	ГК АК-ГГКП ГСК	ГК АК-ГГКП ГСК	ГК АК-ГГКП ГСК	ГК АК-ГГКП ГСК
Оценка характера и определение коэффициента нефтегазонасыщенности	Газовый каротаж БК-МБК БКЗ ИК ОПК	– – – ИК ОПК	Газовый каротаж БК-МБК – ИК ОПК	– – – ИК ОПК
Определение положений контактов	БК-МБК ИК ОПК НГК ГДК	БК-МБК ИК ОПК НГК ГДК	БК-МБК ИК ОПК НГК ГДК	БК-МБК ИК ОПК НГК ГДК

Определение коэффициента пористости (K_p) пород постоянного состава осуществлялось по данным АК, на которые не оказывает заметного влияния тип промывочной жидкости и характер насыщения коллекторов. Для определения K_p и коэффициента глинистости ($K_{гл}$) терригенных коллекторов использовались также данные ГГК-П.

Оценка минералогического состава и определение K_p полиминеральных пород осуществлялась по данным АК, НГК, ГК, и ГГК-П, различным образом реагирующих на разные минеральные составляющие.

Для оценки характера насыщенности пластов, особенно коллекторов с глубоким проникновением, привлекались данные всех информативных в этих условиях видов ГИС: сведения о параметрах промытой зоны, зоны проникновения и пласта по электрическим видам ГИС (БМК, БК, БКЗ, НК).

Основными исходными данными для определения $K_{нг}$ служили удельные электрические сопротивления пород, полученные с помощью БК, ИК и БКЗ.

При надежном определении $K_{нг}$ положение водонефтяного контакта определялось с помощью критического значения $K_{нг\text{ кр}}$, соответствующего нижнему предельному содержанию нефти в пласте, при котором возможно получение ее безводных притоков.

При неглубоком проникновении фильтратов БР использовались также данные ОПК. Для разделения газо и нефтенасыщенных интервалов в пределах одного пласта использовались результаты ГДК и ОПК, чувствительные к характеру насыщенности и обладающие высокой вертикальной разрешающей способностью.

Обязательный комплекс ГИС, выполненный в скважинах Чайядинского месторождения и определяемый набором видов исследований, предназначенных для решения отдельных геологических задач, состоит из общих исследований, выполненных по всему стволу скважин в масштабе глубин 1:500 и детальных, проведенных в интервалах продуктивных горизонтов в масштабе глубин 1:200. По своему назначению эти

исследования подразделяются на основные, выполнение которых предусматривалось во всех скважинах, и дополнительные, выполняемые в отдельных скважинах по мере необходимости. Кроме того, часть исследований выполнена по специальным программам (приток-состав, градиент-термометрия). Термометрия и газовый каротаж выполнялись, в основном, в поисковых скважинах. Комплекс ГИС с учетом условий вскрытия продуктивных пластов представлен.. Из приведенных данных следует, что основные виды ГИС, предназначенные для решения отдельных геологических задач, включали в себя КС, КВ, ГК, НГК, инклинометрию, газовый каротаж, АК, БК, БМК, БКЗ и ИК для выполнения которых имелось достаточное количество аппаратуры и необходимое метрологическое обеспечение. В скважинах, пробуренных на ВИЭР, из комплекса основных исследований исключались БМК, БК, БКЗ, а также газовый каротаж, выполнение которых невозможно в непроницаемых и углеводородосодержащих БР. Методикой проведения исследований предусматривалось первоочередное выполнение основных исследований, причем первыми проводились КС, БК, БКЗ и БМК, информативность которых связана с глубиной проникновения фильтратов БР.

4. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

4.1. Задачи геофизических исследований

Целевое назначение работы – определение залегания продуктивных пластов коллекторов, их мощностей, а так же их нефтегазонасыщенность.

На данном этапе необходимо спроектировать разведочную скважину для того, чтобы уточнить границы продуктивных пластов на Чаяндинском месторождении. При бурении скважины необходимо решить следующие задачи:

1. Литологическое расчленение горных пород;
2. Выделение коллекторов;
3. Определение коэффициента пористости горных пород;
4. Определение нефтегазонасыщенности пластов.

4.2. Обоснование объекта исследований

Проектом предусматривается проведение ГИС в скважине, пробурена в северном блоке Чаяндинского месторождения (район скв. 180-02. и 180-05) (Рис. 7). Бурение скважины 180-08 проектируется глубиной 1650 м под Талахским горизонтом (рис.8). Так как на данном участке наблюдается пониженная плотность скважин, следует провести исследования для уточнения границ месторождения с целью увеличения площади газоносности и запасов.

Наблюдая геологический разрез по линии скв. 750 - 321-02 (Рис. 8), можно предположить, что бурение проектируемой скважины поможет определить более конкретные границы ботубинского горизонта, а так же уточнить мощность остальных пластов коллекторов на этом участке.

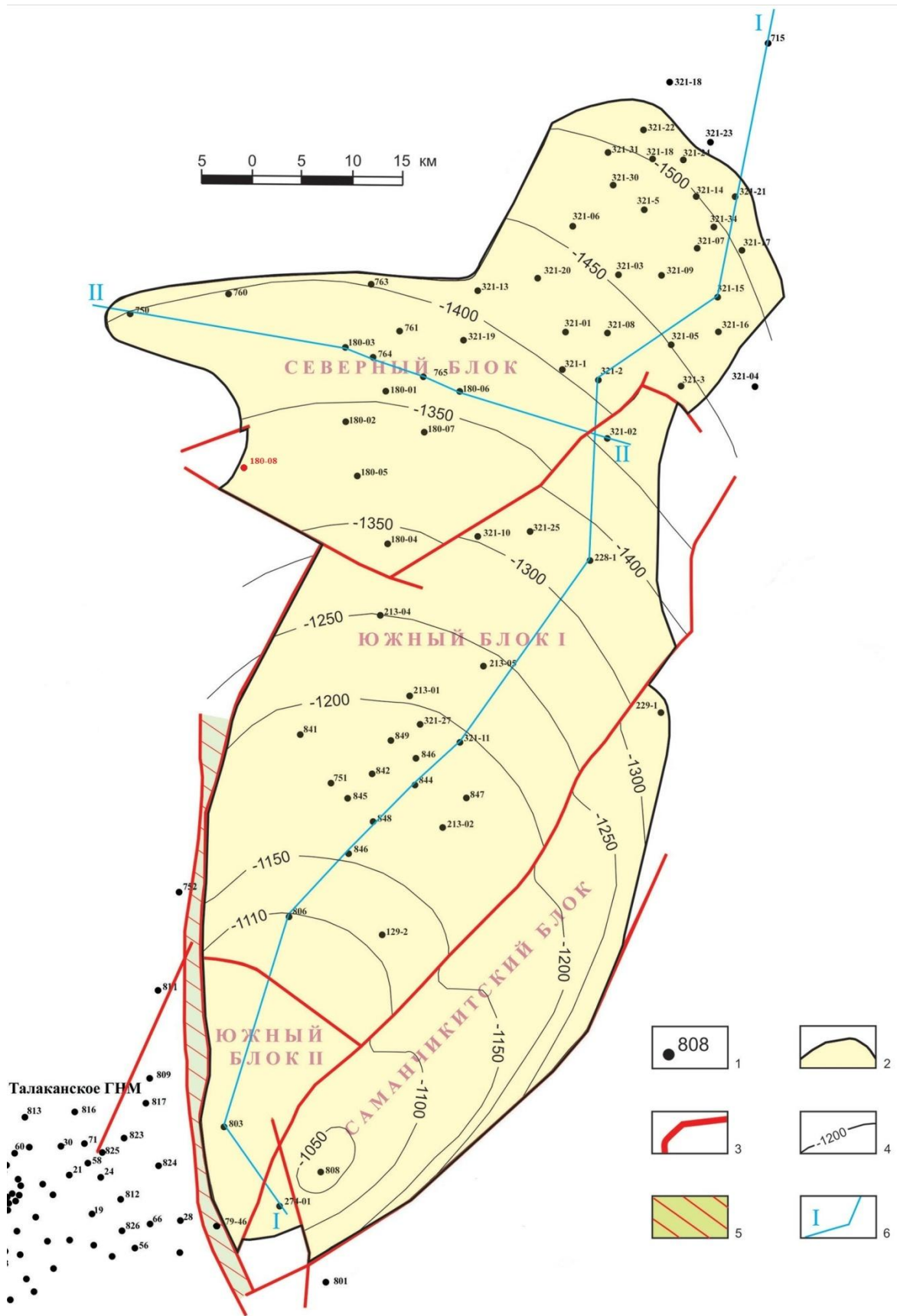


Рисунок 6 – Структурная карта Чаяндинского месторождения

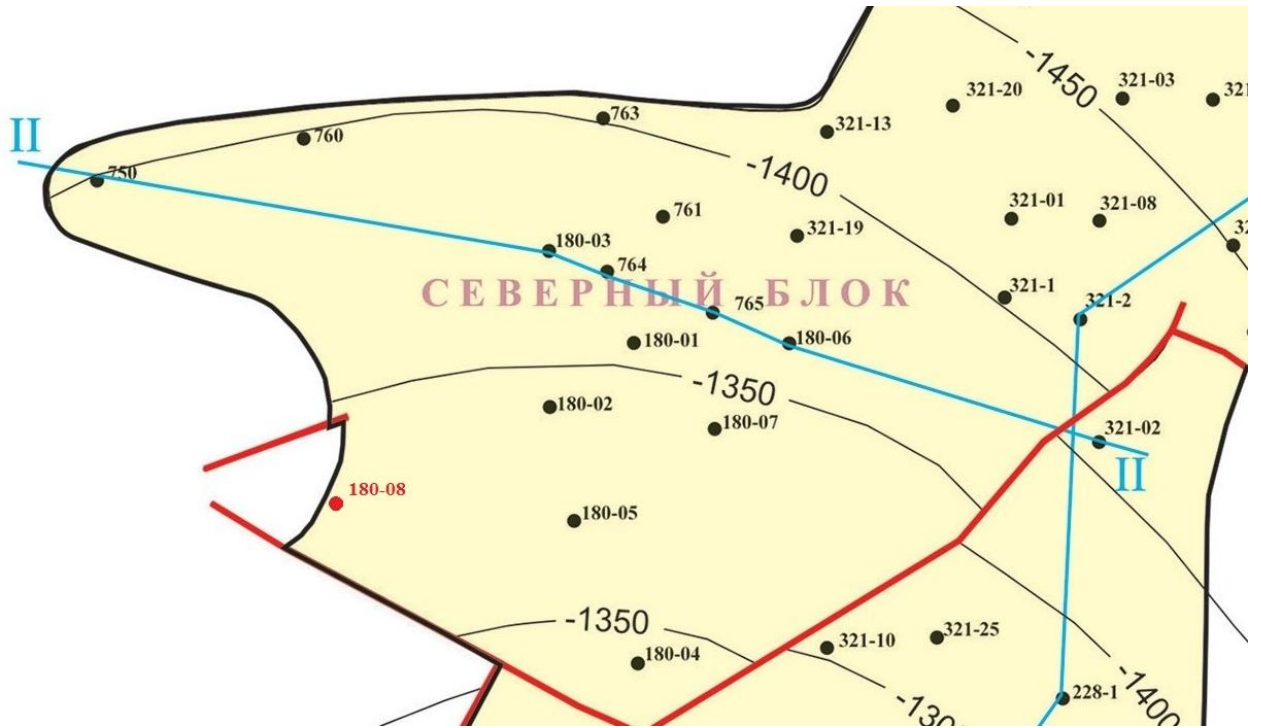


Рисунок 7 – Схема размещения проектной скважины №180-08
Чаяндинского месторождения

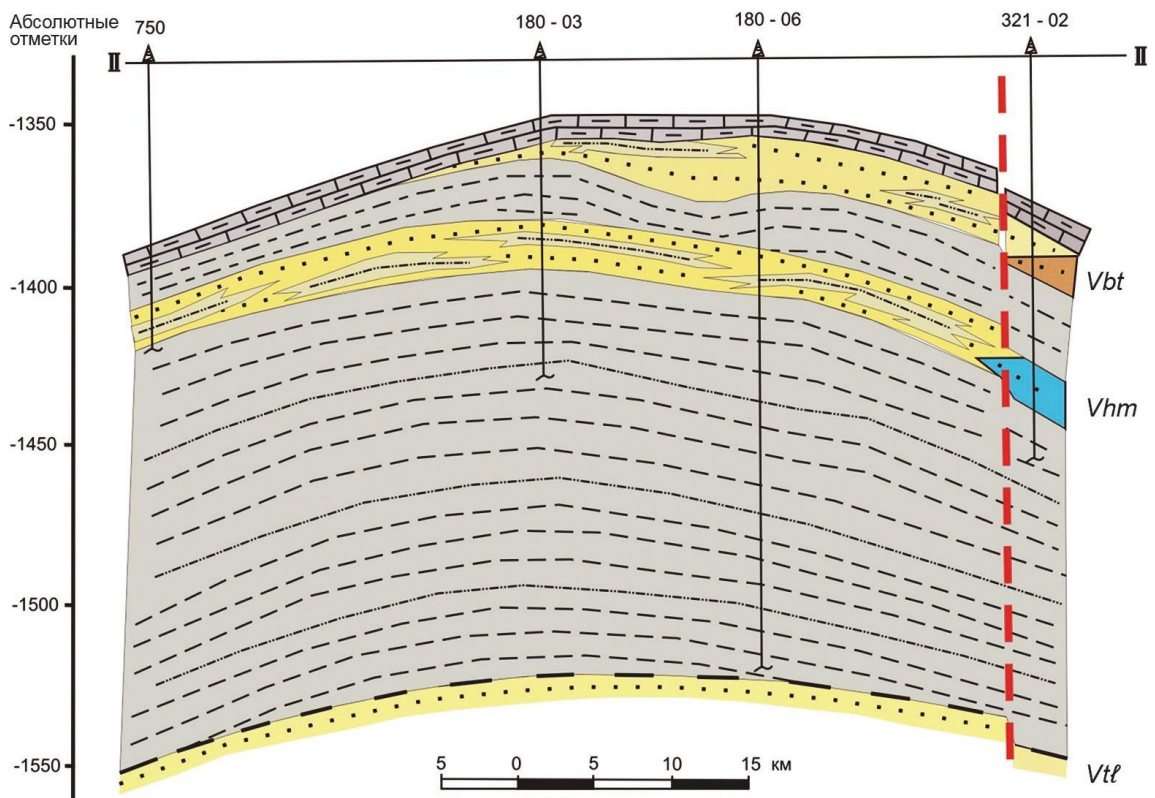


Рисунок 8 – Литологический профиль по линии скв. 750 - 321-02

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

По предшествующим работам на рисунке 9. можно увидеть, что на глубине 1510-1528 наблюдается переслаивание ангидрита, глинистого доломита и мергеля. Затем с 1528 до 1535 метров наблюдается ботубобинский горизонт, представленный обычными и глинистыми песчаниками.

После ботубобинского горизонта с 1535 по 1637,5 метров идет переслаивание песчаника, алевролита и ангидрита различной мощности (Рис. 9).

