

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»
Отделение школы (НОЦ) Отделение Геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ НА ВОСТОЧНО-МЫТАЯХИНСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (СУРГУТСКИЙ РАЙОН)

УДК 553.982:550.832-047.74(571.122)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Водорезов Константин Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гаврилова А.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По геологической части

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Т.В.	к.г.-м.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	д-ф.м.н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности
P2	Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности
P3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P4	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P6	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P7	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P8	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P9	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P10	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
P11	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»
Отделение Геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Немирович-Данченко М.М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
223Б	Водорезову Константину Юрьевичу

Тема работы:

КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРОВ НА ВОСТОЧНО-МЫТАЯХИНСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (СУРГУТСКИЙ РАЙОН)
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы ;вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной геофизической практики, пройденной на предприятии Ханты-Мансийского автономного округа, Сургутского района ОАО «Сургутнефтегаз» трест «Сургутнефтегеофизика», а также опубликованная литература по теме.</p>
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Географо-экономический очерк района работ и его краткая геолого-геофизическая изученность. Литолого-стратиграфический разрез. Тектоника. Нефтегазоносность. Петрофизическая характеристика разреза. Задачи геофизических исследований. Обоснование объекта исследований. Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса. Методика проектных геофизических работ. Метрологическое обеспечение работ. Интерпретация геофизических данных. Специальное исследование. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность. Заключение.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Сводный литолого-стратиграфический разрез Восточно-Мытаяхинского месторождения; 2. Планшет скважины № 7114п.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Геология</p>	<p>Тимкин Т.В.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Пожарницкая О.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Задорожная О.В.</p>
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гаврилова А.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223Б	Водорезов Константин Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 134 с., 35 рис., 19 табл., 47 источников.

Ключевые слова: нефтяное месторождение, открытый ствол, геофизические исследования скважин, коллектор, интерпретация.

Объектом исследования является Восточно-Мытаяхинское нефтяное месторождение, интервал продуктивных пластов меловых отложений.

Цель работы – составление проекта для проведения комплексных геофизических исследований скважин с целью уточнения контуров продуктивных пластов меловых отложений и оценки свойств коллекторов на Восточно-Мытаяхинском нефтяном месторождении.

В процессе исследования проводились сбор и анализ геолого-геофизических материалов, проектирование разведочной скважины и выбор комплекса методов геофизических исследований для открытого ствола, составление проектно-сметной документации.

В результате исследования была изучена физико-геологическая модель месторождения, выбран и обоснован комплекс методов исследования и участок для проектирования разведочной скважины.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: выбранный комплекс методов подходит к исследуемому месторождению и решает поставленные геологические задачи.

Область применения: проведение комплексных геофизических исследований разведочных скважин на Восточно-Мытаяхинском нефтяном месторождении.

ABSTRACT

Final qualifying work 134 p., 35 fig., 19 table., 47 sources.

Key words: oil field, open hole, geophysical studies of wells, reservoir, interpretation.

The object of the study is the East Mytayakhinskoye oil field, the range of productive layers of Cretaceous deposits.

Purpose – the drafting for complex geophysical researches of wells with the aim to clarify the boundaries of the productive strata of the Cretaceous sediments and the evaluation of reservoir properties on the Eastern Mytayakhinsky oil field.

In the course of the study, geological and geophysical materials were collected and analyzed, exploration well design and selection of a set of geophysical research methods for open well, preparation of design and estimate documentation.

As a result of the study, the physical-geological model of the field was studied, a set of research methods and a site for the design of an exploration well was selected and justified.

The main design, technological and technical and operational characteristics: the selected set of methods is suitable for the field under study and solves the geological problems.

Scope: conduct integrated geophysical studies exploration wells on the East Mytayakhinsky oil field.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- МОВ – метод отраженной волны;
- ОГТ – отраженная глубинная точка;
- СК – сейсмокаротажные работы;
- ВСП – вертикальное сейсмическое профилирование;
- ЛП – локальное поднятие;
- ОГ – отражающий горизонт;
- ГК – гамма каротаж;
- ГГК-п – гамма-гамма каротаж плотностной;
- УВ – углеводород;
- МОГТ – метод отраженной глубинной точки;
- ПЖ – промывочная жидкость;
- СК – стандартный каротаж;
- ИК – индукционный каротаж;
- МКЗ – микрокаротажное зондирование;
- РК – радиоактивный каротаж;
- НКТ – нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам
- АК – акустический каротаж;
- ГГКп – гамма-гамма плотностной каротаж;
- БК – боковой каротаж;
- МБК – микробоковой каротаж;
- КВ – кавернометрия;
- РЗ – резистивиметрия;
- МКВ – микрокавернометрия;
- БКЗ – боковое каротажное зондирование;
- ВИКИЗ – высокочастотное индукционное каротажное
изопараметрическое зондирование.

НЕПУБЛИКУЕМЫЕ ГЛАВЫ

Исключены:

1 глава «Общие сведения о месторождении» содержащая 6 страниц с 12 по 17 стр., 1 рисунка. В главе содержится географо-экономический очерк района работ и краткая геолого-геофизическая изученность района.

2 глава «Геолого-геофизическая характеристика месторождения» содержащая 20 страниц с 21 по 41 стр., 5 рисунков. В главе содержится литолого-стратиграфический разрез, тектоника, нефтегазоносность и петрофизическая характеристика разреза Восточно-Мытаяхинского месторождения.

Данные главы исключены по причине коммерческой тайны предприятия ОАО «Сургутнефтегаз».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	12
1.1. Географо-экономический очерк.....	12
1.2. Краткая геолого-геофизическая изученность.....	17
2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	21
2.1. Литолого-стратиграфический разрез.....	21
2.2. Тектоника.....	29
2.3. Нефтегазоносность.....	36
2.4. Петрофизическая характеристика разреза.....	41
3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	44
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	48
4.1. Задачи геофизических исследований.....	48
4.2. Обоснование объекта исследований.....	48
4.3. Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	50
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....	59
5.1. Методика проектных геофизических работ.....	59
5.1.1. Метрологическое обеспечение работ.....	63
5.2. Интерпретация геофизических данных.....	76
6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	83
6.1. Пакет программ GINTEL.....	83
6.2. Платформа ПРАЙМ.....	90
6.3. GEO OFFICE SOLVER.....	97
6.4. TECHLOG.....	99
6.5. Анализ программ.....	102
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	106

7.1. Виды и объемы проектируемых работ.....	106
7.2. Расчёт нормативной продолжительности выполнения работ.....	107
7.3. Расчет сметной стоимости работ.....	109
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	113
8.1. Производственная безопасность.....	113
8.1.1. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	114
8.1.2. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	118
8.2. Экологическая безопасность.....	122
8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	125
8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	127
8.4.1. Специальные нормы трудового законодательства.....	127
8.4.2. Организационные мероприятия.....	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	132

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы запасы крупных месторождений подходят к концу, что обусловлено рядом факторов. Например, значительной выработкой многих крупных высокопродуктивных месторождений; вводом в разработку месторождений, в основном, с трудно извлекаемыми запасами нефти, характеризующимися высокой геологической неоднородностью и требующих существенного увеличения капитальных вложений в их освоение; значительным сокращением поисково-разведочных работ; открытием месторождений, отдаленных от промышленных центров, на труднодоступных территориях. Для эффективной разработки доступных месторождений необходимо комплексное использование методов ГИС.

Район работ расположен на территории Ханты-Мансийского автономного округа, Сургутский район.

Целью работы является проектирование исследовательской скважины с целью уточнения границ залежи и оценки ФЕС.

3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу анализа геофизических результатов ранее проведенных работ на Восточно-Мытаяхинском месторождении положен разрез скважины № 7114п (прил.2). Комплекс ГИС проводился в 2008 году. Разрез данной скважины может считаться эталонным для группы пластов АС₁₁, потому что в нем представлено большинство целевых стратиграфических и литологических разностей, встречаемых на Восточно-Мытаяхинском нефтяном месторождении, а также записан полный комплекс ГИС.

Качество геофизического материала оценивалось в соответствии с общими требованиями "Технической инструкции по проведению геофизических исследований и работ на кабеле в нефтяных и газовых скважинах".

Комплекс геофизических исследований в скважинах выполнялся на основании стандарта акционерного общества ОАО "Сургутнефтегаз" "Порядок проведения геофизических исследований при строительстве скважин".

В целом разрез представлен следующими литологическими разностями: аргиллиты; песчаники различной насыщенности; слабокарбонатные песчаники; карбонатные песчаники; переслаивание глин, алевролитов, песчаников, с преобладанием глин. На данном интервале разреза вскрыта черкашинская свита, пласты АС11/0, АС11/01-1, АС11/01-2, АС11/01-3.

Задача выделения пород-коллекторов в продуктивных пластах Восточно-Мытаяхинского месторождения решалась на основе комплексного анализа промыслово-геофизических данных с учетом прямых качественных и косвенных количественных признаков. Прямые качественные признаки коллектора обусловлены проникновением в пласт фильтрата промывочной жидкости (ПЖ), вызывающего формирование глинистой корки на стенках

скважины и зоны проникновения фильтрата промывочной жидкости в породе. Основные признаки наличия проникновения:

- сужение диаметра скважины на кривой кавернометрии, обусловленное образованием глинистой корки на стенке скважины;
- наличие положительных приращений при невысоких показаниях на кривых микрозондирования;
- наличие радиального градиента сопротивлений по данным разноглубинных методов электромагнитного каротажа (БКЗ, БК-МБК, ВИКИЗ).

Наличие отрицательной амплитуды ПС характерно для проницаемых интервалов с невысокой относительной глинистостью. В настоящей работе слабая информативность метода ПС при решении задач выделения коллекторов и оценки ФЕС пород в продуктивных пластах групп АС11/0 и ЮС2 обусловлена низкими фильтрационными свойствами пород-коллекторов и значительной литологической неоднородностью продуктивных объектов. При выделении коллекторов в группе пластов АС11/0 более информативным является метод ГК в комплексе с НК-т и БК. По результатам сопоставления данных керна и материалов ГИС получена тесная корреляционная связь ГК (ΔI_{γ}) с открытой пористостью по керну.

Аргиллиты характеризуются пониженными значениями сопротивления, отсутствием радиального приращения на многозондовых методах сопротивления (рис. 3.1), средние и повышенные значения по ГК напротив пониженных значений НК, кривая ПС в пределах значений «линии глин».

Песчаник выделяется по кривой ПС, которая напротив имеет характерные аномально низкие значения, так же имеет радиальное приращение по многозондовым методам ввиду образования зоны проникновения. Так же имеет пониженные значения по ГК и повышенные по НК (рис. 3.2). По кавернометрии выделяется меньшим диаметром относительно номинального (из-за образования глинистой корки).

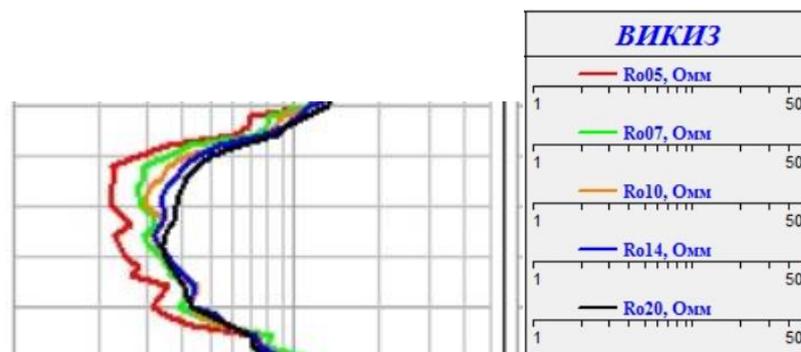


Рисунок 3.1 – Пример радиального приращения на многозондовых методах сопротивления

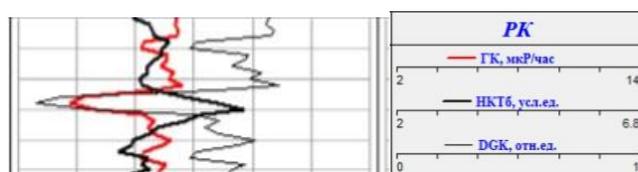


Рисунок 3.2 – Пример выделения песчаника по ГК и НК

Переслаивание глин, алевролитов, песчаников, с преобладанием глин по данным каротажа отражается в виде волнообразных значений ПС, ИК и кавернометрии (рис. 3.3).

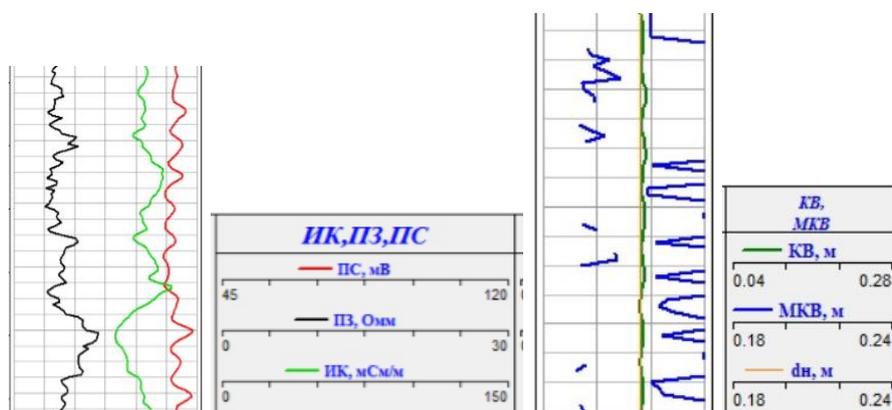


Рисунок 3.3 – Пример выделения переслаивания глин, алевролитов, песчаников по данным ПС, ИК и кавернометрии

Для обоснования количественных критериев выделения коллекторов проведен статистический анализ, суть которого заключается в построении кумулятивных распределений геофизических и петрофизических параметров по керну и ГИС с учетом двух выборок: коллектор и неколлектор. Для анализа использовались однородные интервалы песчано-алевролитовых пород, толщина которых позволяла снять достоверные пластовые значения параметров ГИС и ФЕС (K_p , K_{pr}) по керну. Для каждого интервала

выполнен визуальный анализ наличия прямых качественных признаков: приращение на кривых МКЗ, наличие глинистой корки по данным кавернометрии. Разделение на группы коллектор - неколлектор проводилось по наличию или отсутствию прямых признаков коллектора. По двум выборкам были построены интегральные распределения пористости, проницаемости по керну, а также параметров ГИС: ΔI_γ , $W_s(\text{ННК-Т})$, БК/БКг. Накопление производилось по количеству пластов. Анализ распределений проводился отдельно для Северной и Южной зоны месторождения.

4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Задачи геофизических исследований

Изучение геологических разрезов скважин – это наиболее важное направление, которое позволяет решать следующие задачи:

- геофизическое расчленение разрезов и выявление геофизических реперов;
- определение пород, слагающих стенки скважин;
- выявление коллекторов и изучение их свойств (пористости, глинистости, проницаемости и т.д.).

4.2 Обоснование объекта исследований

В пределах Восточно-Мытаяхинского месторождения по данным ГИС, керна, испытаний установлена промышленная нефтеносность в пластах ЮС2/1 (средняя юра), АС11/02, АС11/01-3, АС11/01-2, АС11/01-1, АС11/0 (нижний мел). Проектную скважину планируется заложить для исследования меловых отложений, т.к. основные запасы сосредоточены в неокомских пластах группы АС11/0 (74%).

Для уточнения ФЕС проектируем скважину в южной части месторождения между скважинами 7539 и 7525 (рис. 4.1).

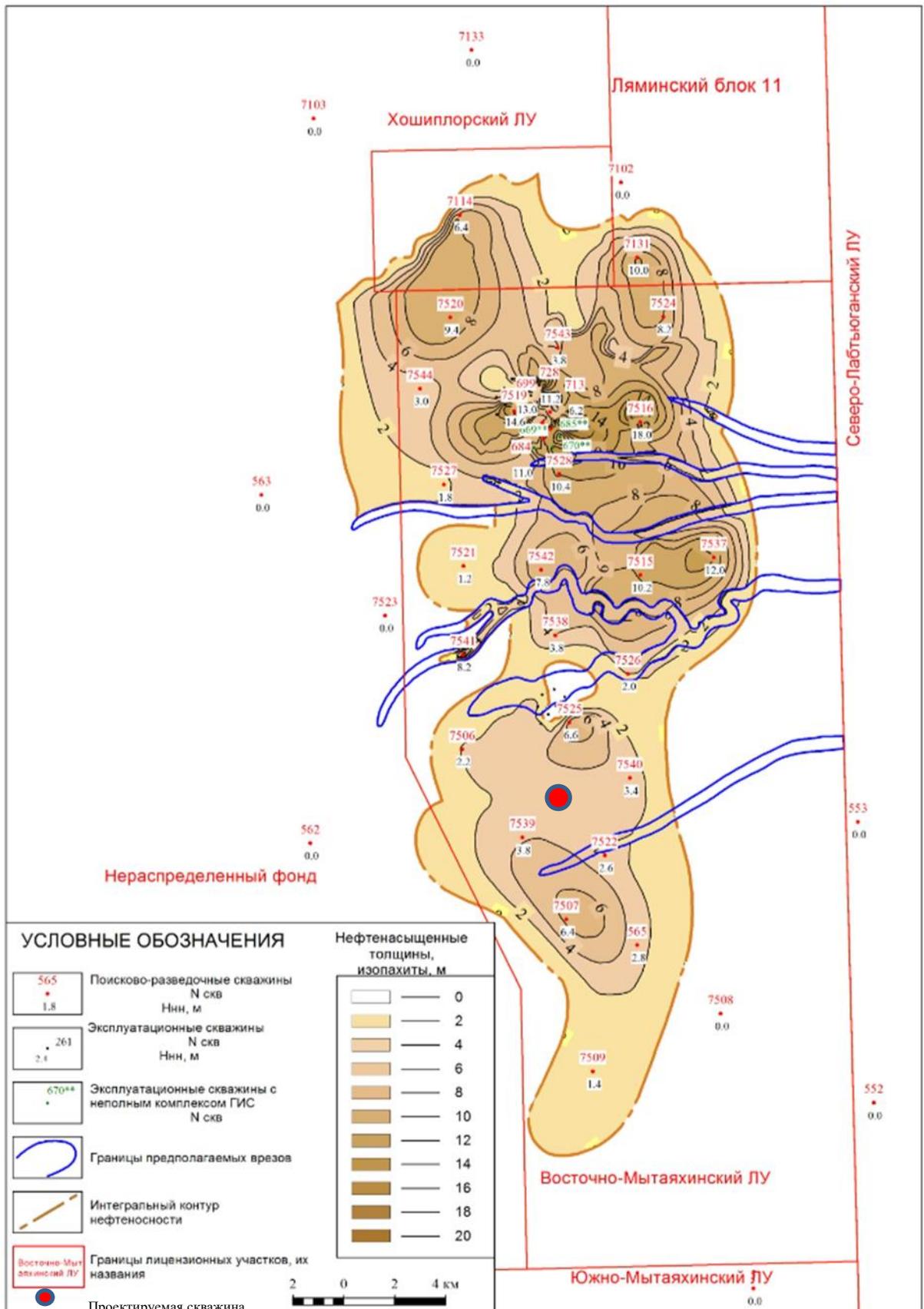


Рис. 4.1 – Суммарный тренд эффективных нефтенасыщенных толщин группы пластов AC11/0 Восточно-Мытаяхинского месторождения

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

Проанализированный ранее разрез скважины № 7114п является эталонным для преобладающего массива нефтяных залежей на Восточно-Мытаяхинском месторождении, включающий в себя основные продуктивные пласты группы АС11 и литологические разности. По комплексу геофизических измерений данной скважины отчетливо дифференцируются все объекты исследования, это и является достаточным условием применения ранее проводимых методов ГИС.

