

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

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Комплекс геофизических исследований в горизонтальных скважинах с целью изучения коллекторов Лонтынь-Яхского нефтяного месторождения (Томская область)

УДК 553.982:550.832(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Сургутанов Владимир Александрович		

Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврилова А.С.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Дукарт С. А.	К.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2021 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

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

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) – Геофизические исследования скважин
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Сургутанову Владимиру Александровичу

Тема работы:

Комплекс геофизических исследований в горизонтальных скважинах с целью изучения коллекторов Лонтынь-Яхского нефтяного месторождения (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27-35/С от 27.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Текстовые и графические материалы по Лонтынь-Яхскому месторождению нефти, каротажные диаграммы, данные по испытанию объектов на пробуренных скважинах
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1) Общие сведения об объекте исследования 2) Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования 3) Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований 4) Основные вопросы проектирования 5) Методические вопросы 6) Специальное исследование 7) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8) Социальная ответственность
Перечень графического материала	1) Обзорная карта района работ 2) Схема изученности района месторождения 3) Литолого-стратиграфический разрез месторождения 4) Фрагмент тектонической карты Юрского структурного яруса 5) Карта остаточной плотности запасов пласта Ю ₁ ¹ 6) Физико-геологическая модель объекта исследования 7) Физико-техническая модель 8) Определение αГКгр для пласта Ю ₁ ¹ 9) Определение αГКгр для пласта Ю ₁ ³ 10) Граничные значения Кв для горизонта Ю ₁ ¹ 11) Сопоставление УЭС по БКЗ и по ИК 12) Зависимость Рп от Кп по горизонту Ю ₁ ¹ 13) Зависимость Рн от Кв по горизонту Ю ₁ ¹ 14) Зависимость «кern-кern» 15) Пример одновременной записи до проработки ствола и после 16) Пример сопоставления замеров комплекса ГИС с данными телеметрии 17) Влияние высокоомного пласта на показания ВИКИЗ 18) Пример записи комплекса методов в карбонатном разрезе 19) Сопоставление ПС на спуске и подъеме с выделением фильтрационных потенциалов 20) Пример влияния профиля скважины на показания ГПП

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Доцент Дукарт С.А.
Социальная ответственность	Ст. преподаватель Гуляев М.В.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	20.02.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Сургутанов Владимир Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Сургутанов Владимир Александрович

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, финансовых и человеческих</i>	<i>Стоимость ресурсов на выполнение геофизических исследований</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>ПОСН 81-2-49 ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Обеспечение системы налогообложения, Страховой взнос 30,5% (в том числе страхование от несчастных случаев, НДС 20%</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>Оценка коммерческого потенциала перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка стоимости геофизических работ</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет затрат времени, труда материалов и оборудования на проведение геофизических исследований</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Дукарт Сергей Александрович	К.И.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Сургутанов Владимир Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Сургутанову Владимиру Александровичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Комплекс геофизических исследований в горизонтальных скважинах с целью изучения коллекторов Лонтынь-Яхского нефтяного месторождения (Томская область)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	<p>Данный проект предусматривает выполнение работ на Лонтынь-Яхском нефтяном месторождении, находящемся в Каргасокском районе на западе Томской области.</p> <p>Проектом предусмотрено проведение комплекса геофизических исследований с целью изучения коллекторов.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Неудовлетворительный микроклимат; - Повышенный уровень шума; - Недостаточная освещенность рабочей зоны; - Поражение электрическим током - Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования - Повышенный уровень напряженности электростатического поля, электромагнитных полей. - Выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда.
3. Экологическая безопасность:	<p>- При геофизических работах возможно негативное воздействие на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Атмосферу; 2) Гидросферу; 3) Литосферу. <p>- Разработать решения по обеспечению безопасности окружающей среды.</p>

<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - Выбор наиболее типичной ЧС; - Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. - Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
---	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Сургутанов Владимир Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 101 с., 20 рис., 13 табл., 31 источник и 2 приложения.

Ключевые слова: коллектор, Лонтынь-Яхское месторождение, комплекс геофизических методов исследования, физико-геологическая модель, logging while drilling.

Объектом исследования является эксплуатационная горизонтальная скважина Лонтынь-Яхского месторождения нефти пробуренная из вертикальной скважины №201.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка комплекса геофизических исследований с целью изучения коллекторов на Лонтынь-Яхском нефтяном месторождении (Томская область).

В процессе исследования проводились сбор и анализ геолого-геофизических материалов, выбор методов для проведения поисковых работ, составление проектно-сметной документации.

В результате исследования был выбран участок для проведения геофизических работ комплексом методов, составлена априорная ФГМ объекта работ, выбрана методика и техника геофизических работ, а также способы обработки и интерпретации геофизических данных.

В специальной части дипломного проекта рассмотрен вопрос об особенностях интерпретации результатов исследования горизонтальных скважин и боковых стволов автономной аппаратурой на трубах.

В экономическом разделе приведены расчеты сметной стоимости проектируемых работ.

В разделе социальная ответственность рассмотрены опасные и вредные факторы, связанные с проектируемыми работами, которые могут отрицательно влиять на организм человека, потенциально возможные

чрезвычайные ситуации, негативное влияние отходов на окружающую среду
и предложены меры для снижения уровня воздействия.

ESSAY

Graduation Thesis includes 101 pages, 20 pictures, 13 tables, 31 sources, 2 appendix.

Keywords: reservoir, Lontyn-Yakhskoeye field, complex of geophysical research methods, physical-geological model, logging while drilling.

The object of research is a horizontal production well of the Lontyn-Yakhskoeye oil field drilled from a vertical well №201.

The aim of of Graduation Thesis is to mastermind the set of geophysical survey in order to study the reservoirs of the Lontyn-Yakhskoeye oil field (Tomsk region).

As a result of the study, a site was selected for carrying out geophysical work using a complex of methods, an a priori physical and geological model of the object of work was compiled, a methodology and technique of geophysical work was selected, as well as methods of processing and interpretation of geophysical data.

In a special part, the issue of interpretation of the results of the study of horizontal wells and sidetracks with autonomous equipment on pipes is considered.

Cash budget of planned survey is presented in economic chapter.

Dangerous and harmful factors connected with planned work, which may negatively influence on human organism; potentially enable emergency incidents; adverse effect of wastes on environment and its mitigation measures are discussed in social accountability chapter.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

МОВ – метод отраженных волн

УВ – углеводороды

ВИКИЗ – высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование

ГГК-П – гамма-гамма каротаж плотностной

ГИС – геофизические исследования скважин

ПС – *каротаж* потенциала собственной поляризации

ГК – гамма-каротаж

ИК – индукционный каротаж

БК – боковой каротаж

НГК – нейтронный гамма-каротаж

БКЗ – боковое каротажное зондирование

2ННКт – двухзондовый нейтронный каротаж

ФГМ – физико-геологическая модель

УЭС – удельное электрическое сопротивление

а.о. – абсолютная отметка

LWD – logging while drilling (каротаж во время бурения)

ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства

РК – радиоактивный каротаж

ГЗ – градиент-зонд

ГС – горизонтальная скважина

БК – боковой ствол

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	15
1.1 Географо-экономический очерк.....	15
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность.....	18
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	23
2.1 Литолого-стратиграфический разрез.....	23
2.2 Тектоника.....	29
2.3 Нефтеносность.....	32
2.4 Физические свойства горных пород.....	34
3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	39
4.1 Задачи геофизических исследований.....	39
4.2 Обоснование объекта исследований.....	39
4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	40
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....	45
5.1 Методика проектных геофизических работ.....	45
5.2 Интерпретация геофизических данных.....	46
6 СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	55
6.1 Достоверность измерения глубины, неувязка методов между собой.....	55
6.2 Отличие замеров зенитного угла и азимута с данными телеметрии и данными на кабеле.....	56
6.3 Влияние вмещающих пород на показания различных методов.....	59
6.4 Особенности записи электромагнитных методов.....	60
6.5 Особенности измерения ПС.....	62
6.6 Факторы, влияющие на показания методов радиоактивного каротажа.....	65
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И	

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	68
7.1 Виды и объемы проектируемых работ.....	68
7.2 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту.....	68
7.3 Расчет затрат времени.....	69
7.3.1 Расчет затрат труда.....	70
7.3.2 Расчет затрат средств при выполнении интерпретационных проектных работ.....	72
7.3.3 Смета.....	73
7.4 Расчет суммы расходов по комплексу работ.....	73
7.5 Расчет сметной стоимости камеральных работ.....	75
7.6 Общая сметная стоимость по проект.....	75
7.7 Эффективность проекта.....	76
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	78
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	78
8.2 Организационные мероприятия.....	80
8.2.1. Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению.....	81
8.2.2. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению.....	86
8.3 Экологическая безопасность.....	90
8.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
Список использованных источников.....	97
Приложения.....	100

ВВЕДЕНИЕ

Лонтынь-яхское нефтяное месторождение, являющееся одним из наиболее крупных в Томской области, открыто в 1964 году поисковыми скважинами 58 и 60.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка проекта на проведение оптимального комплекса геофизических исследований для эксплуатационной горизонтальной скважины с целью изучения коллекторов на территории Лонтынь-Яхского нефтяного месторождения.

Для достижения данной цели необходимо изучить обзор геолого-геофизической изученности месторождения, провести анализ результатов выполненных геологических и геофизических работ, построить физико-геологическую и физико-техническую модели, описать методику и технику проведения геофизических исследований в скважине и интерпретировать данные. Выполненные работы позволят решить следующие геологические и геофизические задачи: провести литологическое расчленения разреза, выделить пласты-коллекторы, определить их фильтрационно-емкостные свойства и характер насыщения.

Специальная часть проекта посвящена особенности интерпретации результатов исследования горизонтальных скважин и боковых стволов автономной аппаратурой на трубах.

В разделе «Социальная ответственность» предусматриваются опасные условия проведения работ и предлагаются мероприятия по обеспечению безопасных условий жизнедеятельности.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность» произведен экономический расчет затрат на проведение комплекса геофизических работ.

3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа геофизических результатов работ прошлых лет был выбран разрез скважин №107, 68Р (приложение 1,2). Данные разрезы можно считать эталонным, так как на них хорошо представлены все пласты, необходимые для анализа – Ю₁¹, Ю₁², Ю₁^{МУ}, Ю₁³ литологические разности хорошо дифференцированы, а также комплекс методов для литологического расчленения является достаточным.

В разрезе скважины №107 выделяются 2 интервала коллектора. Первый интервал коллектор находится на глубине 2480 и 2486. Представлен переслаиванием нефтенасыщенных пластов песчаника, песчаника карбонатизированного и алевролита. Согласно каротажной диаграмме данный интервал выделяется по методам ГИС: ГК, БК, ПС, ИК.

- ГК – резко отрицательная аномалия;
- БК – резко положительная аномалия;
- ИК – плавно отрицательная аномалия;
- ПС – плавно отрицательная аномалия.

Второй интервал расположен на глубине 2498 и 2518. Коллектор представлен нефтенасыщенным песчаником. Пласт большой мощности. По каротажной диаграмме интервал выделяется методами:

- ПС – резко отрицательная аномалия;
- ГК – отрицательная неоднородная аномалия;
- Отрицательное расхождение микрозондов.

В разрезе скважины №68Р также выделяется 2 коллектора. Первый на глубине 2665 и 2670. Данный коллектор представлен нефтенасыщенным песчаником.

- Выделяется отрицательной аномалией по ГК;
- Положительной аномалией по НГК;

- Резко отрицательной аномалией по ПС.

Второй коллектор находится на глубине 2686 и 2698. Представлен водонасыщенным песчаником.

- Выделяется резко отрицательным ПС;
- Резко положительным ИК;
- Резко положительным НГК;
- Резко отрицательным ГК.

4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Задачи геофизических исследований

На данном месторождении основной задачей является добыча углеводородов. Задачами ГИС является:

- Литологическое расчленение разреза проектной скважины;
- Выделение коллекторов насыщенных углеводородов;
- Определение ФЕС;
- Определение коллекторских свойств.

4.2. Обоснование объекта исследования

В качестве объекта исследования на Лонтынь-Яхском месторождении был выбран продуктивный горизонт Ю₁ (рисунок 5) васюганской свиты верхнеюрского возраста. Промышленные запасы нефти находятся в пластах Ю₁¹ и Ю₁³.

Условные обозначения

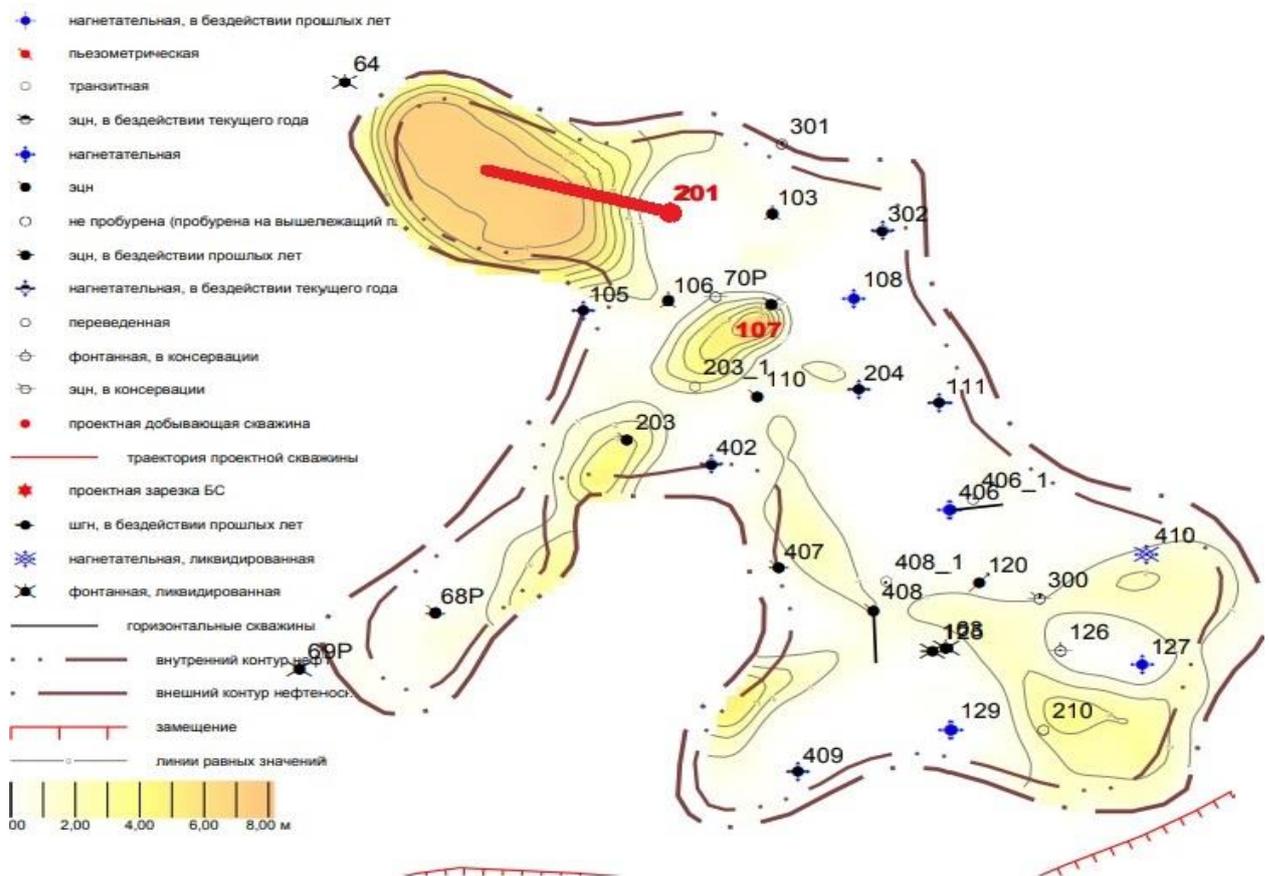


Рисунок 5. Карта остаточной плотности запасов пласта Ю₁¹ на 01.01.2014.