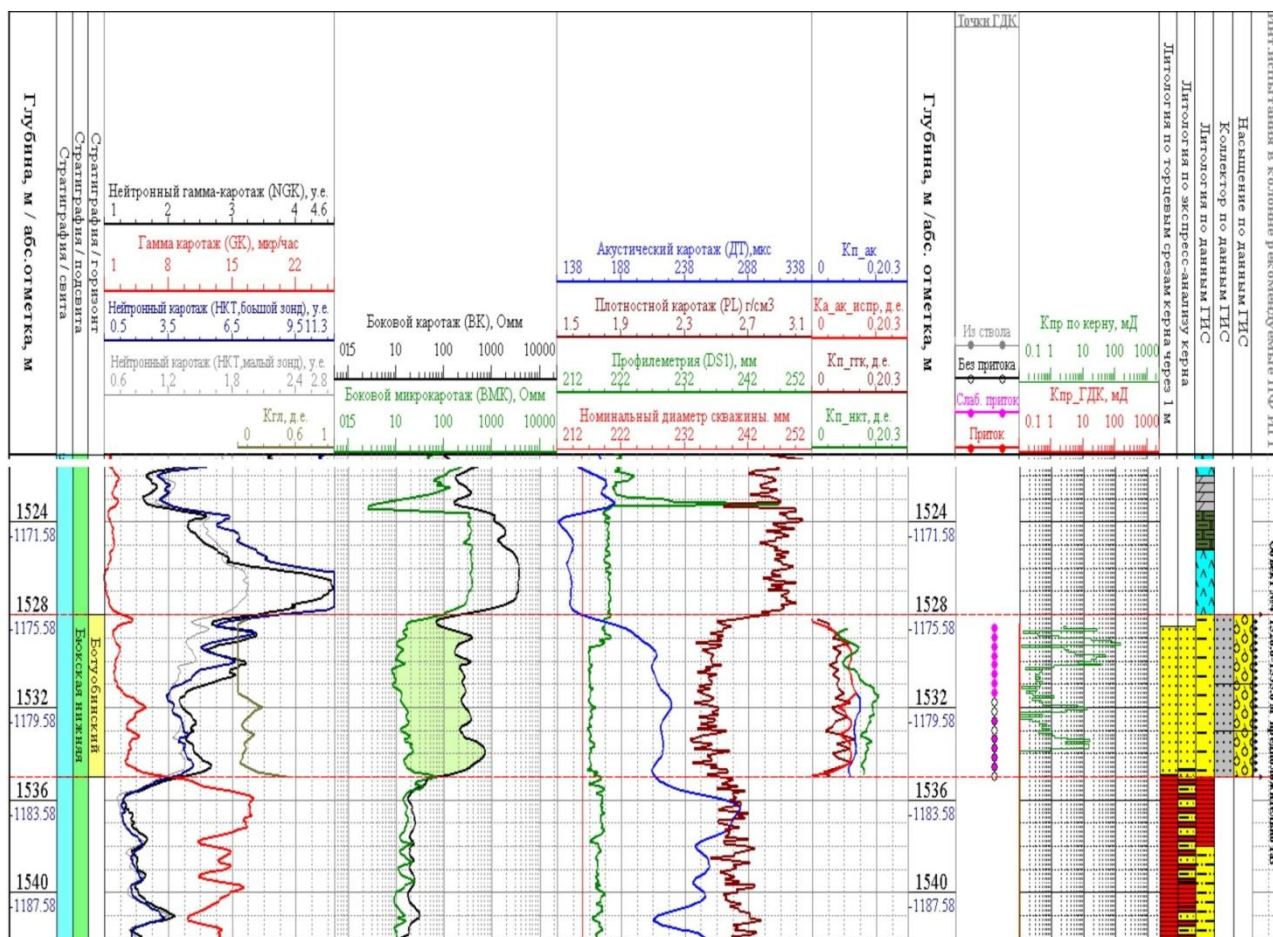


Рисунок 9 – ФГМ ботубобинского горизонта

Второй пласт коллектор (хамакинский горизонт)показан на глубине с 1637,5 метров до 1666 метров (Рис. 10). Хамакинский горизонт можно

разделить на два объекта. Первый объект представлен на глубине от 1637.5 до 1656 метров, в котором предположительно находится газ и состоящий из пластов аргиллита, песчаника, ангидрита и глинистого песчаника. Второй объект состоящий из песчаников, в котором предположительно находится нефть, располагается на глубине 1656-1666 метров.

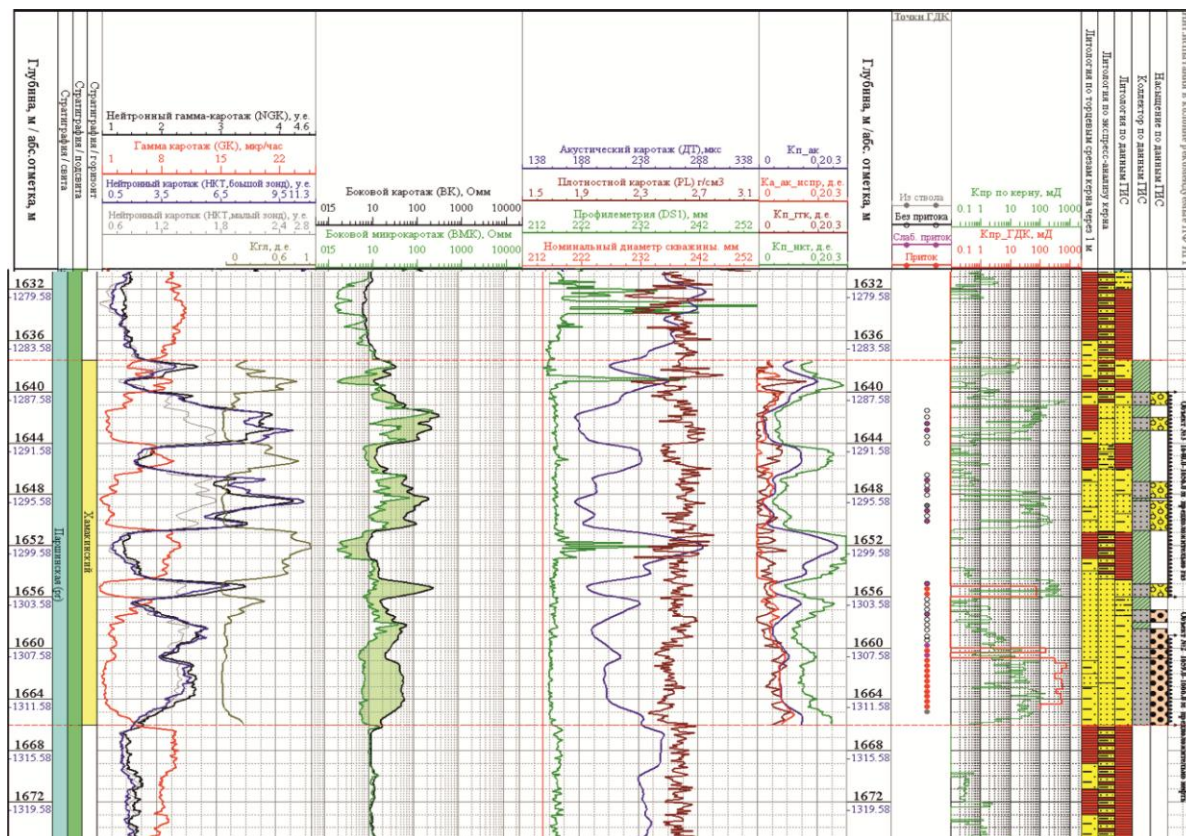


Рисунок 10 – ФГМ Хамакинского горизонта

После хамакинского горизонта до глубины 1772 метра наблюдается переслаивание пластов политкового песчаника с аргиллитом и алевролитом.

С 1772 метров мы уже наблюдаем талахский, самый мощный горизонт (Рис.11). Его можно также разделить на два отдела. Первый отдел, (1776-1798 метров) это газо-насыщенный коллектор состоящий в основном из песчаников с вкраплениями пластов малой мощности алевролита и аргиллита. Второй отдел представлен переслаиванием таких пород как гравелиты, аргиллиты, песчаники и алевролиты. Данный отдел является водонасыщенным горизонтом и находится на глубине 1802-1850 метров.

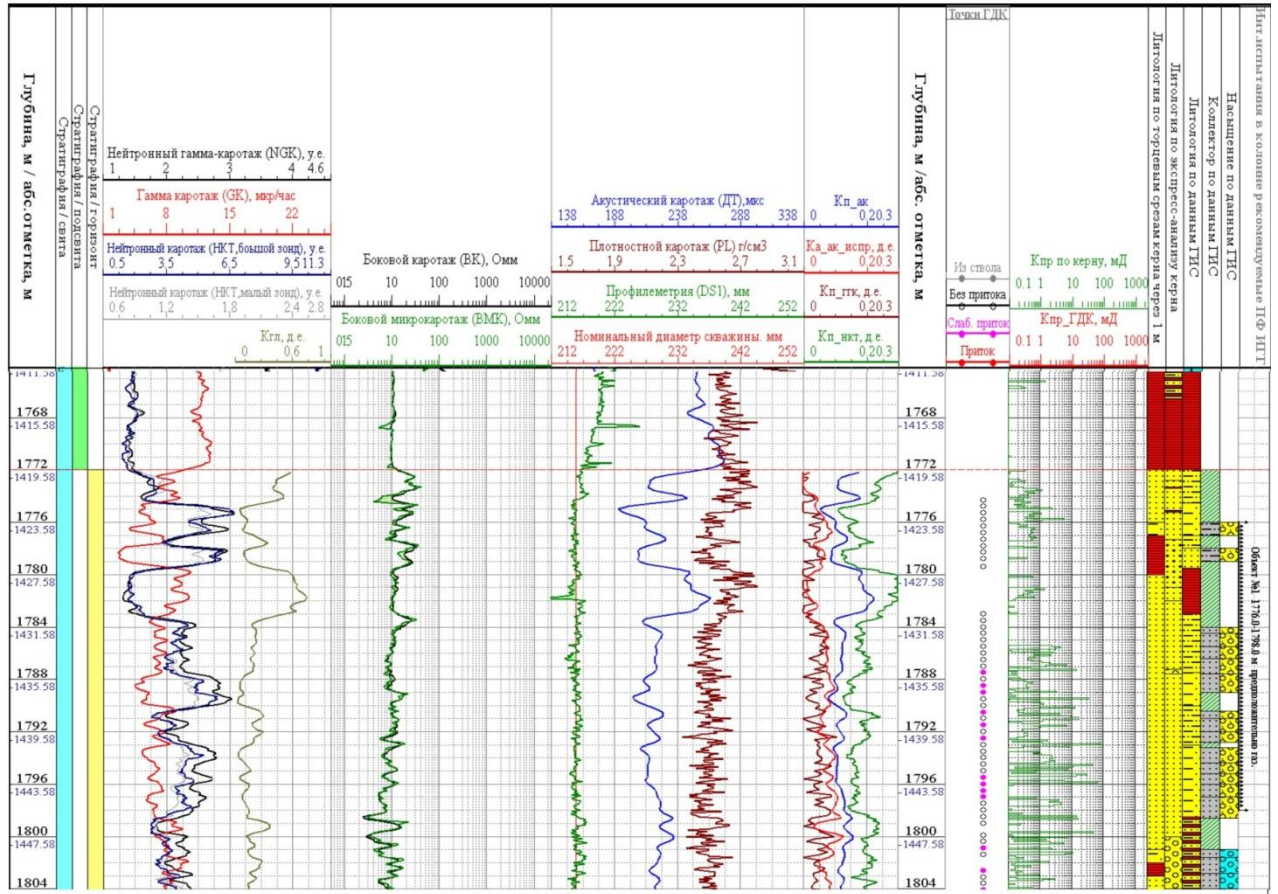


Рисунок 11 – ФГМ Талахского горизонта

Ниже талахского горизонта сразу идет вилючанский горизонт. Вилючанский горизонт является водонасыщенным, но в отличие от второго отдела талахского горизонта в его состав не входят аргиллиты, лишь только алевролиты, гравелиты и песчаники.

После вилючанского горизонта наблюдаются мощные пласты аргиллита с вкраплениями не больших слоев алевролита, вплоть до забоя скважины.

Мощность коллекторов примерно составляет в ботубинском горизонте 7 метров, в хамакинском 24 метра, в талахском горизонте 28 метров.

Таблица 2 – Физические свойства коллекторов

Горизонт	Методы	ГК	ННК-Т	БК	МБК	АК	НГК
	Порода	мкР/ч	у.е.	Ом*м	Ом*м	мкс/м	у.е.
Ботуобинский	Песчаники (коллектор)	1,5- 5,5	3,5-4,5	300- 600	7-30	205-222	2,2-2,7
Хамакинский	Песчаники (коллектор)	1-12	0,5- 11,3	10-750	2,5-135	170-295	1,5-4,6
Талахский	Песчаники (коллектор)	2-11	1,7-6,5	3-30	3-40	201-246	1,35-3

Проанализировав таблицу я сделал вывод, что хамакинский продуктивный горизонт является самым продуктивным коллектором. Коллектор отличается от вмещающих горных пород, низким показателем времени прохождения упругих волн в 170 мкс/м, высоким удельным электрическим сопротивлением 750 Ом*м, высокими показаниями НГК в 4,6 у.е. и низкими показаниями гамма фона относительно вмещающих пород 1-3 мкР/ч.

Обращая внимание на рисунок 9, можно сказать, что комплекс методов ГИС для разведочных работ очень качественно предоставил информацию о литологии скважины и физических свойствах продуктивного горизонта, а так же и самого коллектора. Для детальных проведенных геофизических исследований, нефтегазонасыщения пластов коллекторов, выбираются методы БК, ГК, НГК, АК, НКТ и МБК. Прямые методы геофизических исследований нефтегазонасыщения коллекторов я планирую провести методы: БКЗ, ГДК (гидро-динамического каротажа) и ОПК (опробование на кабеле).

Эти два метода (ГДК, ОПК) по моему мнению дают заключительную информацию и подтверждение всех гипотез о содержании нефти, газа или воды в пластах коллекторах.

Для литологического расчленения разреза будет проведен ГИС методами ГК, АК, БК и МБК.

Для выделения коллекторов насыщенных водородом и хлором я проведу геофизическое исследование скважины методом НГК .

Для решения задачи определения коэффициента пористости горных пород я проведу ГИС методами НКТ и АК.

Для определения нефтегазонасыщенности планируется провести методы БКЗ, ГДК и ОПК.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1. Методика проектных геофизических работ

Для проведения ГИС я выбрал комплексную геофизическую компьютеризированную лабораторию «КЕДР-02». Так как данная лаборатория проста в эксплуатации. Лаборатория обеспечивает прием и обработку информационных сигналов, поступающих по одно-, двух- или трехжильному кабелю от скважинной аппаратуры без наземных панелей, работает с датчиками глубины импульсного типа. Работы ГИС будут проводиться на трехжильном кабеле, всего на катушке станции имеется 2000 метров каротажного кабеля. Основной частью СПО (спуска подъемных операций) является программа регистрации геофизических данных ГЕОФИЗИКА (далее программа), установленная на компьютере. Функциональные возможности программы ограничены, нет возможности регистрации акустических данных, но есть возможность их просмотра.

Гамма-каротаж (ГК)

Исходя из опыта прошлых лет для методов радиоактивного каротажа (ГК и НГК) выбран прибор ПРКЛ-73, для НКТ выбрал СГП-2-Агат, данные аппаратура хорошо зарекомендовала себя при проведении ГИС в различных условиях. Прибор радиоактивного каротажа ПРКЛ-73 (НГК+ГК) предназначен для измерения пористости горных пород по вторичному гамма излучению, мощности экспозиционной дозы (МЭД) естественного гамма-излучения. Прибор работает на двух жилах трехжильного каротажного кабеля, рис. 12.

Принцип гамма-каротажа (ГК) основан на регистрации скважинными приборами естественной радиоактивности горных пород слагающих разрез скважины.



Рисунок 12 – Общий вид прибора ПРКЛ-73.

Акустический каротаж (АК)

Исходя из опыта прошлых лет для метода акустический каротаж я выбрал аппаратуру АКВ-1 на преломленных волнах предназначен для измерения интервальных времен Δt ($\Delta t = 1/v$, где v – скорость распространения волны, м/с), амплитуд A . Единицы измерения – микросекунда на метр (мкс/м), безразмерная (для A)

Измерения выполняют в необсаженных и, при определенных ограничениях, обсаженных скважинах, заполненных любой негазирующей промывочной жидкостью. Скважинный прибор центрируют (рис. 13).