Комплекс ГИС включает в себя:

- стандартный каротаж;
- индукционный каротаж;
- микрокаротажное зондирование;
- радиоактивный каротаж;
- акустический каротаж;
- гамма-гамма плотностной каротаж;
- боковой каротаж;
- микробоковой каротаж;
- кавернометрия;
- резистивиметрия;
- микрокавернометрия;
- боковое каротажное зондирование;
- высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование.

Стандартный каротаж включает в себя записи с помощью трех зондов электрического каротажа (двухметровые кровельный и подошвенный градиент-зонды и полуметровый потенциал-зонд) кривых кажущегося удельного сопротивления пластов (КС) и кривую потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС).

Стандартный каротаж потенциал-зондом проводился одновременно с записью потенциала собственной поляризации (ПС) во всех эксплуатационных скважинах. Исследования проводились аппаратурой К1-723М. Скорость регистрации кривых – 2000 м/час. Стандартный каротаж применяется для выделения пластов разного литологического состава, определения глубины их залегания и мощности, оценки пористости и коллекторных свойств пород, выявления полезных ископаемых, в том числе нефтегазоносных и водоносных пластов.

ПС. Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации предусматривает измерение потенциала или градиента потенциала естественного электрического поля, вызванного самопроизвольной поляризацией горных пород, относительно потенциала на дневной поверхности. Единица измерения – милливольт (мВ).

Масштаб регистрации диаграмм зондами стандартного каротажа устанавливается неизменным для всех территорий работ и участков разреза и равен $2,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}/\text{см}$ с соотношением масштабов записи как 1:5:25 и т.д. Для ПС масштаб записи $12,5 \text{ мВ}/\text{см}$ и вспомогательный – $5 \text{ мВ}/\text{см}$ во всех интервалах разреза, где значения относительной амплитуды ПС по преобладающему числу коллекторов меньше 0,4.

Индукционный каротаж (ИК) основан на измерении кажущейся удельной электрической проводимости σ_k пород в переменном электромагнитном поле в частотном диапазоне от десятков до сотен килогерц.

Индукционный каротаж является методом для определения удельного электрического сопротивления горных пород, используется при определении характера насыщения пластов, а также для определения положения водонефтяного контакта. Индукционный каротаж выполнен во всех эксплуатационных скважинах. Запись проводилась прибором К1А-723М (зонд ЗИ1). Скорость регистрации кривых – 2000м/час. Масштаб записи – $25 \text{ мСим}/\text{см}$.

Микрокаротажное зондирование (МКЗ) проводится с целью выделения проницаемых интервалов и уточнения границ пластов. Микрозондирование проводилось во всех скважинах в интервале детальных исследований. Регистрация кривых производилась двумя зондами (микроградиент-зондом $AO=0,0375$ и микропотенциал-зондом $AO=0.05$) аппаратурой МК-УЦ, МК-АГАТ. Скорость регистрации составляла 1000м/ч, масштаб записи – 2.5 Омм/см.

Радиоактивный каротаж (ГК, НКТ).

Гамма-каротаж (ГК) основан на измерении естественного гамма-излучения горных пород. Измеряемая величина – скорость счета в импульсах в минуту (имп/мин). Основная расчетная величина – мощность экспозиционной дозы в микрорентгенах в час (МЭД, мкР/ч). Гамма-каротаж применяют для решения задач: выделения в разрезах скважин местоположения полезных ископаемых, отличающихся пониженной или повышенной гамма-активностью; литологического расчленения и корреляции разрезов осадочных пород; выделения коллекторов; оценки глинистости пород; массовых поисков радиоактивного сырья. В обсаженных скважинах ГК применяют для выявления радиогеохимических аномалий, образующихся в процессе вытеснения нефти водой. С использованием ГК решают технологическую задачу – увязку по глубине данных всех видов ГИС в открытом и обсаженном стволе.

Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (НКТ), как метод измерения эквивалентного водородосодержания пород, относится к основным исследованиям (масштаб глубин 1:500) в открытом стволе, а также проводится в интервалах детальных исследований (масштаб глубин 1:200), совместно с комплексом БКЗ.

НКТ в комплексе методов ГИС, в том числе радиоактивного каротажа имеет высокую геологическую эффективность при решении практически всех вопросов по определению подсчетных параметров, выявлению коллекторов и оценке характера их насыщения, выделению покрышек.

Литологическое расчленение и выделение коллекторов производится по диаграммам радиоактивного каротажа (ГК и НКТ). Для этой цели используются граничные значения двойного разностного параметра $dГК$ и абсолютные значения интенсивности вторичного гамма-излучения по большому зонду НКТ, с помощью которых выделяются песчаные и глинистые коллекторы, а также плотные, низкопористые песчаники и алевролиты, являющиеся неколлекторами. Литологическая колонка после определения пористости и глинистости уточняется.

Радиоактивный каротаж (ННК-т, ГК) выполнен в скважинах по всему стволу аппаратурой ДРСТ-1, СРК-73, СРК-01, РК-П. При записи ННК-т применялись плутониево-бериллиевые (Pu+Be) источники нейтронов мощностью $0.65-1.15 \times 10^7$ н/сек. Детекторами для СРК являются гелиевые счетчики СНМ-18, где $1 \text{ у.е.} = 20000-40000$ имп/мин для большого зонда ННК-Т и 900-2500 имп/мин для малого зонда. В качестве индикаторов ГК использовались сцинтиляционные счетчики с кристаллом NaI (40x80) или (40x60) и фотоэлектронным умножителем ФЭУ-74А. Скорость регистрации (с постоянной интегрирующей ячейки $\tau=3-6$ сек) составляла соответственно 400-800 м/час. Масштаб записи ГК - 0.75 $\gamma/\text{см}$. Масштаб записи ННК-т - 0.2-0.4 ус.ед./см. Без предварительной стандартизации масштабов записи, данные ННК-т для количественной интерпретации непригодны. Методика нормализации кривых ННК-т и величины поправок, внесенные в показания метода.

Акустический каротаж (АК) предназначен для измерения интервальных времен Δt , амплитуд A и коэффициентов эффективного затухания α преломленных продольной, поперечной, Лэмба и Стоунли упругих волн, распространяющихся в горных породах, обсадной колонне и по границе жидкости, заполняющей скважину, с горными породами или обсадной колонной.

Данные АК применяют:

- для литологического расчленения разрезов и расчета упругих свойств пород;
- локализации трещиноватых пород, трещин гидроразрывов и интервалов напряженного состояния пород;
- определения коэффициентов межзерновой и вторичной (трещинно-каверновой) пористости коллекторов и характера их насыщенности;
- выделения проницаемых интервалов в чистых и глинистых породах;
- расчета синтетических сейсмограмм и интеграции результатов скважинных измерений с наземными и скважинными сейсмическими данными.

Акустический каротаж (АК) выполнен для определения скорости прохождения продольных волн, выделения коллекторов. Регистрация кривых метода проводилась скважинной аппаратурой АК-73, АК-П, СПАК, USBA. Скорость регистрации 1000-2000м/ч. Масштабы записи амплитудных кривых А1, А2; $\lg A1/A2$ - 2,5 дб/см. Масштабы записи временных кривых Т1, Т2 и ΔT – 20-50 мкс/см. Масштаб глубин 1:200.

Гамма-гамма-каротаж (ГГК) – исследования, основанные на регистрации плотности потока гамма-излучения, рассеянного горной породой при ее облучении стационарным ампульным источником гамма-квантов. В зависимости от энергетического спектра регистрируемого гамма-излучения различают плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГК-П), показания которого обусловлены в основном плотностью пород, и литоплотностной гамма-гамма-каротаж (ГГК-ЛП), предназначенный для определения плотности и индекса фотоэлектрического поглощения, связанного с эффективным атомным номером пород. Измеряемая величина – скорость счета.

Исследования выполнялись аппаратурой СГП-П, СГП-2 со скоростью 400м/ч. Масштаб записи - $0.1\text{г}/\text{см}^3/\text{см}$. В качестве источника гамма-излучения использовался Cs^{137} .

Боковой каротаж (БК) – метод геофизических исследований в скважинах, основанный на изучении удельного электрического сопротивления горных пород при помощи зонда, обеспечивающего распространение тока перпендикулярно стенке скважины.

БК используют для изучения разрезов скважин (в т.ч. заполненных минерализованным буровым раствором), представленных породами высокого сопротивления или частым чередованием пластов с разными параметрами. При бурении нефтяных и газовых скважин с минерализованным буровым раствором БК применяют в комплексе с боковым микрокаротажем. Основное преимущество БК (по сравнению с др. видами электр. каротажа) - незначительное влияние бурового раствора и вмещающих пород на результаты БК, что позволяет детальнее расчленять разрез, точнее определять удельное сопротивление пластов в широком диапазоне ($1-10^5$ Ом·м). Боковой каротаж выполнен приборами ЭК-1, К1А-723М.

Запись проводилась в логарифмическом масштабе (модуль 6.25) со скоростью 2000м/час.

Микротаж зондами с фокусировкой тока (МБК). Основан на регистрации эффективного электрического сопротивления ближней зоны горных пород фокусированным микрозондом. Регистрируемые значения эффективного электрического сопротивления для пластов-коллекторов определяются в основном параметрами их промытой зоны. На практике применяют 4-х, 3-х и 2-х электродный боковые микрозонды.

Данные МБК дают возможность измерять УЭС г/п в зоне их непосредственного прилегания к стенке скважины. Это дает возможность по данным рпп определить пористость или остаточную нефтенасыщенность пород. Из-за малых размеров зонда экранирование тока на границах пластов существенно снижается, что способствует детальному расчленению разрезов скважин и четкой отбивке границ пластов. Микробоковой каротаж позволяет выделять пласты с малой мощностью менее 10 см. Замеры выполнялись

аппаратурой МК-УЦ, МБКУ. Скорость регистрации кривых составляла – 2000 м/ч. Масштаб записи кривых МБК – 2.5 Омм/см, МКВ – 2 см/см.

Микрокавернометрия (МКВ). Данные микрокаверномера служат для определения толщины глинистой корки. МКВ обычно проводится вместе с другими микрометодами. Датчик микрокаверномера содержит реохорд, движок которого механически связан с рычагами “башмаков” микроустановок. По их отклонению определяется диаметр скважины. Кривая МКВ должна повторять запись кавернометрии, при этом интервал глинистой корки выделяется более детально.

МКВ проводится следующей аппаратурой:

- МК-УЦ;
- МБКУ.

Кавернометрия – измерения, в результате которых получают кривую изменения диаметра бурящейся скважины с глубиной – кавернограмму. Запись проводилась приборами СКП, ЭК-1, СКО. Скорость регистрации – 2000 м/ч, масштаб записи – 2 см/см.

Под резистивиметрией (РЗ) понимается определение сопротивления бурового раствора или воды в скважине. Работы проводят резистивиметром, который представляет собой зонд малых размеров, помещенный в трубку из изолятора. При перемещении зонда по скважине внутри трубки свободно проходит жидкость, заполняющая скважину, а влияние окружающих пород исключается стенками трубки. Регистрация проводится так же, как и в методе КС. Коэффициент резистивиметра определяется путем его эталонировки в жидкости с известным сопротивлением.

Данные о сопротивлении бурового раствора или воды в скважине используются для обработки каротажных диаграмм (особенно при БКЗ) и для выявления мест подтока подземных вод разной минерализации. Кроме того, резистивиметрия применяется для изучения скоростей фильтрации подземных вод.

Резистивиметрия выполнена приборами ЭК-1, К-3. Масштаб записи кривых - 0.5 Ом*м/см. Скорость регистрации - 2000-2500м/ч.

Боковое каротажное зондирование (БКЗ) – основной метод электрического каротажа скважин, в основе которого лежит различное удельное электрическое сопротивление г. п. и полезных ископаемых. Измерения кажущегося удельного сопротивления (ρ_k) производятся при помощи зонда каротажного, опускаемого в скважину на каротажном кабеле.

Наиболее распространенный комплекс БКЗ включает в себя набор следующих зондов электрического каротажа:

A0.4M0.1N, A1.0M0.1N, A2.0M0.5N, A4.0M0.5N, A8.0M1.0N – последовательные градиент-зонды;

N0.5M2.0A – обращенный (кровельный) градиент-зонд;

N11.0M0.5A – обращенный потенциал-зонд.

Метод БКЗ позволяет производить литологическое расчленение разреза, выделение в большинстве случаев нефтеносных и газоносных пластов, определять глубину их залегания, мощности и строение. Применяется, как правило, во всех районах обычно в комплексе с другими методами каротажа.

Запись осуществлялась аппаратурой ЭК-1, К1А-723М со скоростью регистрации 2000м/час. Масштаб записи кривых – 2.5 Омм/см.

Измеряемой величиной в методе ВИКИЗ является разность фаз $\Delta\varphi$ гармонического магнитного поля, распространяющегося в проводящей среде от источника излучения до приемников, удаленных от источника на различные расстояния (база измерения). Разность фаз характеризует удельное электрическое сопротивление пород и электрические неоднородности прискважинной зоны, которые учитывают итерационным подбором интерпретационных моделей.

Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ) выполнялось для расчленения разреза, оценки положения водонефтяных контактов, определения удельного

электрического сопротивления неизменной части пласта, выделения и оценки параметров радиальных неоднородностей в области проникновения. Каротаж проведен аппаратурой ВИКИЗ пятью зондами различной длины. Скорость регистрации - 2000м/ч, масштаб записи – 1.5град/см. Использовались зонды ВИКИЗ И2_0.10И1_0.40Г1 (ИКВЧ1), И3_0.14И2_0.57Г2 (ИКВЧ2), И4_0.20И3_0.80Г3 (ИКВЧ3), И5_0.28И4_1.13Г4 (ИКВЧ4), И6_0.40И5_0.60Г5 (ИКВЧ5).

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1. Методика проектных геофизических работ

Промыслово-геофизические исследования в скважинах проводились сразу после окончания бурения. Перед исследованием в стволе скважины в течение нескольких часов была проведена проработка и циркуляция промывочной жидкостью (ПЖ). Параметры ПЖ во всех скважинах были близки к проектным. Удельное электрическое сопротивление ПЖ приближено к $2.0 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

При расчете удельного сопротивления пластовых вод продуктивных коллекторов в пластах группы АС11/0 принята минерализация 8.7 г/л и температура 98.8°C . Удельное электрическое сопротивление пластовой воды для принятой минерализации и температуры составляет $0.243 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Для пластов ЮС2 удельное электрическое сопротивление пластовой воды составляет $0.109 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ при минерализации 18.6 г/л и температуре 106°C .

Данные о минерализации, температуре и сопротивлении пластовой воды по пластам группы АС11/0 и ЮС2 Восточно-Мытаяхинского месторождения представлены в таблице алгоритмов (табл. 5.1).

В целом, можно отметить, что термобарические и гидрогеологические условия месторождения удовлетворительны для проведения геофизических измерений.

Таблица 5.1 – Алгоритм определения подсчетных параметров в продуктивных пластах Восточно-Мытаяхинского месторождения

№ п.п	Параметр	Пласты	
		пласты группы АС11	ЮС2
1	Температура, °С	98,8	106
2	Минерализация, г/л	8,7	18,6
3	Сопротивление пластовой воды, Ом*м	0,243	0,109
4	Критерий коллектора		
	Кп, %	15,8	13,5
	Кпр, мД	0.4 (Северная зона) 0.2 (Южная зона)	0,20
	Δγ	0,33	0,48
5	Критерий получения промышленного притока нефти (уровень ВНК), Ом*м	9,5	8,0
6	Коэффициент пористости	$K_{п}=18.7-8.9* \Delta\gamma$	$K_{п}=-44.74*\sigma+123.9$
			$K_{п}= 17.541-8.307*\Delta\gamma$
7	Коэффициент проницаемости	$lgK_{пр}=(K_{п} -16.787)/2.830$ (Северная зона) $lgK_{пр}=(K_{п} -17.9)/3.1$ (Южная зона)	$lgK_{пр}=128.02*K_{п}^2 -11.95*K_{п} - 1.56$
8	Коэффициент нефтенасыщенности	$R_{п}=0.996*K_{п}^{-1.69}$	$R_{п}= 1.06*K_{п}^{-1.824}$
		$R_{н}=0.928* K_{в}^{-1.749}$	$R_{н}=0.966* K_{в}^{-1.576}$

Трест «Сургутнефтегеофизика» - структурное подразделение ОАО «Сургутнефтегаз», выполняет следующие виды работ: промыслово-геофизические исследования в бурящихся скважинах (в открытом стволе), и ведет контроль за разработкой месторождений (в закрытом стволе).

Методика проведения геофизических исследований определяется продолжительностью бурения скважин, очередностью и интервалами вскрытия продуктивных пластов. В среднем бурение скважины на площади работ длится не более 1-3 месяцев. Номинальный диаметр скважин в интервалах продуктивных пластов нижнего мела и юры равен 190 мм. Удельное сопротивление промывочной жидкости определяется в скважине резистивиметром и по устьевой пробе. Температура против исследуемых пластов определяется по термограммам и по замерам в процессе испытания объектов.

В комплекс исследований входит стандартный электрический каротаж кажущихся сопротивлений (КС), выполняемый двумя градиент-зондами: последовательным А2.0М0.5N и обращенным N0.5M2.0A, и обращенным потенциал-зондом N6.0M0.5A, размеры которых установлены в соответствии с геолого-геофизическими параметрами разреза, каротаж самопроизвольной поляризации (ПС), микрокаротажное зондирование (МКЗ), боковой каротаж (БК), микробоковой каротаж (МБК), кавернометрия (Кав.), резистивиметрия (РЗ), боковое каротажное зондирование (БКЗ), индукционный каротаж (ИК), нейтрон-нейтронный каротаж (НКТ), гамма-каротаж (ГК), акустический каротаж (АК), гамма-гамма каротаж плотностной (ГГК-п), высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ).

Геофизические исследования выполняются серийной скважинной и наземной аппаратурой. Типы и размеры зондов соответствуют марке серийной аппаратуры. Применяемые масштабы и скорости регистрации кривых соответствуют требованиям технических руководств и инструкций. Анализ интерпретации показывает, что качество материалов ГИС, в основном хорошее, реже – удовлетворительное.

Регистрация диаграмм производится с помощью цифровой каротажной станции “Кедр”. Отличительной особенностью данной станции является простота в обращении и неприхотливость. Запись информации производится на жесткий диск.

Состав отряда

Основной производственной единицей для проведения промыслово-геофизических работ в скважине является партия. Состав геофизических партий определяется объемом работ и зависит от применяемых методов, условий проведения работ, категории местности.

Геофизическая партия представляет собой комплексную бригаду инженерно-технических работников и рабочих. Партия состоит из 4 человек: начальник партии, инженер-геофизик, каротажник 4 разряда, машинист 5 разряда.

Методика съемки

Во время спуска прибора (или целой «спайки» приборов) оператор вводит калибровочные коэффициенты.

Прибор опускается на забой скважины и машинист опускает еще 2-3 метра в запас. Это необходимо для того, чтобы в момент подъема прибора оператор успел откалибровать прибор.

Магнитные метки, расположенные на кабеле через определенные промежутки, служат для привязки по глубине.

Затем при записи через каждые 200-300 метров производят контроль «нуля». При переходе с масштаба на масштаб или при остановке прибора, необходимо сделать перекрытие замеров 50 метров.

Особое внимание оператору и машинисту следует обращать на:

- скорость записи;
- момент входа прибора в кондуктор;
- на датчик индикатора меток (расположенного на панели машиниста, самой станции и на дисплее);

- На показания сельсин датчика (контролировать показания нуля на выходе прибора и делать соответствующие поправки).

5.1.1. Метрологическое обеспечение работ

Что касается метрологического обеспечения работ, то можно сказать следующее. В геофизической организации существуют так называемые геофизические мастерские лаборатории (ГМЛ).