Бурение горизонтальной скважины и проведение ГИС запроектировано из ствола вертикальной скважины №201 в северо-западной части месторождения для извлечения остаточных запасов нефти. Таким образом, в экономических целях, исключается задача бурения новой скважины, так как будет проведена зарезка бокового ствола из уже имеющейся скважины. В настоящее время только в северо-западной части месторождения находится зона с выявлением нефти.

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

Построение физико-геологической модели объекта исследования (рисунок 6) позволяет получить первоначальную информацию об объекте исследования и выбрать оптимальный комплекс методов ГИС для наиболее полного решения поставленных задач.

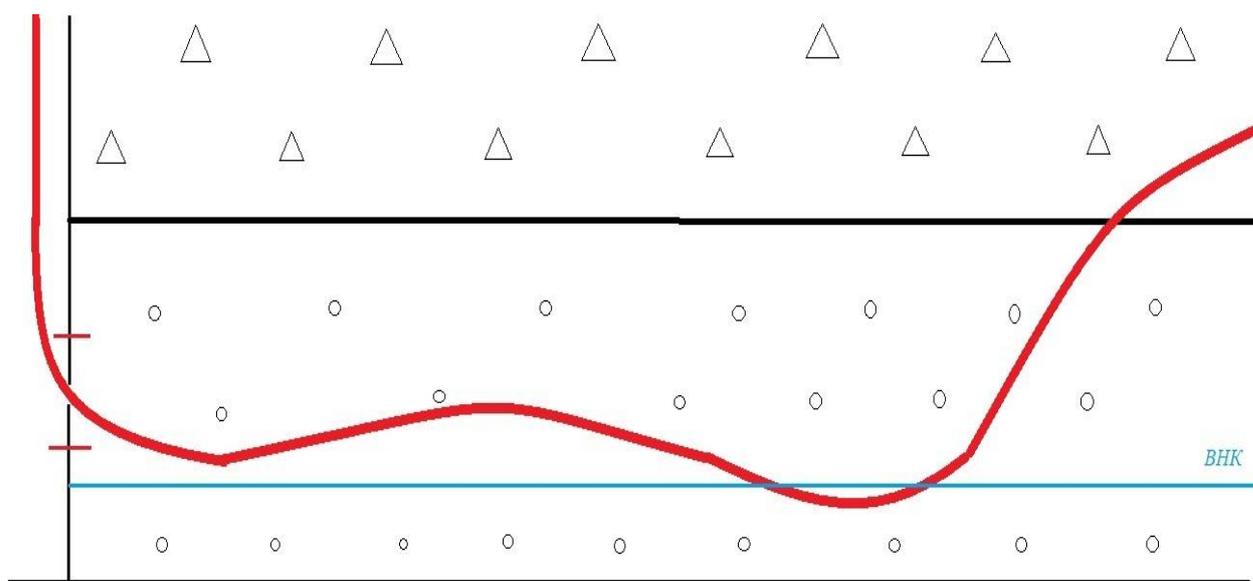


Рисунок 6. Физико-геологическая модель объекта исследования

Одним из эффективных методов формирования оптимальной системы разработки является разбуривание нефтяных и газовых месторождений горизонтальными и многоствольными горизонтальными скважинами [10]. Вскрытие пластов такими скважинами увеличивает площадь фильтрации и особенно эффективно для низкопроницаемых коллекторов.

Месторождение находится в васюганской свите, следовательно над ней расположена баженовская свита. Данное условие несет за собой проблему, так как при любом удобном случае она начнет крошиться и заваливать скважину. В связи с этим исследование скважины будет вестись в процессе бурения на полимерном растворе. Полимерный раствор не образует глинистые корки, диффузионно-адсорбционный потенциал.

Качество данных LWD не только не уступает получаемому при традиционном каротаже, но и превосходит его за счет малого времени, прошедшего после вскрытия пласта. Глубина проникновения фильтра бурового раствора при исследованиях LWD обычно составляет несколько сантиметров, что позволяет более точно оценить удельное электрическое сопротивление пласта, а следовательно, и его нефтенасыщенность, а также сократить время на освоение пласта. Применение LWD значительно сокращает время на исследования скважины, т.к. исследования совмещены с бурением, в то время как проведение традиционного каротажа в горизонтальном стволе скважины требует дополнительных временных затрат (более суток). Результаты LWD и их интерпретация доступны специалистам еще во время бурения, что позволяет оперативно реагировать на изменения геологической обстановки [11].

Для уточнения ФЕС основными методами будут ГК, 2ННКт, ГГКП, ВИКИЗ.

Для контроля состояния скважины будут применяться инклинометрия.

Гамма-каротаж (ГК) показывает естественную радиоактивность (или гамма-активность) пород в скважине, образуемую за счёт радиоактивных изотопов глинистых минералов: полевого шпата, слюды, иллита и минералов группы фосфатов. Данный метод ГИС является наиболее распространённым и доступным видом радиоактивного каротажа [12].

Плотностной ГГК (ГГКП) - породы облучают источником жестких гамма-квантов.

В качестве источника чаще всего используется радиоактивный изотоп цезия (^{137}Cs) с энергией гамма-квантов 0,662 МэВ, а регистрируется рассеянное гамма-излучение с энергией более 0,2 МэВ. Основным процессом взаимодействия гамма-квантов с веществом горных пород при ГГКП является комптоновское рассеяние. Вероятность рассеяния пропорциональна числу электронов на пути пучка гамма-квантов, а число электронов в единице объема породы пропорционально ее плотности [13].

Установлено, что если порода состоит из элементов, атомный номер которых меньше 30, то между интенсивностью рассеянного гамма-излучения и плотностью породы наблюдается обратная зависимость. Дифференцированность пород по плотности и наличие зависимости между их плотностью и пористостью позволяют проводить по данным ГГКП литологическое расчленение разрезов скважин и оценивать пористость пород.

Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ) основан на измерении относительных фазовых характеристик высокочастотного электромагнитного поля, создаваемого генераторными катушками и принимаемого измерительными катушками [14].

Скважинный прибор содержит пять зондов различной глубинности исследования и электрод ПС.

Каждый зонд состоит из двух измерительных катушек и одной генераторной, частота излучения которой меняется в соответствии с длиной зонда. Подбор этих параметров обеспечивает принцип изопараметрии зондов, что означает зависимость измеряемой разности фаз электромагнитных сигналов только от удельного электрического сопротивления среды.

Инклинометрия — это определение пространственного положения ствола буровой скважины путем непрерывного измерения инклинометрами.

По данным замеров угла и азимута скважины, а также глубины ствола в точке замера строится план (инклинограмма) — проекция оси скважины на горизонтальную плоскость и профиль — вертикальная проекция на плоскости магнитного меридиана, геологического разреза по месторождению, проходящего через исследуемую скважину [15].

Наличие фактических координат бурящихся скважин дает основание судить о качестве проводки скважины и точно определять точки пересечения скважиной различных участков геологического разреза, т.е. установить правильность бурения в заданном направлении, что позволяет правильно оценивать запасы месторождений по данным буровой разведки и выбирать рациональную систему их разработки.

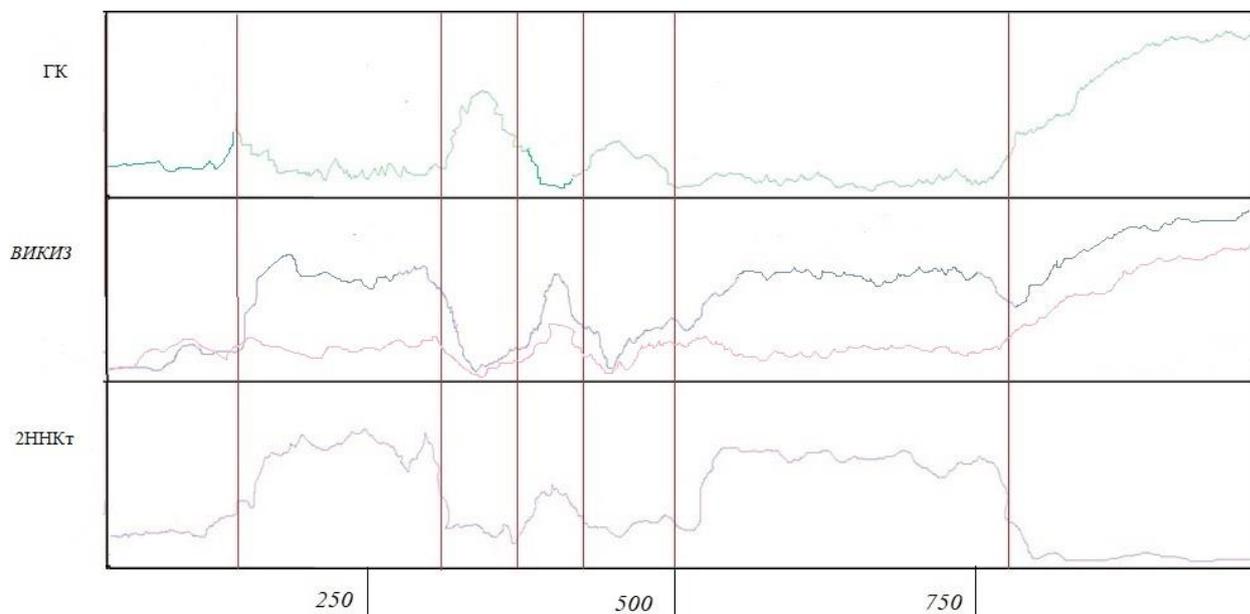


Рисунок 7. Физико-техническая модель

При бурении горизонтальной скважины, после окна урезки, то есть после того как из вертикального ствола врезались в пласт - бурение идет по пласту. Целевая порода по которой проводится бурение – песчаник. Песчаник может быть нефте- и водонасыщенный. И траектория скважины в идеале должна проходить по нефтенасыщенной части коллектора, то есть кровельной. При этом подсекать максимально нефтенасыщенные толщины. Так как каротаж пишется во время бурения и пока инструмент не поднят –

скважина может отклониться и в водонасыщенный интервал и в баженовскую свиту. В водонасыщенной части разреза будут меняться сопротивления.

По построенной физико-технической модели (рисунок 7) видно, что коллектора выделяются высоким расхождением кривых ВИКИЗ. Также отличается низким значением радиоактивности по ГК и повышенным значением ННКт относительно разреза.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1. Методика проектных геофизических работ

Качество материалов ГИС оценивалось согласно «Технической инструкции по проведению геофизических исследований и работ на кабеле в нефтяных и газовых скважинах» [16].

Радиоактивный каротаж включает в себя гамма-каротаж (ГК) и нейтронный каротаж (2ННКт – двухзондовый). Проводился для литологического расчленения разрезов скважин, корреляции, выделения коллекторов. Масштаб записи ГК – 0,5 мкР/ч в см., для 2ННКт – 0,1 у.е./см. Масштаб записи 1:500 по всему стволу, 1:200 – в продуктивной части разреза.

Инклинометрия проводилась с целью определения местоположения вскрытия пласта скважиной и для определения абсолютных отметок глубин пластов. Шаг измерения по глубине составляет 10 м.

Высокочастотное индукционное каротажное зондирование (ВИКИЗ) проводилось во всех эксплуатационных скважинах, пробуренных на полимерном буровом растворе. Проводился для литологического расчленения разреза, выделения коллекторов и определения удельного электрического сопротивления пород.

На основе выбранных методов была выбрана аппаратура для ГИС (таблица 3)

Таблица 3. Методы исследования и применяемая аппаратура для ГИС

Вид исследования	Аппаратура
Радиоактивный каротаж (ГК, 2ННКт)	ДРСТ-1, ДРСТ-СД, ДРСТ-1СД, РКС-3, РКС-47, РКС
ВИКИЗ	ВИКИЗ
ГГКп	ГГКП-А-108
Инклинометрия	ИОН-2

5.2. Интерпретация геофизических данных

В общем и целом, проведенный комплекс геофизических исследований в горизонтальных скважинах позволяет проводить литологическое расчленение разреза скважин, выделять пласты-коллекторы, определять их характер насыщения, коллекторские свойства.

Определение двойного разностного параметра ГК

Определение дГК проводилось по формуле 1:

$$\text{дГК} = (\text{ГК} - \text{ГК}_{\text{мин}}) / (\text{ГК}_{\text{макс}} - \text{ГК}_{\text{мин}}), \quad (1)$$

где $\text{ГК}_{\text{макс}}$ - показания кривой ГК в куломзинской свите;

$\text{ГК}_{\text{мин}}$ - минимальное значение ГК против проницаемого пласта в изучаемой скважине;

ГК - показания кривой ГК в текущей скважине;

На Лонтын-Яхском месторождении отсутствуют выдержанные интервалы коллекторов с низкой глинистостью, которые можно использовать в качестве опорных. Поэтому для расчета двойного разностного параметра ГК была выбрана скважина 408 - «В», в которой определялась статическая величина $(\text{ГК}_{\text{макс}} - \text{ГК}_{\text{мин}}) = 11$. $\text{ГК}_{\text{мин}}$ определялось в опорной скважине в малоглинистом песчанике, соответствующем максимальной пористости по керновым исследованиям.

Двойной разностный параметр необходим для ввода поправки за глинистость при расчете пористости по НКТ, а также для выделения коллекторов в скважинах, пробуренных на полимерном растворе.

Граничное значение относительной амплитуды ГК определялось по формуле: $\alpha \text{ГК} = 1 - \text{дГК}$.

Определение граничного значения относительной амплитуды ГК.

Для выделения коллекторов в скважинах, пробуренных на полимерной промывочной жидкости, использовалось граничное значение относительной амплитуды ГК.

По вертикальным скважинам с микрозондами были сформированы выборки величин относительной амплитуды ГК по коллекторам и неколлекторам для пластов Ю₁¹ и Ю₁³. По данным выборкам построены кривые накопления для коллекторов и неколлекторов. В точке их пересечения определялось граничное значение $\alpha_{ГКгр}$.