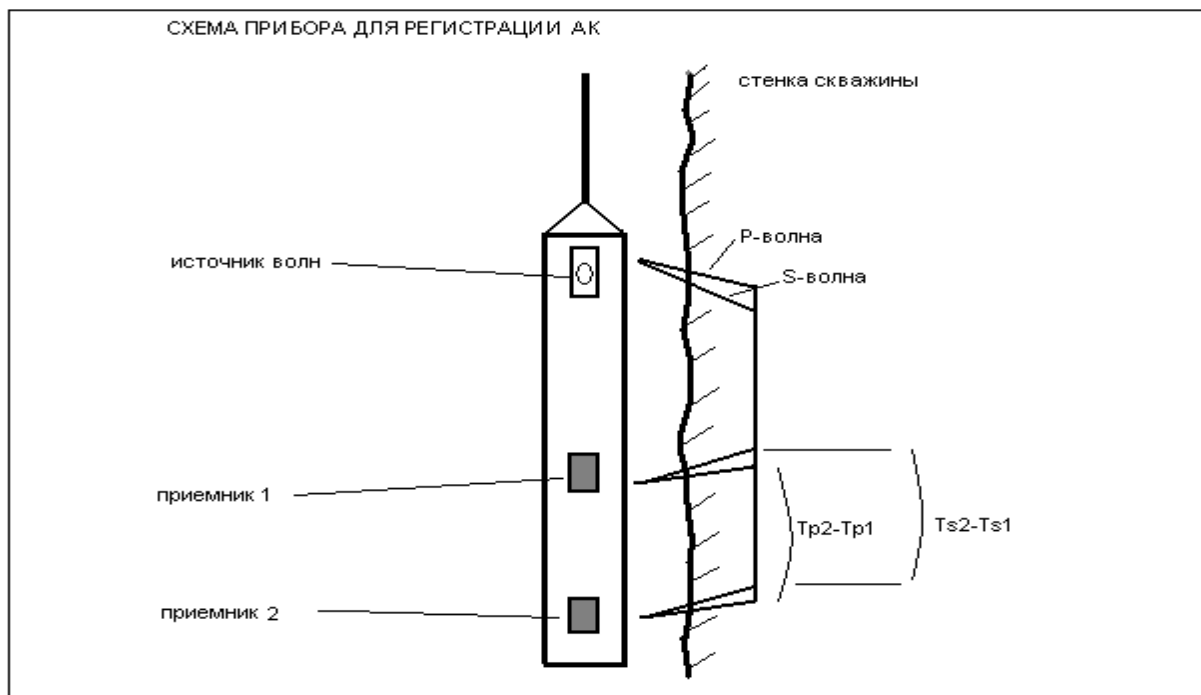


Рисунок 13 – Схема работы скважинного прибора акустического каротажа.

Боковой каротаж (БК)

Исходя из опыта прошлых лет для метода электрического бокового каротажа я выбрал аппаратуру КЗ-741. Прибор предназначен для измерения кажущихся удельных электрических сопротивлений пород, трехэлектродного бокового каротажа. Применяется для исследования в не обсаженных скважин, заполненных промывочной жидкостью на водной основе с удельным электрическим сопротивлением $\rho_c \geq 0.02$ Ом·м. Прибор эффективен при таких неблагоприятных геологических условиях как большое отношение ρ_n/ρ_c , сильно минерализованная промывочная жидкость, наличие тонких пластов-коллекторов, где методы БКЗ и индукционного каротажа малоэффективны.

Краткое описание: прибор содержит жесткую часть, на которой размещены электроды, расчленяемую при разборке на три трёхметровые части, и гибкий зонд (косу), на котором размещены электроды, реализующие методы БК.

Микробоковой каротаж (МБК).

В боковом микрокаротаже (МБК) измеряется сопротивление прискважинной части пласта (промытой зоны) двухэлектродной установкой, состоящей из центрального токового электрода A_0 и окружающего его экранного электрода $A_э$, укрепленных на внешней поверхности измерительного башмака, прижимаемого к стенке скважины. (рис. 14)

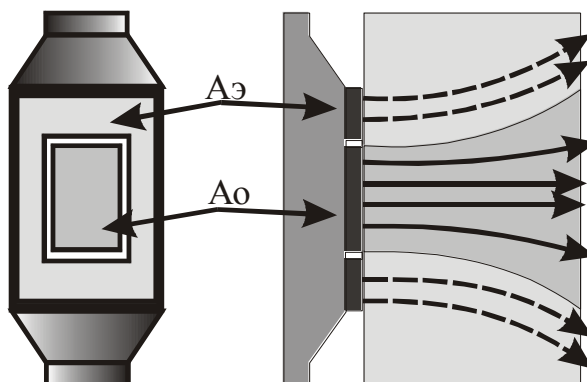


Рисунок 14 – Прижимной башмак микробокового каротажа.

Метод бокового микрокаротажа применяют для выделения коллекторов в разрезе скважины оценки их пористости и коэффициента нефтеотдачи по величине сопротивления промытой зоны.

Исходя из опыта прошлых лет для метода МБК я выбрал аппаратуру КЗа-723 предназначенную для измерения электрического сопротивления пород зондами микрокаротажа, бокового микрокаротажа и диаметра скважины.

Нейтронный гамма-каротаж (НГК)

Проводят следующим образом. В скважину вместе с ионизационной камерой спускают радиоактивный источник. Нейтроны источника, проникая сквозь колонну скважины, бомбардируют ядра атомов элементов горных пород, окружающих ствол скважины, и вызывают их повышенную активность, которая отмечается ионизационной камерой. Вылетающие из источника нейтроны в результате столкновения с ядрами атомов породы

замедляют движение и в конечном итоге захватываются ими. Захват нейтронов ядрами атомов породы сопровождается гамма-излучением, называемым вторичным. В зависимости от свойств породы замедление и захват нейтронов, а соответственно и интенсивность вторичного гамма-излучения в области расположения индикатора изменяется. Обычно гамма-каротаж и нейтронный гамма-каротаж осуществляются одновременно.

НГК – однозондовый или двухзондовый прибор, содержащий источник нейтронов и один или два детектора гамма-излучения (рис. 15).

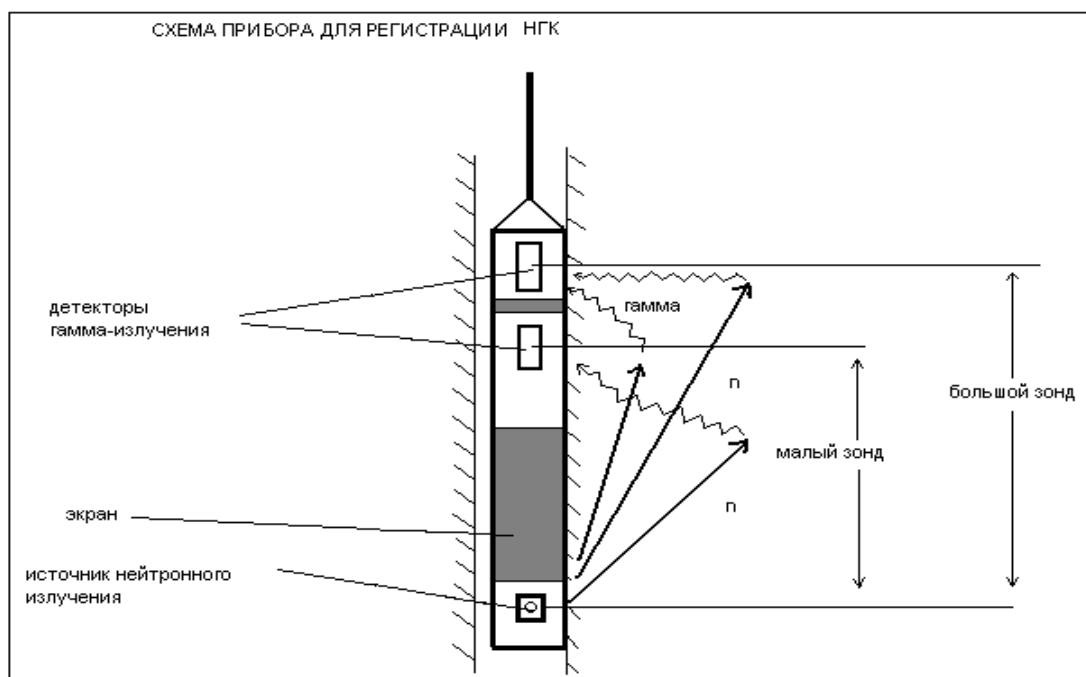


Рисунок 15 – Схема прибора для нейтронного гамма-каротажа.

Нейтронный каротаж применяют в не обсаженных и обсаженных скважинах с целью литологического расчленения разрезов, определения емкостных параметров пород (объемов минеральных компонент скелета и порового пространства), выделения газожидкостного и водонефтяного контактов, определения коэффициентов газонасыщенности в прискважинной части коллектора.

Плотностной гамм -гамма каротаж (ГГК-II)

В качестве источника ГГК-II используют источник цезия, испускающий гамма-кванты большой энергии. Источник и индикатор расположены на одной стороне исследуемого объекта. Индикатор заключен в стальную гильзу, поглощающую мягкую компоненту гамма-излучения. В этом случае регистрируется жесткая компонента рассеянного гамма-излучения. Получаемая кривая несет информацию об изменении объемной плотности породы.

Для уменьшения влияния скважины прибор имеет прижимное устройство и свинцовый экран, предохраняющий в некоторой мере индикатор от рассеянного гамма-излучения промывочной жидкости.

Между интенсивностью рассеянного гамма-излучения и плотностью горных пород для достаточно больших зондов существует зависимость: чем больше плотность, тем больше рассеяние, тем меньше регистрируемое гамма-излучение. На кривой минимальные показания соответствуют плотным породам - ангидритам, доломитам, известнякам. Максимумами выделяются наименее плотные породы – гипсы, глины, каменная соль, высокопористые известняки, песчаники и доломиты. Низкими значениями – глинистые известняки, песчаники.

Каверномер -профилемер СКПД-3

Предназначен для одновременного измерения двух взаимно перпендикулярных поперечных диаметров ствола скважины и их среднего значения.

Применяется для профилометрии открытого ствола скважин.

Измеряется два взаимно перпендикулярных диаметра скважины, определяется кавернозность и толщина глинистой корки.

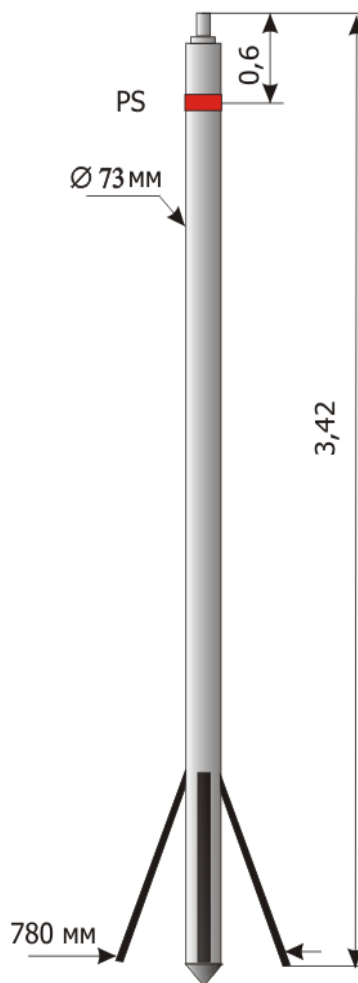


Рисунок 16 – Прибор СКПД-3

Инклинометрия

Инклинометрические исследования – это измерения зенитного угла и азимута скважины в функции ее глубины. Единица измерения – градус, минута, секунда. Один градус содержит 60 минут, (3600 секунд). Точность измерения углов при инклинометрических исследованиях современными приборами составляет порядка первых единиц минут.

Скважины проектируются либо вертикальными, либо наклонно-направленными. В процессе бурения ствол скважины отклоняется от заданного направления по ряду причин геологического и технического характера. Фактическое отклонение оси скважины от вертикали в каком-либо

направлении называется искривлением скважины. Оно определяется углом искривления ψ и магнитным азимутом искривления φ

ОПК-ГДК

Наиболее часто решаемая задача методом ОПК-ГДК - оценка характера насыщенности. Для этого используется смешанная технология ГДК и ОПК. Сначала проводится ГДК во всех коллекторах в заданном интервале, по 3-5 точек исследования на пласт, и по каждому коллектору выбирается одна наиболее приточная точка. Затем проводится отбор проб ОПК из каждой выбранной точки, снизу вверх. По данным оперативного анализа делается вывод о характере насыщенности исследованных пластов.

При забое 400 метров будет проводиться комплекс ГИС методами: ГК, НГК, БК, МБК, АК, НКТ. При забое 800 метров будет проводиться комплекс ГИС методами: ГК, НГК, БК, МБК. При забое 1300 метров будет проводиться комплекс ГИС методами: ГК, НГК, БК, МБК,. При забое 1650 метров будет проводиться комплекс ГИС методами: ГК, НГК, БК, МБК, резистивиметрия, АК, профилометрия, инклинометрия, термометрия.

Последовательность детального изучения:

1. Первым мы проведем метод БК. Скорость спуска может достигать 8000 м/ч. Так как у данного прибора хорошо сконструирован защитный корпус который при большой скорости спуска не будет давать внутренних повреждений. Запись производится от забоя к устью скважины, со скоростью 1000 м/ч. Масштаб записи БК будет производиться 1:200 метров.

2. За одну СПО мы проведем геофизическое исследование продуктивного горизонта двух методов радиоактивного каротажа ГК и НГК. Скорость спуска прибора 8000 м/ч. Запись производится от забоя к устью

скважины со скоростью в 300 м/ч. Масштаб записи будет производиться 1:200 метров.

3. Затем следующий радиоактивный каротаж ГГК-П. Скорость спуска будет производиться 8000 м/ч. Запись производиться от забоя к устью скважины со скоростью в 400 м/ч. Масштаб записи будет производиться 1:200 метров.

4. Производим запись АК. Скорость спуска может достигать 8000м/ч. Запись производиться от забоя к устью скважины со скоростью в 1000 м/ч. Масштаб записи будет производиться 1:200 метров.

5.2. Интерпретация геофизических данных

Интерпретация диаграмм БК.

Процесс обработки диаграмм БК проводится поэтапно:

- Проверка качества диаграмм. Заключается, прежде всего, в проверке записи нулевых и градуировочных сигналов, контрольных повторных замеров и перекрытий.

- Выделение объектов интерпретации. Особенности форм кривых сопротивления описаны в соответствующих руководствах.

- Снятие характерных значений ρ_k , проводят способами, зависящими от строения пласта. Если пласт однородный по ρ , то против пласта отсчитывают средневзвешенное по толщине кажущееся сопротивление $\rho_{k.cр.}$. Если пласт считается неоднородным, то против пласта отсчитывают продольное кажущееся сопротивление $\rho_{kт.}$. Принцип определения истинного удельного сопротивления основан на изучении характера распределения электрического поля экранированного зонда БК.

- Введение поправки за влияние эксцентриситета зонда в скважине. Ее вводят в показания экранированных зондов с малым радиусом исследования. Показания зондов БК со средним и большим радиусом исследования не зависят от положения прибора в скважине.

- Введение поправки за ограниченную толщину пласта.
- Введение поправки за толщину пласта.
- Введение поправки за влияние скважины.
- Введение поправки за влияние зоны проникновения фильтрата ПЖ.

Интерпретация ГК.

Гамма-метод позволяет судить о радиоактивности горных пород и используется для расчленения геологического разреза, оценки глинистости, выделения и оценки радиоактивности пород. Скважинный прибор ГК содержит детектор и электронную схему для регистрации числа импульсов за единицу времени. Показания прибора зависят от содержания U, Th, K в породе и среде, заполняющей скважину, от толщины и материала корпуса прибора, спектральной чувствительности детектора.

