

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 21.05.03 Технология геологической разведки

Отделение геологии

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
<b>Комплекс геофизических исследований скважин с целью определения коллекторских свойств горизонта Ю1 на Оленьем нефтяном месторождении (Томская область)</b> УДК 553.982:550.832(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Корниенко Максим Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соколов Степан Витальевич	к.г – м.н.		

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев Виталий Валерьевич	к.г – м.н.		

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 21.05.03 Технология геологической разведки

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Ростовцев В. В.

(Подпись) (Дата)                      (ФИО)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

Студенту:

Группа	ФИО
2271	Корниенко Максим Николаевич

Тема работы:

<b>Комплекс геофизических исследований скважин с целью определения коллекторских свойств горизонта Ю1 на Оленьем нефтяном месторождении (Томская область)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 21-49/С 21.01.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе:</b>	Материалы производственной и преддипломной практики, полученные в ФБУ «ТФГИ п Сибирскому федеральному округу».
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения об объекте исследования.</li> <li>2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования.</li> <li>3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований.</li> <li>4. Основные вопросы проектирования.</li> <li>5. Методические вопросы.</li> <li>6. Технологии проведения каротажа во время бурения и классического каротажа на кабеле.</li> <li>7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>8. Социальная ответственность.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	1. Обзорная карта Оленьего месторождения(Томская область)

	2. Структурная карта по отражающему горизонту $\Pi_a$ 3. Структурная карта Оленьего месторождения 4. Литолого-стратиграфическая колонка 5. Условные обозначения для стратиграфической колонки 6. Тектонической карте юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, под редакцией Конторович А.Э. 7. Условные обозначения 8. Геологический разрез продуктивной части 9. Каротажная диаграмма 10. Структурная карта по подошвенному пласту $Ю_1^0$ 11. Априорная физико-геологическая модель 12. Внешний вид комплексного геофизического прибора 13. Схематический вид комплекса методов 14. Зависимость аПС 15. Зависимость ГК 16. Сравнение эффективности дифференцирования ГК и ПС 17. График зависимости относительного отклонения $\alpha_{ПС}$ от параметра $K_{пр}$ (Керн) 18. Количество исследований LWD в период с 2006 по 2015 гг. 19. Гистограммы распределения данных, записанных приборами на кабеле и в составе КНБК 20. Сопоставление данных, записанных приборами на кабеле и в составе КНБК 21. Сопоставление данных методов оценки УЭС (RT) 22. Сопоставление результатов интерпретации данных
--	---

**Консультант по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Маланина В.А., доцент, к.э.н
<b>Социальная ответственность</b>	Гуляев М.В., старший преподаватель

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель / консультант:**

Должность	ФИО	Учена степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Соколов Степан Витальевич	к.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Корниенко Максим Николаевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2271	Корниенко Максим Николаевич

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение геологии
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	21.05.03 Технология геологической разведки

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников предприятия.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	2. <i>Районный коэффициент- 1,5; премиальный коэффициент – 0,7%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	3. <i>Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды –31 %</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Формирование плана и графика разработки проекта</i>	1. <i>Определение этапов работ; определение трудоемкости работ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета проекта</i>	2. <i>Определение затрат на проектирование (смета затрат)</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. <i>Расчет показателей экономической эффективности</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

Оборудование и аппаратура по обслуживанию (табл.)  
 Виды проектируемых работ (табл.)  
 Расчёт времени и труда (табл.)  
 Расчет цены геофизических работ (табл.)  
 Нормы расхода ГСМ при переезде и работе на стационаре (табл.)  
 Расчет цены ГСМ геофизических работ базисно-индексным методом (табл.)  
 Расчёт заработной платы (табл.)  
 Себестоимость работ (табл.)