К проведению скважинных исследований допускают только каротажные станции и скважинные приборы, прошедшие калибровку в метрологической службе геофизического предприятия, аккредитованной на право проведения калибровочных работ. При отсутствии на предприятии аккредитованной метрологической службы калибровку технических средств должна выполнять метрологическая служба другого юридического лица, аккредитованная на право проведения калибровочных работ с техническими средствами ГИС, например, базовая организация метрологической службы, метрологический центр, НИИ, КБ и т.п. Калибровку выполняют с использованием образцовых технических средств, указанных в эксплуатационной документации на приборы и оборудование, в соответствии с требованиями действующих стандартов на данный тип приборов или оборудования.

Первичную калибровку выполняет изготовитель (поставщик) скважинных приборов и/или наземного оборудования. Результаты первичной калибровки являются составной частью эксплуатационной документации поставляемых технических средств.

Периодическая калибровка приборов в стационарных условиях (на базах геофизических предприятий) должна проводиться с периодичностью, указанной в эксплуатационной документации, но не реже одного раза в квартал, при вводе в эксплуатацию и после каждого ремонта. Результаты периодической калибровки хранятся в банке данных метрологической службы предприятия и переносятся в базу данных каротажной лаборатории, предназначенной для проведения исследований этими приборами. Они используются для придания цифровым показаниям скважинных приборов

масштабов в физических единицах и для контроля совместно с результатами полевых калибровок достоверности измеренных цифровых данных.

Периодические калибровки выполняют с использованием калибровочных установок, указанных в эксплуатационной документации на приборы и оборудование. Измерения при калибровках необходимо проводить с использованием наземного оборудования (геофизический кабель, регистратор и др.), соответствующего по своим характеристикам тому, которое будет применяться при проведении скважинных исследований.

Калибровки скважинных приборов в полевых условиях выполняют перед каждым спуском и после каждого подъёма приборов из скважины, если это предусмотрено эксплуатационной документацией на отдельные приборы. В других случаях при работе с цифровыми приборами используют файлы периодических калибровок.

Скважинные приборы:

СК:	ЭК-1
БКЗ:	ЭК-1, К1А-723М
БК:	ЭК-1, К1А-723М
ИК:	К1А-723-М (зонд ЗИ1)
МКЗ:	МК-УЦ
МБК, МКВ:	МК-УЦ
КВ:	ЭК-1
ННК-Т, ГК:	СРК-01
АК:	СПАК-6
ГГК-п:	СПП-2
РЗ:	ЭК-1
ВИКИЗ:	ВИКИЗ
ПС:	К1А-723М, ЭК-1

ЭК-1

Назначение

Аппаратура электрического каротажа комплексная ЭК-1 предназначена для исследования нефтяных и газовых скважин методами бокового каротажного зондирования (БКЗ), трехэлектродного бокового каротажа (БК-3), измерения потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС), резистивиметрии скважин, а также измерения диаметра скважин.

Данные по аппаратуре

Скважинный прибор рассчитан на работу в скважине диаметром не менее 160 мм в водной промывочной жидкости с содержанием NaCl от десятых долей процента до минерализации, соответствующей насыщению, NaOH - от 10 до 20%, нефти - до 5-10%, при наибольшем значении температуры окружающей среды – 120°C и наибольшем гидростатическом давлении 100 МПа.

Аппаратура работает в комплексе с трехжильным грузонесущим геофизическим кабелем типа КГ 3-60-180-1 длиной 6000м.

Измерения БКЗ и БК проводятся в разных циклах. ПС регистрируется только в аналоговой форме. Аппаратура обеспечивает измерение кажущихся удельных сопротивлений горных пород в режиме "БКЗ" зондовыми установками:

- A8,0M1,0N (шифр параметра GZ5);
- A4,0M0,5N (шифр параметра GZ4);
- A2,0M0,5N (шифр параметра GZ3);
- N0,5M2,0A (шифр параметра GZ3B);
- A1,0M0,1N (шифр параметра GZ2);

в общем диапазоне от 0,2 до 5000 Ом*м с разбивкой на два диапазона от 0,2 до 200 Ом*м и от 200 до 5000 Ом*м; зондовыми установками

- A0,5M6,0N (шифр параметра PZ);
- A0,4M0,1N (шифр параметра GZ1);

в общем диапазоне от 0,2 до 1000 Ом*м с разбивкой на два диапазона от 0,2 до 200 Ом*м и от 200 до 1000 Ом*м и измерение удельного сопротивления водной промывочной жидкости (шифр параметра RB) резистивиметром - в диапазоне от 0,2 до 20 Ом*м.

Аппаратура обеспечивает измерение кажущихся удельных сопротивлений горных пород трехэлектродным зондом БК (шифр параметра LL3) в диапазоне от 0,5 до 5000 Ом*м. При этом диапазон измеряемых значений потенциала в режиме БК (шифр параметра LLU) от 0,1 до 20 В, а сила тока центрального электрода (шифр параметра LLI); - от 0,2 до 50 мА.

Аппаратура обеспечивает измерение совместно и отдельно с БКЗ измерение и выдачу в аналоговой форме сигнала потенциала самопроизвольной поляризации (шифр параметра SP), при этом сопротивление цепи прохождения сигнала ПС в аппаратуре не более 500 Ом.

Аппаратура обеспечивает измерение двух взаимно перпендикулярных диаметров (шифры параметров C1 и C2) и среднего диаметра скважины (шифр параметра CALI) в диапазоне от 100 до 760 мм (четырёх радиусов (RAD1, RAD2, RAD3, RAD4) в диапазоне от 50 до 380 мм).

Питание скважинного прибора и токовых электродов осуществляется от каротажного источника питания силой тока (500±5) мА частоты 400 Гц.

Диаметр прибора	- 90 мм;
Длина прибора без каверномера	- 25,79 м;
Длина прибора с каверномером	- 28,00 м;
Масса электронного блока	- 80 кг;
Масса электромеханического блока	- 50 кг;
Общая масса (с зондом БКЗ)	- 210 кг;

МК-УЦ, МК-М

Назначение

Приборы МК-УЦ, МК-М предназначены для проведения геофизических исследований нефтяных и газовых скважин методами микрозондирования (МКЗ), бокового микрокаротажа (МБК) и измерения диаметра скважины (МКВ).

Данные по аппаратуре

Аппаратура рассчитана на работу в скважине, заполненной водной промывочной жидкостью, диаметром от 190 до 400 мм с температурой в интервале исследований от 5 до 120 °С, гидростатическим давлением до 100 МПа.

Аппаратура работает в комплексе с трехжильным грузонесущим геофизическим кабелем типа КГ 3-60-180-1 длиной 6000м.

Регистрация данных микропотенциалзондом А0,05М (шифр параметра MNOR), микроградиентзондом А0,025М0,025N (шифр параметра MINV), трехэлектродным зондом микробокового каротажа (шифр параметра MLL3) и микрокаверномером (шифр параметра MCAL) производится в одном цикле измерений.

Диапазоны измерений кажущегося удельного электрического сопротивления горных пород микропотенциал- и микроградиентзондами от 0,1 до 50 Ом*м. Диапазон измерений кажущегося удельного электрического сопротивления зондом МБК - от 0,5 до 800 Ом*м с разбивкой на два диапазона от 0,5 до 100 Ом*м и от 100 до 800 Ом*м. Диапазон измерений диаметра раскрытия рычагов (диаметра скважины) от 180 до 400 мм.

Питание прибора осуществляется от источника постоянного электрического тока (160 +20/-10)мА.

Номинальный ток двигателя прижимного устройства МК-УЦ - не более 0,5 А. При этом значение пускового тока должно быть 1 А.

Время полного раскрытия (закрытия) рычагов МК-УЦ не более 30 секунд.

ВИКИЗ

Аппаратура ВИКИЗ обеспечивает измерение разностей фаз между э.д.с. наведенными в измерительных катушках пяти электродинамически подобных трехкатушечных зондов, и потенциала самопроизвольной поляризации в нефтегазовых скважинах необсаженных эксплуатационной колонной.

В аппаратуре ВИКИЗ используется набор из пяти трехкатушечных зондов. Конструктивно зондовое устройство выполнено на едином стержне, и все катушки размещены соосно. Геометрические характеристики зондов представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Геометрические характеристики зондов ВИКИЗ

<u>Схема зонда</u>	Шифр параметра	Длина, м	База, м	Точка записи, м
И6 0.40 И5 1.60 Г5	ИК1	2.00	0.40	3.28
И5 0.28 И4 1.13 Г5	ИК2	1.41	0.28	2.88
И4 0.20 И3 0.80 Г3	ИК3	1.00	0.20	2.60
И3 0.14 И2 0.57 Г2	ИК4	0.71	0.14	2.40
И2 0.10 И1 0.40 Г1	ИК5	0.50	0.10	2.26
ПС	SP			3.72

Габаритные размеры прибора: диаметр 73 мм, длина 4.0 м. Прибор состоит из зондового устройства и блока электроники.

Аппаратура эксплуатируется в комплекте с трехжильным каротажным кабелем типа КГ-3-60-120 и программно-управляемой каротажной станцией МЕГА. Питание скважинного прибора осуществляется постоянным электрическим напряжением 130В, потребляемый ток 90-110 мА.

СГП-2

Назначение

Аппаратура СГП-2 предназначена для измерения объемной плотности горных пород в скважинах диаметром от 160 до 320 мм.

Данные по аппаратуре

Аппаратура эксплуатируется в комплекте со следующими изделиями:

- трехжильным кабелем типа КГЗ-67-180 длиной до 7500 м;
- источником гамма-излучения Cs^{137} активностью $(1.28 \pm 0.33) \times 10^{10}$ Бк, создающим на расстоянии 1 м мощность экспозиционной дозы $(5.95 \pm 1.55) \times 10^{-9}$ А/кг.

Диапазон измерения объемной плотности горных пород от 1.7×10^3 до 3.0×10^3 кг/м³.

Количество каналов – 2: канал большого зонда (ГГКп бз) и канал малого зонда (ГГКп мз).

Диапазон рабочих температур скважинного прибора от - 10 до 200 °С, рабочее гидростатическое давление - до 120 МПа.

В качестве детекторов используются кристаллы NaI(Tl) размерами 25×30 мм в канале малого и 25×40 мм в канале большого зондов ГГКп в комплекте с ФЭУ-74А (рис. 5.1). Коллимационные окна заполнены капролоном. Для регулировки спектральной чувствительности измерительной установки в коллиматоре большого зонда установлен экран из свинца.

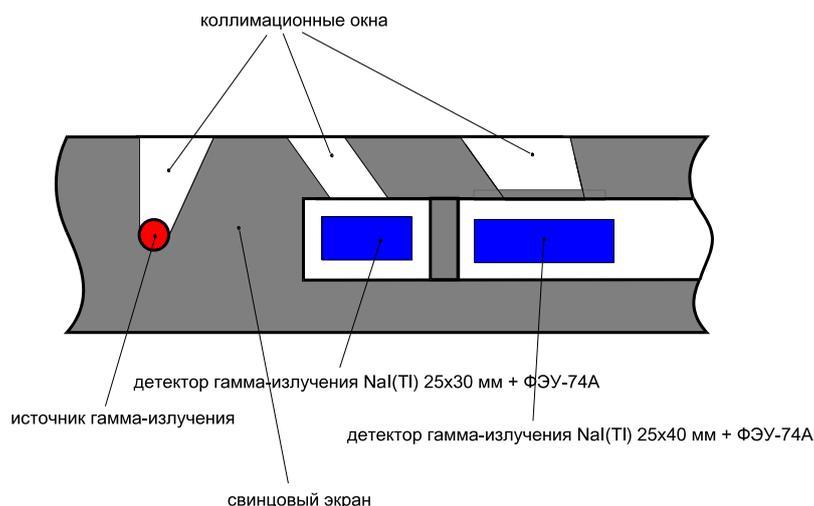


Рис. 5.1 – Схема рабочей части СГП-2

Плотность (σ) рассчитывается по формуле:

$$\sigma = 2,59 - 1,73 \lg \left(C \times \frac{I_6}{I_{M3}} \right)$$

где

$$C = \frac{I_{M3.эт.}}{I_6 \text{ эт.}} - \text{коэффициент;}$$

$I_{M3.эт.}$, $I_{6.эт.}$ - значения средних частот следования импульсов по каналам малого и большого зондов, зарегистрированные на образце плотности с $\sigma = 2,59 \text{ г/см}^3$;

I_{M3} , I_6 - текущие значения средних частот следования импульсов по каналам малого и большого зондов, соответственно.

Ток питания электронного блока скважинного прибора постоянный, $140 \pm 10 \text{ мА}$, при напряжении на входе скважинного прибора не более 20 В .

Ток, потребляемый электродвигателем прижимного устройства, должен быть $(0.6 \pm 0.05) \text{ А}$.

Импульсы на выходе скважинного прибора имеют амплитуду не менее 3 В и длительность $45 \pm 5 \text{ мкс}$, причем импульсы ГГКп мз имеют положительную полярность, а ГГКп бз - отрицательную.

Габаритные размеры аппаратуры:

- длина не более 3560 мм ;

- максимальный диаметр не более 125 мм.

Масса скважинного прибора - не более 128 кг.

СПАК-6

Назначение

Аппаратура акустического каротажа СПАК-6 предназначена для измерения и регистрации кинематических и динамических характеристик упругих волн в нефтяных и газовых скважинах.

Данные по аппаратуре

Аппаратура обеспечивает исследование скважин диаметром от 140 до 400 мм с температурой до 115°C, с гидростатическим давлением до 100 МПа, в водной промывочной жидкости.

Аппаратура эксплуатируется с трехжильным геофизическим кабелем типа КГЗ-60-180 длиной до 5500м.

Формула зонда И2 0,4 И1 1,2 П. Схема прибора изображена на рис. 2.8.

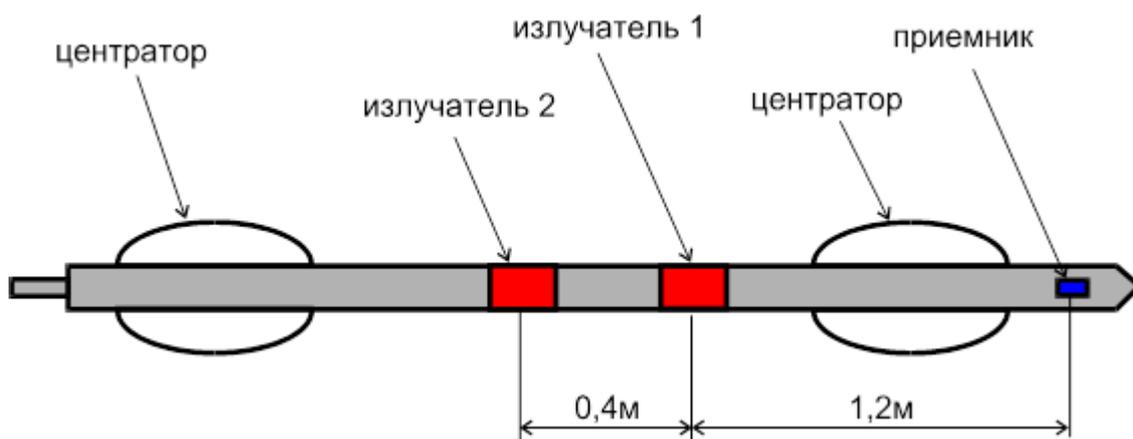


Рис. 5.2 – Схема прибора СПАК-6

Частота излучаемых колебаний - 25 кГц.

Диапазон измерений интервального времени ΔT от 140 до 600 мкс/м.

Диапазон измерений декремента затухания α не менее 30 дБ/м.

Габаритные размеры:

- длина - не более 3527 мм;

- диаметр без центраторов - не более 90,3 мм

- диаметр с центраторами в свободном состоянии - не более 500 мм;
- диаметр с центраторами при предельной деформации ползьев - не более 126 мм.

Масса без центраторов - 75 кг.

СРК-01

Назначение

Прибор СРК предназначен для исследования нефтяных и газовых скважин методами двухзондового нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым и надтепловым нейтронам (2ННК_Т и 2ННК_{НТ}), нейтронного гамма-каротажа (НГК) и гамма-каротажа (ГК), по данным которых определяется водонасыщенная пористость (водородосодержание) и мощность экспозиционной дозы естественного гамма-излучения горных пород.

В ПГО ТПГ аппаратуру СРК используют для работы в режимах 2ННК_Т и ГК.

Данные по аппаратуре

Скважинный прибор обеспечивает проведение измерений в скважинах диаметром 110-350 мм, заполненных водной промывочной жидкостью с содержанием NaCl от десятых долей процента до минерализации, соответствующей насыщению, NaOH - до 20%, нефти - до 10% и pH до 10, при значениях температуры окружающей среды от -10 до 120 °С и гидростатического давления 120 МПа.

Скважинный прибор эксплуатируется с использованием:

- источника быстрых нейтронов полоний-бериллиевым типа ВНИ-2 или плутоний-бериллиевым типа ИБН8-5 с потоком нейтронов от 5×10^6 до 1×10^7 с⁻¹;

- кабеля типа КГЗ-60-180 длиной до 7000м.

Диапазон измерений мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, обеспечиваемый скважинным прибором, от 1.4 до 251.4 мкР/час.

Диапазон измерений водонасыщенной пористости (водородосодержания), обеспечиваемый скважинным прибором, от 1 до 40%.

Регистрация гамма-излучения (шифр параметра GR) осуществляется блоком детектирования, содержащим два детектора $NaI(Tl)$ размерами 40x80 мм типа СДН.16.40.80. и два фотоэлектронных умножителя ФЭУ-74А.

Регистрация нейтронного излучения осуществляется блоком детектирования, который содержит два гелиевых счетчика тепловых нейтронов типа СММ-56 (по 1 шт. в каналах ННК_{ТМЗ} и ННК_{ТБЗ}).

Расстояние между центром источника нейтронов и ближними к нему торцами счетчиков СММ-56:

- для зонда ННК_{ТМЗ} (шифр параметра RNTN)- 258 ± 5 мм;
- для зонда ННК_{ТБЗ} (шифр параметра RFTN)- 508 ± 5 мм.

Схема зондовых установок прибора СРК-01 приведена на рис. 5.3.

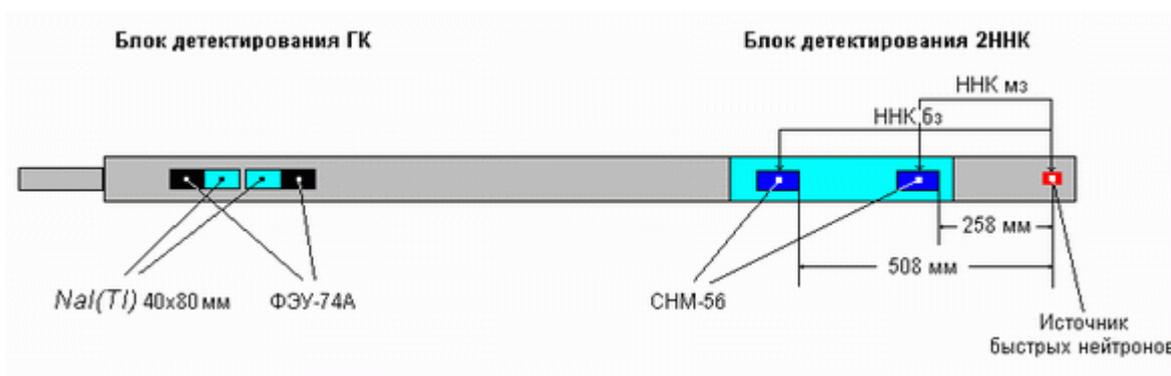


Рис. 5.3 – Схема зондовых установок прибора СРК-01

Водородосодержание рассчитывается по формулам:

$$K_M = -2,26 + \frac{85,6}{I_M} + \frac{34,1}{I_M^2}, \quad (1)$$

$$K_B = -3,71 + \frac{170,5}{I_B} - \frac{149,3}{I_B^2}, \quad (2)$$

$$K_P = -8,2 + 75,2 \times \frac{I_M}{I_B}, \quad (3)$$

где K_m, K_b, K_p - водородосодержание по данным $ННК_{МЗ}, ННК_{БЗ}$ и их отношению соответственно, %;

I_m, I_b - скорость счета по каналам $ННК_{МЗ}$ и $ННК_{БЗ}$ соответственно, у.е.;

Электрическое сопротивление между 1 и 2 жилами должно быть практически равным удвоенному электрическому сопротивлению жилы кабеля. 3 жила в аппаратуре СРК не используется.