Важнейшие особенности кривой интенсивности гамма-излучения I_γ : аномалия симметрична, при $h > 1\text{ м}$ I_γ в середине пласта практически равна показаниям I_γ^∞ при $h = \infty$. Влияние скважины на результаты ГК обусловлено поглощением излучения пласта скважины и вкладом в I_γ квантов, возникающих в скважине. Это влияние определяется коэффициентом линейного поглощения раствора μ_p , его плотность $\delta\rho$ и удельной активности. Кроме поправки за скважину в измеренные значения вводят поправку за глинистую корку и исключают фон прибора. Геологической интерпретацией результатов ГК в данном случае будет являться литологическое расчленение пластов.

Интерпретация данных НКТ.

При интерпретации данных НКТ выделение пластов, $J_{\gamma\gamma}$, отсчет показаний и их исправление за влияние интегрирующей ячейки (поправка за $u_{\tau_я}$) проводят так же, как и при ГК. Затем вычитают естественный фон, определяют кажущуюся пористость пласта по палеткам зависимости I/I_0 от kn для чистого водоносного известняка и соответствующего диаметра

скважины, учитывают нестандартность скважинных условий (учитывается влияние ПЖ которое складывается из различных параметров: водородного индекса раствора V_p , его плотности δ_p , излучающей способности ν_p и сечения поглощения тепловых нейтронов $\Sigma_{z,p}$, зависящего в основном то содержания хлора и железа, влияние промежуточного слоя - глинистая корка или отход прибора от стенки), учитывают особенности пласта (вводится поправка за основной минеральный состав скелета, за глинистость, за примеси элементов с высоким сечением поглощения нейтронов, за влияние остаточного газонасыщения в зоне проникновения, за температуру и давление в пласте и скважине).

Количественное определение коэффициентов газонасыщенности по данным стационарного НМ основано на использовании уравнения

$$k_r = (k_{п} - k_{п,K} + k_{гл} \omega_{гл} + \Delta\omega_{пл}) / [k_{п}(1 - \omega_r)]$$

Поскольку $\Delta\omega_{пл}$ зависит от k_r и эта зависимость пока не аппроксимирована соответствующими формулами, k_r находят методом последовательных приближений. Сначала определяют первое приближение k_r полагая $\Delta\omega_{пл} = 0$; далее вычисляют приближенные значения по формуле и находят первое приближение $\Delta\omega_{пл}$ и второе приближение k_r . Подобный процесс продолжают до получения устойчивых значений k_r .

Погрешность определения $k_{п}$ по стационарным нейтронным методам в разных условиях составляет примерно 1,5 - 3,5 %.

Интерпретация данных ГГП каротажа.

ГГП используют для определения плотности горных пород δ , регистрируя относительно жесткое гамма-излучение (более 0,15 МэВ). Основное назначение ГГП в нефтяных и газовых скважинах - определение $k_{п}$. Если плотность твердой фазы $\delta_{тв}$ и заполнителя пор $\delta_{ж}$ не зависит от $k_{п}$, то

$k_{п} = (\delta_{ск} - \delta) / (\delta_{тв} - \delta_{ж})$. Если твердая фаза двухкомпонентная (скелет + примесь), то $k_{п} = (\delta_{ск} - \delta) / (\delta_{ск} - \delta_{ж}) + (\delta_{прим} - \delta_{ск}) \cdot k_{прим} / (\delta_{ск} - \delta_{ж})$, где $k_{прим}$ - доля

примеси (глинизация, нерастворимый остаток, доломитизация и т.п.) в объеме породы; $\delta_{ск}$ и $\delta_{прим}$ - плотность скелета и примеси.

В газоносных пластах следует учитывать остаточную газонасыщенность $k_{г.о}$, зоны проникновения и вместо $\delta_{ж}$ использовать $\delta_{ж} = \delta_{ж} - k_{г.о} (\delta_{ж} - \delta_{г})$, где $\delta_{г}$ - плотность газа.

Выделение коллекторов

Задача выделения коллекторов является составной частью задачи литологического расчленения, однако ввиду практической важности ее рассматривают как самостоятельную. Петрофизическая основа решения задачи граничное значение $K_{п}$, $C_{гл}$ и других параметров породы, характеризующее границу коллектор-неколлектор. Зная граничное значение $K_{пгр}$ или $C_{глгр}$, проводят на диаграмме этого параметра, полученной для данного разреза способом кроссплотов или каким-либо другим, линию, параллельную оси глубин, соответствующую $K_{пгр}$ или $C_{глгр}$, после чего характеризуют его как коллектор или не коллектор.

Оценка характера насыщения коллектора и выделение продуктивного коллектора выполняются путем сравнения удельного сопротивления $\rho_{п}$ пласта-коллектора с его удельным сопротивлением $\rho_{вп}$ при полном насыщении пластовой водой. Если $\rho_{п} < \rho_{вп}$ – коллектор водоносный; если $\rho_{п} > \rho_{вп}$ пласт содержит нефть или газ, но еще неизвестно, является ли он промышленно продуктивным. Пласт считают продуктивным при условии $\rho_{п} > \rho_{пкр}$ н, где $\rho_{пкр}$ н – критическое удельное сопротивление рассматриваемого класса коллектора.

Величину $\rho_{пкр}$ н и соответствующее значение $P_{нкр}$ н устанавливают с помощью зависимости $P_{н} = f(K_{в})$, в соответствии с величиной $K_{вкр}$ н, определенной путем анализа кривых относительной фазовой проницаемости для системы нефть–вода или газ–вода в зависимости от того, чем насыщен коллектор.

Литологическое расчленение скважины выполняется по данным

полного комплекса ГИС. Каждая порода имеет свои характерные признаки (физические свойства), присущие только той или либо иной породе.

Выделение коллекторов и определение их эффективных толщин осуществлялось по комплексу прямых качественных признаков, косвенных количественных критериев и прямого метода гидродинамического каротажа (ГДК). В качестве количественного критерия при выделении коллекторов использовались граничные значения пористости соответственно:

для Ботубинского горизонта $K_p=4 \%$;

для Хамакиснского горизонта $K_p=5,7 \%$;

для Талахского горизонта $K_p=6,0 \%$.

Коэффициенты пористости коллекторов определялись по данным АК с учетом глинистости ($K_{гл}$) пород. Характер насыщения коллекторов оценивался по качественным критериям – данным БК и МБК и окончательно определялся по результатам поинтервальных испытаний (ГДК). Определение коэффициентов газонасыщенности осуществлялось по данным ГИС по стандартной методике по удельному электрическому сопротивлению с использованием взаимосвязей пористости (K_p) и параметра насыщения (R_n) с коэффициентом водонасыщения (K_v). В результате оперативной интерпретации материалов представленного комплекса ГИС по скважине № 321-67 Чайядинского НГКМ выделены следующие интервалы коллекторов, рекомендуемые к испытанию в колонне.

Определение коэффициентов пористости, проницаемости, остаточной водонасыщенности и глинистости

Определение пористости пород по данным акустического каротажа проводилось с использованием петрофизических зависимостей интервального времени упругих волн (ΔT) от пористости (K_p), полученных на керне при моделирующих пластовых термобарических условиях.

для ботубинского горизонта : $\Delta T = \Delta T = 4.10 * K_p + 167.0$;

для хамакинского горизонта : $\Delta T = 4.287 * K_p + 169.9$;

для талахского горизонта : $\Delta T = 4.19 * K_{п} + 169.7$.

Для определения коэффициентов пористости по ГГКП использовалась зависимость, полученная на керне:

$$\text{боб} = 2.64 * (1 - K_{пГГК}) + 1.24 * K_{пГГК}$$

Определение коэффициента пористости по НГК ($K_{пНК}$) осуществлялось путем приведения водородосодержания, рассчитанного для известняка, к значениям в песчанике и внесения поправки за глинистость.

Коэффициенты коллекторов пористости по комплексу АК-ГГКП определены по палеткам ΔT -ГГКП для ботубинского, хамакинского и талахского горизонтов, использовавшимся при подсчёте запасов в 2000 г.

В основе указанных палеток лежат зависимости объёмной плотности от коэффициентов пористости и петрофизические зависимости $\Delta T = f(K_{п})$, полученные при пластовых термобарических условиях. Палетки позволяют также в зависимости от соотношения параметров ΔT и боб определять коэффициенты глинистости, содержания полевых шпатов или засолонённости коллекторов. За основу для дальнейшего использования принимались, как правило, коэффициенты пористости по комплексу АК-ГГКП.

Для оценки коэффициента абсолютной газопроницаемости пород были использованы уравнения, разработанные для ботубинского горизонта в зависимости от степени засолоненности образцов:

— незасолонённые образцы: $\lg K_{пр} = 20.12 * K_{п} - 0.703$,

— засолонённые образцы: $\lg K_{пр} = 81.99 * K_{п} - 1.07$

Для определения коэффициента остаточной водонасыщенности использовалась зависимость «керна-керна» по данным капилляриметрии для ботубинского горизонта, аппроксимированная уравнением:

$$K_{во} = -0.45 * \lg K_{п} - 0.28$$

Определение коэффициентов водонасыщенности и нефтегазонасыщенности

Расчет коэффициентов нефтегазонасыщенности проводился с использованием петрофизических зависимостей $P(K_p)$, полученных на керне при условиях, моделирующих пластовые, и зависимостей $P_n(K_B)$ при атмосферных условиях.

для ботубинского горизонта: $P_p = 1 / K 1,84$

для хамакинского горизонта: $P_p = 0,86 / K 1,94$

для талахского горизонта: $P_p = 0,27 / K 2.45$

Уравнение, аппроксимирующие зависимости P_p от K_p и P_n от K_B уточнены по результатам исследования керна из скважин, пробуренных после подсчета запасов в 2000 г.

При использовании метода определения K_r по зависимости $P(K_p)$ и $P_n(K_B)$ значения коэффициента увеличения сопротивления определяются как $P_n = p_p / p_{вп}$, где $p_{вп} = P^* p_B$. Величины P находятся по значениям K_p , рассчитанным по данным ГИС. Коэффициент газонасыщенности рассчитывался из соотношения $K_r = 1 - K_B$ и УЭС пластовых вод $0.059 \text{ Ом}^* \text{ м}$, $P_n = 1 / K_B$.

6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Теплофизическое профилирование керна.

Тепловые свойства относятся к числу базовых физических свойств пород, и расширение сферы их применения при исследованиях месторождений углеводородов имеет хороший потенциал для повышения эффективности петрофизических работ на стадиях поиска, разведки и разработки месторождений

Моделирование осадочных бассейнов и нефтегазоносных систем требует представительных данных о тепловых свойствах пород (теплопроводность, температуропроводность, объемная или удельная теплоемкость).

Информация о тепловых свойствах резервуаров необходима также при гидродинамическом моделировании процессов добычи с тепловым воздействием на пласт, интерпретации данных термометрии в скважинах, других случаях моделирования процессов тепломассопереноса в недрах.

Серьезные проблемы при получении представительных исходных данных о тепловых свойствах пород связаны с тем, что для измерений традиционно использовалась аппаратурно-методическая база, разработанная для изучения свойств промышленных материалов, в большинстве своем однородных и изотропных, и не адаптированная для исследований пород, характеризующихся, как правило, существенной неоднородностью, анизотропией, пористостью, трещиноватостью, необходимостью проведения массовых измерений на полноразмерном и стандартном керне [5]. Вместе с тем, тепловые свойства относятся к числу базовых физических свойств пород, и расширение сферы их применения при исследованиях месторождений углеводородов имеет хороший потенциал для повышения эффективности петрофизических работ на стадиях поиска, разведки и разработки месторождений [6–8].

Создание существенно более совершенной аппаратурно-методической базы, основанной на методе оптического сканирования, впервые обеспечило неразрушающие, бесконтактные измерения комплекса тепловых свойств пород с учетом их анизотропии и неоднородности и профилирование тепловых свойств на полноразмерном и стандартном керне [9]. Теплофизическое профилирование на керне предоставляет возможности для непрерывного профилирования других свойств, включая общее содержание органического вещества, скорости упругих волн, естественную радиоактивность, плотность.

Методика теплофизических исследований

Применяется непрерывное бесконтактное неразрушающее профилирование теплопроводности и объемной теплоемкости с определением коэффициента тепловой анизотропии и коэффициента тепловой неоднородности пород [9] вдоль всего полноразмерного керна. Всего в течение 2014–2016 гг. данным методом было изучено более 13 000 образцов полноразмерного керна из 17 скважин, пробуренных на 11 месторождениях Западной Сибири.

В результате теплофизического профилирования вдоль поверхности каждого распиленного образца полноразмерного керна получали следующие данные [9]:

- профили главных значений тензора теплопроводности вдоль слоистости λ_{\parallel} и поперек слоистости λ_{\perp} с пространственной разрешающей способностью 1–2 мм;
- профиль объемной теплоемкости;
- коэффициенты тепловой неоднородности β_{\parallel} и β_{\perp} , характеризующие степень неоднородности образца, связанную со структурно-текстурными особенностями пород, и определяемые при профилировании вдоль и поперек

слоистости по формуле $\beta = (\lambda_{\max} - \lambda_{\min}) / \lambda_{\text{сред}}$, где λ_{\min} и λ_{\max} – соответственно, минимальная и максимальная в пределах образца теплопроводность, $\lambda_{\text{сред}}$ – средняя теплопроводность образца;

– коэффициент тепловой анизотропии определяемой как соотношение $\lambda_{\parallel} / \lambda_{\perp}$.

Производительность измерений в кернохранилищах составляла до 40 погонных метров керна за рабочую смену.

При измерениях на распиленном керне после сканирования вдоль оси керна для учета анизотропии проводили дополнительное сканирование поперек оси керна. При профилировании на цилиндрическом полноразмерном керне непрерывное сканирование осуществляли на цилиндрической поверхности образцов, для получения данных об анизотропии процедуру дополняли сканированием на торцах каждого образца керна.

Предпочтительным являлось проведение теплофизического профилирования на керне по возможности сразу после его распиловки, что обеспечивало максимальную приближенность керна к природному флюидонасыщению.

Результаты теплофизического профилирования на керне.

На рисунке 17 в качестве примера приведены результаты теплофизического профилирования на керне для одной из скважин. Для интервала отбора керна протяженностью 94,5 м изучены все 1067 образцов керна. Данные на рисунке 6.1 показывают следующее:

– оба главных значения тензора теплопроводности (вдоль и поперек слоистости), объемная теплоемкость, коэффициенты тепловой анизотропии и тепловой неоднородности отличаются ярко выраженной зональностью вдоль скважины, что свидетельствует о хороших перспективах использования комплекса тепловых свойств для расчленения разреза и анализа неоднородности толщи;

– изучавшиеся породы характеризуются существенным коэффициентом тепловой анизотропии – в большинстве в диапазоне значений 1,2–2,5;

– большинство образцов пород существенно неоднородны: коэффициент тепловой неоднородности при сканировании поперек слоистости (т.е. вдоль оси керна) составляет для большинства образцов 0,05–0,5, при этом степень неоднородности при сканировании поперек слоистости существенно выше, чем при сканировании вдоль слоистости.