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОГСН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2271	Корниенко Максим Николаевич		

## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2271	Корниенко Максим Николаевич

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	21.05.03 Тех- нология геоло- гической раз- ведки

Тема ВКР:

**Комплекс геофизических исследований скважин с целью определения коллекторских свойств горизонта Ю<sub>1</sub> на Оленьем нефтяном месторождении (Томская область)**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объектом исследования</i> является разведочная скважина на Оленьем нефтяном месторождении Томской области.</p> <p><i>Область применения:</i> нефтяные месторождения Западной Сибири.</p> <p><i>Рабочая зона:</i></p> <p>-камеральный этап проводится на специализированном оборудовании (ЭВМ), рабочее место оборудовано на стационарной базе. Площадь отапливаемого помещения 12м<sup>2</sup>, с применением искусственного освещения смешанного типа.</p> <p>-полевой этап проводится с использованием оборудования ГИС в полевых условиях на открытом воздухе.</p>
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p>	<p>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p>	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>- Повышенный уровень шума;</li> <li>- Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>- Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действием которого попадает работающий;</li> <li>- Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования</li> <li>- Тяжесть и напряженность физического труда;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми;</li> <li>- Повышенный уровень ионизирующего излучения.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу.</li> <li>- решение по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- Выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> <li>- Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2271	Корниенко Максим Николаевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 105 с., 22 рис., 24 табл., 35 источников.

Ключевые слова: Оленье месторождение, нефтяное месторождение, баженовская свита, геофизические исследования скважин, каротаж, фильтрационно-емкостные свойства, коллектор, комплекс геофизических исследований.

Цель работы: на основе анализа результатов ранее проведенных геолого-геофизических исследований запроектировать комплекс геофизических исследований разведочной скважины на Оленьем месторождении.

Объектом исследования является продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub> Оленьего месторождения.

В процессе исследования проводилось обоснование комплекса ГИС в проектной скважине, литологическое расчленение разреза, выделение пластов-коллекторов, определение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов, определение характера насыщения пластов-коллекторов. Для обоснования положения проектной скважины изучена геолого-геофизическая информация о геологическом строении и степень изученности месторождения.

В результате исследования анализ ранее выполненных геофизических исследований позволил определить положение скважины на площади, выбрать методы и обосновать геофизический комплекс для решения поставленных задач в проектной скважине. Комплекс включает: электрические, радиоактивные, акустические методы, инклинометрию, кавернометрию. Выбрана аппаратура для проведения запроектированных геофизических исследований, рассмотрены методики измерений, интерпретации полученных результатов и метрологическое обеспечение измерений.

В специальной части рассмотрены достоинства и недостатки каротажа во время бурения, проведен сравнительный анализ с классическим каротажом, оценена экономическая эффективность технологий регистрации при геофизическом исследовании.

Стоимость рассмотренного в ВКР проекта на выполнение геофизического исследования скважин составляет 439 644 рублей.

На основе анализа вредных и опасных факторов, выявленных для геофизических работ, было определено действие этих факторов на организм человека и предложены средства защиты. Рассмотрены меры безопасности в чрезвычайных ситуациях и охраны окружающей среды.

## ESSAY

The final qualifying work includes 105 p., 22 fig., 24 tables, 35 sources.

Keywords: Olenye deposit, oil field, Bazhenov formation, geophysical studies of wells, Western Siberia, filtration and capacitance properties, reservoir, complex of geophysical studies.

The purpose of the work: based on the analysis of the results of previously conducted geological and geophysical studies, to design a complex of geophysical studies of an exploratory well at the Olenie field.

The object of the study is the productive horizon of the J<sub>1</sub> Deer-its deposits.

In the course of the study, the GIS complex was justified in the design well, lithological dissection of the section, isolation of reservoir layers, determination of filtration-capacitance properties (FCP) of reservoirs, determination of the saturation nature of reservoir layers. To substantiate the position of the project well, geological and geophysical information about the geological structure and the degree of study of the deposit was studied.

As a result of the study, the analysis of previously performed geophysical studies made it possible to determine the position of the well on the area, choose methods and justify the geophysical complex for solving the tasks in the project well. The complex includes: electrical, radioactive, acoustic methods, inclinometry, cavernometry. The equipment for carrying out the projected geophysical studies was selected, measurement methods, interpretation of the obtained results and metrological support of measurements were considered.

The cost of the project considered in the WRC for the implementation of a geophysical study of wells is 439,644 rubles.