Питание скважинного прибора осуществляется постоянным электрическим током 95 мА. При этом напряжение питания на входе скважинного прибора не более 26 В.

Амплитуда выходных импульсов каналов скважинного прибора не менее 3 В, длительность выходных импульсов на уровне 0.5 их амплитуды не более 80 мкс.

Импульсы $ННК_{МЗ}$ и $ННК_{БЗ}$ передаются как разнополярные между 1 и 2 жилой, импульсы ГК - между ОК и 1 или 2 жилой кабеля.

Длина скважинного прибора - не более 2.91 м.

Диаметр скважинного прибора - не более 90 мм.

Масса скважинного прибора - не более 80 кг.

К1А-723-М

Предназначен для геофизических исследований нефтяных и газовых скважин в открытом стволе. Прибор обеспечивает измерение за один проход по интервалу исследования комплексом зондов БКЗ, зондом КС, зондом трехэлектродного БК, зондом ИК, резистивиметром, ПС.

Отличается малыми габаритами, высокой производительностью и надежностью, удобен в эксплуатации.

Решает задачи электрического каротажа, выделения коллекторов, определения водо - и нефтенасыщенности.

Условия эксплуатации:

- скважина должна быть заполнена промывочной жидкостью на водной основе с удельным сопротивлением от 0,05 до 5 Ом·м.

- температура окружающей среды от 5 до 120 °С.
- максимальное гидростатическое давление 80.

Необходимое оборудование

Прибор эксплуатируется в комплекте со следующими изделиями:

- цифровым каротажным регистратором, адаптированным к приёму сигнала прибора и имеющим соответствующее программное обеспечение;
- источником стабилизированного синусоидального тока (0,4±0,02) А (400±5) Гц, обеспечивающим действующее значение выходного напряжения до 300 В;
- трехжильным бронированным геофизическим грузонесущим кабелем марки КГЗ-60-150 ТУ16.К09-108-99 (или аналогичным ему по характеристикам) длиной от 2000 до 6000 м, оснащенный кабельным наконечником НКБ ГОСТ 14213.

Таблица 5.3 – Основные технические характеристики К1А-723-М

Зонд	Единица измерения	Диапазон	Предел доп. основной погрешности
A8,0M1,0N A4,0M0,5N A2,0M0,5N N0,5M2,0A A1,0M0,1N	Ом·м	0,2...5000	±[4+0,005(Xв/X-1)]%
A0,4M0,1N N11M0,5A	Ом·м	0,2...1000	±[4+0,005(Xв/X-1)]%
ПС	В	-0,5...+0,5	±25%
Резистивиметр	Ом·м	0,05...5	±[5+0,2(Xв/X-1)]%
БК-3	Ом·м	0,2...10000	±10%
ИК (3И1)	мСм/м	10...2500	±[5+0,1(Xв/X-1)]%
ИК (6Ф1)	мСм/м	10...2000	±[5+0,1(Xв/X-1)]%

Длина 21,4 м (М, МТ) 22,0 м (МФ)
 Длина корпуса 3,9 м (М, МТ) 4,4 м (МФ)
 Диаметр 73мм

Масса	80 кг (М, МТ)	85 кг (МФ)
Параметры тока питания	400 Гц, 400 мА	
Скорость каротажа	3000 м/час	

5.2. Интерпретация геофизических данных

Выделение коллекторов проводится по комплексу качественных и количественных признаков. Качественные признаки при выделении поровых коллекторов обусловлены проникновением в пласт фильтрата промывочной жидкости, вследствие чего происходит сужение диаметра скважин за счет образования глинистой корки, фиксируемое кривой кавернометрии, а также образуется радиальный градиент кажущихся сопротивлений, измеряемый зондами с разной глубиной исследований - БКЗ, ИК, БК. К качественным признакам относится отрицательная аномалия ПС, низкая естественная радиоактивность пород.

Из эффективных толщин, выделяемых по качественным признакам, исключаются все прослои, характеризующиеся как уплотненные и глинистые хотя бы по одному из геофизических параметров.

Кроме прямых качественных признаков, для разделения пород на коллекторы и неколлекторы, используются косвенные количественные критерии (Кп, Кпр, Кво, и др.).

Выделение коллекторов по прямым качественным признакам

а) Сужение диаметра скважины.

Связано с увеличением глинистой корки против пласта. Является однозначным признаком коллектора.

Сужение диаметра скважины не является коллектором в следующих случаях:

1) Против тонких плотных прослоев, расположенных в мощном пласте коллекторе- глинизация стенки скважины происходит размазыванием корки, образовавшейся в коллекторе выше и ниже его при спуско-подъемных операциях, при бурении.

2) В призабойной зоне в не коллекторах, где сужение диаметра связано с осаждением частиц шлама.

3) В любом интервале скважины, не являющихся коллектором, где образуются сальники, обусловленные низким качеством бурового раствора или неудовлетворительной подготовкой скважины к проведению ГИС.

Толщина глинистой корки не является характеристикой проницаемости пласта. Она зависит от качества раствора. Чем хуже качество глинистого раствора, тем толще корка. Значит у него высокая водоотдача и колоидальность.

б) Выделение коллектора по микрозондам.

Положительное приращение является надежным признаком межзернового коллектора в той же мере, как и корка. Т.е. в тех случаях, где корка не является признаком коллектора, то и положительное приращение не признак коллектора, а следствие плохой подготовки скважины.

Положительное приращение в диаграммах микрозондов могут отсутствовать в следующих случаях:

1) Корка имеет большую толщину (более 2 см), показания микрозондов одинаковы, т.к. они исследуют глинистую корку;

2) Водоносный пласт имеет очень высокую проницаемость как по напластованию так и по нормали к напластованию, в результате промытая зона расформируется. Показания МПЗ близко к КС глинистой корки, как и МГЗ.

в) Выделение коллектора по наличию радиального градиента КС по электрометрии.

Наличие проникновения ФБР в пласт устанавливают сравнивая КС породы, замеренные зондами разной длины в радиальном направлении. При этом по интерпретации устанавливают либо наличие радиального градиента сопротивления, либо отсутствие.

В пластах-коллекторах большой мощности получают в зависимости от характеристики коллектора кривые зондирования, характеризующие следующие виды проникновения:

з) Повышающее проникновение (КС зоны проникновения больше КС пласта).

1) Для водоносных коллекторов, насыщенных минерализованной пластовой водой

(Св больше 10 г/л). В этом случае КСзп существенно превышает КСп.

2) Для продуктивных коллекторов с высоким содержанием остаточной воды, обусловленной либо значительной рассеянной глинистостью либо незначительным расстоянием по высоте по отношению к ВНК.

3) Для слоистых продуктивных коллекторов, с чередованием прослоев глини и коллекторов. Обусловлено значительным содержанием глинистого материала в этих коллекторах, как рассеянного так и слоистого, как следствие значительное содержание связанной воды.

Ошибочно устанавливают повышающее сопротивление:

1) В тонких одиночных пластах высокого сопротивления- коллекторах и не коллекторах в следствии особенностей кривой зондирования.

2) В мощных пластах, показания КС больших зондов БЭЗ для которых занижены экранирующим влиянием плотного прослоя, расположенного над пластом при проведении БЭЗ последовательным градиент- зондом, и под пластом – при работе с обращенным градиент- зондом.

3) В неоднородной слоистой пачке, представленной тонким переслаиванием непроницаемых пород с различным сопротивлением, в следствии влияния эффекта анизотропии.

д) Понижающее проникновение (КСзп меньше КСп).

Встречается редко. Характерно для хороших коллекторов с высоким Кнг (больше 85%) при бурении на растворе, где КСф мало отличается от КС пластовых вод. Ошибочно устанавливают понижающее проникновение при неправильном определении КСр или ДС.

К недостаткам прямых качественных признаков выделения коллекторов можно отнести следующее:

1. Не приемлемы для скважин бурящихся на технической воде или не фильтрующимся раствором.
2. Часть методов можно использовать только в единичных параметрических скважинах, где применяется расширенный комплекс.

Выделение коллекторов по количественным признакам

Основано на использовании количественных параметров, соответствующих границе коллектор - не коллектор.

1. Коэффициент проницаемости ($K_{пр}$) и соответствующие ему для данного типа коллекторов значения коэффициентов пористости ($K_{п}$) и различных параметров глинистости ($C_{гл}$, $K_{гл}$, $O_{тн.гл}$) - для продуктивных и водоносных коллекторов.

2. Коэффициенты фазовой проницаемости по нефти ($K_{н_пр}$) или газу ($K_{г_пр}$) и соответствующие им значения коэффициентов нефте- ($K_{н}$), газо- ($K_{г}$) или водонасыщения ($K_{в}$) – для продуктивных коллекторов.

3. Геофизические параметры: относительная амплитуда на диаграммах ПС, гамма- метод для продуктивных и водоносных коллекторов, КСп параметр насыщения для продуктивных коллекторов (P_n).

Алгоритм интерпретации и подсчета ФЕС параметров

- В КИПе измеренные данные переводятся в файл в формате .las. Далее в программу GeoFrame загружаются 1 las-файл и 1 инклинометрия, приводится все к единому шаблону;

- Полученные данные в GeoFrame загружаются в программу GeoOffice Solver, в этой же программе собираются керновые данные, данные по перфорации, ПГИ (промыслово-геофизические исследования) (рис. 5.4);

The screenshot displays the GeoOffice Solver application window. At the top, there is a menu bar with options like 'Файл', 'Данные', 'Картирование', 'Функции', 'Параметры', 'Инструменты', and 'Одна Справка'. Below the menu is a toolbar with various icons. The main area is filled with a data table. The table has columns labeled '№ПТ', 'X', 'Y', 'Z', 'G1', 'G2', 'G3', 'G4', 'G5', 'G6', 'G7', 'G8', 'G9', 'G10', 'G11', 'G12', 'G13', 'G14', 'G15', 'G16', 'G17', 'G18', 'G19', 'G20'. The rows contain numerical data points. The status bar at the bottom shows 'Таблица 1 из 1' and 'Абсолют: ИЕТ'.

Рисунок 5.4 – Таблица данных ГИС в программе GeoOffice Solver

- Оформляется планшет (рис. 5.5);

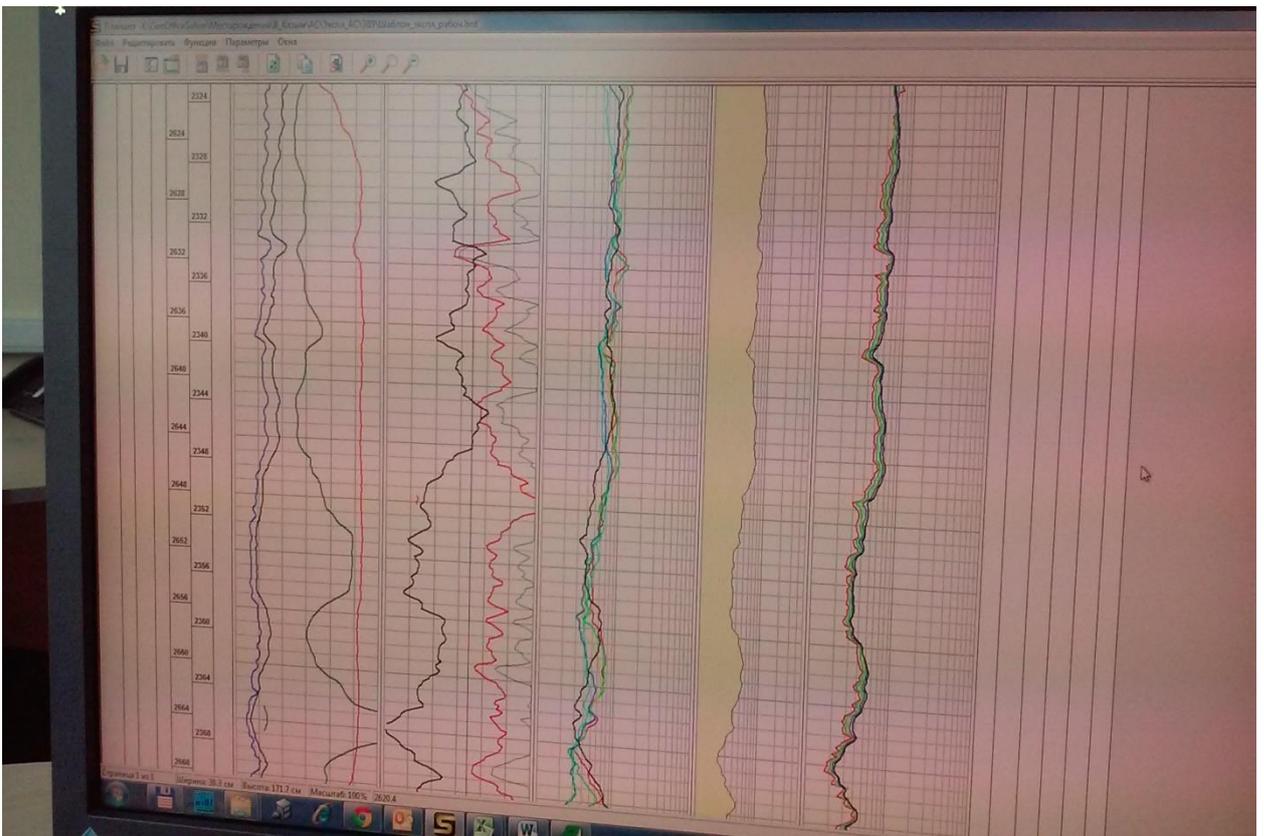


Рисунок 5.5 – Пример оформления планшета в программе GeoOffice Solver

- Внутри интересующего нас объекта, выделяются насыщенные пропластки и определяется их насыщение (вода, нефть, газ, ...) (рис. 5.6);

№скв	Пласт	Хар-р нас.	Интервал коллектора отн.отм.,м		Н,м	интервал коллектора абс.отм., м		Н,м	Лпс	Лпс	Δl_{γ}	Рп, Омм ВИКИ 3	σ г/см ³	Кп, д.е.	Кпр, 10 ⁻³ МКМ ²	Кпр*, н	Рп м-1.69	рвп =0.24 3	Рн	Кн, д.е. 8.7 МИН	
			4	5		7	8														
1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	11		12	13					14	
7520п 100,2	АС11/00 АС11/0		2781,2 отсут.	2784,0 отсут.		2679,9 отсут.	2682,7 отсут.														
	АС11/01-1 1,1		2790,0 2791,0	2812,0 2791,8		2688,7 2689,7	2710,7 2690,5		0,8	0,36*	0,28	13,2		0,162	0,7	0,54	21,6	5,2	2,519	0,435	
		+ нефть	2793,0	2793,8	0,8	2691,7	2692,5	0,8	0,39		0,21	19,2		0,168	0,9	0,73	20,2	4,9	3,904	0,560	
		+ нефть	2795,2	2796,0	0,8	2693,9	2694,7	0,8	0,22		0,3	13,3		0,160	0,6	0,5	22,0	5,3	2,491	0,431	
		+ нефть	2796,0	2796,6	0,6	2694,7	2695,3	0,6	0,23		0,24	12,9		0,166	0,8	0,48	20,8	5,1	2,553	0,439	
		+ нефть	2797,0	2798,4	1,4	2695,7	2697,1	1,4	0,33		0,24	14,8		0,166	0,8	1,13	20,8	5,1	2,929	0,482	
		+ нефть	2798,8	2799,6	0,8	2697,5	2698,3	0,8	0,39		0,2	13,7		0,169	1,0	0,76	20,1	4,9	2,811	0,469	
		+ нефть	2801,0	2801,8	0,8	2699,7	2700,5	0,8	0,42		0,3	12,3		0,160	0,6	0,5	22,0	5,3	2,303	0,405	
		+ нефть	2802,6	2803,4	0,8	2701,3	2702,1	0,8	0,44		0,21	16,2		0,168	0,9	0,73	20,2	4,9	3,294	0,515	
		+ нефть	2804,6	2805,4	0,8	2703,3	2704,1	0,8	0,27		0,17	17,8		0,172	1,1	0,87	19,5	4,7	3,750	0,550	
		+ нефть	2806,0	2806,4	0,4	2704,7	2705,1	0,4	0,33		0,33	-		-	-	-	-	-	-	-	
		+ нефть	2808,6	2809,0	0,4	2707,3	2707,7	0,4	0,4		0,23	-		-	-	-	-	-	-	-	
		+ нефть	2809,4	2810,4	1,0	2708,1	2709,1	1,0			0,2	15,7		0,169	1,0	0,96	20,1	4,9	3,221	0,509	
			ИТОГО: Нэф= 9,4 Нн.н= 9,4											0,166	0,8					0,482	
	АС11/01-2		отсут.	отсут.		отсут.	отсут.														
	АС11/01-3		2814,2	2824,0		2712,9	2722,7														
	АС11/02		2831,2	2846,4		2729,9	2745,1														

Рисунок 5.7 – Таблица интерпретации

• Затем просчитываются основные параметры Кп, Кпр и Кн по алгоритму для данного месторождения. Алгоритм берется по ПС или по ГК в зависимости от месторождения. В данном случае по ГК (рис. 5.8).

№ п.п.	Параметр	Пласты	
		Пласты группы АС11/0	
1	Температура, °С	98,8	
2	Минерализация, г/л	8,7	
3	Сопротивление пластовой воды, Омм	0,243	
4	Критерий коллектора		
	Кп, %	15,8	
	Кпр, мД	0,3	
	Δl_{γ}	0,33	
5	Критерий получения притока нефти (уровень ВНК), Ом.м	9,5	
6	Коэффициент пористости, %	Кп=-54.302* σ +146.882 (север. Зона)	
		Кп=-53.936* σ +146.22 (юг. Зона)	
		Кп=18.7-8.9* Δl_{γ}	
7	Коэффициент проницаемости, мД	АС11/0	Кпр=0.0001*exp(51.457*Кп)
8		АС11/01-1	Кпр=0.0003*exp(47.677*Кп)
9		АС11/01-2	Кпр=0.0005*exp(41.534*Кп)
10		АС11/01-3	Кпр=0.0008*exp(38.164*Кп)
11		АС11/02	Кпр=0.0003*exp(43.701*Кп)
12	Коэффициент нефтенасыщенности	Рп=0.996*Кп ^{-1.69}	
		Рн=0.928* Кв ^{-1.749}	

Рисунок 5.8 – Таблица алгоритмов

6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

После проведения геофизических исследований скважин на Восточно-Мытаяхинском нефтяном месторождении следует камеральная обработка и интерпретация полевых данных. Эти операции проводятся на персональных компьютерах с использованием специальных программных обеспечений.

На данный момент существует множество разнообразных программных обеспечений для комплексной интерпретации данных ГИС и каждая компания нуждается в наиболее подходящей программе для быстрого и слаженного рабочего процесса. В ходе выполнения данной работы проведен краткий обзор ПО: GeoOffice Solver, Gintel, Прайм, Techlog, рассмотрены их функциональные возможности, выделены сходства и различия.

6.1. Пакет программ GINTEL

Разработчиком является компания ООО «ГИФТС», которая выполняет сервисные работы в области геолого-геофизического изучения толщ горных пород и залегающих в них нефтегазоконденсатных месторождений.