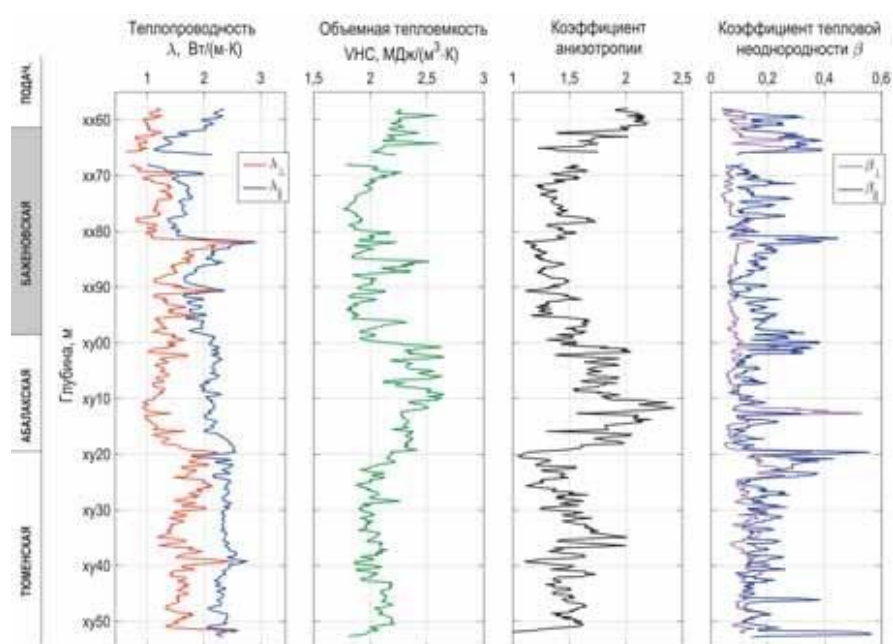


Рисунок 17 – Результаты теплофизического профилирования на керне одной из скважин. Данные измерений для каждого образца керна усреднены в скользящем прямоугольном окне. Синим и красным цветом на крайней левой диаграмме показаны данные для теплопроводности, соответственно, вдоль и поперек слоистости. Для коэффициента тепловой неоднородности темно-синим и розовым цветом на крайней правой диаграмме показаны результаты профилирования, соответственно, поперек и вдоль слоистости (вдоль и поперек оси керна)

Согласно рисунку 17, неоднородность пород характеризуется существенными высокочастотными вариациями даже в малых интервалах глубин, вплоть до масштаба в несколько сантиметров, о чем свидетельствуют как вариации средних значений теплопроводности и объемной теплоемкости

на рисунке 17, так и существенные значения коэффициента тепловой неоднородности, зарегистрированного при сканировании поперек слоистости (вдоль скважины). Это говорит о том, что непрерывная регистрация вариаций теплопроводности на всем полноразмерном керне при обеспечиваемой пространственной разрешающей способности 1–2 мм (в зависимости от величины теплопроводности) является перспективной для характеристики и расчленения маломощных перспективных геологических объектов.

Взаимосвязь между теплопроводностью и другими свойствами пород.

По данным измерений диапазон теплопроводности минеральной матрицы пород баженовской свиты можно оценить в 2,2...2,8 Вт/(м*К). По результатам наших оценок теплопроводность органического вещества в данных породах находится в пределах значений 0,1...0,2 Вт/(м*К), т.е. контраст теплопроводности минеральной матрицы и органического вещества составляет не менее, чем 10–15 раз. Это создало предпосылки для разработки методики оценки общего содержания органического вещества по результатам теплофизического профилирования на керне [10]. На рисунке 18 для одной из изученных скважин приведено распределение общего содержания органического вещества $C_{орг}$, полученное как по результатам регистрации непрерывного распределения теплопроводности λ_{\parallel} в процессе теплофизического профилирования, так и по результатам пиролиза при помощи прибора *НАWK*. Данные на рисунке 18 показывают достаточно хорошее совпадение вертикальных вариаций и средних интервальных значений $C_{орг}$ вдоль скважины по результатам измерений обоими методами.

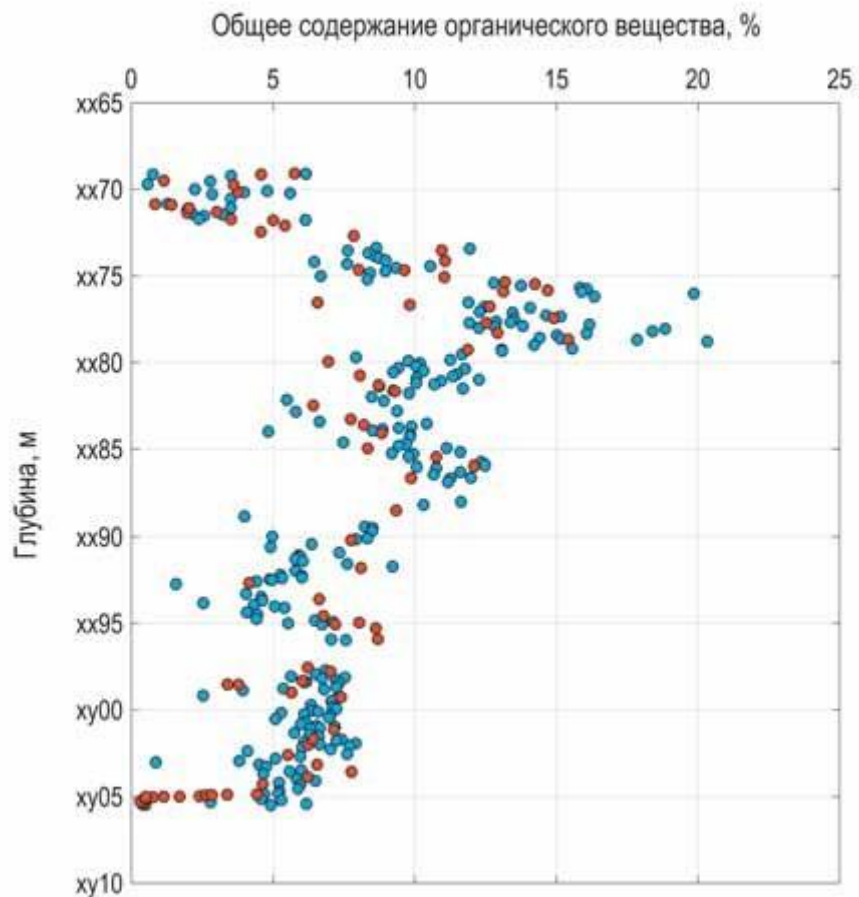


Рисунок 18 – Результаты определения общего содержания органического вещества методами теплофизического профилирования на керне (голубые точки) и пиролиза (красные точки)

Следует учитывать, что отношение объема образца керна, который определяет результат измерений теплопроводности методом оптического сканирования, а следовательно, и результат определения $C_{орг}$ ($\sim 35\text{--}40\text{ см}^3$ при длине образца керна 10 см), к объему образца породы, используемого для измерений $C_{орг}$, при помощи пиролиза (около $0,25\text{ см}^3$), составляет примерно 150:1. Это означает, что коэффициент тепловой неоднородности пород баженовской свиты, составляющий в среднем около 0,2, но достигающий часто и 0,3–0,4 (что следует из рис. 17), обуславливает существенное влияние неоднородности пород на результаты оценок $C_{орг}$ методом пиролиза, что неизбежно должно приводить к существенным различиям результатов определения $C_{орг}$ методами пиролиза и теплофизического профилирования на керне. С учетом того, что при

теплофизическом профилировании исследуются все образцы керна, численно, как правило, в несколько раз превосходящие пробы для пиролиза, все это свидетельствует о значительно более высокой представительности оценок $C_{орг}$ по результатам теплофизического профилирования на керне.

Для пород баженовской свиты установлена тесная связь между теплопроводностью и результатами определения естественной радиоактивности, получаемыми при гамма-каротаже и гамма-спектрометрии на керне. Связь между теплопроводностью и естественной радиоактивностью пород является опосредованной, т.к. известна связь между естественной радиоактивностью и общим содержанием органического вещества [11], которое в свою очередь, как показано выше, серьезно влияет на теплопроводность пород баженовской свиты. Поле корреляции на рисунке 19 между теплопроводностью $\lambda_{||}$ и естественной радиоактивностью, определенной при гамма-каротаже, объединяет экспериментальные данные для трех скважин одного месторождения и свидетельствует как об однородности выборки, так и о том, что приведенное уравнение регрессии является универсальным для всех изучавшихся скважин.

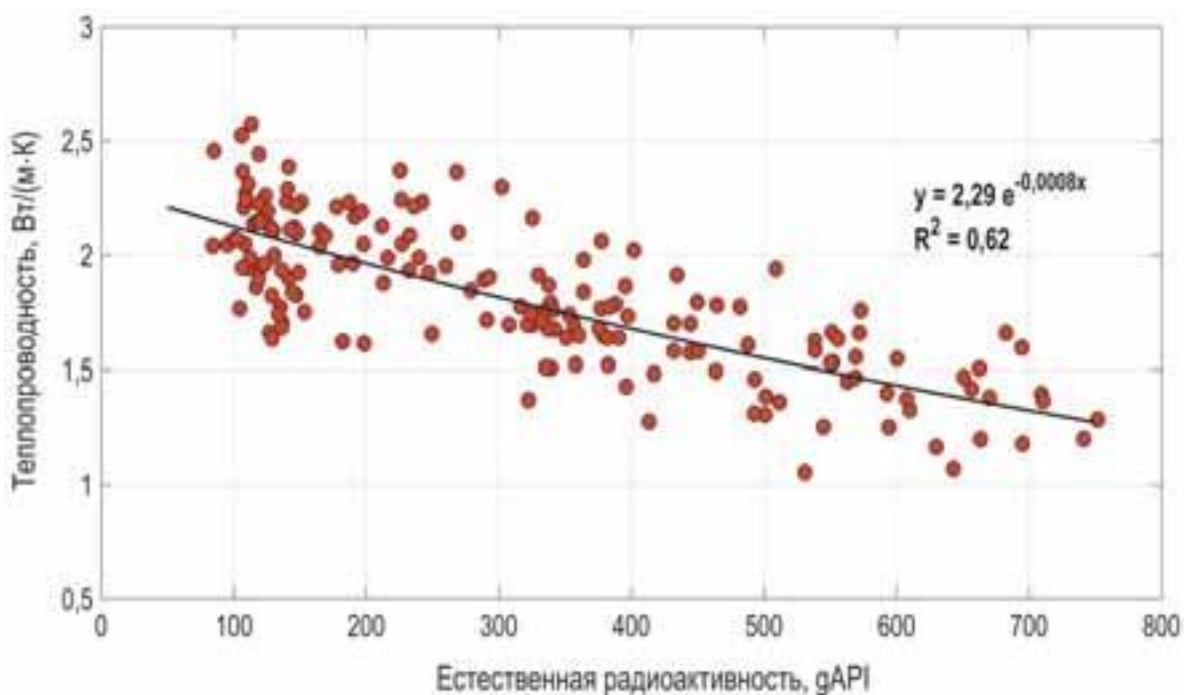


Рисунок 19 – Поле корреляции между теплопроводностью λ_{\parallel} , измерявшейся при теплофизическом профилировании на керне, и естественной радиоактивностью, определявшейся путем гамма-каротажа

Установлено, что данное уравнение регрессии является общим для нескольких месторождений баженовской свиты. В отдельных интервалах глубин взаимосвязь между теплопроводностью и естественной радиоактивностью может нарушаться, при этом в таких интервалах сохраняется тесная устойчивая связь теплопроводности с $C_{орг}$. Показано, что в таких интервалах гамма-каротаж не может удовлетворительно обеспечивать оценку $C_{орг}$. Таким образом, анализ степени взаимосвязи между теплопроводностью и результатами гамма-каротажа дает возможность контролировать надежность применимости гамма-каротажа для определения $C_{орг}$ и выделять интервалы глубин, для которых применение гамма-каротажа для этой цели нецелесообразно.

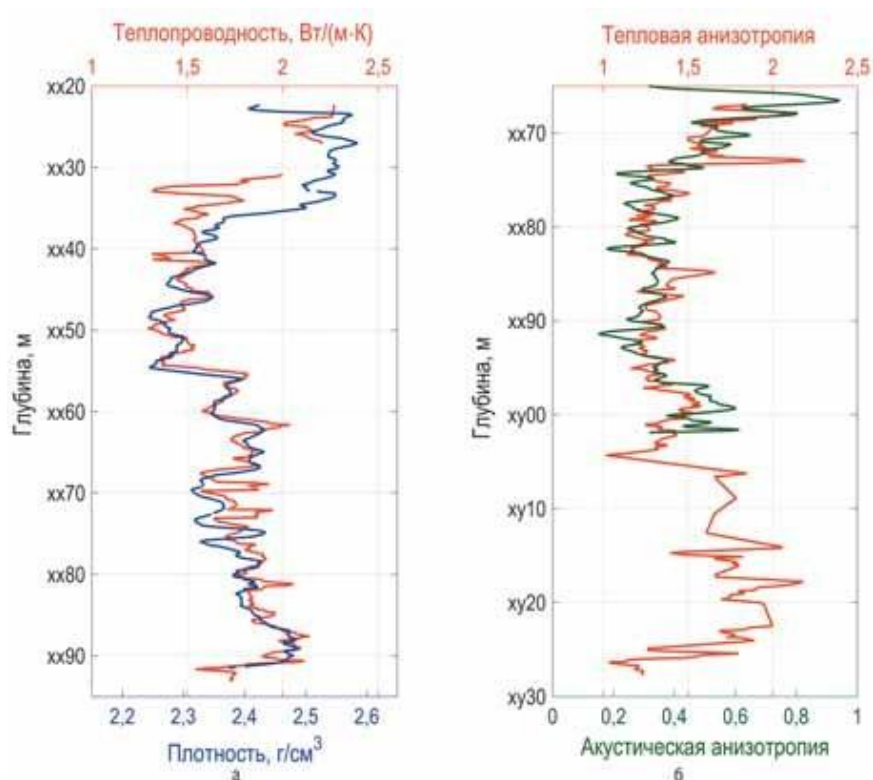


Рисунок 20 – Примеры возможностей использования результатов теплофизического профилирования на керне для прогноза плотности пород (а) и акустической анизотропии (б).

Плотность пород определялась путем гамма-гамма плотностного каротажа. Результаты теплофизического профилирования на керне по определениям коэффициента тепловой анизотропии и теплопроводности усреднены при помощи скользящего прямоугольного фильтра

Данные на рисунке 20а показывают хорошее совпадение характера вертикальных вариаций теплопроводности λ_{\parallel} и плотности пород, зарегистрированной при плотностном гамма-гамма каротаже. Причина тесного соответствия заключается в определяющем влиянии содержания органического вещества на плотность пород, т.к. плотность органического вещества более чем вдвое меньше плотности минеральной матрицы.

Установлено, что результаты теплофизического профилирования на керне позволяют охарактеризовать анизотропию пород (рис. 20б) в тех интервалах глубин бурения, где провести оценку акустической анизотропии не представляется возможным из-за технологических ограничений (сильные размывы ствола скважины, интервалы с меняющимися свойствами бурового раствора и др., например, интервал глубин ниже 402 м на рисунке 20). При отсутствии полноразмерного керна оценку степени тепловой анизотропии и ее вертикальных вариаций вдоль скважины можно осуществлять при помощи измерений теплопроводности методом оптического сканирования на обломках керна в зонах дробления и крупных частицах шлама [9].

Известно, что данные об анизотропии, скоростях продольных и поперечных волн позволяют получать количественную характеристику упругих модулей, коллекторских свойств и насыщения продуктивных пластов путем сейсмической инверсии. Однако проведение геомеханических измерений на керне приводит к разрушению образцов керна и затратно по времени, т.к. из-за анизотропии пород обычно необходимо выпиливать из керна образцы в нескольких направлениях. Анализ результатов измерений при этом существенно осложняется серьезными трудностями при разделении эффектов неоднородности и анизотропии. Оценка анизотропии и скоростей поперечных волн с помощью акустического каротажа делают нечасто, при

этом вертикальное пространственное разрешение каротажа ограничено длиной цепочки ресиверов, а интерпретация данных акустического каротажа не всегда и не везде возможна. Обработка и анализ результатов акустического каротажа совместно с данными теплофизического профилирования открывают реальные перспективы для повышения качества данных об анизотропии и о геомеханических параметрах пород баженовской свиты. Нами установлены согласованные вариации компонент тензора теплопроводности пород и скоростей упругих волн.