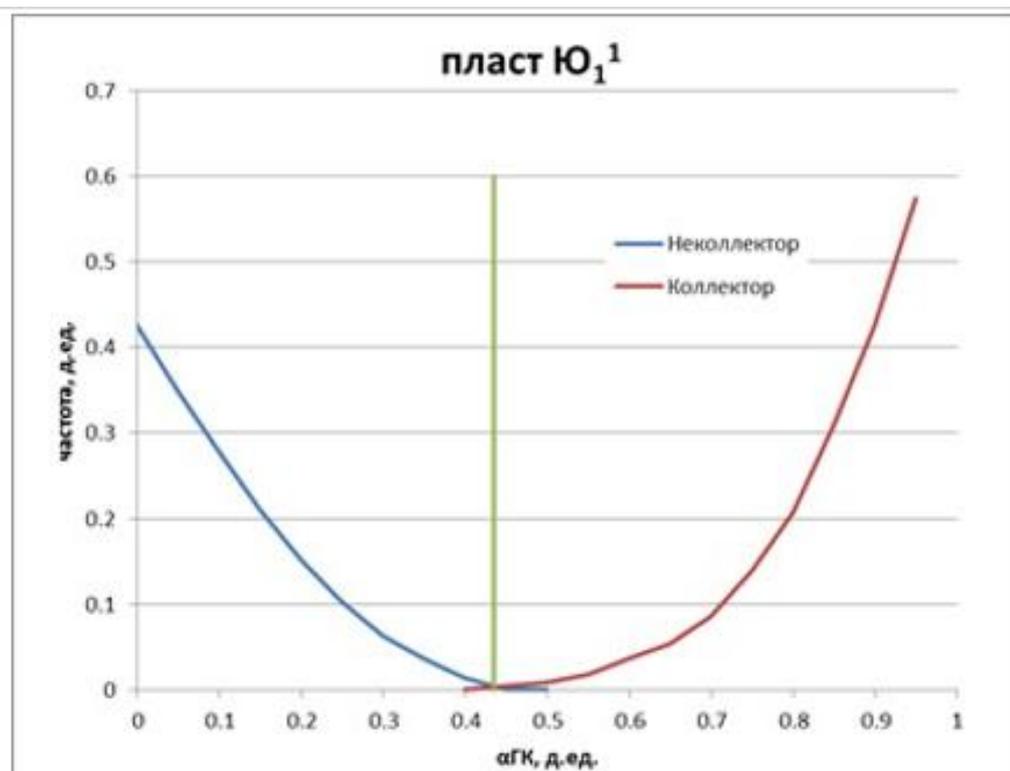


Рисунок 8. Определение $\alpha_{ГКгр}$ для пласта Ю₁¹ Лонтынъ-Яхского месторождения.

Граничное значение $\alpha_{ГК}$ для пласта Ю₁¹ (рисунок 8) равно 0,43 д.е.

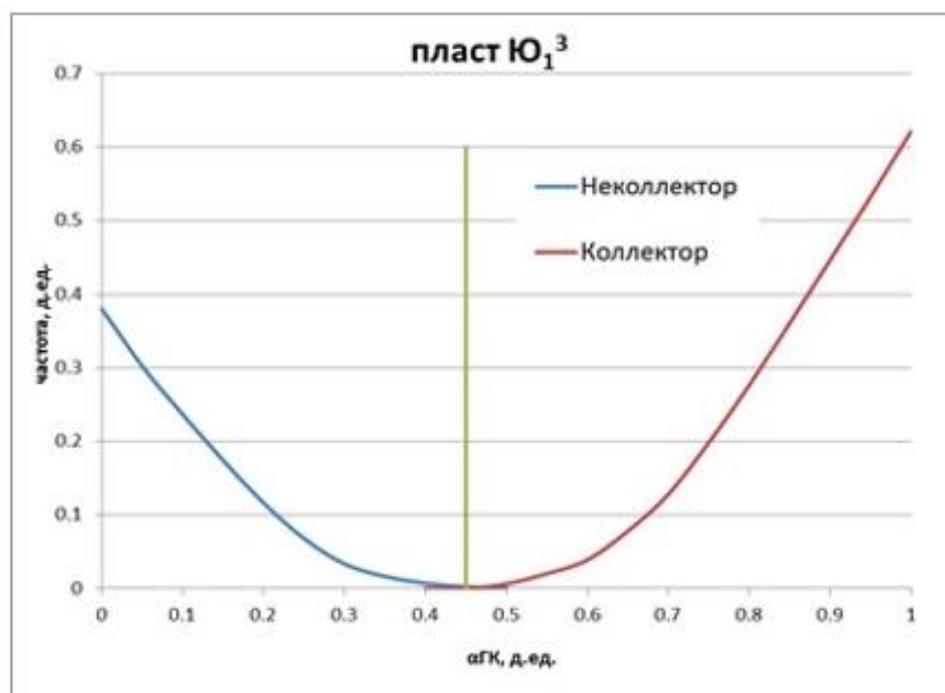


Рисунок 9. Определение $\alpha ГК_{гр}$ для пласта $Ю_1^3$ Лонтынъ-Яхского месторождения.

Граничное значение $\alpha ГК$ для пласта $Ю_1^3$ (рисунок 9) равно 0,45 д.е.

Определение характера насыщения коллекторов

Основным методом определения характера насыщения коллекторов была принята методика граничных значений водонасыщенности, полученных по данным капилляриметрии по методике Бурдайна.

Используя значения $K_{в**}$, $K_{вкр}$, $K_{в*}$, $K_{во}$, были построены зависимости $K_{в}-K_{п}$ (рисунок 10).

Критериями выделения зон по характеру насыщения:

- $K_{во} \leq K_{в} \leq K_{в*}$ - нефть;
- $K_{в*} < K_{в} \leq K_{вкр}$ – нефть с водой;
- $K_{вкр} < K_{в} \leq K_{в**}$ - вода с нефтью;
- $K_{в} > K_{в**}$ - вода.

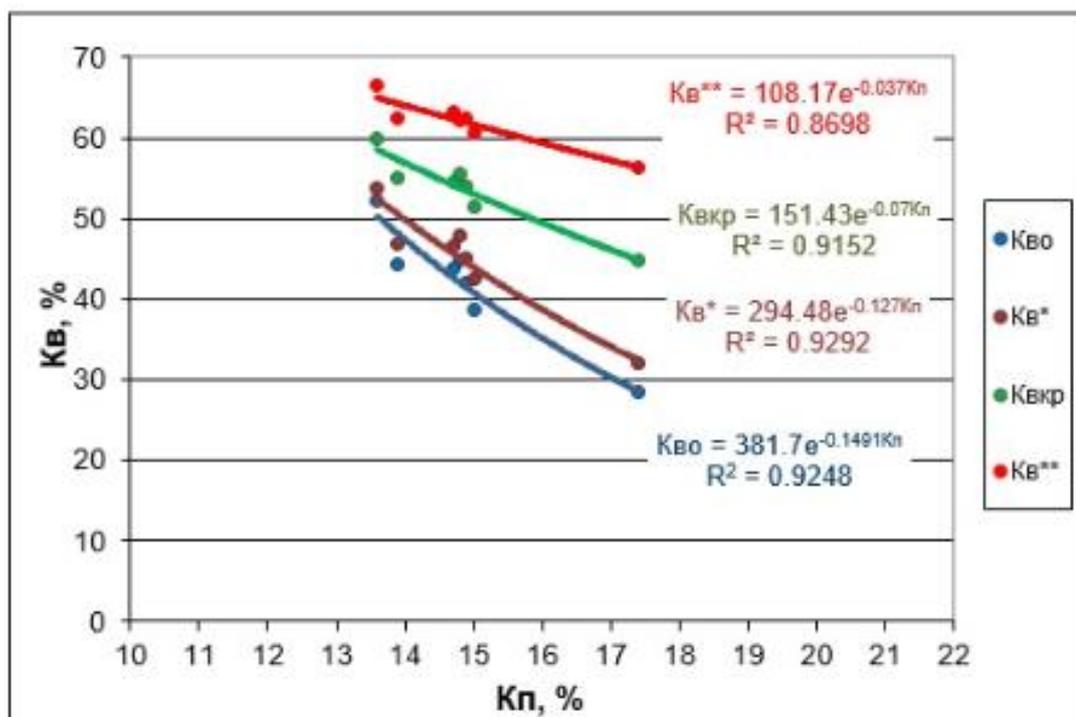


Рисунок 10. Граничные значения K_v для горизонта $Ю_1^1$ Лонтынь-Яхского месторождения в ПЗ 2005 г.

Расчет глинистости проводился по формуле 2:

$$K_{гл} = 0,0793 * \alpha_{ГК}^{-1,59}. \quad (2)$$

Определение удельного электрического сопротивления

Оценка УЭС проводилась по методу ВИКИЗ. УЭС определялось по значениям кривой 5 зонда с максимальной глубиной исследования. Качество индукционного каротажа проверялось по показаниям зонда А4М0.5N, путем сопоставления сопротивления по ИК и показаний зонда А4М0.5N на мощных непроницаемых глинистых разностях куломзинской свиты.

Для оценки качества определения сопротивления по индукционному каротажу, было построено график УЭС(БКЗ) и УЭС(ИК) (рисунок 11).

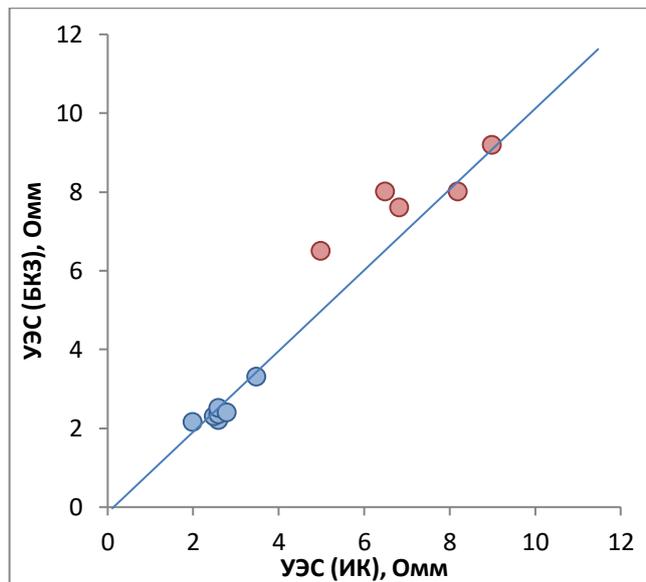


Рисунок 11. Сопоставление УЭС по БКЗ и по ИК Лонтынъ-Яхского месторождения.

Глубина проникновения фильтрата промывочной жидкости в продуктивные пласты не превышает $(2-4)d$, реже $6d$, введение поправки за проникновение промывочной жидкости не требуется. В водонасыщенной части проникновение фильтрата промывочной жидкости в пласт составляет не менее $(6-8)d$. Точность оценки сопротивления зависит от величины зоны проникновения, в водонасыщенной части глубина проникновения больше, поэтому погрешность определения сопротивления будет увеличиваться.

Определение коэффициента нефтенасыщенности

Коэффициент нефтенасыщенности определялся по стандартной методике с использованием зависимостей «кern-кern» $R_{п}=f(K_{п})$ и $K_{в}=f(R_{н})$, построенных по данным кернового материала (рисунок 12).

Для расчета параметра пористости использовалась следующая зависимость $R_{п} = 2,5753/K_{п}^{1,1854}$. (3)

Определение параметра насыщения по формуле 4:

$$R_{н} = \rho_{нп} / \rho_{вп}, \text{ где} \tag{4}$$

- $\rho_{вп}$ – сопротивление водонасыщенного пласта;

- $\rho_{\text{нп}}$ - сопротивление нефтенасыщенного пласта;

- $\rho_{\text{вп}} = R_{\text{п}} * \rho_{\text{в}}$.

Зависимость $R_{\text{н}} = f(K_{\text{в}})$ использовалась для расчета $K_{\text{в}}$:

$$R_{\text{н}} = 0,9991 * K_{\text{в}}^{-1,874}. \quad (5)$$

Минерализация пластовой воды – 38 г/л, сопротивление пластовой воды принято 0,069 Ом*м.

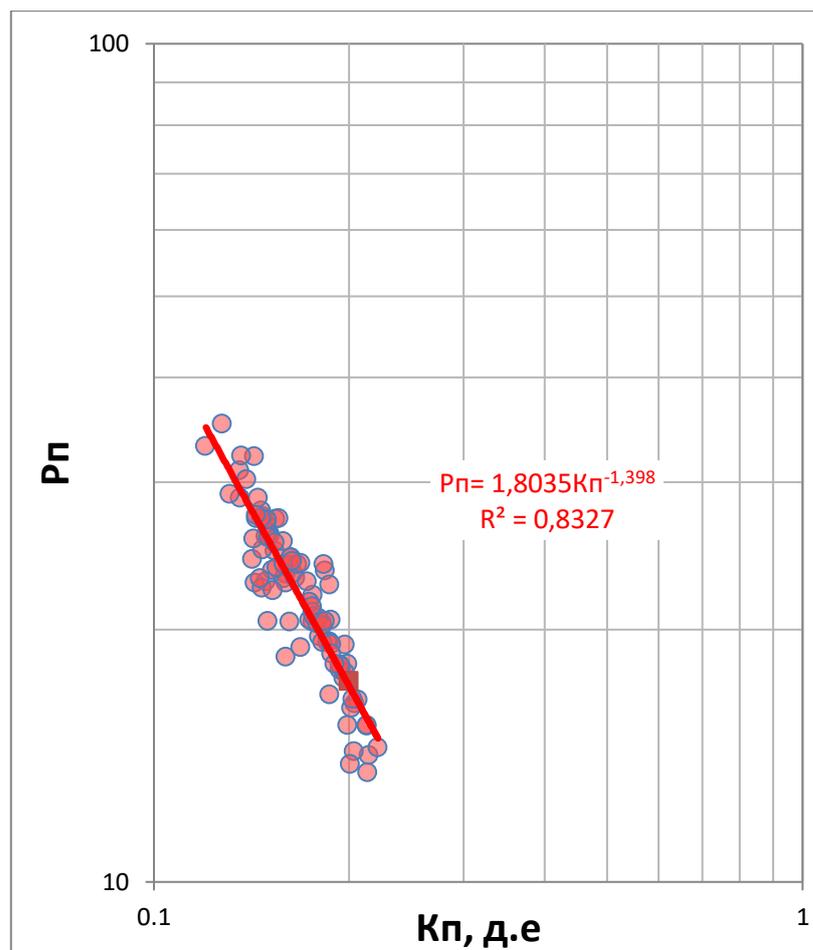


Рисунок 12. Зависимость $R_{\text{п}}$ от $K_{\text{п}}$ по горизонту Ю₁¹ Лонтынь-Яхского месторождения.

Расчет параметра пористости проводится по формуле:

$$R_{\text{п}} = 1,8035K_{\text{п}}^{-1,398}, \quad (6)$$

Определение параметра насыщения проводилось путем построения зависимости «кern-кern» (рисунок 13), $R_{\text{н}} = f(K_{\text{в}})$.

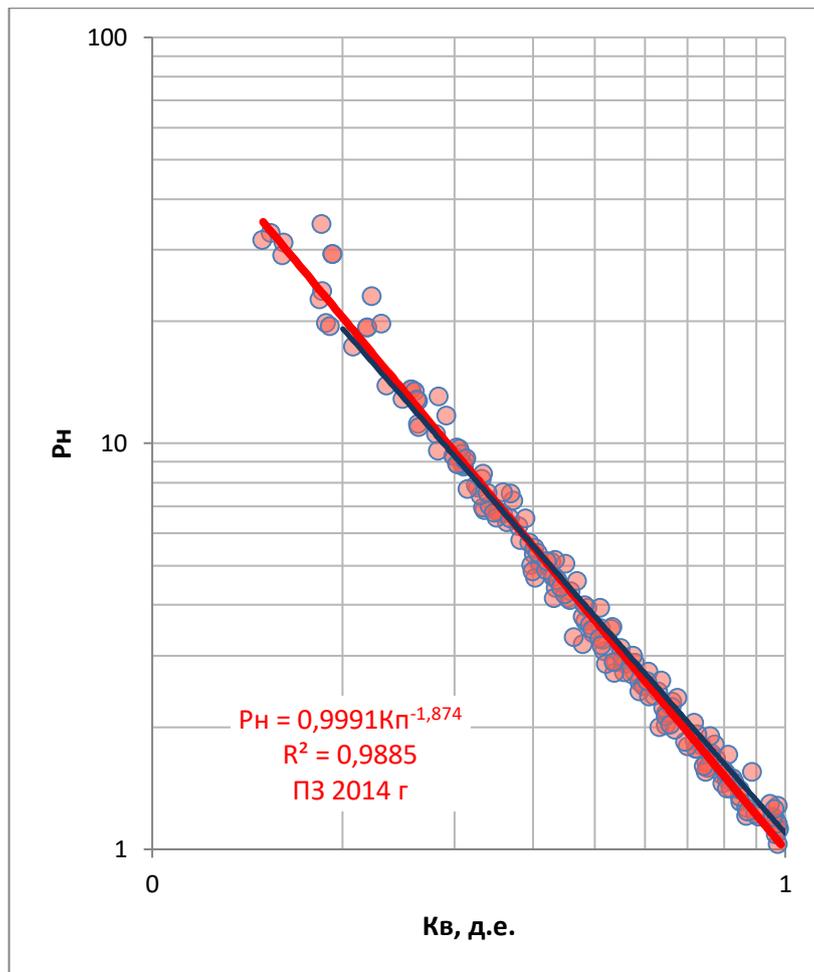


Рисунок 13. Зависимость P_n от K_v по горизонту $Ю_1^1$ Лонтынъ-Яхскому месторождению.