Эта компания создает программное обеспечение для решения задач в области скважинной геофизики. Область применения программных продуктов – обработка и интерпретация данных геофизических, гидродинамических исследований скважин.

Комплекс программ GINTEL включает в себя:

- **Gintel** - система автоматизированной интерпретации данных ГИС в открытом стволе скважины;
- **PLog** - контроль за разработкой месторождений;
- **Geolan** - анализ данных ГИС по группе скважин;
- **G-Image, G-NMR, G-Vak** - интерпретация данных высокотехнологичного каротажа;
- **Методики TABC и CARB** - технологии углубленной интерпретации данных ГИС в терригенных и карбонатных породах;

- **Литофациальное моделирование** - технология трехмерного геологического литофациального моделирования;
- **Геомеханическое моделирование** - технология комплексной интерпретации при определении геомеханических свойств пород и давлений для дизайна и контроля ГРП;
- **Нетрадиционные коллекторы** - интерпретация данных ГИС в нетрадиционных коллекторах.

Рассмотрим три системы: Gintel, PLog, Geolan

Система Gintel

Система Gintel (рис. 6.1) обеспечивает высокоэффективную массовую обработку и интерпретацию данных ГИС в открытом стволе скважины при решении широкого спектра геологических задач поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа.

Интерпретация данных ГИС в системе Gintel (рис. 6.2) выполняется в попластовом или поточечном вариантах как по традиционным для нефтегазовой отрасли методикам, так и по произвольным алгоритмам пользователя, включающим формулы, петрофизические связи и палетки, системы уравнений, а также эвристические схемы обобщения и принятия решений (экспертные системы).

Базовая линейка программ системы Gintel позволит Вам в производственном режиме:

- Вводить исходные данные ГИС и выполнять их предварительную обработку.
- Хранить геологическую и геофизическую информацию по скважине в сетевой или локальной Базе данных Gintel.
- Обрабатывать результаты количественных измерений на образцах керна.
- Формировать библиотеки многомерных петрофизических связей по геологическим объектам и палетки интерпретации данных ГИС.

- Анализировать детерминированные и стохастические петрофизические модели, оценивать достоверность данных ГИС и качество их интерпретации.
- Выполнять комплексную интерпретацию данных электрического каротажа (ИК, БК, ПЗ, БКЗ, МБК).
- Вводить поправки за условия измерения скважины в кривые ИК, БК, ПЗ, ПС, ННК.
- Рассчитывать кривую водородосодержания $W_{нк}$ по данным НГК или ННК.
- Анализировать траекторию ствола скважины и боковых стволов.
- Выполнять интерпретацию различных комплексов данных ГИС с помощью собственных методик или авторских методик углубленной интерпретации.
- Оперативно и автоматизированно формировать комплексные графические и текстовые заключения с учетом самых современных требований.
- Выполнять экспорт данных и заключений в различные форматы, в том числе в форматы пакетов геологического моделирования.

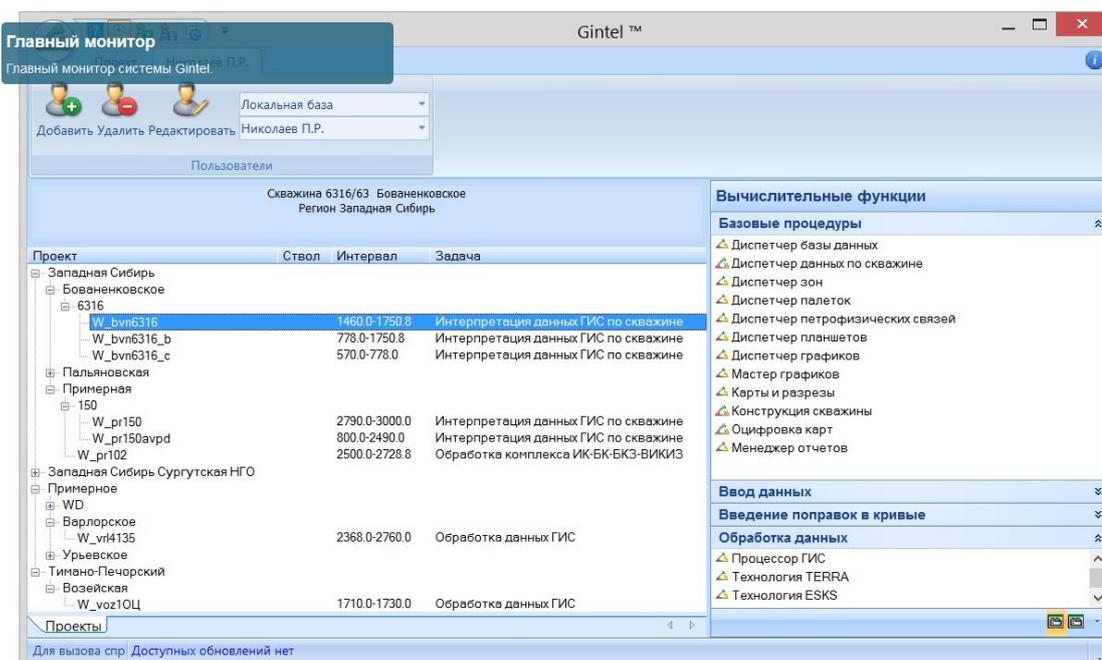


Рисунок 6.1 – Главный монитор

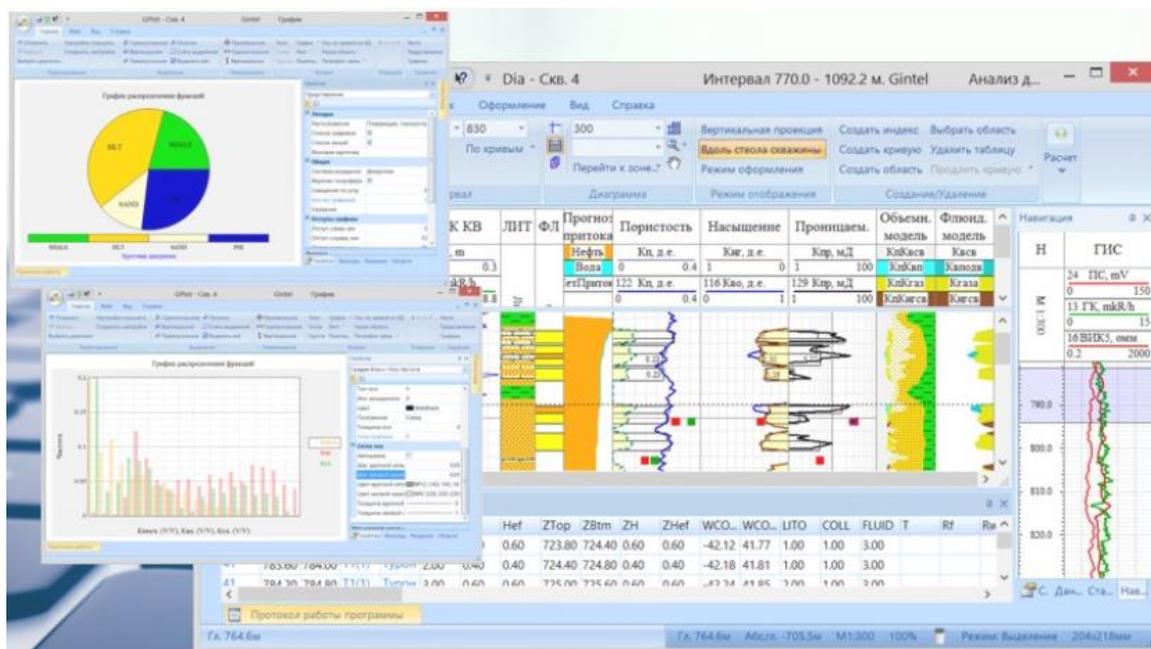


Рисунок 6.2 – Рабочее пространство Gintel

Система PLog

PLog — система для интерпретации результатов промысловых геофизических исследований (ПГИ) и гидродинамических исследований (ГДИ) газовых, газоконденсатных, нефтяных и водонагнетательных скважин. Функционирует в составе системы Gintel. Предназначается для решения задач контроля за разработкой месторождений (рис 6.4).

В системе PLog разработана и внедрена технология отдельных, но взаимосвязанных модулей обработки результатов исследований скважин по произвольным алгоритмам, составленным пользователями и по алгоритмам разработчиков системы, включенных в программный комплекс (рис. 6.3). Каждый отдельно взятый модуль PLog — это программа, выполняющая конкретную задачу. С помощью базы данных по скважине в системе происходит обмен необходимой информацией между модулями.

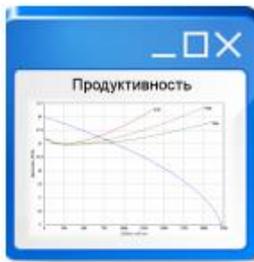
Важнейшей особенностью информационной базы является ее тесная связь с данными, накопленными при эксплуатации системы Gintel. Это предопределяет быстрый доступ к данным, накопленным за весь период жизни скважины, начиная с момента бурения, и автоматическую интеграцию этих данных на графических и текстовых заключениях.



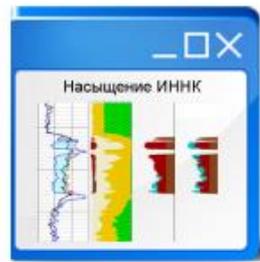
Анализ ГДИС



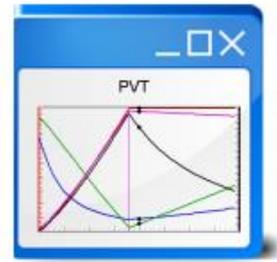
Механическая расходомерия Моделирование температуры



Продуктивность



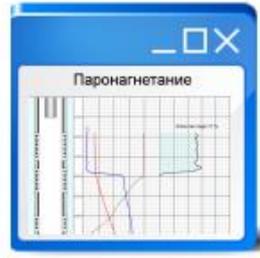
Насыщение за колонной



Определение свойств флюида



Градиент



Определение качества пара

Рисунок 6.3 – Модули обработки результатов исследований скважин

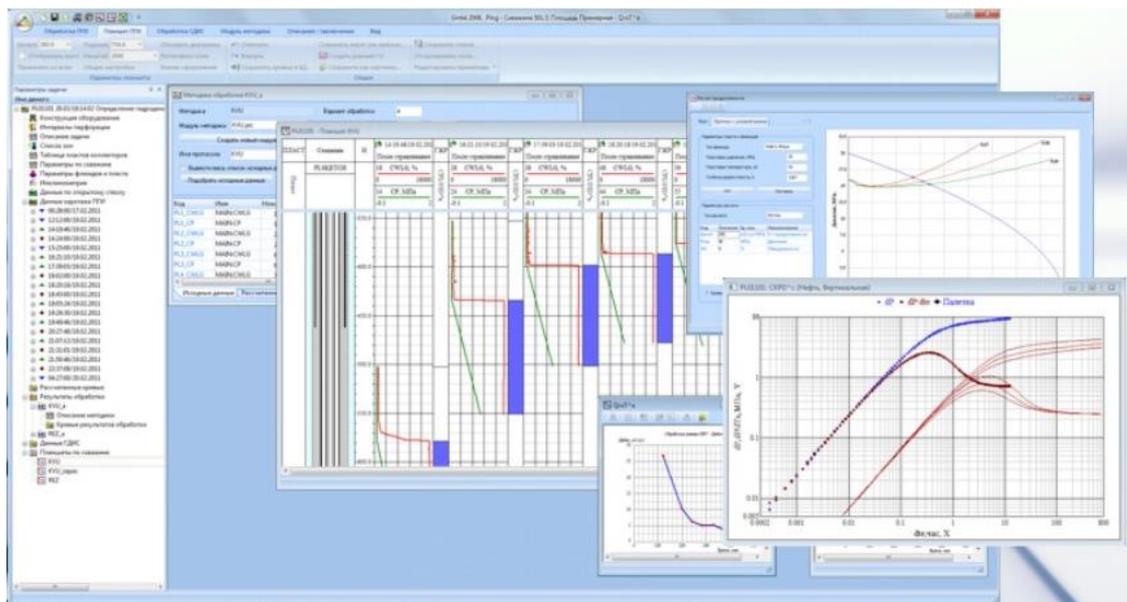


Рисунок 6.4 – Рабочее пространство PLog

Система Geolan

При комплексной интерпретации данных ГИС по группе скважин (залежи, месторождению в целом) с целью подготовки данных для геологического моделирования и подсчета запасов в системе Gintel применяется схема, включающая два этапа.

Первый – индивидуальная обработка данных ГИС по отдельным скважинам в среде ESKS или TERRA с получением геологических характеристик разреза вдоль стволов скважин.

Второй – комплексное согласование результатов по всем скважинам в среде Geolan. При этом в Geolan:

- сравниваются результаты интерпретации данных ГИС по соседним скважинам, выявляются некачественные данные каротажа, в реальном времени производится переинтерпретация данных ГИС;
- исследуется латеральное изменение геологических характеристик пород по сопоставлению структурно-минералогических разрезов соседних скважин;
- уточняется положение геологических границ на основе литолого-фациального анализа данных на разрезах, картах и в трехмерном пространстве;
- уточняется положение флюидальных контактов по отдельным залежам и/или блокам;
- выполняется детальный анализ геологической неоднородности объектов разработки.

Модуль Geolan функционирует в составе системы Gintel и обеспечивает запуск вычислительных процедур системы Gintel для многоскважинной переобработки данных, комплексного анализа на диаграммах и графиках, а так же подготовку и экспорт всей совокупности геологической информации по скважинам для дальнейшего использования при геологическом моделировании и подсчете запасов.

Основными рабочими пространствами Geolan являются карта и разрезы, между которыми можно переключаться. В модуле Geolan предусмотрены следующие виды карт:

- альтитуд и кровли пласта;
- толщин пластов и эффективной толщины коллекторов;
- геологических параметров (Кп, Кнг, Кпр, Кпес...).

На картах пользователи решают следующие задачи:

- контроль качества исходной информации;
- анализ качества интерпретации;
- анализ площадных распределений геологической информации;
- анализ структурных поверхностей;
- подбор скважин для построения корреляционных схем.

На корреляционных схемах пользователи решают следующие задачи:

- корреляция зон;
- отслеживание и коррекция контактов флюидов;
- доступ к другим компонентам системы уровня скважины (планшет по скважине, список зон, диспетчер БД, технология ESKS);
- коррекция исходных кривых и результатов обработки;
- добавление на разрез таблиц по коллекторам из файла или БД, испытаний и перфорации, данных керна и т.д.;
- интегрированный экспорт в таблицы, LAS-файлы и т.д.;

Одновременная эксплуатация в единой вычислительной среде (или на одном компьютере) системы Gintel и пакета геологического моделирования, например, IRAP RMS, реализует непрерывный цикл итеративной обработки информации при реализации технологии построения геологической модели месторождения и подсчета запасов.

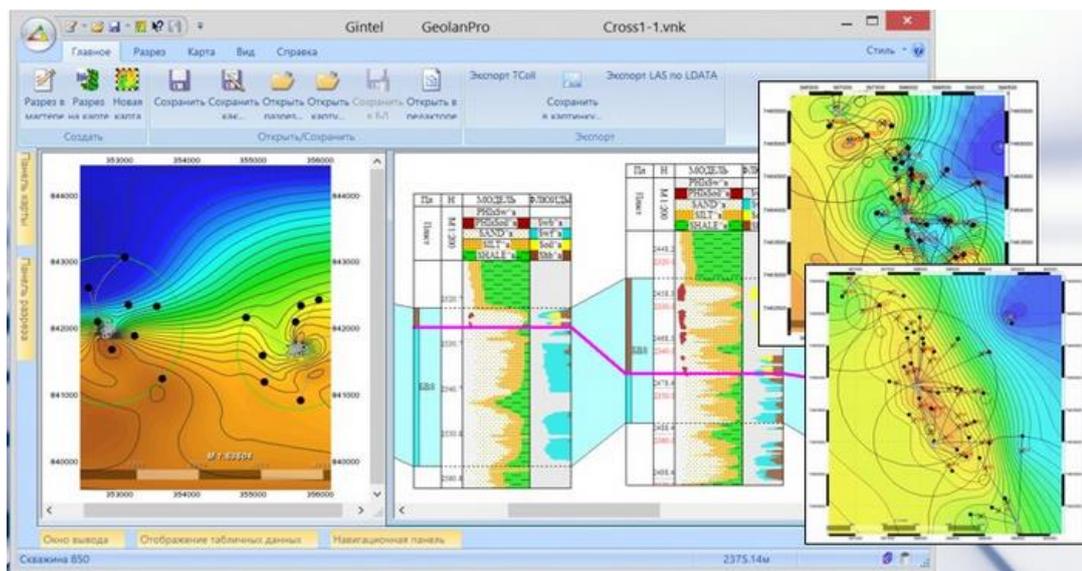


Рисунок 6.5 – Рабочее пространство Geolan

6.2. Платформа ПРАЙМ

Разработчиком является компания ООО «Научно Производственный Центр ГеоТЭК», которая специализируется на разработке геолого-геофизического программного обеспечения. Наряду с разработкой программ компания ведет научно-исследовательскую деятельность, оказывает консультационные услуги в сфере обработки и хранения геолого-геофизической информации.

Основным продуктом компании является система Прайм – это программный комплекс, позволяющий решать задачи хранения, обработки и интерпретации геолого-геофизической информации, полученной путем каротажа необсаженных и обсаженных скважин.

Платформа Прайм – это базовая версия программного комплекса Прайм для работы с данными геолого-геофизических исследований скважин. Зарегистрированные вдоль ствола скважины или на определенных глубинах по времени данные ГИС с помощью платформы Прайм могут быть загружены на каротажный планшет, увязаны между собой по глубине, при необходимости пересчитаны с применением фильтров или других

математических операций, а затем распечатаны в графические файлы (tiff, png, pdf и др.) или выведены на печать на принтер.

Программа предназначена как для работы с непрерывными по глубине данными (н-р, каротажные кривые), так и с попластовыми данными (таблицы керна, насыщения, литологии, стратиграфии и др.).

Основные возможности:

- Импорт/экспорт данных

Прайм позволяет импортировать данные ГИС, в том числе данные инклинометрии, из файлов различных форматов: LAS, LIS, LBS, ИНГИС, ARMG, LOG, ZAK, RGI, GIS, PLN, LST, CRV, ИНГЕФ и др.

- Визуализация и печать

В Прайме можно настроить отображение масштабных сеток и линеек для кривых ГИС, отображение самих кривых, использовать цветовые заливки между ними, специальные заливки (рисунки) для отображения колонок литологии, насыщения и т.п.

- Шаблоны планшетов

Один раз создав в Прайме каротажный планшет для определенного набора данных ГИС, пользователь может сохранить этот планшет как шаблон (Рис. 6.6).