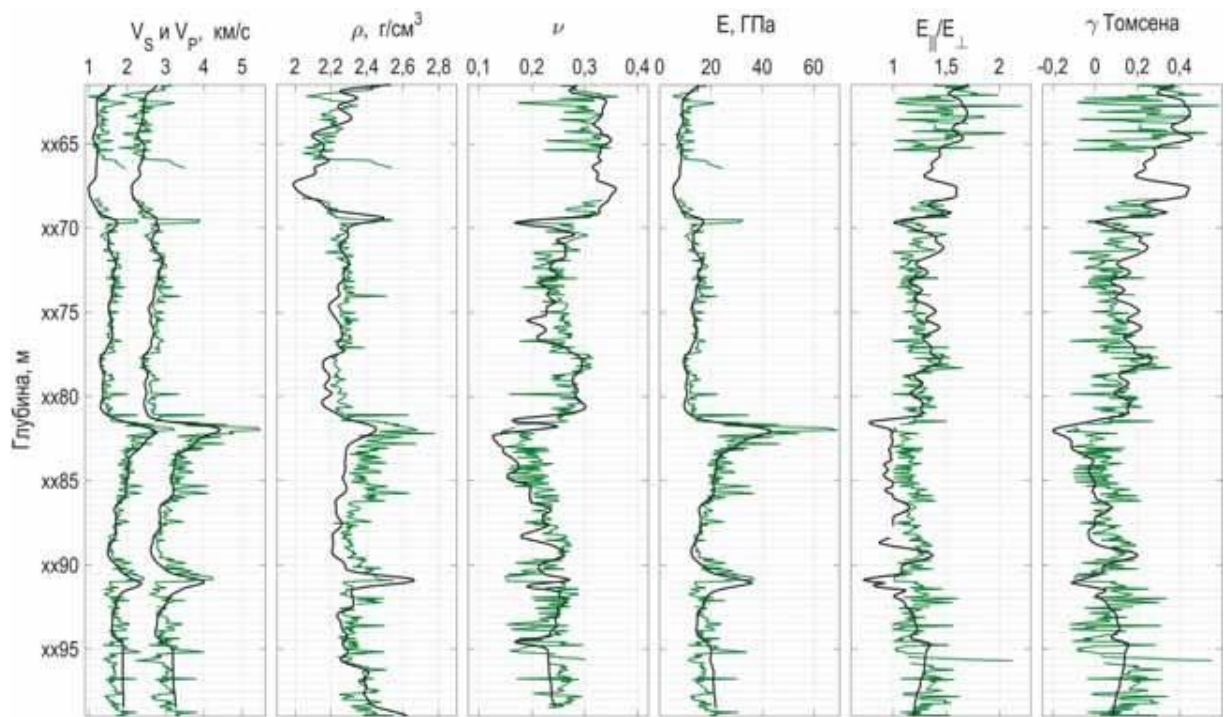


Рисунок 21 – Примеры возможностей использования результатов теплофизического профилирования на керне (рис. 17) для повышения качества данных о геомеханических параметрах пород. Линиями черного цвета показаны данные, полученные путем акустического каротажа, цветными линиями – прогноз геомеханических параметров по измеренным на керне главным значениям тензора теплопроводности на интервале глубин залегания баженовской свиты

На рисунке 21 показаны как данные акустического и плотностного гамма-гамма каротажа (упругие скорости, плотность, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, коэффициент анизотропии модуля Юнга и параметр γ Томсена), так и результаты сделанного нами прогноза этих параметров по

измеренным на керне главным значениям тензора теплопроводности с использованием выявленных корреляционных зависимостей между скоростями упругих волн и главными значениями тензора теплопроводности. Успешное сопоставление прогнозных величин и результатов анализа данных каротажа, выполненное на нескольких скважинах разных месторождений, говорит об универсальности выявленных зависимостей для разреза баженовской свиты. Необходимо отметить, что на рисунке 21 результаты прогноза приведены на масштабе керна (~10 см), в то время как элемент пространственного разрешения для прибора акустического каротажа приблизительно на порядок больше, чем для прибора оптического сканирования.

Таким образом, данные на рисунке 21 показывают, что проведение непрерывного теплофизического профилирования на керне способно повысить качество данных о геомеханических параметрах пород баженовской свиты путем улучшения вертикального пространственного разрешения, прогноза в скважинах, где акустический каротаж не проводился (но имеется керн), и прогноза в тех интервалах глубин, где не представляется возможным (отсутствуют данные каротажа или их невозможно однозначно интерпретировать) провести оценку геомеханических параметров по данным акустического каротажа.

Выводы

1. Регистрируемые при непрерывном теплофизическом профилировании на керне главные значения тензора теплопроводности (вдоль и поперек слоистости), объемная теплоемкость, коэффициент тепловой анизотропии, коэффициент тепловой неоднородности характеризуются ярко выраженной зональностью вдоль скважин, пробуренных в баженовской свите, что свидетельствует о целесообразности их использования для расчленения разреза и анализа неоднородности толщи.

2. Вариации содержания органического вещества в породах баженовской свиты определяют взаимосвязь целого комплекса физических свойств этих пород, включая теплопроводность, скорости упругих волн, плотность, естественную радиоактивность.

3. Установленные взаимосвязи открывает достаточно богатые возможности для повышения качества исследований перечисленных свойств баженовской свиты, включая общее содержание органического вещества, путем широкого применения новой технологии теплофизического профилирования на керне.

4. Важные преимущества применения технологии теплофизического профилирования для получения данных об анизотропии, геохимических, геомеханических и других свойствах пород, рассмотренных в данной работе, заключаются в следующем:

- обеспечивается неразрушающий бесконтактный характер измерений на полноразмерном керне;

- достигается получение непрерывных профилей геохимических, геомеханических и других свойств пород с высоким пространственным разрешением по установленным их связям с теплопроводностью;

- технология характеризуется простотой и высокой производительностью теплофизического профилирования на керне.

5. Высокая пространственная разрешающая способность теплофизического профилирования обуславливает особенно благоприятные перспективы применения данной технологии для характеристики и расчленения маломощных перспективных геологических объектов, какими являются отложения баженовской свиты.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Таблица видов и объемов проектируемых работ

Комплекс проектируемых работ зависит от геологической задачи, которая формулируется в геологическом задании.

Для определения денежных затрат, связанных с выполнением геологического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их параллельное либо последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

Денежные затраты на производство геологоразведочных работ будут зависеть от:

- видов и объемов работ;
- геолого-географических условий;
- материально-технической базы предприятия;
- квалификации работников;
- уровня организации работ.

Забой проектной скважины - 860 м, работы по проекту одной скважины.

В качестве нормативного документа был использован справочник “Производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ” (ПОСН 81-2-49).

Таблица 3 – Виды и объемы проектируемых работ

№	Наименование исследований	Масштаб записи	Замеры и отборы проводятся	
			В интервале, м	
			от	до
1	Каверномер-профилемер (ДС)	1:200	0	385
2	Инклинометрия	1:200	0	385
3	Цементометрия	1:200	0	385
4	Термометрия	1:200	0	385
5	Боковой каротаж (БК)	1:200	0	385
6	Радиоактивный каротаж (ГК, НКТ)	1:200	0	385
7	Акустический каротаж (АК)	1:200	0	385
8	Кавернометрия (ДС)	1:200	0	385
9	Индукционный каротаж (ВИКИЗ)	1:200	0	385
10	Геолого-технологические исследования (ГТИ)	1:200	0	385
1	Каверномер-профилемер (ДС)	1:200	385	860
2	Инклинометрия	1:200	385	860
3	Цементометрия	1:200	385	860
4	Термометрия	1:200	385	860

Продолжение Таблицы 3

5	Боковой каротаж (БК)	1:200	385	860
6	Радиоактивный каротаж (ГК, НКТ)	1:200	385	860
7	Акустический каротаж (АК)	1:200	385	860
8	Кавернометрия (ДС)	1:200	385	860
9	Индукционный каротаж (ВИКИЗ)	1:200	385	860
10	Геолого-технологические исследования (ГТИ)	1:200	385	860

Интерпретация - 50% от стоимости полевых работ.

Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования

Расчеты затрат времени, труда, материалов и оборудования производим для каждого проектируемого вида работ. Эти расчеты оформлены в виде таблиц.

Расчёт затрат времени

Расчёт затрат времени проводится для комплексной партии выполняющей комплексный каротаж на одной скважине. (расчёты затрат времени приведён в таблице 4).

Таблица 4 – Расчет затрат времени

Вид работ	Объём	Кол- во	Норма времени по ПОСН 81-2-49	ед. изм.	Итого времени на объём, мин.
	Ед. изм.				
Каверномер- профилемер (ДС)	М	860	3,7	мин/100м	31,82
Инклинометрия	М	385	3,7	мин/100м	14,245
Цементометрия	М	860	49	мин/100м	421,4
Термометрия	Тчк	37	1,4	мин/тчк	51,8
Боковой каротаж (БК)	М	860	17	мин/100м	146,2
Радиоактивный каротаж (ГК, НКТ)	М	860	30	мин/100м	258
Акустический каротаж (АК)	М	860	94	мин/100м	808,4
Кавернометрия (ДС)	М	860	18	мин/100м	154,8
Индукционный каротаж (ВИКИЗ)	М	860	44,5	мин/100м	382,7
Геолого- технологические исследования (ГТИ)	М	860	3,7	мин/100м	31,82

Продолжение Таблицы 4

СПК	М	95300	1,18	мин/100м	1124,54
ПЗР	Опер	1	112	мин/опер	112
Проезд	Км	65	1,9	мин/км (дор. 2 кат.)	123,5
Тех дежурство	парт-ч	10	60	мин/ парт-ч	600
Итого	На запись диаграммы:				2301,185
	Всего:				4261,225

Расчёт затрат труда

Расчёт затрат труда проводим для комплексной партии выполняющей комплексный каротаж на одной скважине (расчёты затрат труда приведён в таблице 5).

Таблица 5 – Расчет затрат труда

№	Вид работ	Объём		Затраты труда					
		Ед. изм.	Кол-во	Норма времени и по ПОСН 81-2-49	Рабочие		ИТР		
					ед. изм.	Итого времени на объём, чел-час	Норма времени по ПОСН 81-2-49	ед. изм.	Итого времени на объём, чел-час.
1	Каверномер-профилемер (ДС)	М	860	0,22	Чел/час/100м	1,892	0,15	чел.час / 100м	1,29
2	Инклинометрия	М	385	0,45	чел/час 100м	1,7325	0,3	чел/час 100м	1,155
3	Цементометрия	М	860	2,94	чел/час	25,284	1,96	чел/час	16,856
4	Термометрия	Тчк	37	0,084	чел/час 100м	0,0311	0,056	чел/час 100м	0,020
5	Боковой каротаж (БК)	М	860	1,02	чел/час	8,772	0,68	чел/час	5,848
6	Радиоактивный каротаж (ГК, НКТ)	М	860	0,36	чел/час 100м	3,096	0,24	чел/час 100м	2,064
7	Акустический каротаж (АК)	М	860	3,24	чел/час	27,864	2,16	чел/час	18,576
8	Кавернометрия (ДС)	М	860	1,08	чел/час 100м	9,288	0,72	чел/час 100м	6,192

Продолжение Таблицы 5

9	Индукционный каротаж (ВИКИЗ)	М	860	2,67	чел/час	22,96 2	1,78	чел/час	15,308
10	Геолого-технологическое исследование (ГТИ)	М	860	0	чел/час 100м	0	0,15	чел/час 100м	1,29
11	СПК	М	95300	0,07	Чел/час/ 100м	66,71	0,05	чел.час / 100м	47,65
12	ПЗР	Опер	1	6,72	чел час/опер	6,72	4,48	чел час/опер	4,48
13	Проезд	Км	65	0,114	чел /час км	0,074	0,08	чел час км	0,052
14	Тех дежурство	парт-ч	10	3,6	чел час/парт ч	0,36	2,4	чел час/пар т ч	0,24
На запись диаграмм: чел-час.						100,9			67,3
Всего: чел-час.						174,8			121

Расчёт затрат материалов и оборудования

Расчёт затрат материалов и оборудования производим для промыслово-геофизической партии по обслуживанию бурящихся скважин.

Расчёт затрат материалов для промыслово-геофизической партии по обслуживанию бурящихся скважин приведён в таблице 6.

Таблица 6 – Материалы

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норматив. коли ч. на партию в месяц	Итого на 7 месяцев
1	Бумага для множительных аппаратов	рул	35	35
2	Бумага для принтеров	упак	7	3,5
3	Бумага наждачная	кв. м	14	7
4	Веник-сорго	шт	14	14
5	Ветошь обтирочная	кг	35	14
6	Вилка электрическая бытовая	шт	21	28
7	Выключатель	шт	14	7
8	Гвозди	кг	2,8	1,4
9	Дискеты 3,5 дюйма	шт	35	70
10	Карандаши разные	шт	56	35
11	Канифоль сосновая (А сорт 1)	кг	1,4	0,7
12	Картридж	шт	3,5	1,75
13	Лента изоляционная х/б	кг	28	14
14	Лента на ПВХ основе	рул	21	14
15	Мыло хозяйственное	кг	3,5	2,8
16	Папка для бумаг	шт	21	14
17	Патроны электрические	шт	2,1	1,4
18	Полотенце	кг	21	14
19	Порошок стиральный	шт	4,9	3,5
20	Припой	г	2,1	1,4
21	Розетка штепсельная	шт	7	3,5

Продолжение Таблицы 6

22	Ручка шариковая	шт	14	7
23	Спирт технический	л	1,4	1,05
24	Тетрадь общая	шт	14	7
25	Топорище	шт	4,9	3,5
26	Черенки лопаты	шт	7	7
27	Шпагат	кг	2,1	1,4
28	Шурупы разные	кг	2,8	1,4
29	Элемент 373 (батарейка)	шт	28	14
30	Электролампы осветительные	шт	21	14

Оборудование для комплексной партии по обслуживанию скважин приведено в таблице 7.

Таблица 7 – Оборудование

Оборудование	Ед. изм.	Объём
Подъёмник каротажный самоходный ПКС-3,5М	шт	1
Каротажная станция Кедр- 02/1,5В	шт	1
Ноутбук	шт	1
Спутниковый телефон	шт	1
Магнитооптический диск	шт	1
Приборы:		
“К1А-723М”	шт	2
“КСА-Т-12”	шт	2
“ВАК - 8”	шт	2
“ИОН-1(ИОН-1 + ГК)”	шт	2

Продолжение Таблицы 7

"БКС"	шт	2
"Кедр-80СКПД"	шт	2
"ПРКЛ-73"	шт	2
"СГДТ"	шт	1
"СГП2-Агат"	шт	1
"ЦМ-8-12-Ц"	шт	1

Исходя из того, что геофизические работы будут проводиться вахтовым методом можно взять нормы из таблицы 1-073 справочника "Производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ" (ПОСН 81-2-49).

Смета

Для выполнения работ по проекту необходимы денежные средства, которые обеспечивает заказчик. Авансовое финансирование геологоразведочных работ является их отличительной чертой. Смету рассчитывают сами будущие исполнители проектируемых работ. Оптимальные сметные затраты определяются узаконенными инструкциями, справочниками и другими материалами, имеющими для выполнения работ по проекту необходимы денежные силу закона. От полноты включенных затрат зависит в будущем экономика предприятия.

Сметные расчеты по видам работ.

Расчёт суммы основных расходов по видам работ

Сметные расчеты по видам работ комплексной геофизической партии, оформлены в таблице 8.