Определение коэффициента проницаемости

Для определения коэффициента проницаемости построена зависимость «кern-кern» (рисунок 14):

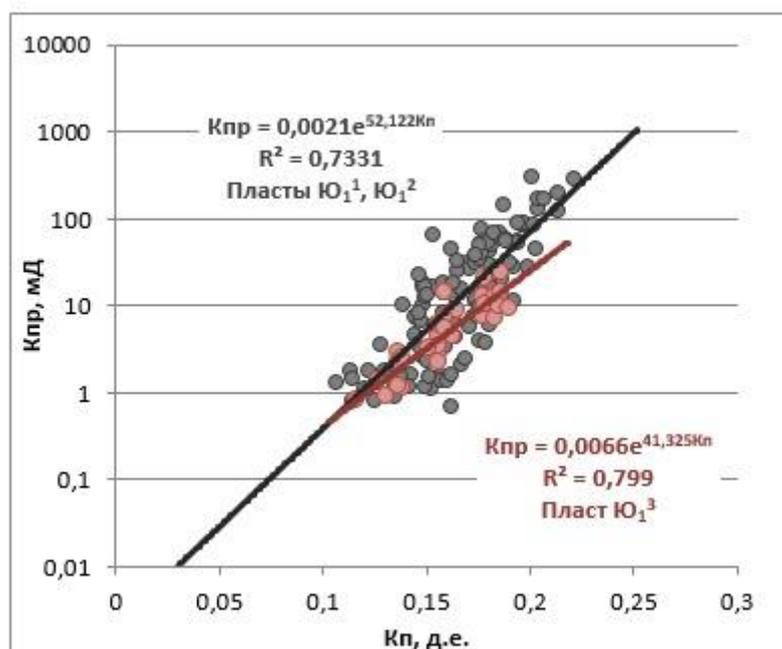


Рисунок 14. Зависимость «кern-кern»

Выделение коллекторов

Выделение коллекторов проводилось по комплексу качественных и количественных признаков. Была проведена незначительная коррекция литологии по граничным значениям α ГК, добавлены угли и карбонатные пропластки [17].

Качественные признаки при выделении поровых коллекторов обусловлены проникновением в пласт фильтрата промывочной жидкости, вызывающим образование глинистой корки на стенках скважин и зоны проникновения против коллектора.

Прямыми качественными признаками коллектора по данным ГИС являются:

- наличие радиального градиента сопротивлений, установленного по данным каротажа электрического сопротивления (ВИКИЗ) разной глубины исследования.

Косвенным качественным признаком коллектора является низкая естественная радиоактивность пород.

В качестве количественного критерия выделения коллектора использовать граничные значения по α ГК.

Корректировка литологии была проведена с использованием комплекса методов геофизических исследований совместно с качественными признаками литологических разностей.

Выделение глинистых пород проводилось по высоким значениям гамма каротажа (ГК) и отсутствию расхождения зондов метода ВИКИЗ.

Плотные породы выделяются повышенными значениями нейтронного каротажа, низкими значениями ГК, высокими значениями по ВИКИЗ.

Угли выделяются пониженными показаниями НКт и ГК и высокими значениями по ВИКИЗ.

6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ СТВОЛОВ АВТОНОМНОЙ АППАРАТУРОЙ НА ТРУБАХ

Введение

Ключевые слова: каротаж, автономная аппаратура, горизонтальные скважины, кавернозность, минерализация бурового раствора, электромагнитные методы, вмещающие породы.

Горизонтальные скважины (ГС) и боковые стволы (БС) являются элементами современной технологии, предполагающей хорошее информационное обеспечение. Исследование ГС и БС проводится стандартными методами и комплексами, которые применяются для исследования и в вертикальных скважинах. Методика интерпретации также чаще всего используется стандартная. Однако, при интерпретации ГС нужно учитывать множество нюансов и влияющих факторов, таких как анизотропия пластов, пересеченных стволом ГС, влияние профиля скважины, пересечение пластов под различными углами и т. д. В связи с этим, в данной главе сделана попытка дать ответы на наиболее часто задаваемые специалистами-интерпретаторами вопросы, с которыми они сталкиваются при выдаче заключений по непосредственной комплексной интерпретации данных, полученных автономной аппаратурой в ГС и БС [18].

6.1. Достоверность измерения глубины, неувязка методов между собой

Как показывает практика, при соблюдении регламента проведения ГИС в ГС и БС данные геофизических методов, полученные с помощью автономной аппаратуры, имеют хорошую сходимость по глубине с данными исследований, проведенных на кабеле, а также с замерами, полученными телеметрией в процессе бурения.

Проблемы начинают возникать, когда ствол скважины плохо подготовлен к каротажу, подъем (спуск) аппаратуры на бурильном инструменте происходит с неравномерной скоростью, с остановками в момент затяжек, с последующим срывом прибора с места и увеличением скорости движения. Поскольку модули различных методов в комплексе ГИС расположены на различных расстояниях друг от друга, соответственно одни методы проходят определенный участок с одной скоростью, другие – с другой. В таких случаях на записи наблюдается неувязка между собой методов, находящихся в одном комплексе, и несоответствие полученных данных и глубин по стволу скважины. На рисунке 15 показан пример разновременной записи, проведенной в одном и том же стволе одним и тем же комплектом аппаратуры без проработки скважины и после качественной проработки. Нетрудно заметить отличия до проработки: методы ВИКИЗ имеют ступенчатый вид, хорошо видна неувязка с методами РК. При затяжках можно наблюдать кратковременные стоянки прибора. Это связано с тем, что в момент прихвата прибора на затяжке происходит его остановка, хотя на устье буровая колонна продолжает перемещение из-за своей растяжки. Поскольку замер глубины производится на устье скважины, то эти стоянки невозможно отследить и исключить из записи [19].

Таким образом, теряется одно из главных преимуществ автономных комплексов (то, что все методы жестко увязаны между собой). Интерпретатору приходится двигать диаграммы всех методов относительно друг друга, пытаясь увязать их друг с другом. Качественно оценить значения ρ_n по электрометрии и ВИКИЗ, а также другие петрофизические характеристики разреза становится проблематично.

6.2. Отличие замеров зенитного угла и азимута с данными телеметрии и данными на кабеле

Основная и самая распространенная причина расхождений углов – это неувязка данных инклинометрии. Поскольку в автономной аппаратуре

методы увязаны между собой единой точкой записи, можно с уверенностью говорить, что именно такой зенитный угол и азимут содержатся именно в данной точке геологического разреза (или пласт-коллектор вскрыт именно под таким углом) [20].

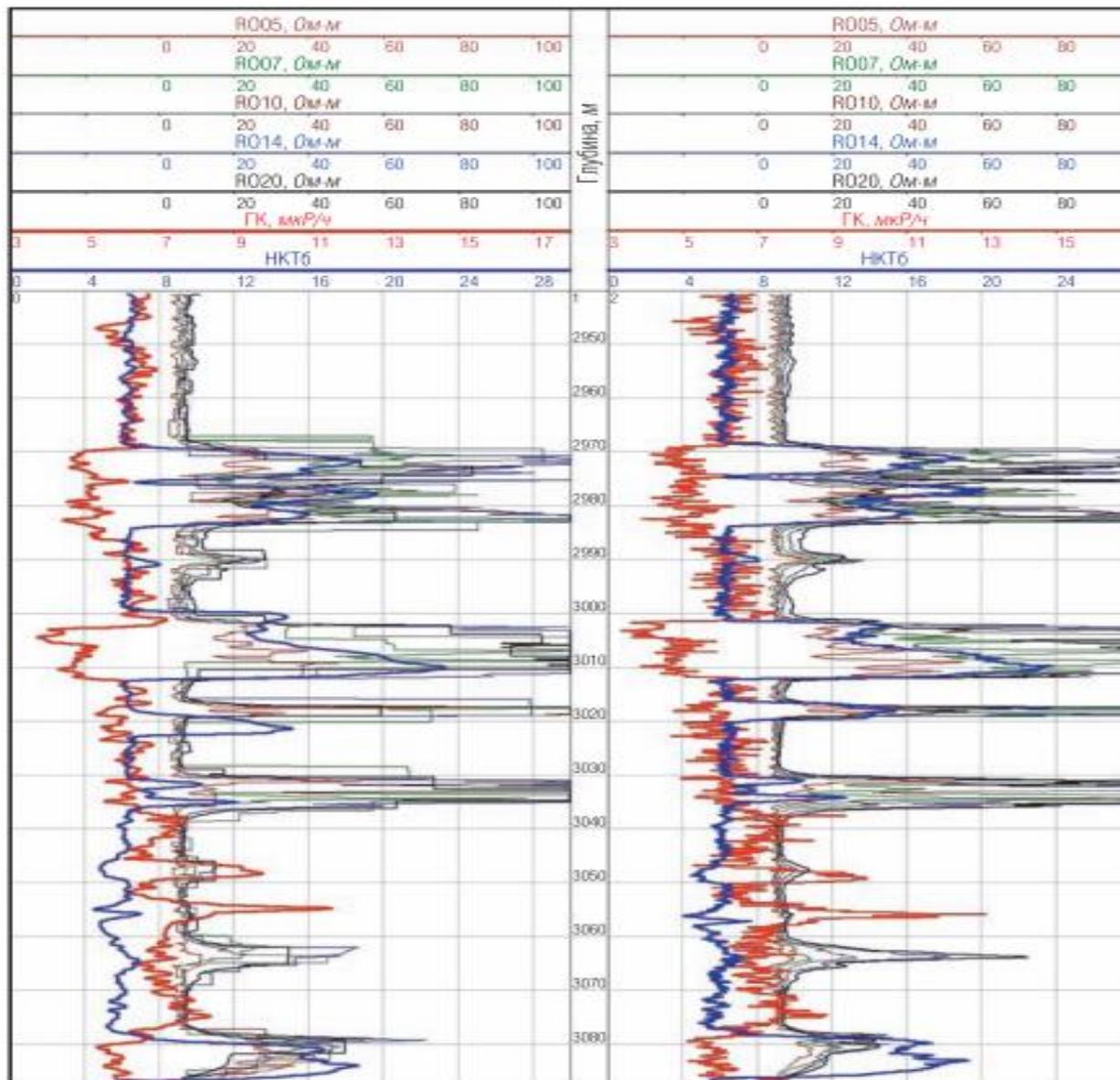


Рисунок 15. Пример разновременной записи до проработки ствола и после

Часто при сопоставлении данных инклинометрии с каким-либо еще методом в комплексе (как правило, ГК), наблюдается картина, показанная на рисунке 16.

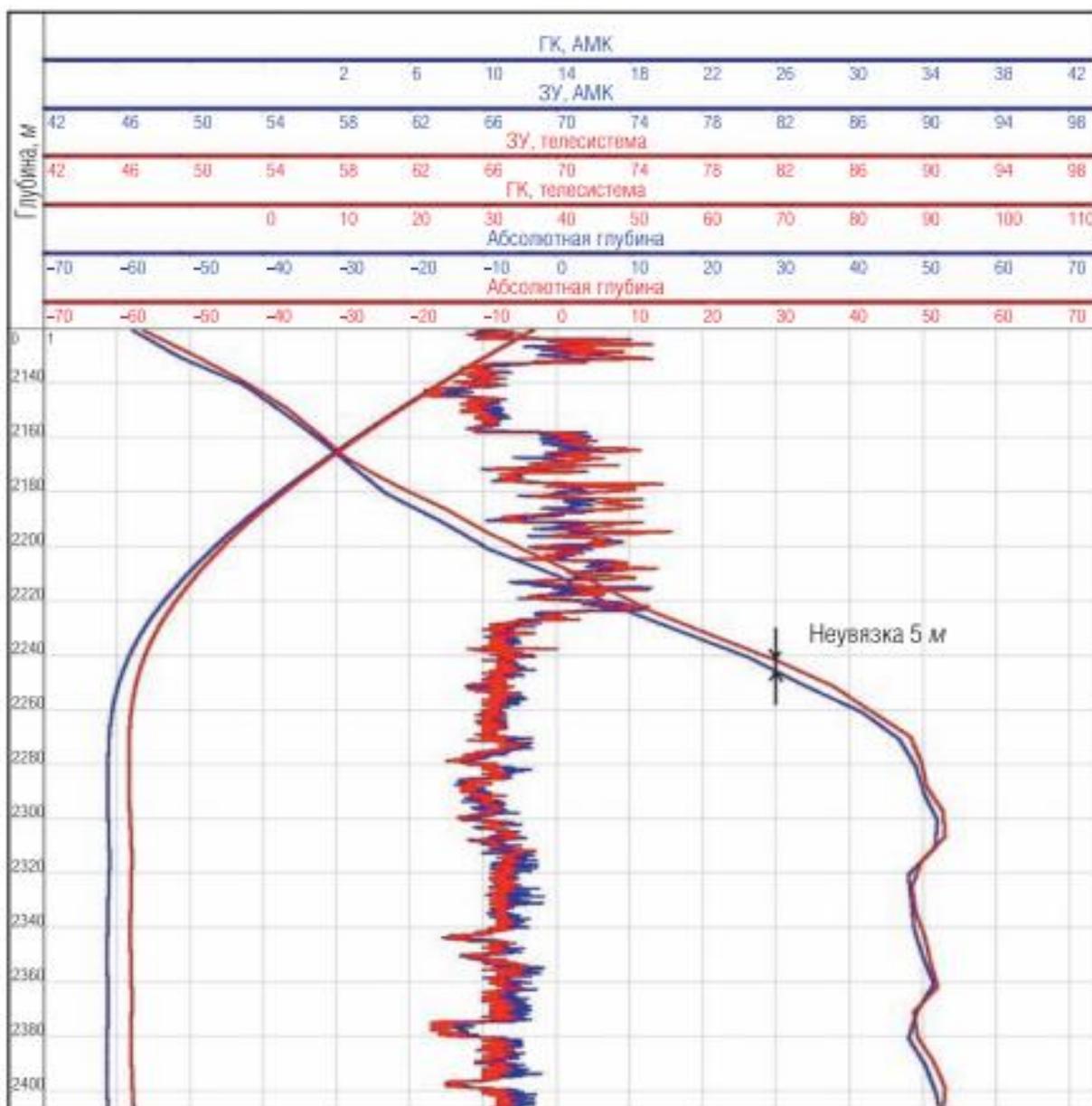


Рисунок 16. Пример сопоставления замеров комплекса ГИС с данными телеметрии

При увязке по ГК замеров комплекса ГИС и телеметрии и одновременном сопоставлении зенитных углов видно, что данные телеметрии находятся выше на 4,5 м. Это приводит к отличиям по значениям в интервале интенсивного набора угла в $1-1,5^\circ$ и, как следствие, к существенным (до 5 м) различиям по абсолютным отметкам.