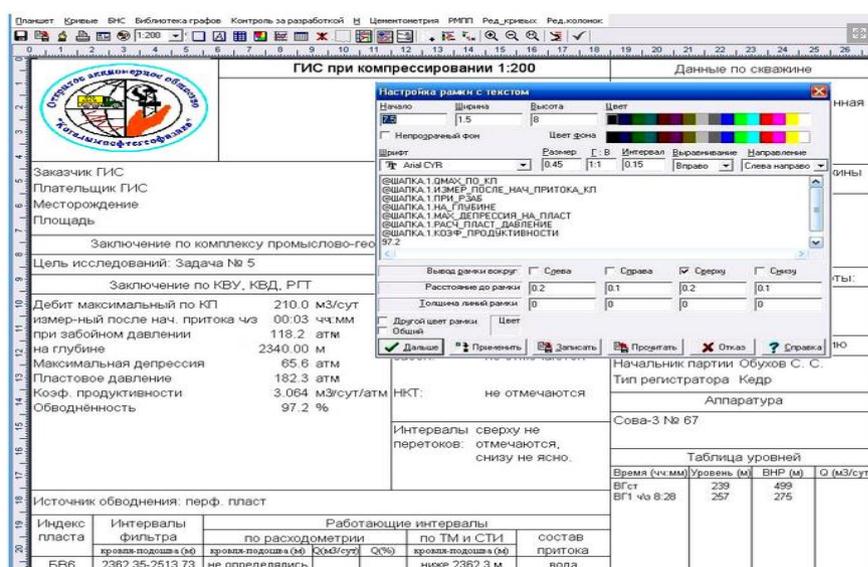


Рисунок 6.6 – Настройка шапки планшета

- Увязка кривых по глубине

Доступны как ручная увязка, когда пользователь вручную указывает, как сдвинуть и сжать/растянуть кривую или группу кривых, так и автоматическая увязка кривых по глубине.

- Настройка меню

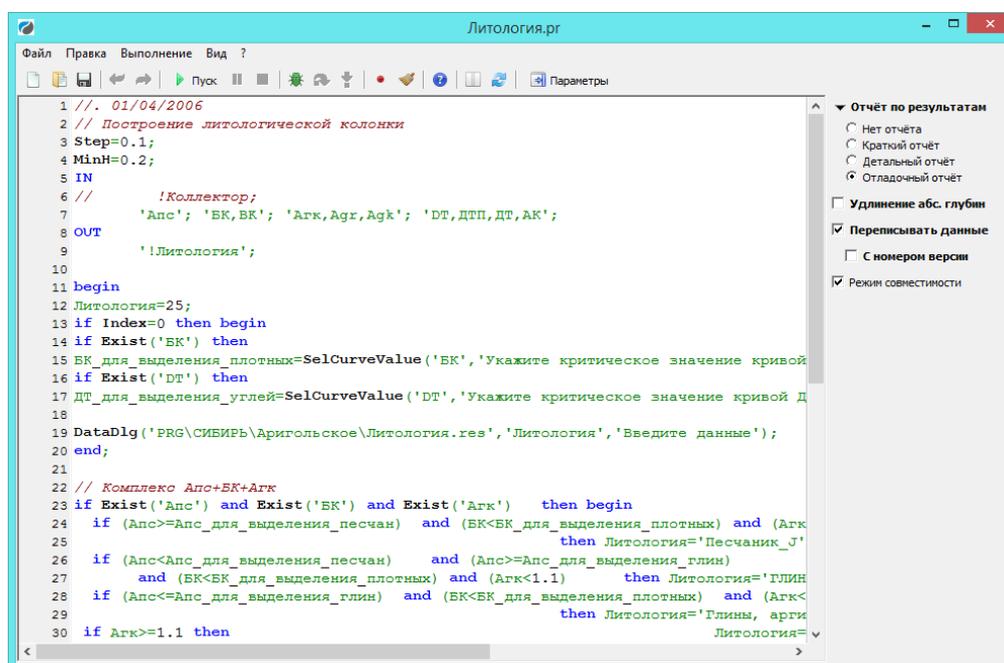
Наборы функций, доступные в главном меню Прайма и в меню планшета, могут настраиваться пользователем по своему усмотрению.

- Хранение данных исследований и сопутствующих файлов

Все данные, загружаемые и получаемые в результате обработки в Прайме, автоматически сохраняются в его внутреннюю рабочую область – файл с расширением WS (Work Space).

- Внутренний язык программирования (Программы пользователя)

Программы пользователя – это внутренний язык системы, на котором можно писать программы разной степени сложности. С одной стороны, даже пользователи, не являющиеся программистами могут писать программы на встроенном языке.



```
1 // . 01/04/2006
2 // Построение литологической колонки
3 Step=0.1;
4 MinH=0.2;
5 IN
6 //      !Коллектор;
7      'Апс'; 'БК,БК'; 'Агк,Агг,Агк'; 'ДТ,ДТП,ДТ,АК';
8 OUT
9      '!Литология';
10
11 begin
12 Литология=25;
13 if Index=0 then begin
14 if Exist('БК') then
15 БК_для_выделения_плотных=SelCurveValue('БК','Укажите критическое значение кривой
16 if Exist('ДТ') then
17 ДТ_для_выделения_углей=SelCurveValue('ДТ','Укажите критическое значение кривой Д
18
19 DataDlg('PRG\СИБИРЬ\Аригольское\Литология.gea','Литология','Введите данные');
20 end;
21
22 // Комплекс Апс+БК+Агк
23 if Exist('Апс') and Exist('БК') and Exist('Агк') then begin
24 if (Апс>=Апс_для_выделения_песчан) and (БК<БК_для_выделения_плотных) and (Агк
25 then Литология='Песчаник_Г'
26 if (Апс<Апс_для_выделения_песчан) and (Апс>=Апс_для_выделения_глин)
27 and (БК<БК_для_выделения_плотных) and (Агк<1.1) then Литология='ГЛИН
28 if (Апс<=Апс_для_выделения_глин) and (БК<БК_для_выделения_плотных) and (Агк<
29 then Литология='Глины, аргил
30 if Агк>=1.1 then Литология=
```

Рисунок 6.7 – Внутренний язык программирования

Рассмотрим два пакета программ:

- Пакет Прайм для открытого ствола
- Пакет Прайм для многоскважинного анализа

Пакет Прайм для открытого ствола

Данный пакет модулей сформирован для обработки стандартного набора методов ГИС, проводимого в необсаженных скважинах: КС, ПС, каверномер, ГК, НГК, 2НКТ, БК и ИК. Обработка осуществляется по классической методике, основанной на использовании палеток, моделирующих геолого-технические условия залегания и вскрытия пород. По результатам обработки определяются фильтрационно-емкостные свойства пласта, выполняются литологическое расчленение и построение объемной модели, выделение пластов и коллекторов, расчет коэффициента нефтенасыщенности (K_n), оценка характера насыщения и др.

Основные возможности:

- Определение фильтрационно-емкостных свойств

Определение водородосодержания. Определение коэффициента глинистости и открытой пористости по РК и интервальному времени по АК.

- Определение K_n и оценка характера насыщения

Расчет непрерывных и попластовых кривых коэффициента нефтенасыщенности K_n , параметра насыщения R_n и нефтенасыщенной пористости $K_n \cdot K_p$ по различным моделям: модель Арчи-Дахнова; модель Зверева для слоистой глинистости; модель Доля и Шлюмберже для дисперсной глинистости; модель Комарова для малоглинистых (до 15%) отложений с глинистостью дисперсного типа; модель Симанду для малоглинистых отложений с глинистостью дисперсного типа.

- Снятие отсчетов в пластах

Снятие существенных значений в пластах одновременно с нескольких кривых ГИС в заданных интервалах (рис. 6.9).

- Ввод поправок за аппаратуру и скважинные условия
- Кросс-плоты

Построение распределений параметров, графиков сопоставления двух параметров и графиков сопоставления двух параметров в зависимости от

третьего параметра в составе системы (рис. 6.8). Реализована возможность работы с данными керна и соответственно построения зависимостей керн – керн, керн – ГИС.

- Нормализация данных ГИС

Нормализация данных одного метода по данным другого, по выбранной пользователем формуле преобразования базовой и нормализованной кривой.

- Работа с данными керна

Данные керна заносятся в специальную колонку, которая может иметь произвольную структуру. Параметры керна выводятся на планшете в виде попластовых кривых с использованием значков. В программе реализованы алгоритмы увязки керновых данных по глубине, есть возможность получить статистику, процент выноса керна и др.

- Оцифровка графических файлов с палетками (Рис. 6.10)

Палетка может быть простой и комплексной (с двумя входными параметрами). Расчет по оцифрованным палеткам позволяет использовать их в программах пользователя.

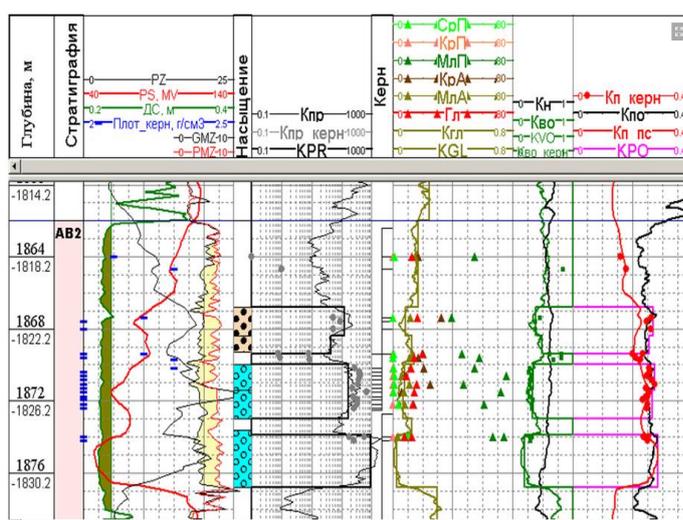
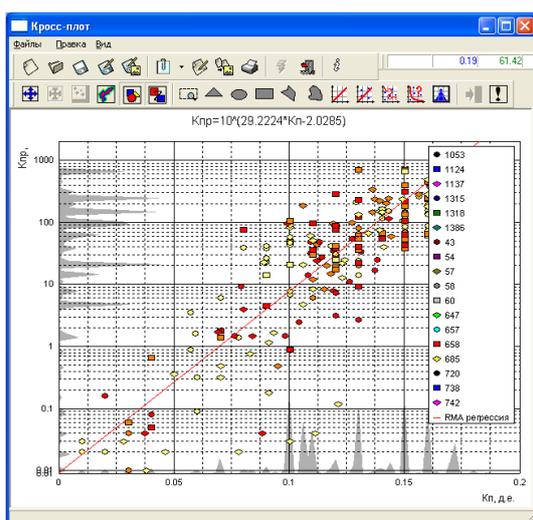


Рисунок 6.8 – Построение кросс-плотов Рисунок 6.9 – Планшет с данными

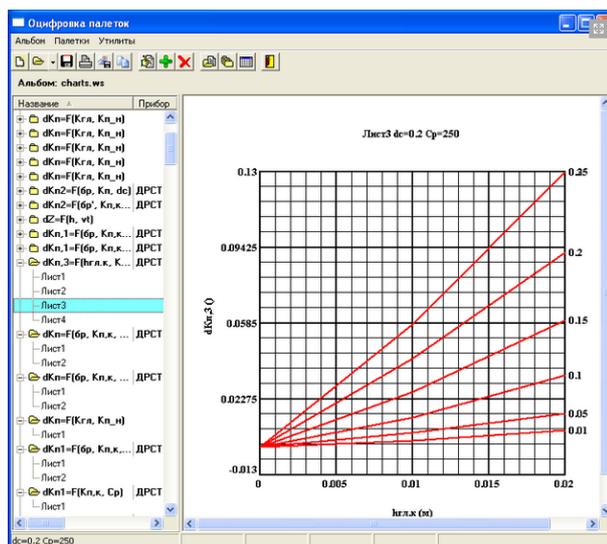


Рисунок 6.10 – Модуль оцифровки и редактирования палеток

Пакет Прайм для многоскважинного анализа

Многоскваженные модули Прайм предназначены для анализа, проведения расчетов и редактирования геолого-геофизических данных по выбранному пользователем массиву скважин (например, по месторождению или его блоку). Данный пакет модулей позволяет строить корреляционные схемы и геологические профили, оценивать качество исходных данных и результатов их обработки, выполнять площадной анализ с помощью модулей построения кросс-плотов и гистограмм, и др.

Основные возможности:

- Массовое создание и преобразование планшетов

Создание планшетов для выбранной ветки или набора скважин в навигаторе Прайм по указанному пользователем шаблону.

- Корреляционные схемы (рис. 6.11)

Создание корреляционных схем по указанному пользователем набору скважин. Скважины выбираются либо из дерева скважин в навигаторе Прайм, либо на карте скважин

- Кросс-плоты, гистограммы и матричные плоты

Построение распределений параметров, графиков сопоставления двух параметров и графиков сопоставления двух параметров в зависимости от третьего параметра в многоскважинном режиме. Реализована возможность

работы с данными керн и соответственно построения зависимостей керн – керн, керн – ГИС.

- Анализ согласованности данных

Получение статистических параметров по кривым с помощью алгоритмов статистики и суммирования. Проверка соответствия границ и кодов для колонок стратиграфии, коллектора, насыщения, литологии в многоскважинном режиме.

- Расчеты по пользовательским скриптам

Реализация собственных или использование готовых алгоритмов, написанных на внутреннем скриптовом языке программирования Прайм, для выполнения расчетов в многоскважинном режиме.



Рисунок 6.11 – Корреляционная схема

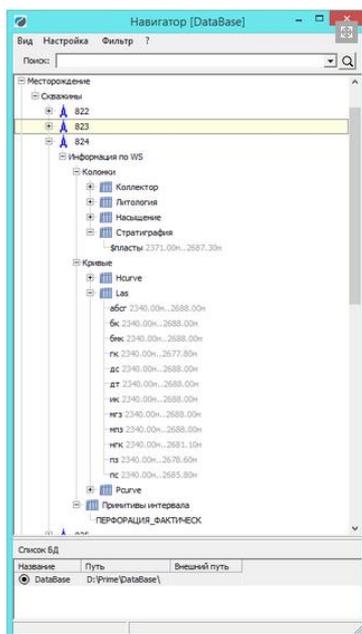


Рисунок 6.12 – Навигатор БД Прайм

6.3. GEO OFFICE SOLVER

Разработчиком является: «Научно-технический центр Амплитуда» – многоотраслевое предприятие, занимающееся производством, поставкой и обслуживанием средств измерений, специального лабораторного оборудования, методического, метрологического и программного обеспечения в сфере радиационного контроля, ядерной медицины и петрофизики.

Geo Office Solver предназначен для построения геолого-геофизических интерпретационных моделей на основе анализа данных ГИС и керна (рис. 6.13, 6.14).

Назначение:

Сбор, обработка и интерпретация данных ГИС.

Возможности программы:

- Ввод и хранение данных каротажных исследований, данных инклинометрии, результатов испытаний скважин, результатов лабораторных исследований керна, стратиграфических разбивок разреза и геологических структур для оперативной оценки и подсчета запасов углеводородов и других полезных ископаемых;
- Оцифровка каротажных диаграмм;

- Предварительная обработка данных ГИС, включающая изучение перекрытий интервалов каротажных исследований, редактирование, увязку и нормализацию каротажных кривых, комплексную трансформацию разреза;
- Создание альбомов палеток для ввода поправок и определения геофизических характеристик;
- Ввод поправок на геолого-технические условия измерений и определение геофизических характеристик пластов;
- Привязка результатов исследований керна к ГИС и построение петрофизических моделей "Керн-кern" и "Керн-ГИС", настройка теоретических моделей откликов приборов на конкретные условия разрезов;
- Литологическое расчленение разреза, выделение пластов коллекторов;
- Создание и применение комплексных моделей интерпретации, определение подсчетных параметров и их средневзвешенных значений для выделенных объектов;
- Визуализация и документирование всех этапов обработки материалов, построение сводных геофизических планшетов, создание отчетов и заключений;
- Обработка данных инклинометрии, построение корреляционных схем.

GeoOffice Solver работает в операционных системах Windows 95, 98, 2000, ME, XP, NT. По требованию Заказчика может поставляться локальная или сетевая версия АРМ "Интерпретация". Сетевая версия может работать не только в локальных сетях с выделенным сервером, на котором установлена сетевая ОС Windows но и в одноранговых сетях (без сервера). Для обеспечения лицензии достаточно, чтобы в сети находился хотя бы один компьютер (служба лицензий), после чего АРМ "Интерпретация" может работать на любой машине, подключенной к сети. Количество одновременно доступных рабочих мест определяется договором поставки (лицензионным соглашением).

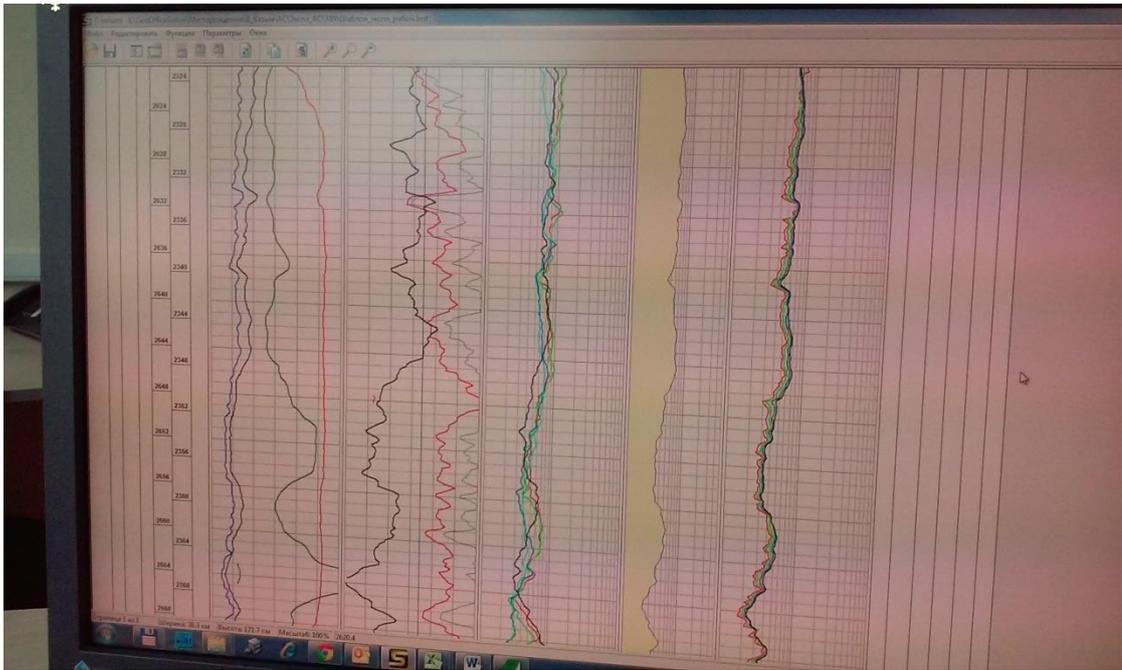


Рисунок 6.13 – Планшет

ГЛУБИНА	ИЗМЕРЕНИЯ																
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	ИЗМЕРЕНИЯ
2324	4.101	1.9152	2.026	11.374	6.257	3.235	5.8	5.8	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2326	4.588	2.0375	1.395	11.404	4.258	5.85	5.5	5.25	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76
2328	4.183	2.0446	1.371	11.368	6.111	5.6	5.25	5.6	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2330	4.698	2.0672	1.396	11.275	5.965	6	5.95	5.1	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
2332	4.201	2.0747	1.368	11.411	6.014	5.8	5.15	5.95	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
2334	4.159	2.0833	1.374	11.222	5.888	5.8	4.3	5.4	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
2336	4.117	2.0921	1.364	10.882	5.772	5.5	4.8	4.9	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
2338	4.104	2.0945	1.367	10.925	5.917	5.5	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
2340	4.027	2.0823	1.369	10.756	5.917	5.45	4.2	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
2342	3.976	2.0576	1.371	10.32	5.8	5.45	4.95	4.95	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
2344	3.735	2.0316	1.374	10.926	5.675	5.6	5.95	5.85	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
2346	3.788	2.0553	1.363	10.926	5.675	5.6	5.15	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2348	3.801	2.0311	1.367	10.362	6.205	6.45	5.55	5.3	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35	5.35
2350	3.888	2.0411	1.362	10.463	6.356	6.2	6.1	5.75	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
2352	3.963	2.0465	1.368	10.769	6.188	6.05	5.95	5.65	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
2354	4.034	2.0572	1.363	11.017	5.772	5.3	5.55	5.05	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
2356	4.002	2.0489	1.346	10.862	5.577	5.1	4.9	4.95	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
2358	3.863	2.0365	1.345	11.146	5.917	5.45	4.6	4.95	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
2360	3.812	2.0676	1.3	11.107	5.529	4.85	4.6	4.95	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
2362	3.838	2.0421	1.381	11.33	5.48	5.35	4.45	4.2	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
2364	3.912	2.0494	1.362	11.327	5.432	5.35	4.45	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
2366	3.943	2.0625	1.354	11.528	5.266	5.05	4.95	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
2368	3.823	2.0389	1.375	11.306	4.704	4.85	4.85	4.25	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2370	3.902	2.0581	1.376	11.621	4.588	4.45	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2372	3.967	2.0748	1.362	11.345	4.917	4.95	4.7	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2374	3.818	2.0676	1.366	11.446	4.958	4.1	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2376	3.934	2.0602	1.378	11.828	4.956	3.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2378	3.912	2.0474	1.378	11.576	4.958	3.95	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2380	3.847	2.0413	1.363	11.446	4.958	3.95	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2382	3.883	2.0583	1.369	11.408	4.608	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2384	3.862	2.0486	1.381	11.491	4.902	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2386	3.966	2.0727	1.366	11.921	4.982	4.35	4.05	4.2	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
2388	3.829	2.0625	1.384	11.528	5.266	4.85	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2390	3.901	2.0391	1.387	10.958	5.723	4.75	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2392	3.972	2.0522	1.381	11.901	5.674	4.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2394	3.991	2.064	1.386	10.958	5.993	4.9	4.2	4.15	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
2396	3.914	2.0529	1.383	11.084	5.983	4.7	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2398	3.981	2.0621	1.389	11.329	5.266	4.85	3.8	3.9	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95
2400	3.962	2.0487	1.393	11.626	5.188	4.7	3.95	3.95	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
2402	3.982	2.0525	1.392	11.936	5.207	3.9	4.15	4.15	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
2404	3.904	2.0386	1.36	11.92	5.426	4.05	4.05	4.05	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24
2406	4.005	2.0461	1.36	11.922	5.426	4.05	4.05	4.05	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18
2408	3.964	2.0386	1.362	11.73	5.432	4.05	4.05	3.75	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2410	4.022	2.0481	1.348	11.542	5.62	4.05	4.15	3.75	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
2412	3.988	2.0507	1.367	11.507	5.82	5.1	4.35	3.95	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
2414	3.985	2.0396	1.37	11.954	5.625	5.1	4.45	3.65	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15

Рисунок 6.14 – Таблица

6.4. TECHLOG

Разработчиком комплекса является компания "Шлюмберже". Комплекс производится с 2000 г.