Таблица 8 – Сметные расчеты по видам работ

№	Вид работ	Объём		Стоимость каротажа	Ед. изм.	Стоимость объёма работ, руб	Повышающие коэф		Итого, руб
		Ед. изм.	Кол-во				Коэф. удор.	Коэф. норм. усл.	
1	Каверномер-профилеметр (ДС)	М	860	23,4	руб/100м	201,24	3,38	1,12	761,8141
2	Инклинометрия	М	385	7,25	руб/100м	27,9125	3,38	1,12	105,6656
3	Цементометрия	М	860	75,16	руб/100м	646,376	3,38	1,12	2446,921
4	Термометрия	Тчк	37	115,4	руб/тчк	42,698	3,38	1,12	161,6375
5	Боковой каротаж (БК)	М	860	25,81	руб/100м	221,966	3,38	1,12	840,2745
6	Радиоактивный каротаж (ГК, НКТ)	М	860	182,63	руб/100м	1570,618	3,38	1,12	5945,732

Продолжение Таблицы 8

7	Акустический каротаж (АК)	М	860	75,16	руб/100м	646,376	3,38	1,12	2446,921
8	Кавернометрия (ДС)	М	860	23,4	руб/100м	201,24	3,38	1,12	761,8141
9	Индукционный каротаж (ВИКИЗ)	М	860	297,62	руб/100м	2559,532	3,38	1,12	9689,364
10	Геологические исследования (ГТИ)	М	860	186,29	руб/100м	1602,094	3,38	1,12	6064,887
11	СПК	М	95300	8,62	руб/100м	8214,86	3,38	1,12	31098,17
12	ПЗР	Опер	1	618,35	руб/опер	618,35	3,38	1,12	2340,826
13	Проезд	Км	65	24,18	руб/км	15,60	3,38	1,12	59,05536
14	Тех дежурство	парт-ч	10	311,7	руб/парт-ч	31,17	3,38	1,12	117,9972
Итого									62841,08

Итого стоимость комплекса геофизических работ выполняемых комплексной геофизической партией на 100м одной скважины – 62841,08 рублей.

Стоимость каротажных исследований для одной скважины будет составлять 540433,3 рублей.

При использовании каротажных автомашин Урал-4320 затраты на расход топлива при выполнении работ в одной скважине составляют 14268,1 руб.

Контрольно-интерпретационные работы оплачиваются в размере 50% стоимости комплекса каротажных работ. Камеральные работы составляют 270216,7

Общая сметная стоимость работ по проекту

№ п/п	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, руб.
1	Итого работы в скважине	540433,3
2	Камеральные работы (50% от полевых работ)	270216,7
4	ИТОГО основных расходов	810650
5	Накладные расходы (20%)	162130
6	ИТОГО	972780
7	Плановые накопления (20%)	194556
8	Резерв на непредвиденные расходы (3%)	29183,4
9	В целом по расчету	1196519
10	НДС, 18%	215374
11	ВСЕГО по объекту	2318459

Стоимость полевых работ выполняемых комплексной партией (с учётом ГСМ и контрольно-интерпретационных работ) составляет 2 318 459 руб.

Сметно-финансовый расчёт на проектно-сметные работы

Статьи зарплат	Кате го- рия	Труд о- затра ты	Оклад	Районы йкоэф.	Сев.к оэф.	Итого с учётом коэф- нтов	Пре- миал ь- ные %	Итого с учёто м преми и
Начальн ик партии	10	0,5	11000	2	1,5	16500	40	23100
Геофизи к	7	1,5	8500	2	1,5	38250	40	53550
Каротаж ник	5	0,5	6800	2	1,5	10200	30	14280
Сметчик	7	2	7000	2	1,5	42000	40	58800

Итого: 149730 руб

Дополнительная заработная плата: 9654,56 руб.

Фонд заработной платы: 175630,85 руб.

Материалы: 3500 руб.

Резерв: 8352,30 руб.

Амортизация: 5621,55

Стоимость проектно сметных работ: 2318459 руб.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

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

В географическом отношении Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) расположено в пределах Ленского и Мирненского районов республики Якутия, приблизительно в 150 км к западу от г. Ленска.

Климат суровый, резко континентальный. Годовая амплитуда температур воздуха составляет более 100 °С. Абсолютный минимум достигает - 64°С . Лето короткое, но жаркое. Абсолютный максимум достигает +38 °С, в районе "полюса холода" до+35°С.

В орографическом отношении участок представляет собой слабовсхолмленную равнину с значительным развитием болот и озёр, фауна этого региона которых довольно разнообразна большая часть территории которого покрыта бескрайней тайгой и хвойными лесами, богатыми соснами, пихтами, елями, кедрами и лиственницами, встречаются породы лиственных деревьев.

8.1. Производственная безопасность

При выполнении геофизических исследований скважин осуществляется проектирование работ и параметров производства. Все виды работ выполняются в два этапа: полевой и камеральный, из которых формируются опасные и вредные факторы (ГОСТ. 12.0.003-74), приведенные в таблице 9.

Таблица 9 – Основные элементы геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование работ и параметров производства	Факторы. (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с изменениями 1999г.)		Нормативный документ
		Опасные	Вредные	
1. Полевой	Методы применяемые при проведении ГИС: ПС; ВИКИЗ; ГГК-п; ГК; кавернометрия БКЗ; ННК-т.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический ток 2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 3. Пожароопасность 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Превышение уровня шума 3. Превышение уровня ионизирующих излучений 	ГОСТ Р 12.1.019-2009 [32] ГОСТ 12.1.005-88 [20] ГОСТ 12.2.062-81 [16] ГОСТ 12.4.125-83 [19] ГОСТ 12.1.004-91 [22] ОСПО РБ – 99/2010 [23]
2. Камеральный	Работа персонала на компьютерах в помещении, обработка материалов графических исследований	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический ток 2. Пожароопасность 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Превышение уровня шума 4. Превышение уровня электромагнитных излучений 	СанПиН 2.2.4.548-96 [30] ГОСТ 12.1.030-81 [15] ГОСТ 12.1.038-82 [17] СНиП 21-01-97 [30] СНиП 23-05-95 [27] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [31] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [35]

8.1.1. Анализ опасных факторов и мероприятий по их устранению

Опасные производственные факторы – воздействия, которые при определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти. ГОСТ 12.0.003-74.

Полевой этап

1. Электрический ток

Источниками поражения током являются: электрические провода, электрические машины (блок питания, подъёмник, электроприводы вспомогательных устройств, обогревательных элементов, работающих от электричества).

Главными причинами электротравматизма являются:

1. Появление напряжения там, где в нормальных условиях не должно быть.
2. Возможность прикосновения к незащищённым токоведущим частям.
3. Несогласованные и ошибочные действия персонала.

Безопасность при работе обеспечивается применением технических и организационных мер: установка ограждающих устройств; изоляция токоведущих частей и её непрерывный контроль. Согласно ПУЭ для силовых кабелей до 1 кВ сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм. Защитное заземление, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов (ГОСТ 12.1.030-81).

Безопасные конструкции электроустановок обеспечивают защиту персонала от соприкосновения с токоведущими, движущимися частями, а оборудования – от попадания внутрь пространства различных предметов и воды. Все оборудование должно соответствовать “Требованиям к геологоразведочному оборудованию” (глава 1.6 ПБ) Конструкция и условия эксплуатации составных узлов, обеспечивающих электрическое освещение, должны соответствовать нормам ПУЭ (п. 2.12).

К техническому руководству геологоразведочными работами допускаются лица, имеющие соответствующее специальное образование. Ответственный за электрохозяйство партии (на базе партии и на стоянке полевых подразделений) назначается начальником партии.

Каждый пусковой аппарат должен иметь четкую надпись о его назначении и простые и наглядные электрические схемы. Электрическая проводка на вводе в любой отдельно стоящий объект обязательно должна иметь рубильник разъединитель. Электрическая проводка в жилых и служебных помещениях должна обязательно иметь неповрежденную изоляцию. Розетки и вилки должны быть исправными. Около розеток обязательно должна быть надпись о величине напряжения (ГОСТ 12.1.019-2009).

2. Движущиеся и вращающиеся машины, механизмы производственного оборудования.

Возможность получить различного вида травму возникает на всех этапах полевых работ, но возрастание риска подвергнуться механическому воздействию и получить травму можно при погрузочно-разгрузочных, монтажно-демонтажных работах на скважине. Геофизическое оборудование и его эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.062-81 [4], ГОСТ 12.4.125-83 [7], ГОСТ 12.2.003-91) [21].

Производственное оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего периода эксплуатации при выполнении потребителем требований, установленных в эксплуатационной документации. Материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека при всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаро- и взрывоопасные ситуации.

Операции по спуску и извлечению скважинных приборов необходимо выполнять под руководством специалиста. При работе в темное время суток освещение объектов геофизических работ должно производиться в соответствии с действующими нормами (ПБ 08-37-2005).

3. Пожарная опасность

При пожаре опасными факторами воздействия на людей являются: высокая температура воздуха, открытый огонь и искры, низкое содержание кислорода в воздухе, токсичные продукты сгорания и дым. Основными причинами пожаров на производстве являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования и самовозгорание различных материалов. Для предотвращения пожаров необходимо исключить возможность образования горючеподобной среды и предотвратить появление в этой среде источников зажигания (ГОСТ 12.1.004-91).

Ответственность за пожарную безопасность по партии в целом возлагается на начальника партии. Приказом по партии назначаются ответственные за пожарную безопасность служебных и подсобных помещений, балков, который доводится до сведения всех работающих. Количество и места размещения средств пожаротушения согласовываются с местными органами Госпожнадзора.

Предотвращение пожаров можно обеспечивать различными способами и средствами: технологическими, строительными, организационно-техническими. Весь противопожарный инвентарь закрепляется за ответственными лицами.

Территория базы партии должна содержаться в чистоте и периодически очищаться от сгораемых остатков. Стоянка автотранспорта, бокс для ремонтно-механических работ, склады ГСМ и материальные склады должны быть оборудованы пожарными щитами; места проведения сварочных работ – обеспечены средствами пожаротушения.

Передвижные склады ГСМ и ВМ, все транспортные средства обеспечиваются средствами пожаротушения. Установка металлических печей в балках должна соответствовать требованиям правил пожарной безопасности.

Противопожарная защита должна достигаться применением средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники; автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения; основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности; нанесением на поверхности конструкций огнезащитных красок; организацией своевременного оповещения и эвакуации людей; применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара; применением средств противодымной защиты.

База должна быть обеспечена первичными средствами пожаротушения. Для их размещения на территории базы устанавливаются пожарные щиты. На щитах размещается следующий ручной пожарный инвентарь: ломы, багры, топоры, ведра. Рядом со стендом устанавливается ящик с песком и лопатами, а также бочка с водой емкостью 200-250 литров. Также в помещениях должен находиться порошковый огнетушитель. Рекомендуются переносные огнетушители устанавливать на подвесных кронштейнах или в пожарных шкафах так, чтобы основные надписи и пиктограммы, показывающие порядок их применения, были хорошо видны и обращены наружу. Огнетушители весом до 15 кг должны устанавливаться так, чтобы их верх располагался на высоте до 1,5 м от пола; если масса огнетушителя 15 кг и больше, то верх не выше 1,0 м. Они могут устанавливаться на полу с обязательной фиксацией от возможного падения.

Камеральный этап

1. Электрический ток

Объектом является камеральное помещение. Источником электрического тока в камеральном помещении является электрическая сеть. Инженер – интерпретатор, работая с персональной ЭВМ, может

подвергнуться поражению электрическим током при непосредственном прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82.

Причины электротравматизма: нарушение правил и инструкций; ухудшение электроизоляции, дефекты монтажа; переутомление.

При работе с компьютером соблюдаются требования безопасности согласно нормативных документов (ГОСТ 12.1.030-81 [15], ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.1.038-82).

Геофизические камеральные лаборатории относятся к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током, так как характеризуются наличием в них следующих условий: влажность, не превышающая 45%; отсутствует токопроводящая пыль; полы не токопроводящие, деревянные; в лабораториях поддерживается средняя комнатная температура + 25°C; отсутствует возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой, согласно ПУЭ.

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий: устройством электроустановок таким образом, чтобы обеспечивалась недоступность прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением; устройством защитного заземления; защитой от перехода высокого напряжения в сеть низкого напряжения; проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний; применением специальных схем защитного отключения.

8.1.2. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

Вредные производственные факторы – факторы, воздействие которых на работающих в определенных условиях людей может привести к заболеванию, снижению работоспособности и отрицательному влиянию на потомстве.

ПОЛЕВОЙ ЭТАП

1. Повышение уровня ионизирующих излучений

При исследовании скважин применяются радиоактивные вещества (РВ). Источниками ионизирующего излучения служат радиоактивные изотопы цезия.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Различают внешнее и внутреннее облучение организма. Источники внешнего излучения - космические лучи, естественные радиоактивные источники, находящиеся в атмосфере, воде, почве, продуктах питания. Внутреннее облучение осуществляется радиоактивными веществами, попавшими внутрь организма через дыхательные органы, желудочно – кишечный тракт или через кожные покровы.

ГИС относится к одной из опасных категории работ с привлечением радиоактивных веществ (цезий, уран, торий, калий). Здесь возможно только внешнее облучение, поэтому необходима защита от нейтронного и гамма-излучения ОСПОРБ-99(таблица 10).

Таблица 10 – Мощность эквивалентной дозы, используемая при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения (ОСПОРБ 99)

Категория облучаемых лиц		Назначение помещений и территорий	Продолжительность облучения, ч/год	Проектная мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч
Персонал	Группа А	Помещения постоянного пребывания персонала	1700	6,0
		Помещения временного пребывания персонала	850	12
	Группа Б	Помещения организации и территория санитарно-защитной зоны, где находится персонал группы Б	2000	1,2
Население		Любые другие помещения и территории	8800	0,06

Группа А – непосредственно работающие с источником ионизирующего излучения. *Группа Б* – обслуживающий персонал, находящийся на территории ионизирующего излучения.

Для снижения внешнего облучения требуются меры: соблюдение расстояния до источника, сокращение длительности работы, защита из поглощающих материалов. Важным защитным мероприятием являются дозиметрический контроль. Работники, работающие с ионизирующими источниками излучений, подлежат периодическому медицинскому контролю. К работам допускаются лица не моложе 18 лет.

Для того, чтобы обезопасить обслуживающий персонал от вредного действия РВ, необходимо организовать их правильное хранение, транспортировку и работу с ними на скважине, а также не допускать загрязнение этими веществами рабочих мест.

2. Повышение уровня шума

При промышленно-геофизических исследованиях источниками шума являются: вращение барабана лебедки при спуско-подъемных операциях, работа бурильной установки, дизельный грузовик.

Шумом является всякий неприятный для восприятия звук. Как физическое явление представляет собой совокупность звуков, слышимых в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц. Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Шум снижает слуховую чувствительность, нарушает ритм дыхания, деятельность сердца и нервной системы. Нормирование шума с частотой до 11 кГц производится ГОСТ 12.1.003-83 в зависимости от характера работ

Таблица 11 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука (ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г.)

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	9	80

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов; звукоизоляция лебедочного отсека, моторного отсека и прочих шумоиздающих агрегатов звукопоглощающими материалами (пенополиуретан, стекловолоконистые плиты); использование средств индивидуальной защиты (звукоизоляционные наушники).

3. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

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.

Время проведения работ: с июля по сентябрь. Климат района резко континентальный. Обслуживающий персонал геофизических партий работает на открытом воздухе, нередко при неблагоприятных метеорологических условиях, особенно в северных районах страны, а также в ночное время суток. Указанные обстоятельства значительно осложняют осуществление обслуживания скважин, создают дополнительные трудности в обеспечении безопасности этого процесса. Для проведения работ персонал снабжается заблаговременно спецодеждой с повышенными теплозащитными свойствами.

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

КАМЕРАЛЬНЫЙ ЭТАП

1. Отклонение показаний микроклимата в помещении

С целью создания условий для труда камеральной группы установлены нормы производственного микроклимата в помещениях, которые оборудованы под вычислительный центр.

Оптимальные параметры микроклимата обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые — обычными системами вентиляции и отопления. Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м при облучении

50% и более поверхности человека. Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 должны быть обеспечены параметры микроклимата, указанные в таблице 12.

Таблица 12 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

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

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 м³ /час на одного человека. Для постоянного воздухообмена необходима организованная естественная вентиляция (СанПиН 2.2.4.548-96).