На основании каротажных данных, полученных в пилотном стволе, по которым определяются проектные точки входа в продуктивный пласт и

расположение горизонтального ствола, простая неувязка данных может привести к серьезным ошибкам и последствиям, таким как непопадание в пласт или проходка ствола ниже ВНК.

Часто в последнее время заказчики не заказывают инклинометрию при проведении комплекса ГИС, делая ставку на замеры телеметрии, без геофизического контроля. Такая экономия на одном из основных методов при проводке ГС может привести в дальнейшем к очень большим затратам.

6.3. Влияние вмещающих пород на показания различных методов

В зависимости от траектории ствола, его профиля и пространственного расположения, на результатах тех или иных методов будет сказываться влияние анизотропии пласта или вмещающих пород, что может привести к ошибке при интерпретации. Как правило, наибольшему влиянию подвержены индукционные методы (ИК, ВИКИЗ).

На методах РК (ГК, 2ННК-Т) влияние вмещающих пород из-за малой глубинности методов практически не сказывается. Сегодня количественно оценить это влияние не представляется возможным ввиду сложности поставленной задачи и невозможности учета всех факторов. Однако умение правильно определять по полученной информации, присутствует ли влияние анизотропии пород на методы или нет, в большинстве случаев помогает при выдаче качественного заключения. На рисунке 17 показан один из случаев влияния высокоомного пласта на показания ВИКИЗ.

На первый взгляд кажется, что кривые ВИКИЗ и РК не увязаны между собой, причем в данном случае почти на 20 м. Однако при детальном анализе, сопоставлении с траекторией ствола, сравнении с данными симметричных градиент-зондов становится ясно, что это не является неувязкой. Нетрудно заметить, что разные по глубинности зонды по-разному отбивают кровлю плотного пласта, наиболее достоверные данные по расчленению разреза наблюдаются по короткому зонду. Это подтверждается тем, что начало реакции большого зонда отмечается повышением показаний

на глубине 1470 м (1281,2 по а. о.), а кровля высокоомного плотного пласта отбивается на глубине 1487 м (1282,4 по а. о.). Разница по абсолютным отметкам составляет всего 1,2 м, при глубинности большого зонда ВИКИЗ 2,0 м это вполне реально.

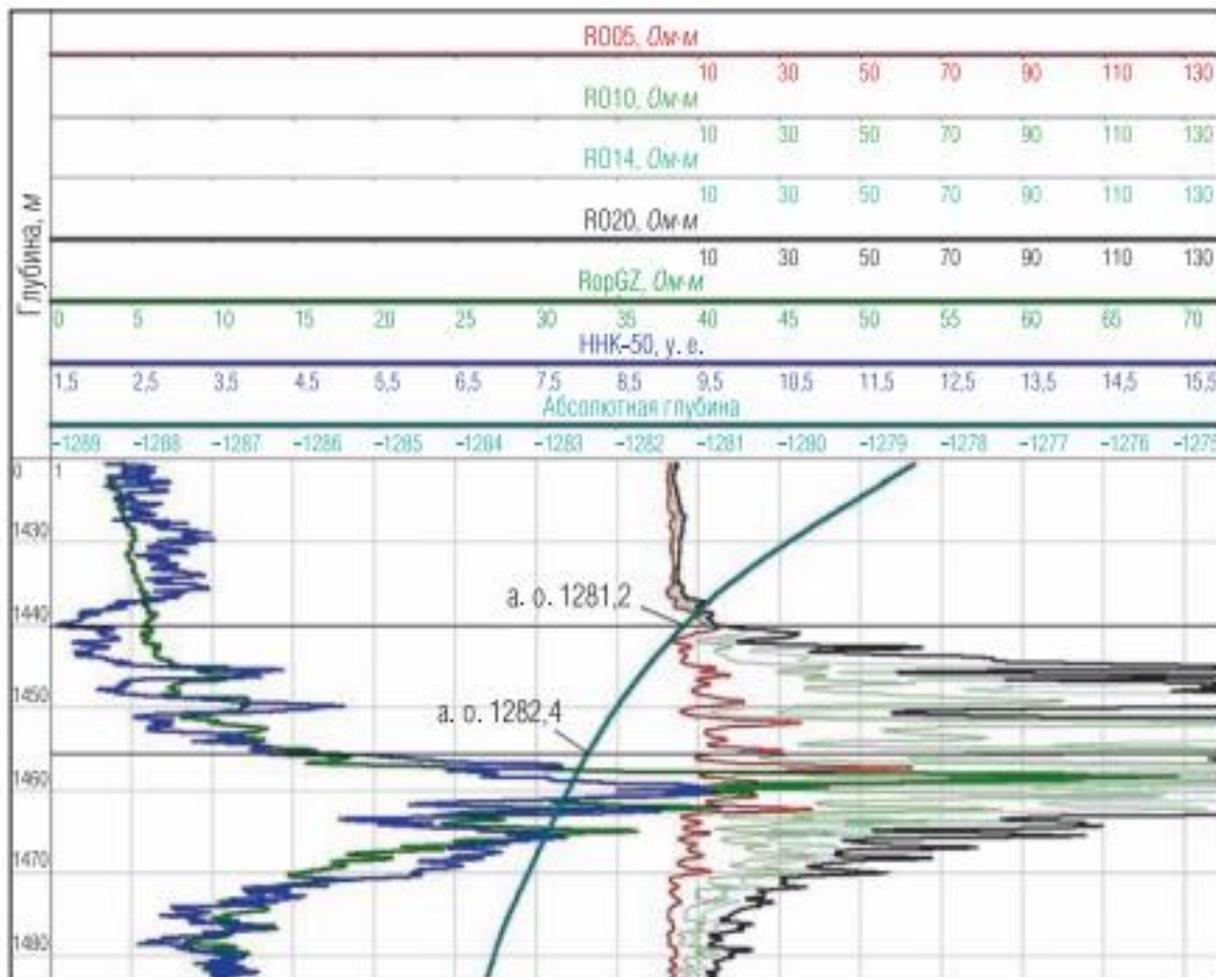


Рисунок 17. Влияние высокоомного пласта на показания ВИКИЗ

6.4. Особенности записи электромагнитных методов

Методы ВИКИЗ и низкочастотного ИК, получившие массовое применение при исследовании скважин в терригенном (низкоомном) разрезе, во многих случаях при исследовании наклонных и горизонтальных скважин, пробуренных в высокоомных разрезах, не дают желаемого результата.

Во-первых, при бурении горизонтальных скважин все чаще используются полимерные и соленые промывочные жидкости, которые значительно снижают верхний предел измеряемого УЭС породы. По

техническим данным разрешающая способность метода ВИКИЗ составляет до 200 Ом·м при сопротивлении бурового раствора 1 Ом·м, следовательно, при понижении сопротивления бурового раствора, допустим, до 0,1 Ом·м верхний предел метода понижается прямо пропорционально, то есть до 20 Ом·м.

Во-вторых, в условиях слоистого разреза в непосредственной близости от продуктивного пласта или в пределах самого пласта вдоль по простиранию присутствуют высокоомные пропластки, которые существенно влияют на метод ВИКИЗ.

В-третьих, как показывает опыт исследований, на показания ИК оказывает сильное влияние профиль скважины, изменение ее диаметра. На рисунке 18 показан пример записи низкочастотного ИК в карбонатном разрезе.

На первый взгляд, без сопоставления с другими методами, можно оценить запись ИК как аппаратный брак. Хорошо виден синусоидальный характер кривых, как будто под влиянием “паразитной частоты” или наводки по кабелю. Однако в автономной аппаратуре, спускаемой на трубах, это невозможно, и такой характер поведения кривых – это результат винтообразного профиля скважины. Это хорошо видно по данным профилометрии. Такой профиль скважины сильно влияет почти на все методы, в том числе на 2ННК-Т, ГГК-П и т. д.

Иногда наблюдается отсутствие расчленения разреза по ИК при сопоставлении с РК и ГЗ. Связано это с тем, что скважина пробурена на высокоминерализованном растворе и динамического диапазона ИК недостаточно для выделения пропластков с высоким сопротивлением. Использование иных сведений при интерпретации невозможно как на качественном, так и на количественном уровне. В таких условиях эти методы не информативны и не помогают интерпретатору [21].

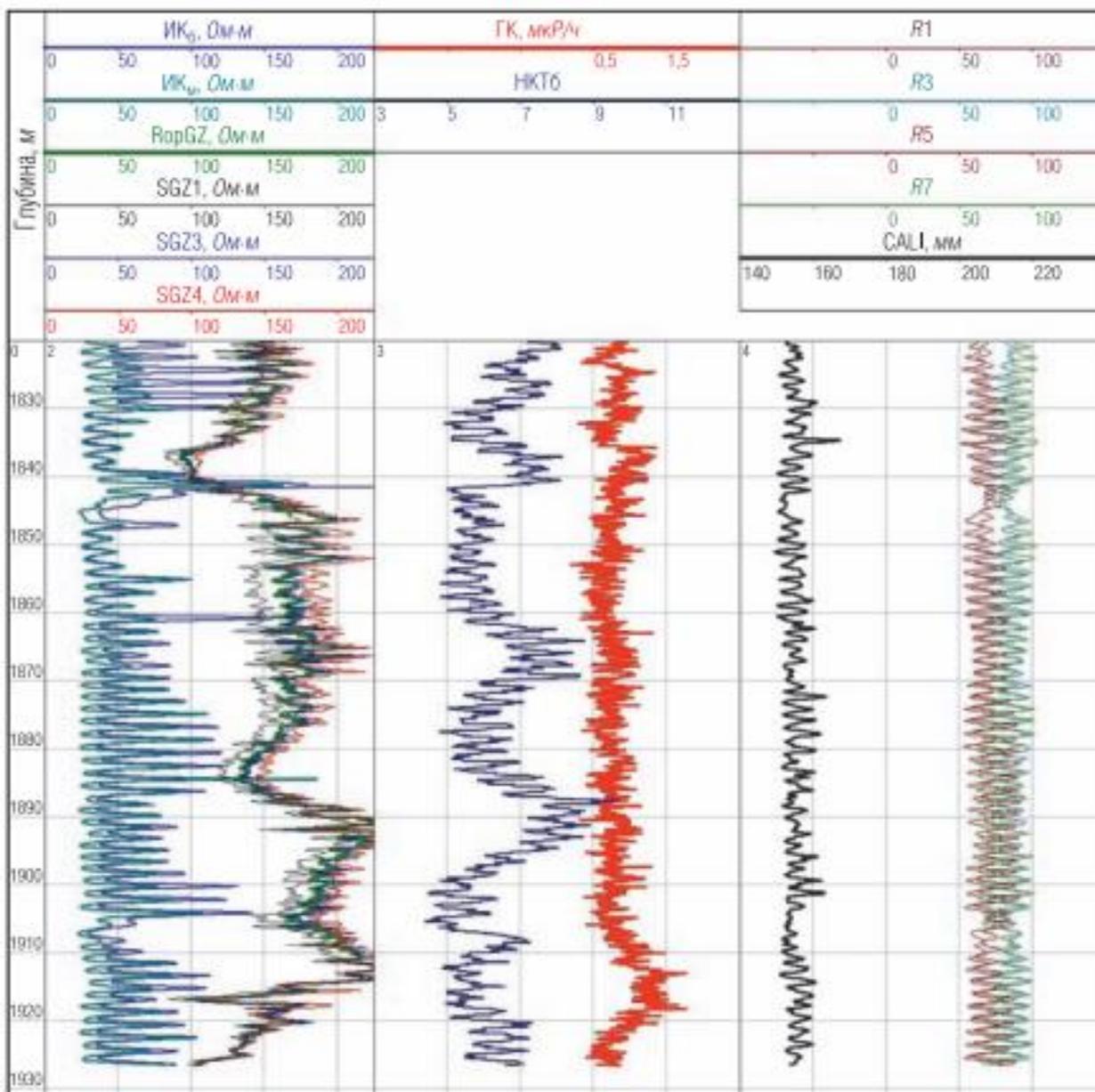


Рисунок 18. Пример записи комплекса методов в карбонатном разрезе

Зачастую заказчик заказывает методы ИК и ВИКИЗ по инерции, то есть используя ГТН для вертикальных скважин или скважин, пробуренных на непроводящих растворах. При бурении скважин на сильноминерализованных растворах даже в низкоомных разрезах качество электромагнитных методов значительно снижается. Поэтому необходимо использовать комплекс методов. Следует помимо индукционных методов дополнительно прописывать электрические методы БК и симметричные градиент-зонды.

6.5. Особенности измерения ПС

При производстве каротажа автономной аппаратурой на трубах на показания ПС сильно влияет динамический перепад давления в стволе скважин. Колонна буровых труб вместе с прибором создает при спуске “поршневой эффект”, тем самым увеличивая давление в стволе скважины. Под действием этого перепада давления в коллекторах с хорошими физико-емкостными свойствами (с хорошей проницаемостью) происходит поглощение бурового раствора. Известно, что потенциалы самопроизвольной поляризации складываются не только из диффузионных и диффузионно-адсорбционных потенциалов, но и из фильтрационных. Следовательно, любые перетоки жидкости из ствола в пласт и обратно будут оказывать влияние на результирующее показание ПС. Эта фильтрационная составляющая может ввести в заблуждение. Например, при пресном растворе должна быть корреляция данных ПС и ГК. Однако при пересечении стволом скважины пластов с хорошей проницаемостью может наблюдаться обратный эффект, то есть в глинах наблюдается корреляция ПС и ГК, а против коллекторов появляется высокая положительная аномалия ПС. На рисунке 19 представлен пример скважины, пробуренной на пресном растворе, и результаты сопоставления ГК с замерах ПС, проведенными на спуске и на подъеме. На рисунке отмечены участки, где ПС на спуске значительно отличается от записи на подъеме. Как видно, отличия эти происходят в коллекторах, и можно с уверенностью предположить, что это связано как раз с перетоками жидкости и, как следствие, с регистрацией добавочной фильтрационной аномалии. Многие интерпретаторы, думая, что это “обратная” ПС, которая характерна для соленых растворов, начинают переворачивать ее. В таком случае в проницаемых коллекторах получают логичные заключения, однако в непроницаемых коллекторах, где не было фильтрационной составляющей, имеют противоположную картину.