Комплекс Techlog предназначен для работы с данными ГИС открытого ствола, объединяет данные каротажа, керна, свойства флюидов,

сейсмические и геологические данные, предоставляя интерактивность на всех этапах интерпретации.

Программный комплекс Techlog представляет собой новое поколение петрофизического программного обеспечения, предоставляющий новые возможности для работы с данными каротажа открытого ствола скважин. На базе одной платформы Techlog объединяет данные керна, каротажа, свойства пластов и флюидов, а также сейсмические и геологические данные, предоставляя самый современный интерфейс и интерактивность на всех этапах интерпретации.

Techlog является модульным программным пакетом, поэтому каждый специалист сможет подобрать подходящую конфигурацию.

Программный комплекс Techlog содержит модули:

- Techlog бурение
- Techlog геология
- Techlog геомеханика
- Techlog геофизика
- Techlog керн
- Techlog петрофизика
- Techlog разработка
- Techlog рокфизика
- Techlog управление данными и расширение платформы
- Techlog Shale – сложные коллектора

Рассмотрим модуль Techlog петрофизика.

Techlog петрофизика

Платформа Techlog дает возможность посмотреть на петрофизическую интерпретацию новым взглядом, позволяя решать самые трудные задачи по количественной оценке продуктивных интервалов. Объединяя все скважинные данные – каротажные кривые, керновые исследования, фотографии, имиджеры и другие – в один рабочий процесс, вы получаете

интегрированное решение по отображению, анализу, интерпретации и редактированию, в рамках одного программного продукта. Алгоритмы работы с данными скважинной геофизики в Techlog представлены обширным и гибким функционалом, который подстраивается под ваши конкретные задачи и цели, начиная со стандартной интерпретации и заканчивая сложным интегрированным подходом. Вы сами выбираете направление, в котором двигаться при работе с вашими данными, пользуясь необходимыми для решения задач инструментами (рис. 6.15, рис. 6.16).

Российская адаптация:

- полностью русский интерфейс;
- попластовая интерпретация;
- поддержка российской аппаратуры;
- отчетная документация;
- специальные алгоритмы;
- обработка и интерпретация данных БКЗ и ВИКИЗ.

Основные возможности:

- введение поправок в каротажные приборы;
- большое количество методик обработки стандартного каротажа;
- многоскважинный режим интерпретации данных;
- построение объемной минералогической модели – ELAN;
- оценка петрофизических свойств в тонкослоистых коллекторах;
- обработка и интерпретация данных с приборов ядерно-магнитного каротажа;
- восстановление отсутствующих данных методами нейронных сетей;
- количественная оценка данных ГИС в горизонтальных стволах;
- обработка данных БКЗ и ВИКИЗ;
- интерпретация данных.

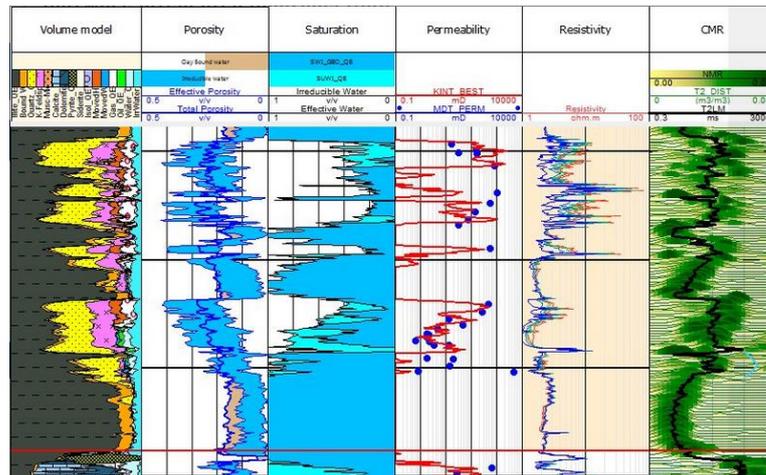


Рисунок 6.15 – Петрофизическая интерпретация

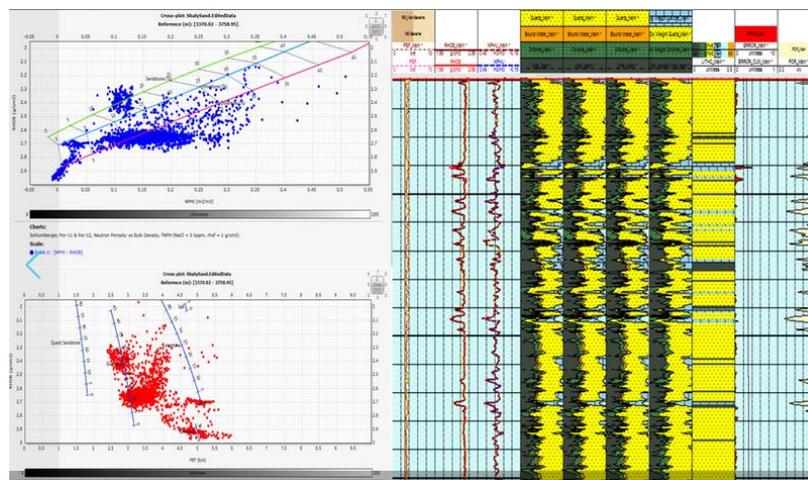


Рисунок 6.16 – Построение объемной минералогической модели

Techlog – гибкий программный комплекс, отвечающий самым современным требованиям к интерпретации скважинных данных, способный оперативно решать самые сложные задачи современной петрофизики.

6.5. Анализ программ

Все программы представленные в данной работе имеют свои индивидуальные особенности, модули и дополнения.

Для начала рассмотрим программу GeoOffice Solver. В этой программе удобно реализована увязка керна, принцип которой пытаются реализовать в программном комплексе Techlog, имеется функция многоскважинной обработки, которая не очень хорошо удалась, так как многоскважинная обработка не заканчивается на автоматическом расчете параметров по

исходным кривым. А также не хватает инструментов МС оценки качества, анализа данных, корректировки пропластков и отсчетов, литологии, насыщения, все это GeoOffice Solver не выполняет в многоскважинном режиме.

Что касается остальных программ: Gintel, Прайм, Techlog – это модульные программы, которые позволяют подбирать наиболее подходящий набор модулей для решения задач каждого пользователя.

Система Прайм предоставляет пакеты программ для открытого ствола, закрытого ствола, многоскважинного анализа, электрического каротажа и разные модули обработки. Платформа имеет встроенный язык программирования, который позволяет пользователям увеличить ее производительность путем написания скриптов. Прайм может работать в автономном или сетевом режиме. В сетевом режиме пользователи имеют доступ к общей и локальной базам данных.

Почти на каждом месторождении сейчас имеются хотя бы единичные записи ЯМК, широкополосной акустики, микросканеров, импортный стандартный каротаж. Работа с этими данными в Прайме затруднительна. Для работы с контролем за разработкой месторождений наиболее подходящей программой является Прайм.

Библиотека обрабатываемых программ системы Gintel содержит компоненты, обеспечивающие настройку вычислительных процессов на геологические особенности изучаемого разреза, особенности решаемой геологической задачи, состояние скважины при проведении геофизических работ, а так же информационно-измерительную систему каротажа (ИИСК).

Комплекс программ Gintel позволяет осуществлять автоматизированную интерпретацию данных ГИС в открытом стволе скважины; контроль за разработкой месторождений; анализ данных ГИС по группе скважин; интерпретацию данных высокотехнологичного каротажа; проводить углубленную интерпретацию данных ГИС в терригенных и карбонатных породах; интерпретацию данных ГИС в нетрадиционных

коллекторах. Система поддерживает язык программирования Python, имеется локальная и сетевая базы данных.

При работе с программой Gintel, никаких проблем с большой БД не будет (поскольку она файловая), более того, если в одной скважине проводилось множество замеров, то в последних версиях эту информацию можно очень удобно организовать. Имеется корзина для удаляемых данных. На диаграмме на все действия есть undo. Цена укладывается в 1 млн.

Проходя производственную практику ознакомился с программой Techlog. Большим плюсом является уже заложенная логика, последовательность действий.

Снять отсчеты и выполнить сопоставления вы можете практически в любом софте, вопрос действительно в том, насколько это удобно. В Techlog удобно за счет гибкой работы в многоскважинном режиме и интерактивности между разными объектами – планшет, кросс-плоты, стратиграфия и пр. Снятие отсчетов в западных софтах как правило останавливается на банальном осреднении, в Techlog на программном языке Python есть возможность написания алгоритмов, которые позволяют более корректно снимать отсчеты. Стоит отметить, что все скрипты в Techlog могут работать не только из редактора, но и через стандартный API интерфейс, т.е. через базовый функционал вы можете реализовать любые ваши алгоритмы.

Если сравнивать результаты автоматической разбивки на пласты сделанной в GeoOffice Solver и Techlog, то наименьшие корректировки требуются результатам программы Techlog. Но эта функция в Techlog сделана не очень удобно. При работе, с колонкой литологии созданной с помощью модуля "Quantity Elan" возникают затрудненности. Все остальное работает на интуитивном и понятном уровне. Стоимость примерно составляет 1,5 млн.

Выводы

В процессе выполнения специальной части дипломного проекта рассмотрены программы для интерпретации данных ГИС, а именно

GeoOffice Solver, Gintel, Прайм и Techlog. Все эти программы широко используются в повседневной деятельности геофизиков. Так как на сегодняшний день существует множество компаний, то каждая подбирает пакет необходимых программ для решения своих определенных задач, в первую очередь, учитывая бюджет компании, интерфейс программы, ее возможности и совместимость с другими программными продуктами.

Для обработки и комплексной интерпретации данных ГИС в данном проекте наилучшим ПО является модуль Techlog петрофизика, т.к. этот модуль включает в себя все необходимые функции и даже больше, а также единая рабочая среда и поддержка многоскважинного режима во всех модулях гарантирует быстроту работы и полное взаимодействие всех типов данных в одном проекте. Лучшие в своем классе модули для работы с геофизическим каротажем, керновыми данными, моделированием насыщения, пластовыми давлениями, скважинными микросканерами и нейронными сетями, а также анализ неопределенностей и анализ чувствительности, гарантируют извлечение максимального объема полезной информации из первичного материала. А полная поддержка передовых технологий исследования пластов обеспечит максимально точный результат в самых сложных геологических разрезах.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1. Виды и объемы проектируемых работ

По состоянию на 01.08.2012 г. на Восточно-Мытаяхинском месторождении пробурены 30 поисково-разведочных и 37 эксплуатационных скважин.

В период с 01.11.18 по 15.05.19 г. будут проведены работы по бурению и исследованию скважины на южной части Восточно-Мытаяхинского ЛУ, т. к. плотность пробуренных и исследованных скважин на этом участке недостаточна для точного оконтуривания залежей и дальнейшего подсчета запасов на месторождении.

Забой проектной скважины - 3300 м, мощность исследуемого интервала составляет 700м, кровля которого находится на глубине 2600 м.

Геофизические исследования в скважинах проводятся сразу после окончания бурения. Перед исследованием в стволе скважины в течение нескольких часов проводится проработка и циркуляция промывочной жидкостью (ПЖ). После окончания геофизических исследований материал передается в контрольно-интерпретационную партию для его интерпретации и написания отчета.

Комплекс геофизических исследований в скважинах выполняется на основании стандарта акционерного общества ОАО "Сургутнефтегаз" "Порядок проведения геофизических исследований при строительстве скважин".

Время и объемы проектируемых работ по данному проекту (Табл. 7.2) определяются комплексом ГИС, представленным в таблице 7.1, проектным забоем скважин, расстоянием от базы до места исследований.

Таблица 7.1 – Комплекс геофизических исследований данного проекта

№	Наименование исследований	Масштаб записи	Интервал записи, м		Объем, м
			Кровля	Подошва	
1	Стандартный каротаж	1:500	2600	3300	700
2	Индукционный каротаж	1:200	2600	3300	700
3	Микрокаротажное зондирование	1:200	2600	3300	700
4	Радиоактивный каротаж	1:500	2600	3300	700
5	Акустический каротаж	1:200	2600	3300	700
6	Гамма-гамма плотностной каротаж	1:200	2600	3300	700
7	Боковой каротаж	1:200	2600	3300	700
8	Микробоковой каротаж	1:200	2600	3300	700
9	Кавернометрия	1:500	2600	3300	700
10	Резистивиметрия	1:500	2600	3300	700
11	Микрокавернометрия	1:50	2600	3300	700
12	Боковое каротажное зондирование	1:200	2600	3300	700
13	ВИКИЗ	1:200	2600	3300	700

7.2. Расчёт нормативной продолжительности выполнения работ

Партия выполняет комплексный каротаж на одной скважине.

При расчете данного раздела использовались производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ (ПОСН 81-2-49).

Нормативная продолжительность проведения геологоразведочных работ складывается из количества видов каротажа, расстояния до месторождения, технического дежурства, объема записи и объема спускоподъемных операций (СПО) приборов.

На весь период работ, для перевозки грузов и персонала, будут использоваться автомобили Урал-4320.

Таблица 7.2 – Расчёт затрат времени

№	Вид работ	Объём на запись, м	Норма времени на запись по ПОСН 81-2-49	Объём на СПО, м	Норма времени на СПО по ПОСН 81-2-49	Ед. изм.	Итого времен и на объём, мин	
1	Стандартный каротаж	700	3	2600	2,36	мин/100 м	82,36	
2	Индукционный каротаж	700	4,1	2600	2,36	мин/100 м	90,06	
3	Микрокаротажное зондирование	700	8,1	2600	2,36	мин/100 м	118,06	
4	Радиоактивный каротаж	700	18	2600	2,36	мин/100 м	187,36	
5	Акустический каротаж	700	10,8	2600	2,36	мин/100 м	136,96	
6	Гамма-гамма плотностной каротаж	700	50	2600	2,36	мин/100 м	411,36	
7	Боковой каротаж	700	3,3	2600	2,36	мин/100 м	84,46	
8	Микробоковой каротаж	700	8,1	2600	2,36	мин/100 м	118,06	
9	Кавернометрия	700	3,7	2600	2,36	мин/100 м	87,26	
10	Резистивиметрия	700	3	2600	2,36	мин/100 м	82,36	
11	Микрокавернометрия	700	7,5	2600	2,36	мин/100 м	113,86	
12	Боковое каротажное зондирование	700	3	2600	2,36	мин/100 м	82,36	
13	ВИКИЗ	700	10	2600	2,36	мин/100 м	131,36	
14	Проезд, км	240	1,9			чел-час/км	456	
15	Тех. дежурство	18	60			чел-час/парт-ч	1080	
Всего:								3261,88

Проезд из Лянторского управления геофизических работ треста «Сургутнефтегеофизика» до исследуемой скважины на Восточно-Мытаяхинском месторождении рассчитывается в обе стороны. Нормативное

время проведения комплекса геофизических исследований в скважине составляет 3261,88 минут. С учетом 8-ти часового рабочего дня на проведение работ потребуется 7 рабочих дней.

7.3. Расчет сметной стоимости работ

Для спускоподъемных операций скважинных приборов будет использоваться каротажный самоходный подъемник ПКС-3,5М на базе Урал-4320. Лебедка подъемника рассчитана на 5000 м трехжильного, бронированного геофизического кабеля. А для регистрации и обработки информационных сигналов – станция КЕДР-02. Отличительной особенностью данной станции является простота в обращении и неприхотливость. Запись информации производится на жесткий диск.

Расчет стоимости спецоборудования, материалов и топлива на проезд до места исследований отображается в таблицах 7.3 – 7.5.

Таблица 7.3 – Результаты расчета стоимости спецоборудования

№	Наименование	Ед. изм.	Количество	Ст-ть, руб
1	Каротажный подъемник на базе автомобиля Урал-4320	шт.	1	15000000
2	Эк-1	шт.	1	350000
3	МК-М	шт.	1	470000
4	ВИКИЗ	шт.	1	680000
5	СГП-2	шт.	1	560000
6	СПАК-6	шт.	1	600000
7	СРК-01	шт.	1	720000
8	К1А-723-М	шт.	1	450000
9	Ноутбук	шт.	1	35000
10	Ксерокс	шт.	1	40000
11	Сканер	шт.	1	6000
12	Спутниковый телефон	шт.	1	10000
13	Каротажная станция Кедр-02	шт.	1	1800000
14	ИТОГО:			5736000

Таблица 7.4 – Расчет стоимости расходуемых материалов

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
1	Припой	кг	0,2	50	10
2	Изолента	рул	5	30	150
3	Диаграммная бумага	рул	1	300	300
4	Картридж	шт	3	2800	8400
5	Заправка картриджа	шт	3	1600	4800
6	Канцелярские принадлежности	шт	10	50	500
Всего:					14160

Таблица 7.5 – Расчет стоимости топлива

Наименование	Расход, л/100км	Расстояние, км	Кол-во топлива, л	Цена, руб/л	Стоимость, руб
Проезд	40	240	96	40	3840

Основу сметного расчёта составляют затраты на материальные ресурсы, трудовые затраты на заработную плату и страховые взносы, амортизация основных фондов и накладные расходы.