Недостаточная освещенность рабочего места

Объектом является помещение, в котором производится обработка данных на ЭВМ и вывод каротажных диаграмм на бумажные носители. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

Недостаток освещения рабочего места вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости, а также вызывает апатию и сонливость, а в некоторых случаях способствует развитию чувства тревоги. Избыток освещения снижает зрительные функции, приводит к

перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и светлое время суток. Освещенность производственных помещений должна обеспечиваться коэффициентом естественного освещения не менее 1,5%. Освещение в помещениях зависит от характера зрительной работы и регламентируется нормами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

8.2. Экологическая безопасность

При производстве любых геологоразведочных работ необходимо учитывать пагубное влияние производственных факторов на окружающую среду (загрязнение почвы, водоемов, воздушного бассейна).

Временные источники загрязнения: перенос вредных веществ с загрязненных участков ливневыми и тальми водами по ложбинам стока; перенос вредных веществ грунтовыми водами, питающими реки; прямые выбросы вредных веществ в водоемы.

Для исключения вредного воздействия на гидрологические объекты месторождения необходимо предусмотреть следующие мероприятия: создать организованный поверхностный сток с территории площадочных и других производственных объектов; исключить сброс загрязненных сточных вод на дневную поверхность и в водоемы, предусмотреть закачку сточных вод в нефтесборный коллектор; не допускать переформирования линий поверхностного стока, поддерживая естественную его направленность.

Глубина воздействия геологических работ на окружающую среду зависит от продолжительности воздействия. Прослеживаются следующие более или менее ощутимые изменения в природных комплексах: загрязнение атмосферного воздуха; нарушение почвенного и растительного покровов,

уплотнение грунтов; загрязнение водоемов; изменение среды обитания растений и животных; шумовое загрязнение территории.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу происходят в результате эксплуатации двигателей внутреннего сгорания. В атмосферу поступают летучие фракции горюче-смазочных материалов (ГСМ), твердые частицы и продукты сгорания. Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу, относятся к 1-4 классам экологической опасности. Выбросы в атмосферу при хранении ГСМ не учитываются, так как все работы происходят в зимнее время и ГСМ не испаряется (ГОСТ 12.1.005-88).

Таблица 13 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе (ГОСТ 12.1.005-88)

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Агрегатное состояние	Класс опасности	Особенности действия на организм
Азота диоксид	2	п	III	0
Бензол +	15/5	п	2	К
Бенз(а)пирен	0,00015	а	1	К
Бензин	100	п	IV	
Углеводороды	300	п	IV	

Геофизические работы не являются существенным источником загрязнения водоемов. Сбросы загрязняющих веществ, превышающие установленные ПДК, могут произойти только при авариях автотранспорта (утопление техники в болоте, опрокидывание техники и т.д.). В случае возникновения таких ситуаций ущерб, причиненный водным ресурсам, будет возмещаться в соответствии с действующим законодательством.

Организация движения техники по площади работ предполагает минимизировать пересечение водных объектов, требующих сооружения ледовых переправ и оборудованных съездов.

При выполнении работ потребление воды будет использоваться только для бытовых нужд. Источниками водопотребления будут поверхностные воды (реки, ручьи, снег). Загрязнение воды не планируется,

поэтому в расчётах на компенсацию ущерба, наносимого окружающей среде, не учитываются.

Таблица 14 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геофизических работах

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	<p>1. Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и др. земель.</p> <p>2. Засорение почвы производственным и отходами и мусором.</p> <p>3. Создание выемок и неровностей, усиление эрозион-</p>	<p>1. При обработке запланированного объема работ производится временное отчуждение земель.</p> <p>2. Применение технологического процесса и видов транспортных средств с минимальным влиянием на окружающую среду.</p> <p>3. Полная ликвидация скважины за счет заплывания происходит за время от нескольких суток до 3-4 месяцев.</p> <p>4. Проведение земляных и иных работ, нарушающих почвенный слой, запрещается.</p>
	<p>ной опасности, уничтожение растительности.</p>	<p>5. Для предотвращения попадания на почву ГСМ предусматривается следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> -заправка техники будет смонтирована при помощи ёмкостей насосов; -комплектация ёмкостей ГСМ будет с воронками и под-донами; -сбор отходов ГСМ будет отправляться на

Продолжение Таблицы 14

<p>Вода и водные ресурсы</p>	<p>1. Загрязнение сточными водами и мусором. 2. Загрязнение бытовыми стоками</p>	<p>1. Рубка просек шириной 4 метра в водоохраных зонах планируется только для строительства переправ. 2. Запрещено строительство переправ с применением конструктивных материалов (только намораживание). 3. Запрещено строительство переправ, приводящее к полному перемерзанию водоёмов. 4. Маршруты движения техники по площади работ должны позволять минимизировать количество переправ. 5. При проведении работ вблизи водоемов должны соблюдаться природоохранные требования, включающие следующие ограничения: для проток и ручьев с залесенными берегами запрещена рубка профилей в пределах водоохраных зон, допустимы только визиры метровой ширины; 6. Запрещается организация стоянок</p>
<p>Воздушный бассейн</p>	<p>1. Выбросы пыли и токсичных газов при наземных взрывах. 2. Выбросы вредных веществ при бурении с продувкой воздуха, работа котельных и др.</p>	<p>1. Применять только неэтилированный бензин. 2. Топливную систему дизельных и карбюраторных двигателей необходимо содержать в соответствии с техническими нормами, обеспечивающими минимальное содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах. 3. Все двигатели внутреннего сгорания в нерабочее время глушить. 4. Для приготовления пищи использовать только</p>

Продолжение Таблицы 14

Животный мир	1.Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и др. представителей животного мира, случайное уничто-	1.Запрещение охоты на дичь и рыбной ловли. 2.Предусматривается ограничение количества переездов через ручьи и овраги с целью минимизации производства работ в пойменных местах. 3.Для строительства переправ предусмотрена методика послойного намораживания без
	жение. 2.Браконьерство	без специальной подготовки – при этом не происходит «передавливания» русел водотоков, а при весеннем таянии переправа самоликвидируется. 4.Запрещается движение тракторно-вездеходной техники вне утвержденных линий сейсмопрофилей, дорог, зимников. 5.Запрещается

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей.

Классификация ЧС по основным признакам:

1. По сфере возникновения:

- техногенные;
- природные;
- экологические;
- социально–политические и др.

2. По ведомственной принадлежности:

- в промышленности;
- в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве;
- в строительстве и др.

3. По масштабу возможных последствий:

- глобальные;
- региональные;
- местные.

4. По масштабу и уровню привлекаемых для ликвидации последствий сил, средств и органов управления.

5. По сложности обстановки и тяжести последствий.

Пожарная и взрывная безопасность

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. ГОСТ 12.1.004–91 [29].

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 ОВП 10;
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.

Причинами пожара в камеральных помещениях являются следующие:

1. Причины электрического характера – короткое замыкание, нагрев оборудования;
2. Открытый огонь – сварочные работы, курение, искры;
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества.

Согласно НПБ 105–03 [30] помещения и здания по пожаровзрывной и пожарной опасности классифицируются на категории А, Б, В, Г и Д. Помещения камеральные относятся к категории В – пожароопасное, т.е. помещения, в которых есть горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Согласно ПУЭ [31] классом зоны пожароопасности этих помещений является П – 2а, т.е. это зона, расположенная в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

Мероприятия по предотвращению пожароопасных ситуаций:

Предотвращение короткого замыкания на рабочем месте:

1. измерение сопротивления изоляции $R > 0,5 \text{ МОм}$;
2. защита от механических повреждений;
3. 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 удара молнии, молниеотводов.

Работа по предотвращению накопления статического электричества:

1. все объекты заземляются, где ожидаются заряды статического электричества;
2. увлажнение помещений при влажности $> 60\%$ заряды не накапливаются.

На человеке может накапливаться до 50 кВ.

Организация и технические мероприятия в зданиях предполагают инструктирование персонала обслуживающего электрические и другие устройства, использование СИЗ (средств индивидуальной защиты) такие как: диэлектрические перчатки, инструмент и изолированными ручками, указателей напряжения, резиновые коврики, диэлектрические ботинки, изолирующие подставки.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, пожарный инвентарь (ящики с песком, бочки с водой, пожарные ведра, совковые ведра, совковые лопаты, асбестовые полотна, войлок, кошма) и пожарный инструмент (багры, ломы, топоры, лестницы). Они должны быть размещены в легкодоступных местах и не должны мешать при эвакуации людей из помещения.

При геофизических исследованиях скважин проводятся следующие подготовительные работы.

До проведения исследований "заказчик" подготавливает скважину. Буровое оборудование должно быть исправным. На скважине должен быть

установлен превентор. Скважина должна быть залита буровым раствором до устья.

Электроустановки должны быть исправны.

Начальник геофизической партии проверяет проведенные подготовительные работы.

Составляется акт на проведение геофизических исследований, за подписями бурового мастера, представителя заказчика, электрика. При работах в действующих скважинах также подписывается работник противодонной службы.

При угрозе выброса работники партии сообщают о факте выброса представителю заказчика, противодонной и пожарной службы.

Партия выполняет эвакуацию геофизического оборудования под руководством начальника партии. Если прибор в скважине зажат превентором, кабель перерубается. Скважина должна быть обесточена.

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Геофизические работы в скважинах (кроме ГТИ в процессе бурения) должны производиться в присутствии представителя "Заказчика" под руководством ответственного специалиста геофизического предприятия (подрядчика). При ликвидации аварий с помощью взрывных методов, выполнении любых геофизических работ в скважинах, поглощающих (при полном и катастрофическом поглощениях), ликвидации аварий, связанных с оставлением в скважинах взрывчатых материалов и источников ионизирующих излучений, работы должны вестись по разовому плану работ, утвержденному главными инженерами этих организаций.

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 МБУ (эстакады).

Электрооборудование буровой установки перед проведением геофизических работ должно быть проверено на соответствие требованиям ПУЭ, ПТЭ и ПТБ, стандартов электробезопасности. Обустройство устья скважины должно обеспечивать удобство спуска и извлечения скважинных приборов.

Буровое оборудование скважины должно быть исправно для обеспечения возможности использования его во время проведения всех геофизических работ.

При работе буровых агрегатов по обеспечению проведения геофизических работ (дополнительная проработка скважины, подъем оставленных в скважине приборов с помощью бурильных труб и т.д.) персонал геофизических подразделений может находиться на буровой установке только с согласия руководителя буровых работ.

Геофизические работы через бурильные трубы допускается проводить только по плану, совместно утвержденному буровой и геофизической организациями. Перед проведением геофизических работ буровой инструмент и инвентарь должны быть размещены и закреплены так, чтобы не мешать работе геофизической партии (отряда). 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 [32].

Площадка у устья и приемные мостки должны быть исправны и очищены от бурового раствора, нефти, смазочных материалов, снега, льда. При невозможности уборки мешающих переходам и переноске скважинных приборов предметов, над ними должны устраиваться переходы (трапы, мостки). 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 скважинного снаряда 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. Во избежание затаскивания скважинных приборов на блок на кабеле должны быть установлены три хорошо видимые метки. Скорость подъема кабеля при подходе скважинного прибора к башмаку обсадной колонны и после появления последней предупредительной метки должна быть снижена до 250 м/ч. Каротажный подъемник (каротажная станция) должен фиксироваться на месте установки стояночным тормозом, упорными башмаками (подколками, якорями) 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. Усилие натяжения кабеля при "расхаживании" с целью освобождения от прихвата не должно превышать 50 % его разрывного усилия. При необходимости обрыва кабеля должны быть приняты дополнительные меры предосторожности.

Перед спуском скважинных приборов, содержащих взрывчатые и радиоактивные вещества, необходимо провести контрольное шаблонирование: диаметр шаблона должен быть не менее, а длина и масса - не более соответствующих размеров и массы скважинного снаряда (прибора).

Выполнение геофизических работ должно быть приостановлено при:
а) сильном поглощении бурового раствора (с понижением уровня более 15 м/ч); б) возникновении затяжек кабеля, неоднократных остановках скважинных снарядов при спуске (за исключением случаев остановки снарядов на известных уступах или в кавернах); в) ухудшении метеоусловий: снижении видимости менее 20 м, усилении ветра до штормового (более 20 м/с), сильном обледенении.

При возникновении на скважине аварийных ситуаций, угрожающих жизни и здоровью людей (пожар, выброс токсичных веществ, термальных вод и т.д.), работники геофизического подразделения должны немедленно эвакуироваться в безопасное место [33].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной мною работы над дипломным проектом был собран и проанализирован фондовый материал по геофизическим исследованиям скважин на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении, так же мною бы определен и обоснован комплекс геофизических методов исследования скважин, который на мой взгляд является наиболее рациональным, т.к с помощью этого комплекса можно наиболее точно определить залегание пластов коллекторов, их физических свойств и определить литологию горизонтов.

Проектом предусмотрен расчет затрат на планируемые каротажные работы работы в размере 2318459 рублей.

Проведен анализ вредных и опасных факторов при выполнении геофизических работ. Предложены мероприятия по безопасности в чрезвычайных ситуациях и охране окружающей среды, также изучен правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Непско-Ботуобинская антеклиза – новая перспективная область добычи нефти на востоке СССР / Под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск: Наука, 1986. – 243 с.
2. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина) / Под ред. В.А. Каширцева. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2007. – 467 с
3. Кривонос Р.И., Хвостанцев С.В., Мохов А.Д., Яо Сивэй Результаты испытаний аппаратуры ЭКОС-31-7 в открытом стволе и в обсаженных металлической колонной скважинах // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2012г. Выпуск 1 (211). С2860.
4. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н., Геофизические исследования скважины. Издательство «Нефть и газ». Москва 2004 г.
5. Методы определения теплопроводности и температуропроводности / Под ред. А.В. Лыкова. 1973. М.: Энергия. 336 с.
6. Соколова Л.С., Дучков А.Д., Юрченко Н.В. Теплопроводность битуминозных аргиллитов баженовской свиты // Геология и геофизика. 1986. № 10. С. 42–46.
7. Дучков А.Д., Соколова Л.С., Аюнов Д.Е., Ян П.А. Теплопроводность пород баженовской свиты Салымского района (Западно-Сибирская плита) // Геология и геофизика. 2016. № 57 (7). 1367–1380.
8. Аюнов Д.Е., Дучков А.Д., Соколова Л.С. Теплопроводность пород баженовской свиты // Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология: сб. материалов Междунар. науч. конф. XI Междунар. науч. конгр. «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015», 13–25 апреля 2015

г. В 3 т. Новосибирск: СГУГиТ. 2015. Т. 2. С. 14–19.

9. Попов Ю.А., Чехонин Е.М., Паршин А.В., Попов Е.Ю., Миклашевский Д.Е. Новая аппаратурно-методическая база тепловой петрофизики как средство повышения эффективности добычи тяжелых нефтей // Нефть. Газ. Новации. 2013. № 4. С. 52–58.

10. Попов Е.Ю., Калмыков Г.А., Стенин В.П., Попов Ю.А., Спасенных М.Ю. Тепловые свойства пород баженовской свиты // Нефтяное хозяйство. 2015. № 10. С. 32–37.

11. Гурари Ф.Г., Мотвиенко Н.И. Палеогеография баженовской свиты по распределению в ней урана. Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС. 1980. С. 81–90.

12. Еремеев А.А., Михальцева И.В. Выявление и оценка упругих свойств горных пород с вертикальной осью анизотропии (TIV-анизотропии) по данным широкополосного акустического каротажа // Каротажник. 2013. №12 (234). С. 20–32.

13. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

14. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

15. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

16. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

18. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

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

20. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).

21. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование

- производственное. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).
 23. ОСПОРБ – 99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
 24. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
 25. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. – Новос: Сибирс. универ. изд-во, 2006. – 512 с.
 26. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
 27. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
 28. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
 29. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
 30. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
 31. СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
 32. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
 33. ПБ 08-37-93. Правила безопасности при геологоразведочных работах.
 34. ПБ 13-407-01. Единые правила безопасности при взрывных работах.

35. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

36. ПОСН 81-2-49. Производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ. – Москва. 2000 г.