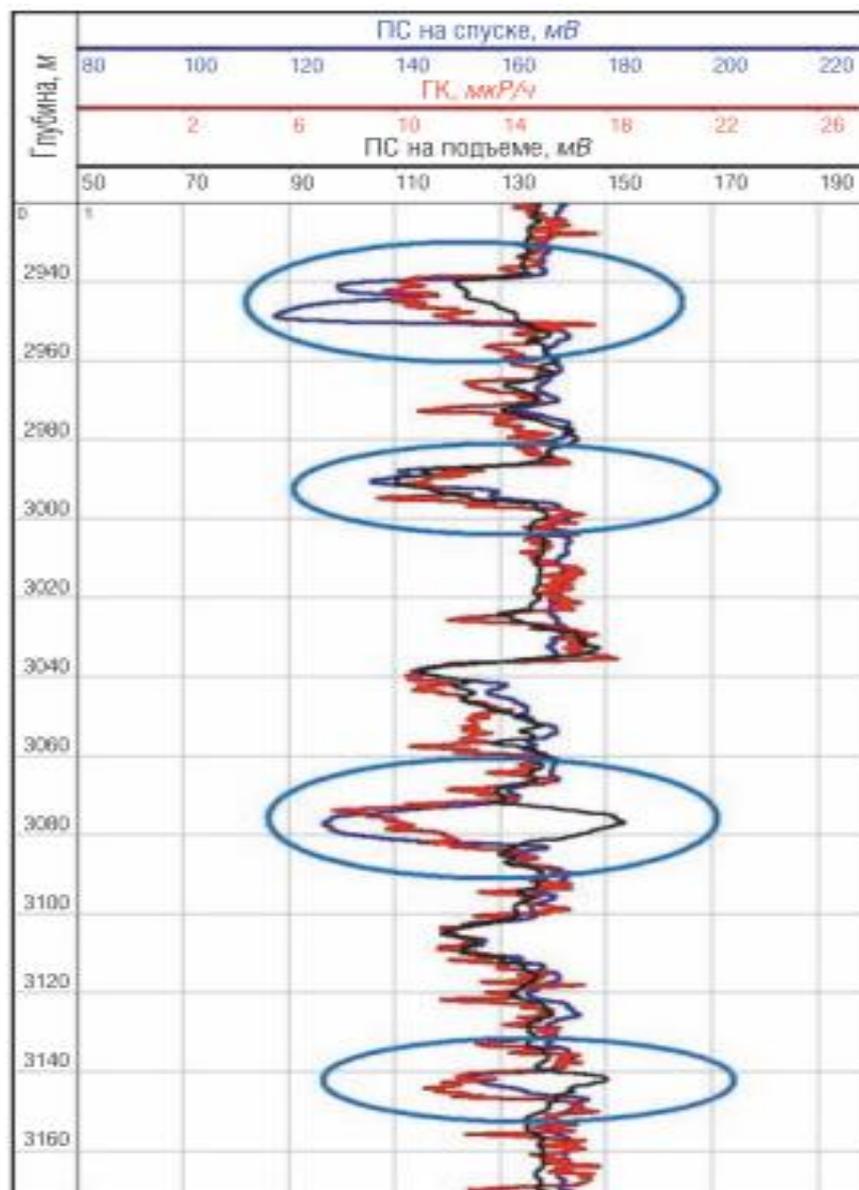


Рисунок 19. Сопоставление ПС на спуске и подъеме с выделением фильтрационных потенциалов

Исходя из опыта, можно заключить, что поведение кривой ПС, полученной аппаратурой на трубах, редко бывает классическим. Это связано либо с неинформативностью ПС из-за минерализации раствора, сопоставимого с минерализацией пластовой жидкости, либо с влиянием вышеописанного фильтрационного эффекта. Поэтому специалистам-интерпретаторам сложно использовать этот метод для разбивки коллекторов и тем более для расчета пористости.

6.6. Факторы, влияющие на показания методов радиоактивного каротажа

Анализ большого количества скважинного материала выявил ряд факторов, существенно влияющих на показания радиоактивных методов (2ННК-Т, ГГК-П). Основным из них является то, что в отличие от кабельной, автономная аппаратура жестко скреплена с бурильными трубами и в зависимости от профиля скважины, наличия уступов, зашламованных участков, сальниковых пробок и т. д. постоянно изменяет свое местоположение в стволе скважины, перемещаясь от стенки скважины к ее центру и обратно. Естественно, в таких случаях изменения диаметра и профиля стенки ствола скважины в совокупности с минерализованным раствором оказывают влияние на методы радиоактивного каротажа.

Сегодня очень трудно смоделировать пространственное положение прибора в скважине и, как следствие, правильно применять поправки за буровой раствор. Этот влияющий фактор можно только минимизировать, правильно подготовив скважину, стабилизировав ствол скважины, вымыв зашламованные участки и сальники.

На рисунке 20 представлен фрагмент комплексных исследований бокового ствола с сопротивлением бурового раствора 0,1 Ом·м. На нем отмечен хороший нефтенасыщенный коллектор. По данным ГГК-П, без введения поправок за диаметр его можно проинтерпретировать как коллектор с переслаиванием глин [22].

Если в заявленном комплексе отсутствуют данные профилометрии, интерпретация в таких случаях вызывает множество вопросов и может быть ошибочной.

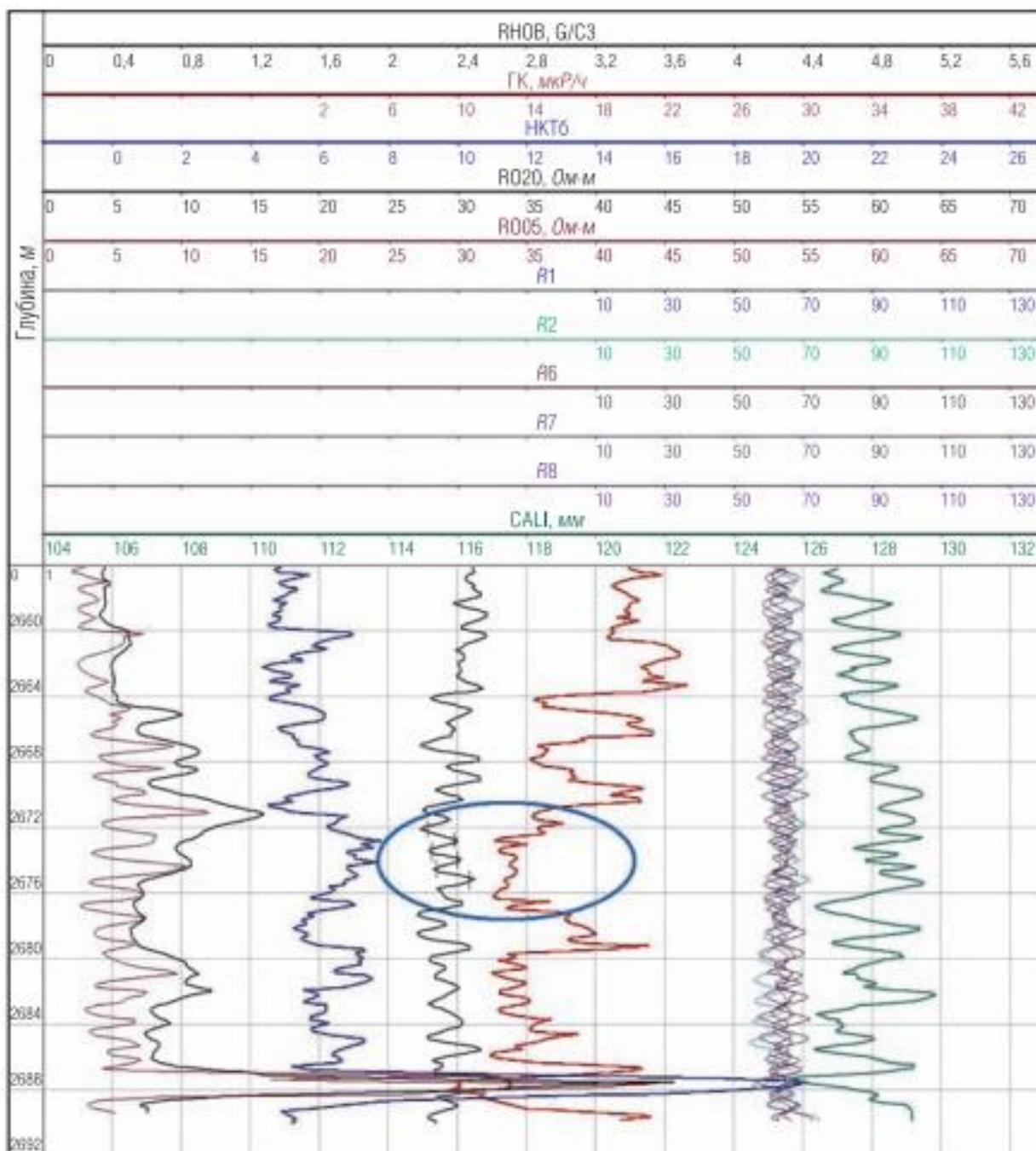


Рисунок 20. Пример влияния профиля скважины на показания ГПП

Выводы

Результаты стандартных геофизических методов при исследовании ГС и БС могут значительно отличаться от классического поведения, наблюдаемого в вертикальных скважинах. Зачастую это связано не с нестабильностью работы автономной аппаратуры, а с влияющими факторами, такими как анизотропия пластов, пересеченных ГС и БС, наличие

шлама в стволе скважины, расслоение бурового раствора, изменение диаметра скважины по всему стволу. Плохая подготовка ствола скважины, использование “неправильных” растворов приводят к затычкам аппаратуры, неравномерной скорости записи и, как следствие, к неправильной отбивке глубин.

К сожалению, некоторые буровые организации и генеральный заказчик, зная о возможности доставки приборов на трубах в любом осложненном стволе, пренебрегают его подготовкой, экономя время; используют растворы, увеличивающие скорость проходки, не подозревая, что это скажется на качестве каротажа и выдаче заключения.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСНАБЖЕНИЕ

7.1. Виды и объемы проектируемых работ

Целью данного раздела является расчет сметной стоимости комплекса ГИС для исследования продуктивных пластов в проектной горизонтальной скважине №201 на Лонтын-Яхском месторождении.

Проектируемые геофизические исследования будут проводиться геофизической партией, входящей в состав геофизической экспедиции ООО «ТомскГАЗПРОМгеофизика». Данное предприятие, обладает всеми возможностями для проведения данного вида работ. Проведение полевых работ будет осуществляться вахтовым методом.

Виды и объемы проектируемых работ по проекту определяются комплексом ГИС.

7.2. Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту

Для определения стоимости выполнения геофизических работ нужно определить продолжительность каждого вида работ. Составить стратегию по оптимизации продолжительности процесса, – какие работы можно проводить в дно время, не нагружая общий процесс.

Финансовые затраты на проведение проектных работ будут зависеть от видов работ и их объемов, геолого-географических условий, материально-технической базы предприятия, квалификации работников и уровня организации работ [23].

Бурение горизонтальной скважины и проведение ГИС запроектировано из ствола вертикальной скважины №201 в северо-западной части месторождения для извлечения остаточных запасов нефти. Таким образом, в экономических целях, исключается задача бурения новой скважины, так как будет проведена зарезка бокового ствола из уже имеющейся скважины. В

настоящее время только в северо-западной части месторождения находится зона с выявлением нефти

В качестве нормативного документа был использован справочник “Производственноотраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ” (ПОСН 81- 2-49) [24].

Весь проектируемый комплекс указан в таблице 4.

Таблица 4. Комплекс планируемых работ для скважины №201

Вид исследования	Масштаб съемки	Интервал исследования, м
Радиоактивный каротаж (ГК, ГГПК, 2ННКТ)	1:200	2500-3100
ВИКИЗ		
ГГКп		
Инклинометрия	ч/з 25 м	0-3100

Стоимость интерпретации равна 50% от стоимости каротажных работ.

Вертолет обеспечивает проезд до места работы. Тех дежурство - 12 ч.

7.3. Расчет затрат времени

В таблице 5 указаны, сколько времени забирает каждый вид геофизических работ.

Таблица 5. Расчеты времени проводимых работ

Вид исследований	Объем		Номера времени в плотных породах по ПОСН 81-2-49	Ед. изм.	Итого времени на объем, чел-час
	Ед. изм.	Кол-во			
ВИКИЗ	м	600	3	мин/100 м	18
Вспомогательные работы при ВИКИЗ	опер.	1	39	мин/опер	39
ГК	м	600	50	мин/100 м	300
Вспомогательные работы при ГК	опер.	1	67,5	мин/опер	67,5

ГККп	м	600	50	мин/100 м	300
Вспомогательные работы при ГККп	опер.	1	67,5	мин/опер	67,5
ННКт	м	600	10,2	мин/100 м	61,2
Вспомогательные работы при ННКт	опер.	1	87,5	мин/опер	87,5
Инклинометрия	м	3100	1,4	мин/100 м	43,4
Вспомогательные работы при инклинометрии	опер.	1	17	мин/опер	17
Проезд к месту выполнения работ	км	218	1,9	мин/км (дор. 2 кат.)	414,2
Тех. дежурство	парт-час	12	60	мин/парт-час	720
На запись диаграммы					672,9
Итого (мин)					2135,3

7.3.1. Расчет затрат труда

Расчет затрат труда при проведении геофизических работ приведен в таблице 6. [22]

Таблица 6. Затраты на проведения работ

Вид исследования	Объем		Затраты труда						
			Рабочие			ИТР			
			Ном ера вре мени по ПОС Н 81-2- 49	Ед. изм.	Итого времен и на объем, чел-час	Номе ра време ни по ПОС Н 81- 2- 49	Ед. изм	Итого време ни на объем , чел- час	
Ед. изм	Кол- во								

ВИКИЗ	м	600	0,18	чел- час/ 100м	1,08	0,12	чел-час/ 100м	0,72
Вспомогат ельные работы при ВИКИЗ	опер.	1	2,34	чел- час	2,34	0,15	чел-час	0,15
ГК	м	600	2,4	чел- час/ 100м	14,4	1,6	чел-час/ 100м	9,6
Вспомогат ельные работы при ГК	опер.	1	4,05	чел- час	4,05	2,7	чел-час	2,7
ГККп	м	600	2,4	чел- час/ 100м	14,4	1,6	чел-час/ 100м	9,6
Вспомогат ельные работы при ГККп	опер.	1	4,05	чел- час	4,05	2,7	чел-час	2,7
ННКт	м	600	3,9	чел- час/ 100м	23,6	0,41	чел-час/ 100м	2,46
Вспомогат ельные работы при ННКт	опер.	1	3,45	чел- час	3,45	3,5	чел-час	3,5
Инклином етрия	м	3100	0,084	чел- час/ 100м	2,6	0,056	чел-час/ 100м	1,7
Вспомогат ельные работы при инклиноме трии	опер.	1	1,02	чел- час	1,02	0,68	чел-час	0,68

Продолжение таблицы 6

Проезд к месту выполнения работ	км	218	0,114	чел-час/км	24,85	0,08	чел-час/км	17,4
Тех. дежурство	парт-час	12	3,6	чел-час/парт-час	43,2	2,4	чел-час/парт-час	28,8
Итого					139,04	Итого		80

7.3.2. Расчет затрат средств при выполнении интерпретационных проектных работ

Оборудование для проведения проектных работ приведено в таблице 7.

Таблица 7. Оборудование для проведения работ

Оборудование	Ед. изм.	Количество
Каротажная станция «КЕДР – 02»	шт	1
Ноутбук	шт	1
ЭК	шт	1
ДРСТ-1	шт	1
РКС-47	шт	1
ВИКИЗ	шт	1
ГГКП-А-108	шт	1
ИОН-2	шт	1

Материалы необходимые для интерпретации приведены в таблице 8.

Таблица 8. Материалы необходимые для выполнения работ

Материалы	Ед. изм.	Количество
ПК	шт	1
Плотер	шт	1
Принтер	шт	1
Бумага для принтера	пч.	1
Бумага для плотера	рул.	1
Папка для документов	шт	1
Ручка шариковая	шт	2
Карандаш простой	шт	2
Корректор	шт	1
Скрепки	пч.	1
Степлер	шт	1
Скобы для степлера	пч.	2

7.3.3. Смета

Заказчики предоставляют все нужные финансы для предстоящих работ по проекту. Авансовое финансирование является характерной особенностью геологоразведочных работ. Будущие исполнители вычисляют смету самостоятельно для проектируемых работ. С помощью узаконенных инструкций, справочников и других материалов определяются будущие сетные затраты. Эти материалы должны иметь денежную силу закона. Экономика предприятия зависит от полноты включенных затрат.

7.4. Расчет суммы расходов по комплексу работ

Суммарные расчеты по видам работ, выполняемые геофизической партией приведен в таблице 9 [25].