Таблица 7.6 – Расчет расходов на оплату труда

№	Должность	Числ-ть по штату (ед)	Средняя заработная плата одного чел. дня	Фонд з/п в день	Кол-во дней проведения работ	Сев. коэф	Рай. коэф.	Фонд з/платы на весь объем работ
1	Нач. партии	1	2500	2500	7	1,5	2	52500
2	Геофизик	1	3000	3000	7	1,5	2	63000
3	Каротажник	1	2000	2000	7	1,5	2	42000
4	Машинист	2	2100	4200	7	1,5	2	88200
ИТОГО								245700

Страховые взносы составляют 30% от фонда оплаты труда и регламентируются главой 34 налогового кодекса РФ. Средства на страхование от профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве исчисляются из фонда оплаты труда и основываются на федеральном законе № 125.

Таблица 7.7 – Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды

№	Должность	Фонд з/платы, руб	Страховые взносы, %	Сумма, руб
1	Нач. партии	52500	30	15750
2	Геофизик	63000	30	18900
3	Каротажник	42000	30	12600
4	Машинист	88200	30	26460
5	От несчастных случаев и проф. забол.	Сумм. 245700	0,2	491,4
Всего:				74201,4

Расчет амортизационных отчислений на специальную аппаратуру производится с учетом норм амортизации (СН Часть 5 Геофизические исследования в скважинах) (Табл. 7.8).

Таблица 7.8 – Расчет амортизационных отчислений

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Ст-ть, руб	Норма амортиз. в год, % по СН ч. 5	Сумма амортиз. за 1 день, руб	Сумма амортиз. за период работ (4,5 дня), руб
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Каротажный подъемник на базе автомобиля Урал-4320	шт.	1	15000000	20	8219,2	36986,3
2	ЭК-1	шт.	1	350000	20	191,8	863,0137
3	МК-М	шт.	1	470000	20	257,5	1158,904
4	ВИКИЗ	шт.	1	680000	20	372,6	1676,712
5	СПП-2	шт.	1	560000	28,6	438,8	1974,575
6	СПАК-6	шт.	1	600000	28,6	470,1	2115,616
7	СРК-01	шт.	1	720000	28,6	564,2	2538,74
8	К1А-723-М	шт.	1	450000	28,6	352,6	1586,712
9	Ноутбук	шт.	1	35000	11	10,5	47,46575
10	Ксерокс	шт.	1	40000	11	12,1	54,24658
11	Сканер	шт.	1	6000	11	1,8	8,136986
12	Спутниковый телефон	шт.	1	10000	11	3,0	13,56164
13	Каротажная станция Кедр-02		1	1800000	20	986,3	4438,356
14	ИТОГО:			5736000			53462,3

Таблица 7.9 – Расчет накладных расходов

№ п/п	Наименование затрат по направлениям затрат	Общий объем затрат, руб.	% накладных расходов	Сумма накладных расходов, руб
1	Спецоборудование	5736000	5	286800
2	Материалы	14160	5	708
3	Оплата труда	245700	5	12285
4	Начисления на оплату труда	74201,4	5	3710,07
5	Амортизация основных средств	53462,3	5	2673,115
Всего:				306149,185

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение комплекса геофизических исследований скважины (Табл. 7.10).

Таблица 7.10 – Затраты на проведение комплекса ГИС

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
Спецоборудование	5736000
Материалы	14160
Оплата труда	245700
Начисления на оплату труда	74201,4
Амортизация основных средств	53462,3
Накладные расходы	306149,185
Итого основные расходы	6429672,885

При использовании каротажных станций на базе автомобиля Урал-4320 затраты на топливо для доставки груза, аппаратуры и рабочего персонала составляют 3840 рублей.

Итого общая сумма расходов на проведение комплекса геофизических исследований в проектируемой скважине составляет 6429672,885 рублей.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

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

На Восточно-Мытаяхинском лицензионном участке, в осенний период на пробуренной необсаженной разведочной скважине планируется проведение комплекса геофизических исследований.

В административном отношении Восточно-Мытаяхинское нефтяное месторождение расположено на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Район работ находится во Фроловской нефтегазоносной области.

В физико-географическом отношении месторождение расположено в Сургутской болотной провинции Западно-Сибирской физико-географической страны (Лямино-Пимский болотный район).

Климат района резко континентальный с резкими колебаниями температур в весенне-осеннее и зимнее время. Лето в районе работ непродолжительное и составляет 50-60 дней. Среднегодовое количество осадков 550-600мм, наибольшее количество выпадает в летний период. Наиболее низкие температуры наблюдаются в январе-феврале месяце, достигая -50°C . Наиболее жаркими месяцами года являются июнь и июль, в это время температура достигает $+33^{\circ}\text{C}$.

Гидрографическая сеть в пределах исследуемой площади представлена реками, относящимися к бассейну реки Обь и его многочисленными притоками.

8.1. Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Опасные и вредные факторы при оценке технического и гидродинамического состояния эксплуатационной скважины

Этапы работ	Наименование запроектированных работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-15)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
	2	3	4	5
Полевой	<p>Геофизические исследования в необсаженной скважине:</p> <p>стандартный комплекс методов каротажа.</p>	<p>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)</p> <p>2. Электрический ток.</p>	<p>1. Превышение уровней шума.</p> <p>2. Отклонение показаний микроклимата на открытом воздухе.</p>	<p>1. ГОСТ 12.1.003–2014 [27]</p> <p>2. ГОСТ 12.1.005–88. [10]</p> <p>3. ГОСТ 12.1.029–80 [11]</p> <p>4. ГОСТ 12.1.030–81 [12]</p> <p>5. ГОСТ 12.1.038–82 [13]</p> <p>6. ГОСТ 12.3.009–76 [22]</p> <p>7. ГОСТ Р 12.1.019–2009 [14]</p>
Камеральный	<p>Обработка геофизических данных на компьютере:</p> <ul style="list-style-type: none"> - построение литолого-стратиграфических разрезов; - построение структурных карт; - корреляция данных ГИС 	<p>1. Электрический ток.</p>	<p>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</p> <p>2. Отклонение показаний микроклимата в помещении.</p>	<p>1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [15]</p> <p>2. СП 60.13330.2012 [16]</p> <p>3. СанПиН 2.2.4.548–96. [17]</p> <p>4. СП 52.13330.2016 [20]</p> <p>5. ГОСТ 12.1.005–88</p> <p>6. ГОСТ 12.1.038–82</p>

8.1.1. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасные производственные факторы – воздействия, которые в определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому

внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти.

Полевые работы

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

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

Управление геофизической аппаратурой должно производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими документами. Лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования назначаются приказом начальника партии. Оборудование, аппаратура и инструмент должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода-изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправные оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) содержится в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках. Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на рабочих местах, обязаны предупреждать всех проходящих об опасности и запрещать им подходить к аппаратуре, проводам и заземлениям. [26]

2. Электрический ток

В полевых условиях электричеством снабжаются: машины, жилой передвижной вагончик, геофизическое оборудование, сварочные работы при различном ремонте оборудования, электричество поступает с дизельной

электростанции, мощностью 12кВт, напряжение которой не превышает 380В.

Основными причинами электротравматизма являются: ошибочное неотключение ремонтируемого элемента системы; работа без проверки правильности отключения, отсутствия заземления, работа на оборудовании с неисправной изоляцией и защитой (ГОСТ Р 12.1.019-2009 [21]).

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

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

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

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

- защитное заземление;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;

- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

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

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

Камеральные работы

1. Электрический ток

Инженер-геофизик работает с такими электроприборами, как системный блок и монитор. Во время рабочего процесса существует опасность электропоражения в следующих случаях: при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [21]. Проходя через тело человека электрический ток вызывает одно из следующих воздействий: термическое, электролитическое (разложение органических жидкостей и изменение их состава), биологическое (раздражение и возбуждение живых тканей организма).

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновений и токов напряжением до 1000 В с частотой тока 50 Гц не должны превышать значений: при продолжительности воздействия до 1 сек. предельно допустимый уровень напряжения должен быть не более 100-200 В.

Согласно ПУЭ [25] помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к

категории без повышенной опасности поражения электрическим током. В этих помещениях отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

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

Основные меры защиты:

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

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

При работе с компьютером соблюдаются требования безопасности согласно нормативным документам (ГОСТ 12.1.030-81 [12], ГОСТ 12.1.038-82 [13]).

8.1.2. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

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

Полевой этап

1. Превышение уровня шума

При геофизических исследованиях в необсаженных скважинах возрастает уровень шума на устье скважины. Источником шума являются буровая установка, удерживающая оборудование для подвода бронированного кабеля в скважину, каротажный подъемник, передвижная паровая установка (ППУ), дизельная электростанция.

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

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом:

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

2. Отклонение показаний микроклимата на открытом воздухе

Так как на территории Восточно-Мытаяхинского месторождения планируется вести работы в осенний период, соответственно, необходимо рассмотреть воздействие факторов микроклимата на организм человека в

прохладное время года.

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

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

Исследования в скважине будут проводиться в начале октября 2018 года, температура воздуха составляет от +15 до -15 °С в данной климатической зоне, возможны осадки в виде дождя и снега, а также установление постоянного снежного покрова.

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

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

Камеральные работы

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны

При работе на компьютере, как правило, применяется одностороннее естественное боковое освещение. Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется при работе в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света в передвижной каротажной станции при искусственном освещении являются лампы накаливания.

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

По нормам освещенности при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами рекомендуется освещенность 300-500 лк рабочей поверхности при общем освещении (СП 52.13330.2016 [20]).

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

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

2. Отклонение показаний микроклимата в помещении

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

Особенно большое влияние на микроклимат оказывают источники

теплоты, находящиеся в помещении передвижной каротажной лаборатории. Источниками теплоты здесь являются ЭВМ и вспомогательное оборудование, приборы освещения, обслуживающий персонал. В каротажной станции установлен 1 компьютер.

В помещениях, должны соблюдаться следующие параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96 (Табл. 8.2).

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

Таблица 8.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Объем помещения каротажной станции составляет 12 м³. Норма подачи воздуха на одного человека, в помещении объемом до 20 м³, составляет не менее 30 м³/чел.*час. [18]

Для того чтобы обеспечить вышеуказанные параметры необходимо предусматривать систему отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию. Приточно-вытяжная система вентиляции состоит из двух отдельных систем приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух, удаляемый местными отсосами и расходующийся на технологические нужды. В помещении с ЭВМ должна каждый день выполняться влажная уборка.

8.2. Экологическая безопасность

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

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

Влияние на литосферу

Проведение геофизических работ в скважине может привести к загрязнению почв. Вредное воздействие на литосферу заключается в загрязнении горюче-смазочными материалами (дизельное топливо, моторное масло, в случае неисправности двигателей автомашин и неаккуратности при дозаправке), и жидкостью, которой заполнена скважина (нефть, газоконденсат, состоящий из бензиновых и керосиновых компонентов).

Так, загрязнение почвы сводится к процессам, связанным со спускоподъемными операциями с прибором. Небольшое количество бурового раствора из скважины, стекая по геофизическому кабелю, попадает непосредственно на почву во время записи каротажных диаграмм, так как буровое оборудование не обеспечивает полную очистку кабеля от скважинных жидкостей, а также во время замены скважинного прибора с него стекает жидкость.

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

Влияние на гидросферу

Скважина, в которой будут проводиться проектируемые исследования находится на отсыпанном песком месте в заболоченном участке (тундра), что влечет за собой вероятность загрязнения гидросферы, путем просачивания

загрязняющих агентов (нефть, газоконденсат, дизельное топливо) через песок.

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

Влияние на атмосферу

Источником загрязнения атмосферы будут являться выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора, которые содержат в себе оксид азота (NO_2), оксид углерода (CO – угарный газ), диоксид серы (SO_2), сажу, а также выбросы газа и газоконденсата из исследуемой скважины, в состав которого входят легкие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), в наибольшей концентрации это – метан (до 96%).

По ГН 2.2.5.1313-03 [22] предельная допустимая среднесуточная концентрация данных веществ будет составлять:

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

Для исключения сверхнормативного выброса в атмосферу загрязняющих веществ, планируется использование исправных установок с ежемесячным контролем за выбросом загрязняющих веществ, снабжение выхлопных труб автомобилей нейтрализаторами, которые очищают выхлопные газы от вредных примесей. Создание зоны зелёных насаждений вдоль дорог. Данная мера позволяет вполнину уменьшить вредное воздействие автомобильных выбросов на окружающую среду. Одно дерево за год поглощает объём выхлопных газов, выделяемый среднестатистической машиной за 25 000 км пробега. А также проверка и ремонт устьевого

оборудования, чтобы минимизировать выбросы природных углеводородов (согласно типовым инструкциям по безопасности геофизических работ [29]).

8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Каждый работник компании обязан знать свои действия и обязанности в случае возникновения ЧС. Поэтому в каждой рабочей партии при проектировании работ разрабатываются или обновляются планы действий при ЧС.

В районе работ могут возникнуть ЧС техногенного характера (транспортные аварии, пожары, взрывы зарядов, внезапное обрушение зданий и сооружений, аварии на электроэнергетических сетях), а также природного (сильный снегопад, мороз, бури, поздний ледостав, раннее вскрытие рек).

Действия при возникновении ЧС:

1. Не паниковать;
2. Остановить работы, повлекшие к возникновению ЧС;
3. Сообщить о происшествии диспетчеру или руководителю, а также остальным рабочим (местонахождение, тип происшедшего случая, имена пострадавших, тип травмы или повреждения и т.п.).

На данном участке в осенний период времени года, где предполагается провести геофизические работы может возникнуть такая чрезвычайная ситуация как пожар.

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность или эксплуатация электрооборудования без соблюдения правил техники безопасности;

неисправность и перегрев отопительных электрообогревателей; разряды статического электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

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

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

Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения:

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

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

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

Также возможно возникновение пожара в каротажной станции.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013). [25]

По пожарной и взрывной опасности, (согласно НПБ 105-03 [23]), помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

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

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

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

8.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.4.1. Специальные нормы трудового законодательства

Согласно перечню мероприятий [33] на объектах (месторождениях) компании применяется вахтовый метод работы: 15/15, дневная смена – с 8:00 до 20:00, ночная смена с 20:00 до 8:00. Время для отдыха и приёма пищи – с 12:30 до 14:00. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ) [34]. Согласно статье 168.1 ТК РФ, работникам, работающим в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по проезду; расходы по найму

жилого помещения; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д.

Размеры и порядок возмещения указанных расходов могут также устанавливаться трудовым договором [35]. На работах с вредными или опасными условиями труда, работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ) [36]. Для сотрудников компании, предусмотрено добровольное медицинское страхование. Сотрудник, имея полис ДМС на определенную сумму, получает возможность обратиться в медицинское учреждение за оказанием платных медицинских услуг. Также сотрудникам, работающим на объектах компании в местностях, приравненных к условиям Крайнего севера, предоставляется отпуск длительностью в 40 дней [33].

8.4.2. Организационные мероприятия

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

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

При размещении скважинного оборудования на искусственных сооружениях геофизическое оборудование, аппаратура и материалы размещаются согласно схемам, совместно разработанным и утвержденным

«заказчиком» и геофизическим предприятием с учетом размеров и конструктивных особенностей куста эксплуатационных скважин.

Обустройство устья скважины должно обеспечивать удобство монтирования устьевого оборудования, спуска, замены и извлечения скважинных приборов.

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

Между каротажной станцией и устьем не должны находиться предметы, препятствующие движению кабеля и переходу людей, а также ограничивающие видимость устья скважины машинистом лебедки каротажного подъемника. [27]

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

лебедки к раме автомобиля, целостность заземляющих проводников геофизического оборудования. В процессе выполнения работ после подачи предупредительного сигнала запрещается нахождение людей в пределах опасных зон. [29]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были запроектированы работы по бурению исследовательской скважины. Необходимость проектирования и более детального исследования данной площади возникает по причине геологических изменений и недостаточной изученности некоторых его участков, проработка которых может существенно увеличить перспективность месторождения.

Проведен анализ программ для интерпретации данных ГИС, а именно GeoOffice Solver, Gintel, Прайм и Techlog. Все эти программы широко используются в повседневной деятельности геофизиков. Для обработки и комплексной интерпретации данных ГИС в данном проекте наилучшим ПО является модуль Techlog петрофизика, т.к. этот модуль включает в себя все необходимые функции.

Проект дополняется расчетами экономической составляющей и ресурсоэффективности, приведенными в отдельном разделе. Также для обеспечения безопасности на объекте и соответствии проводимых работ социальным и трудовым нормам в заключительном разделе были рассмотрены условия социальной ответственности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вяхирев Р.И., Гриценко А.И., Тер-Саркисов Р.М. Разработка и эксплуатация газовых месторождений. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 880 с.: ил.;
2. Косков В.Н. Комплексная оценка состояния и работы нефтяных скважин промыслово-геофизическими методами: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 226 с.;
3. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского Автономного Округа»: Государственное предприятие ХМАО «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана», 2004;
4. Е.А. Зарай, А.В. Хабаров (ООО «ТННЦ») Особенности оценки фильтрационно-емкостных свойств газонасыщенных коллекторов;
5. Геология Федоровского месторождения;
6. Справочник по промыслово-геофизическим исследованиям и работам в скважинах для специалистов ОАО «Сургутнефтегаз»: Справочное пособие. – Сургут: Рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья» ОАО «Сургутнефтегаз», 2009. – 238 с., 147 илл.;
7. Руководство по эксплуатации аппаратуры комплексного технического контроля скважин и скважинного оборудования РЛТ-9.8;
8. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин: Учебное пособие. – М.:МАКС Пресс, 2010. – 476с.;
9. ПОСН 81-2-89 Производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ;
10. ГОСТ 12.1.003–15 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
11. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов по безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1);

12. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда. Средства и методы защиты от шума. Классификация;
13. ГОСТ 12.1.030–81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление;
14. ГОСТ 12.1.038–82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов (с Изменением № 1);
15. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
17. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха;
18. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
19. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование;
20. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
21. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
22. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
23. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013).
24. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;
25. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования;
26. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, дополненное с исправлениями. Новосибирск – 2006;

27. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. Москва, 2001 г.;

28. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности;

29. Типовые инструкции по безопасности геофизических работ в процессе бурения скважин и разработки нефтяных и газовых месторождений. Книга III, Москва, 1996 г.;

30. ГОСТ 12.3.009–76 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (с Изменением № 1);

31. Фондовые материалы геологического отдела треста «Сургутнефтегеофизика», ОАО «Сургутнефтегаз»;

32. Фондовые материалы экономического и производственно-технологического отделов треста «СНГФ», ОАО «Сургутнефтегаз».

33. Перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников ОАО «Сургутнефтегаз».

34. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 147.

35. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 168.1.

36. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 221.

37. <http://amplituda.ru/catalog/petrofizika/programmnoe-obespechenie-2/programmnoe-obespechenie-geoffice-solver-arm-interpretatsiya/>

38. <http://www.primegeo.ru/produkty/inklinometriya.html>

39. <http://gintel.ru/products/gintel/>
40. <http://sis.slb.ru/products/techlog/>
41. Открытые фондовые, архивные и рабочие материалы по геолого-геофизической изученности и геологическому строению района работ.
42. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промышленной геофизике /под общ. Ред. В.Г. Мартынова, Н.Е. Лазуткиной, М.С. Хохловой. – М.: Инфра-инженерия, 2009. -960 с.
43. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю. и др. Геофизические исследования скважин – Москва: Изд-во «Нефть и газ» РГУ, 2004. – 400 с.
44. Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т. 2 / под ред. А.Э. Конторович, В.С. Сурков. – Спб.: Изд-во ВЕСЕГЕИ, 2000. – 477 с.
45. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. -253 с.
46. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. Геология нефти и газа Западной Сибири. М.:Недра, 1975 – 680 с.
47. В.С.Суркова и О.Г.Жеро “Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты”, 1981г.