Таблица 9. Смета по видам работ

Вид работ	Объем , м	Стоимост ь каротажа	Стоимост ь объема работ, руб/100 м	Повышающий коэффициент		Итоговая стоимост ь, руб
				Кудор .	Кнорм . усл.	
1	2	3	4	5	6	7
ВИКИЗ	600	22,6	135,6	4,4	1,12	668,24
Вспомогательн ые работы при стандартном каротаже ВИКИЗ	1	240,87	240,87	4,4	1,12	1187,01
ГК	600	170,97	1025,82	4,4	1,12	5055,24
Вспомогательн ые работы при ГК	1	351,46	351,46	4,4	1,12	1731,99
ГККп	600	170,97	1025,82	4,4	1,12	5055,24
Вспомогательн ые работы при ГККп	1	351,46	351,46	4,4	1,12	1731,99
ГК и НК	600	170,97	1025,82	4,4	1,12	5055,24
Вспомогательн ые работы при НК	1	351,46	351,46	4,4	1,12	1731,99
Инклинометри я	3100	5,24	162,44	4,4	1,12	800,5
Вспомогательн ые работы при инклинометрии	1	64,17	64,17	4,4	1,12	316,23
Проезд до места работ	218	15,49	74,352	4,4	1,12	10640
Тех. дежурство	12	257,7	3092,4	4,4	1,12	15239,35
Итого						49213

Общие затраты на проведение ГИС составили 49213 руб.

7.5. Расчет сметной стоимости камеральных работ

После проведения геофизических исследований в скважине данные отправляются в КИП, где производится комплексная интерпретация. Расчет сметной стоимости камеральных работ приведен в таблице 10.

Таблица 10. Сметная стоимость камеральных работ

Вид работ	Норма времени, мин/100 м	Общее время, ч	Норма затрат труда, чел-ч/100 м	Общие затраты труда, чел-ч	Заработная плата, руб./100 м	Общая заработная плата, руб
КИГГИ (ИТР)	31,26	864,4	168,8	4665,5	928,64	25447

34% затрат от общей заработной платы уходит на материалы, 4,4 % на износ инструмента, общая сумма равна 9 909 руб.

15% от заработной платы ИТР уходит на цеховые работы и равны 3900 руб.

Итого, сумма затрат на интерпретацию равна 38961 руб.

7.6. Общая сметная стоимость по проекту

Общая сметная стоимость по проекту приведена в таблице 11.

Таблица 11. Общая сметная стоимость по проекту

Работы/затраты	Стоимость, руб
Итого работы в скважине	49213
Камеральные работы	15502
КИГГИ	38961
ИТОГО основных расходов	103676

Накладные расходы (20%)	20735
-------------------------	-------

Продолжение таблицы 11

ИТОГО	124411
Плановые расходы (20%)	24882
Резерв на непредвиденные расходы (3%)	3732
В целом по расчету	153025
НДС (20%)	30605
ВСЕГО по объекту	183630

Стоимость работ по объекту с учетом ГСМ составила $183630 + 29108 = 212738$ руб.

В данном разделе рассчитал стоимость геофизических исследований в проектируемой разведочной скважине на Лонтын-Яхском месторождении, который поможет нам решить поставленные задачи, а также произвел расчет затрат на дополнительные материалы, зарплаты рабочей партии и амортизацию аппаратуры для проведения ГИС.

7.7. Эффективность проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. В нашем случае оценивается эффективность работ до внедрения НИП и после внедрения НИП, это покажет эффективность выполненного проекта. Расчеты эффективности представлены в таблице 12.

Таблица 12. Сравнительная оценка эффективности НИП

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	До внедрения проекта	После внедрения проекта
Точность измерений	0,3	3	5
Простота применения	0,15	4	5
Универсальность	0,1	3	4
Энергосбережение	0,1	5	5
Стоимость	0,15	3	4
Время исследования	0,2	3	5
Итого	1	21	28

Из таблицы видно, что после внедрения разработанного проекта серьезно увеличится точность проводимых работ, а также сильно снизится время, затрачиваемое на проведение работ.

Расчет интегрального показателя эффективности НИП:

$$I_{до} = 0,3*3+0,15*4+0,1*3+0,1*5+0,15*3+0,2*3 = 3,35;$$

$$I_{после} = 0,3*5+0,15*5+0,1*4+0,1*5+0,15*4+0,2*5 = 4,75.$$

Благодаря расчету интегральных показателей эффективности можно сделать вывод о том, что эффективность работ после внедрения проекта увеличится на 41,8%, что является достаточно высоким показателем.

Вывод: в ходе написания раздела финансовый менеджмент были произведены расчеты затрат времени и труда на выполнение проектных работ, расчет затрат средств на выполнение интерпретационных работ, составлены сметы по скважинным и камеральным работам и сформирована общая сметная стоимость по проекту.

В разделах был предложен комплекс геофизических методов, который решает поставленные задачи исследования, но и уменьшает количество издержек на геофизические работы.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность предприятия заключается в ее обязательстве в отношении: охраны окружающей среды, учета интересов ближайшего окружения и общества в целом, повышения их благосостояния. Ближайшим окружением организации являются инвесторы, акционеры, работники, потребители и поставщики.

В данном дипломном проекте рассмотрен комплекс геофизических исследований в горизонтальных скважинах с целью изучения коллекторов Лонтын-Яхского нефтяного месторождения (Томская область)

Лонтын-Яхское нефтяное месторождение в административном отношении находится в Каргасокском районе на западе Томской области в 6 километрах от находящегося в разработке Западно-Катыльгинского и в 20 километрах от Первомайского нефтяных месторождений (рисунок 1). Географически расположено в бассейне р. Васюган и ее притоков.

Большую часть территории месторождения покрывают болота, которые практически непроходимы в летнее время. В их центральной части расположены внутренние мелководные озера.

Климат района континентальный с продолжительной холодной зимой и относительно коротким теплым летом. Среднегодовая температура января – -21 °С, июля +17 °С. Абсолютный максимум температур достигает +37 °С, минимум –55 °С. Зимой снежный покров достигает 0,4-2,0 м. Глубина промерзания грунта на заселенных участках достигает 1,5 м, болота – на 0,1-0,15 м. Абсолютные отметки рельефа местности изменяются в пределах от +70 до +120 м.

8.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В компании ООО «Томск-ГАЗПРОМ-геофизика», предусмотрен вахтовый график работы. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается

в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ).

Условия труда вахтовым методом

Согласно статье 301 ТК РФ «Режимы труда и отдыха при работе вахтовым методом»:

- Продолжительность вахты не должна превышать больше одного месяца. При увеличении продолжительности вахты (до 3-х месяцев) работодатель обязан учесть мнение профсоюзной организации.
- Работа выполняется по сменам, продолжительность которой не более 12 часов. Время работы (начало и конец), вид смены (дневная, вечерняя, ночная) и её продолжительность, перерывы отдыха и питания в течении смены зависят от графика сменности.
- Продолжительность перерывов не входит в рабочее время и не оплачивается. Для отдыха продолжительность перерыва составляет не более 2-х часов, перерывы питания не менее 30 минут. Включаемые в рабочее время специальные перерывы предоставляются рабочим, которые совершают работу на открытом воздухе или закрытых необогреваемых помещениях,
- Дни нахождения в пути к месту работы и обратно в рабочее время не включаются.

Охрана труда

Согласно статье 217 ТК РФ «Служба охраны труда в организации», с целью осуществления контроля создается специальная служба по охране, в которой имеется специалист в данной области с необходимой подготовкой и опытом. В соответствии с трудовым законодательством ответственность за организацию работ по охране труда несёт руководитель организации,

который обязан провести инструктаж или в его отсутствие — главный инженер.

Согласно статье 218 ТК РФ «Комитеты (комиссии) по охране труда» организуются по предложению работодателя или/и работников комиссии с целью предупреждения любого травматизма на производстве, заболевания. Комитеты должны проводить проверки условий охраны труда на рабочем месте.

8.2. Организационные мероприятия

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

При ликвидации аварий с помощью взрывных методов, выполнении любых геофизических работ в скважинах, поглощающих (при полном и катастрофическом поглощениях), ликвидации аварий, связанных с оставлением в скважинах взрывчатых материалов и источников ионизирующих излучений, работы должны вестись по разовому плану работ, утвержденному главными инженерами этих организаций.

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

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

"Заказчиком" и геофизическим предприятием с учетом размеров и конструктивных особенностей МБУ (эстакады).

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

Выполнение геофизических работ должно быть приостановлено при:

а) сильном поглощении бурового раствора (с понижением уровня более 15 м/ч);

б) возникновении затяжек кабеля, неоднократных остановках скважинных снарядов при спуске (за исключением случаев остановки снарядов на известных уступах или в кавернах);

в) ухудшении метеоусловий: снижении видимости менее 20 м, усилении ветра до штормового (более 20 м/с), сильном обледенении.

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

8.2.1. Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

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

Полевой этап

1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Метеоусловия – это состояние воздушной среды, определяемое совокупностью ее параметров: температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также атмосферного давления, теплового излучения.

Влияние метеоусловий 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.

Так как полевые работы проводятся круглый год, указанные обстоятельства значительно осложняют осуществление обслуживания скважин, создают дополнительные трудности в обеспечении безопасности этого процесса. ГИС запрещается проводить во время грозы, пурги, буранов, сильных туманов, сильного дождя, и при сильных морозах, так как при таких условиях с большой долей вероятности могут возникнуть аварийные ситуации, устранение которых будет осложнено метеоусловиями. В качестве средств индивидуальной защиты при работе на открытом воздухе в сильные морозы применяется: теплая спецодежда, утепленные прорезиненные рукавицы, валенки на резиновом ходу, утепленная шапка. В пасмурную дождливую погоду используются резиновые плащи и сапоги, а также резиновые верхонки.

2. Превышение уровня шума на рабочем месте

Основными источниками шума при работе являются: дизельный генератор, обеспечивающий работу механизмов буровой установки и двигатель каротажной станции, обеспечивающий работу лебедки.

Шумом является всякий неприятный для восприятия звук. 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. Шум снижает слуховую чувствительность, нарушает ритм дыхания, деятельность сердца и нервной системы.

Шум нормируется согласно ГОСТу 12.1.003-2014 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96. В указанных нормативных документах предусмотрены два метода нормирования шума: по предельному спектру шума и по интегральному показателю – эквивалентному уровню шума в дБА [26].

Выбор метода нормирования в первую очередь зависит от временных характеристик шума. По этим характеристикам все шумы подразделяются на постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется не более, чем на 5 дБА, и непостоянные, аналогичная характеристика которых изменяется за рабочий день более, чем на 5 дБА. Нормирование по предельному спектру шума является основным для постоянных шумов.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16, допустимый уровень шума на рабочем месте составляет 80 дБА.

Способами защиты от повышенного уровня шума являются виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых, полимерных и других демпферных материалов (установка дизельного генератора на проставки и пружины, для уменьшения уровня шума); звукоизоляция моторных отсеков кожухами из звукопоглощающих материалов; использование средств индивидуальной защиты (наушники, шлемы, беруши, специальные костюмы).

Второй метод нормирования - по эквивалентному уровню шума - основан на измерении шума по шкале А шумомера. Эта шкала имитирует чувствительность человеческого уха. Уровень шума, измеренный по шкале А шумомера, обозначается в дБА.

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

-звукоизоляция моторных отсеков кожухами из звукопоглощающих материалов;

-использование средств индивидуальной защиты (наушники, беруши, шлемы и каски, специальные костюмы и обувь);

-виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов (дизельный генератор устанавливают на полимерные подставки и пружины, чтобы уменьшить вибрацию на жилое помещение, т.к. они совмещены в один прицеп)

Камеральный этап

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Показатели микроклимата: температура, влажность, скорость воздуха, тепловое излучение. Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений (пространство высотой до 2 м над уровнем пола) регламентируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. ГОСТ устанавливает оптимальные и допустимые микроклиматические условия в зависимости от характера производственных помещений, времени года и категории выполняемой работы.

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина) и ВДТ (видеодисплейный терминал). В помещениях с такой техникой на микроклимат больше всего влияют источники теплоты, к ним относится вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация). Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Таблица 3. Допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96

Период года	Категория	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, φ%	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт}	Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт}			Если t° < t° _{опт}	Если t° > t° _{опт}
Холодный		19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 – 75	0,1	0,2
Теплый		20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

В таблице 13 приведены оптимальные нормы микроклимата для профессиональных пользователей в помещениях с ВДТ и ПЭВМ при легкой работе. Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ необходимо применять системы отопления или кондиционирования. Расчет потребного количества воздуха для местной системы кондиционирования воздуха ведется по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации и искусственного освещения, согласно СП 60.13330.2012. В помещениях с ВДТ и ПЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.

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

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Естественное и искусственное освещение помещений, где производятся камеральные работы должно соответствовать СП.52.13330.2011. При этом

естественное освещение для данных помещений должно осуществляться через окна.

Недостаточность освещения приводит к быстрой усталости глаз, а вследствие этого к последующему снижению работоспособности и внимательности. Недостаточное внимание может стать причиной какого-либо несчастного случая. Постоянная недоосвещенность рабочего места приводит к снижению остроты зрения.

При работе на компьютере, обычно, 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.

Рабочие места операторов, работающих с дисплеями, располагают подальше от окон. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства. Окна лучше оборудовать светорассеивающими шторами, регулируемыми жалюзи или солнцезащитной пленкой с металлизированным покрытием.

На случай внезапного (при аварии) отключения рабочего освещения существует аварийное освещение.

8.2.2. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

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

Полевой этап

1. Электрический ток

Опасность поражения током при проведении полевых работ заключается в возможности поражения от токонесущих элементов каротажной станции (подъемника, лаборатории, скважинных приборов) из-за

несоблюдения правил эксплуатации приборов, нарушения правил и инструкций, работа без проверки правильности отключения, отсутствии заземления.

При работе с электрическим оборудованием нужно соблюдать требования электробезопасности, согласно (ГОСТ12.1.030-81, ГОСТ12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038-82) [27].

При проведении работ электрическими методами геофизическая станция должна быть надежно заземлена во избежание поражения персонала электрическим током. Соединительные провода, применяющиеся для сборки электрических схем, не должны иметь обнаженных жил, неисправную изоляцию, концы их должны быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками. Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий:

- обеспечением недоступности прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- устройством защитного заземления;
- защитой перехода от высокого напряжения в сеть низкого напряжения;
- применением защитных средств при обслуживании электроустановок;
- проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний;
- применением устройством зануления;
- применением специальных схем защитного отключения электрооборудования аппаратов, сетей, находящихся в эксплуатации;

Во время работы установки и пробного ее пуска запрещается прикасаться к кабелю. Не допускается проведение каких-либо работ на кабеле при спускоподъемных операциях. Защитой от прикосновения к токоведущим частям является изоляция проводов, ограждения, блокировки и защитные средства. Электрозакщитные средства предназначены для защиты

людей от поражения электрическим током. Средства защиты подразделяются на основные и дополнительные.

- К основным до 1000В относятся: изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолированными рукоятками.
- Дополнительные до 1000В диэлектрические калоши, коврики и подставки.

Основными техническими средствами защиты человека от поражения электрическим током, используемыми отдельно или в сочетании друг с другом, являются (ПУЭ): защитное заземление, защитное зануление, защитное отключение, электрическое разделение сети, малое напряжение, электрозащитные средства, уравнивание потенциалов, двойная изоляция, предупредительная сигнализация, блокировка, знаки безопасности.

2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Возможность получить различного вида травму, возникает на всех этапах полевых работ, но возрастание риска подвергнуться механическому воздействию, а вследствие, получить травму можно при погрузочно-разгрузочных, монтажно-демонтажных работах на скважине и др.

Геофизическое оборудование (приборы для ГИС, каротажная машина и станция, геофизический кабель) и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.062-81, ГОСТ 12.4.125-83, ГОСТ 12.2.003-91) [28].

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 неисправное оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты (рукавицы, спецобувь, спецодежда). Ремонт оборудования должен производиться в соответствии с правилами. 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.

Камеральный этап

1. Электрический ток

Оборудованием, работающим от сети переменного тока в камеральном помещении, является монитор и системный блок питания.

Инженер - интерпретатор работая с персональной ЭВМ может подвергнуться поражению электрическим током при непосредственном прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82.

Причины электротравматизма:

- нарушение правил и инструкций;
- ухудшение электроизоляции,
- дефекты монтажа;
- переутомление.

Условия безопасности зависят и от параметров окружающей среды производственных помещений (влажность, температура, наличие токопроводящей пыли, материала пола и др.). Тяжесть поражения

электрическим током зависит от плотности и площади контакта человека с частями, находящимися под напряжением. Во влажных помещениях или наружных электроустановках складываются неблагоприятные условия, при которых ухудшается контакт человека с токопроводящими частями.

При работе с компьютерами соблюдаются требования безопасности согласно нормативным документам (ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038-82).

Согласно ПУЭ помещение с ПЭВМ относится 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). Камеральные помещения предусматриваются все выше перечисленные условия.

Для профилактики поражения электрическим током в помещении, где проводятся камеральные работы необходимо проводить следующие мероприятия по обеспечению электробезопасности: изоляция всех токопроводящих частей и электрокоммуникаций, защитное заземление распределительных щитов.

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

8.3. Экологическая безопасность

При производстве любых геофизических работ необходимо учитывать пагубное влияние производственных факторов на окружающую среду (загрязнение почвы, водоемов, воздушного бассейна и т.д.). Для предотвращения возможных экстремальных экологических и социальных ситуаций при освоении месторождения необходимо создать систему

экономических и правовых механизмов, направленную на недопущение нарушений природоохранного законодательства, т.е. своеобразную программу экологической безопасности, учитываемую на всех стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.

В процессе работ на Лонтын-Яхском месторождении происходило воздействие на следующие виды экосистемы:

Поверхностные воды.

Поверхностные воды могут загрязняться отходами и стоками технологического и хозяйственно-бытового происхождения. Возможно их загрязнение стоками дождевых и талых вод со взвешью: минеральных частиц бурового шлама; ГСМ от пролива нефтепродуктов; продуктов распада взрывчатых веществ; продуктов поверхностного смыва нарушенного почвенно-растительного слоя. Для предотвращения попадания возможных проливов ГСМ в поверхностные водоемы, площадки временного хранения ГСМ, обваловывались грунтом на высоту 0,2 м, под каждой емкостью оборудовались канавы и специальные поддоны. Для сбора и захоронения хозяйственно-бытовых отходов и стоков оборудовались туалеты и выгребные ямы -накопители.

Почвенно-растительный слой, лесное хозяйство и растительное сообщество.

Происходило его нарушение при расчистке площадок для расположения бурового оборудования, временного хранения ГСМ, стоянок отрядов, выгребных ям, зернохранилищ и временных проездов, а также при проездах транспортных средств, особенно в летнее время года. В соответствии с "Основами земельного законодательства" и СНиП 1.02.01-85, на всех нарушенных землях производилась рекультивация. При перевозках буровых агрегатов и передвижении техники на участке работ, в максимальной степени использовались просеки и проезды, проложенные в

процессе работы предыдущих лет, что позволило снизить ущерб, наносимый почвенно-растительному покрову.

Влияние на атмосферу.

Источником загрязнения атмосферы будут являться выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора, которые содержат в себе оксид азота (NO₂), оксид углерода (СО -угарный газ), диоксид серы (SO₂), сажу, а также выбросы газа и газоконденсата с лубрикаторного оборудования, в состав которого входят легкие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), в наибольшей концентрации это метан (до 96%).

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

–Оксиды азота: 0,04-0,06мг/м³

–Оксид углерода: 3мг/м³

–Диоксид серы: 0,05мг/м³

–Метан: 7000мг/м³

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

8.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей [29].

Классификация ЧС по основным признакам:

А) По сфере возникновения:

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

Б) По ведомственной принадлежности:

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

В) По масштабу возможных последствий:

- глобальные;-региональные;
- местные.

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

Д) По сложности обстановки и тяжести последствий.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера.

На нефтяных месторождениях при нарушении технологии геофизических исследований и эксплуатации зачастую возникают непредвиденные неблагоприятные ситуации. К таким относятся незапланированные выбросы углеводородов (фонтанирование), которые сопровождаются, как правило, сильными пожарами, усложняющими ситуацию.

Все случаи выбросов документируются, размножаются и распространяются по службам участвующих в разработке месторождения. В перечне документов фиксируются причины аварий, работы, проведенные при ликвидации выброса, а также способы избежания выбросов в будущем.

Наиболее вероятной ЧС является пожар на рабочем месте, поэтому ниже будет более подробно рассмотрена пожарная безопасность. Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность или неправильная эксплуатация электрооборудования (перегрев электропроводов и возгорание изоляции); неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса. Нормативный документ ГОСТ 12.1.004-91 [29].

При нарушении технологического процесса во время бурения и эксплуатации скважин может возникнуть выброс углеводородов (фонтанирование). Особенно пожароопасным является фонтанирование газа. Первичные действия буровой бригады при обнаружении выброса:

- Первый заметивший признаки фонтанирования сообщает об этом бурильщику;
- бурильщик подает звуковой или световой сигнал "выброс";
- поднимают буровой инструмент до выхода муфты трубы на 1 метр выше ротора и закрепляют тормоз лебедки;
- останавливают буровые насосы;
- открывают задвижку на линии дросселирования;
- закрывают универсальный превентор;
- закрывают шаровой кран;
- закрывают задвижку перед регулируемым дросселем;
- устанавливают наблюдение за давлением на блоке дросселирования;
- бурильщик должен сообщить о выбросе мастеру, который в свою очередь сообщает в РИТС и ЦИТС.

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

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

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

По пожарной и взрывной опасности, (согласно НПБ 105-03), помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, 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) [30].

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.

Заключение

В данном проекте рассматривалась площадь Лонтынь-Яхского месторождения на предмет проектирования на ней скважины в которой будет проведён запроектированный комплекс ГИС.

В результате выполнения работы было рассмотрено геологическое строение пласта Ю₁¹ Лонтынь-Яхского нефтяного месторождения, а также проанализирован его литологический состав и коллекторские свойства, на основании чего можно сделать вывод, что основным нефтепродуктивным пластом на месторождении является песчаный пласт Ю₁¹ надугольной толщи васюганской свиты верхней юры.

В ходе выполнения проекта были проанализированы геофизические работы прошлых лет, выполненные на месторождении. На основании проведенного анализа построена физико-геологическая модель проектной скважины и предложен комплекс геофизических исследований для решения поставленных задач в стволе эксплуатационной горизонтальной скважины. Наличие определённой априорной физико-геологической модели, имеющейся по месторождению, упростило интерпретацию геофизических данных.

Была определена методика и техника геофизических работ, которая позволит провести предложенный комплекс методов. Анализ показал, что комплекс методов решает поставленные задачи:

- Литологическое расчленение разреза проектной скважины;
- Выделение коллекторов насыщенных углеводородов;
- Определение ФЕС;
- Определение коллекторских свойств.

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

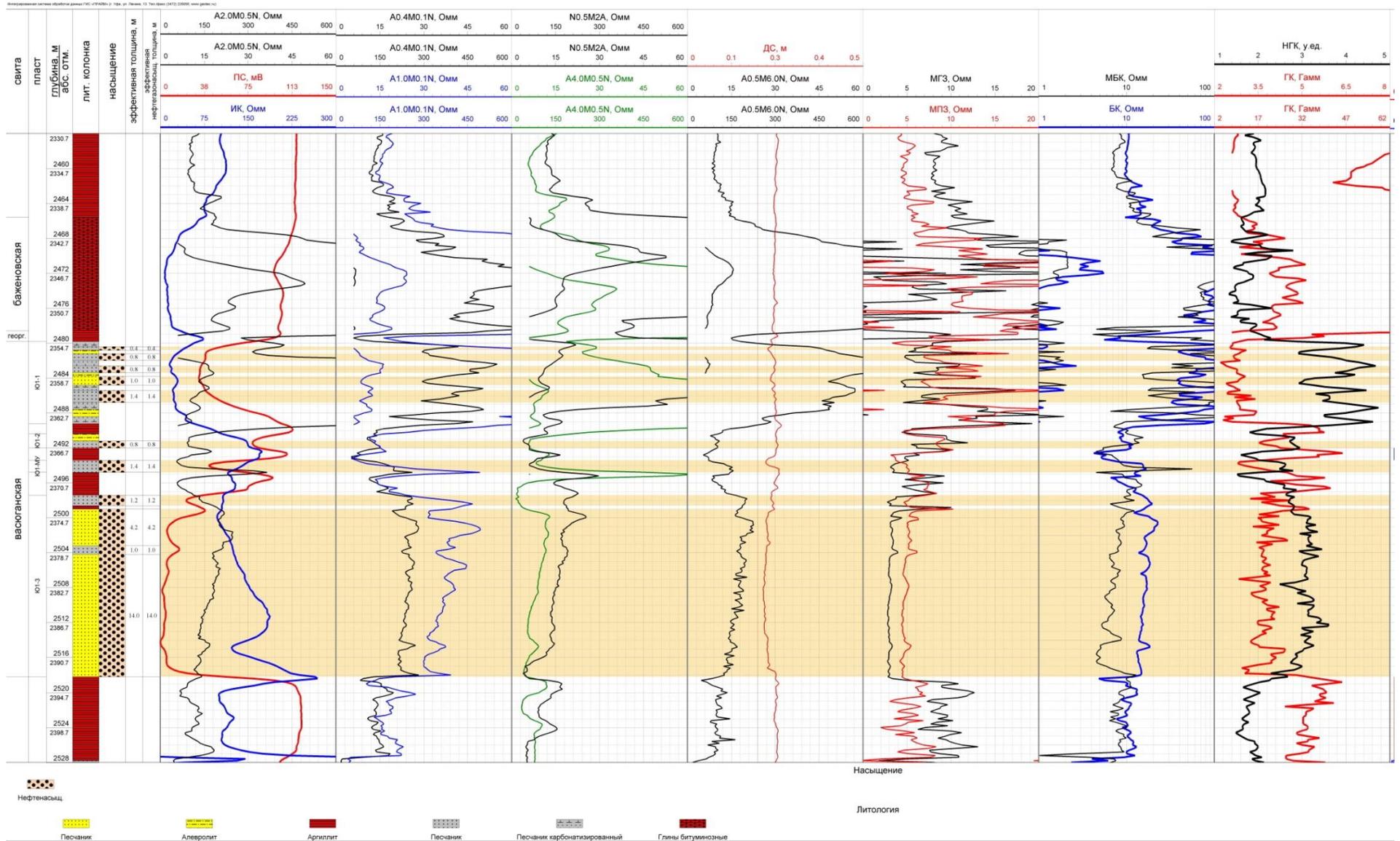
Список используемой литературы

- 1) Федоров Б.А., Харина Е.Л., Останкова О.С. и др. «Пересчет запасов УВ и ТЭО КИН Лонтынь-Яхского месторождения» по состоянию на 01.01.2014г. Книга 1. Текст. – Томск 2014. – 248 с.
- 2) Федоров Б.А., Харина Е.Л., Останкова О.С. и др. «Пересчет запасов УВ и ТЭО КИН Лонтынь-Яхского месторождения» по состоянию на 01.01.2014г. Книга 2. Текстовые и табличные приложения. – Томск 2014. – 214 с.
- 3) Конторович А.Э. Тектоническая карта Юрского структурного яруса осадочного чехла западных районов томской области. РАН СО, 2003г.
- 4) Шевченко В.Н. , Поднебесных А.В. Отчет по подсчету балансовых запасов УВ и ТЭО КИН продуктивных пластов Лонтынь – Яхского месторождения на основе геологического и гидродинамического моделирования. ТомскНИПИнефть, Томск, 2004 .
- 5) Крец Э.С. Отчет о научно-исследовательской работе «Геологическое моделирование Лонтынь-Яхского поднятия с применением компьютерной программы CHARISMA-RM» (балансовые запасы), ОАО «ТомскНИПИнефть», 1996.
- 6) Техническая инструкция по проведению геофизических исследований скважин. М., "Недра", 1986 .
- 7) Ильницкая Е.И. Свойства горных пород и методы их определения.- М.: Недра, 1973.
- 8) Лапинская Т.А. Основы петрографии /Т.А. Лапинская, Б.К. Прошляков.- М.: Недра, 1981.- 232 с.
- 9) Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта: Учеб. для вузов /Ш.К. Гиматудинов Ш.К., А.И. Ширковский.- М.:Недра, 1982.- 311 с.
- 10) Перспективные технологии бурения скважин. [Электронный ресурс]: <https://neftegaz.ru/science/development/332610-perspektivnye-tekhnologii-bureniya-skvazhin/> (Дата обращения 23.05.2021).

- 11) Каротаж во время бурения. [Электронный ресурс]: <http://www.ngv.ru/upload/iblock/4ae/4aea2251d201e4f5fc46a37d6f2d64d4.pdf> (Дата обращения 24.05.2021).
- 12) Справочник по геологии. [Электронный ресурс]: <https://www.geolib.net/gis/gamma-karotazh.html> (Дата обращения 24.05.2021).
- 13) Информационно-измерительные системы в бурении. [Электронный ресурс]: <https://leuza.ru/old/gti/termin/karotazh/ggk.htm> (Дата обращения 24.05.2021).
- 14) Антонов Ю.Н. , Жмаев С.С. Высоочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ). Новосибирск, 1979. -103 с.
- 15) Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие /А.В.Ежова; Томский политехнический университет – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 29 с.
- 16) РД 153-39.0-072-01 от 7 мая 2001 г. №134 «Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах», утвержденный Минэнерго России. – М.: 2001. –135 С.
- 17) Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин. Издательство ГЕРС. 2001г.
- 18) Сучков Б.М. Горизонтальные скважины. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. 424 с.
- 19) Геофизические исследования скважин и интерпретация данных ГИС: учеб. пособие / В. Н. Косков, Б. В. Косков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 317 с.
- 20) Исаченко, В.Х. Инклометрия скважин/ В.Х. Исаченко. - М.: Недра, 1987. - 216 с.
- 21) Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: материалы VIII Международной научно-практической

- конференции обучающихся, аспирантов и ученых (Нижевартовск, 27 апреля 2018 г.). В 2-х томах / отв. ред. Ю. Б. Чебыкина. – Тюмень: ТИУ, 2018.
- 22) РД 153-39.0-072-01 «Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах»
 - 23) Глухов В. В. Менеджмент: Учебник. 2-е изд. испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 528 с.
 - 24) Производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ” (ПОСН 81- 2-49)
 - 25) Сборник сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 10. Транспортное обслуживание геологоразведочных работ. М.: 1992. – 58 с
 - 26) ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание)
 - 27) ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
 - 28) ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности
 - 29) ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. От 12 сентября 2016 года №22.0.02-2016.
 - 30) Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 92.
 - 31) НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

Приложение 1.



Приложение 2.