Based on the analysis of harmful and dangerous factors identified for geophysical work, the effect of these factors on human body was determined and protective measures were proposed. The measures of safety in emergency situations and environmental protection are considered.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

НК – неколлектор;  
НЗ – нефтяная зона;  
НВЗ – нефтеводная зона;  
ВЗ – водонасыщенная зона;  
УВ – углеводороды;  
Кп – коэффициент пористости;  
Кн – коэффициент нефтенасыщенности;  
Кпр - коэффициент проницаемости;  
Кв – водонасыщенность;  
Кно – коэффициент остаточной нефтенасыщенности;  
Кво - коэффициент остаточной водонасыщенности;  
рп – удельное электрическое сопротивление;  
рпкр – критическое сопротивление пласта;  
рзп – удельное электрическое сопротивление зоны проникновения;  
рс – удельное электрическое сопротивление промывочной жидкости;  
рвп – удельное сопротивление водоносного пласта;  
рв – удельное электрическое сопротивление пластовой воды;  
ГИС – геофизические исследования скважин;  
ВНК – водонефтяной контакт;  
ГТМ – геолого-технологическое мероприятие;  
БКЗ — боковое каротажное зондирование;  
ВИКИЗ — высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование;  
ГК — гамма-каротаж интегральный;  
ИК – индукционный каротаж;  
БК – боковой каротаж;  
МК – микрокаротаж;  
АК – акустический каротаж;  
ПС – метод самопроизвольной поляризации;  
КС – каротаж сопротивлений.  
LWD - Logging while drilling  
WL - Wireline logging  
КНБК – компоновка низа буровой колонны

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	13
1.1 Географо-экономический очерк .....	13
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность .....	14
2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	22
2.1 Литолого-стратиграфический разрез .....	22
2.2 Тектоника.....	26
2.3 Нефтегазоносность .....	27
2.4 Петрофизическая характеристика разреза .....	30
3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	36
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	41
4.1 Задачи геофизических исследований.....	41
4.2 Обоснование объекта исследования .....	41
4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	43
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ .....	47
5.1 Методика проектных геофизических работ.....	47
5.2 Интерпретация геофизических данных .....	54
5.2.1 Выделение коллекторов и оценка эффективных толщин.....	54
5.2.2 Определение коэффициента пористости.....	56
5.2.3 Определение коэффициента проницаемости.....	58
5.2.4 Оценка характера насыщенности коллекторов .....	59
5.2.5 Определение коэффициента нефтенасыщенности.....	60
6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРОТАЖА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ И КЛАССИЧЕСКОГО КАРОТАЖА НА КАБЕЛЕ .....	63
6.1 Преимущество и недостатки LWD.....	64
6.2 Перспективы каротажа во время бурения .....	65
6.3 Сопоставление результатов традиционных ГИС и LWD .....	66
6.4 Сопоставление эффективных толщин ФЕС .....	69
6.5 Заключение по сравнительному анализу LWD и WL .....	71
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	72

7.1 Технический план (объём проектируемых работ).....	72
7.2 Расчет затрат времени и труда.....	74
7.3 Расчёт цены геофизических работ на скважине и ГСМ при переезде и работе .....	77
7.4 Расчёт заработной платы.....	81
7.5 Оценка рентабельности проекта.....	82
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	85
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации .....	85
8.2 Производственная безопасность при эксплуатации.....	86
8.3 Экологическая безопасность при эксплуатации.....	97
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации .....	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	102

### 3. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В скважинах, пробуренных на территории Оленьего месторождения, применяется следующий комплекс геофизических исследований.

Каротажная диаграмма по Оленьему нефтяному месторождению представлена на рисунке 3.1.

Стандартная электрометрия, включающая замеры кажущегося сопротивления последовательным градиент-зондом (А2М0.5N), потенциал-зондом N0.5M4A и замер потенциалов собственной поляризации ( $U_{пс}$ ). Эти работы производятся по всему стволу и используются для корреляции разрезов скважин и геологических построений.

Песчаник по диаграмме потенциала собственной поляризации  $U_{пс}$  выделяется отрицательной аномалией (120-130 мВ). Баженовская свита, Георгиевская свита, глины, угли, аргиллиты и т.д. на данной диаграмме не выделяются характерными аномалиями и все приближены к линии глин.

Боковое электрическое зондирование (БЭЗ) пятью последовательными градиент-зондами ( $L=0.45; 1.05; 2.25; 4.25; 8.5$  м) и одним обращенным градиент-зондом ( $L=4.25$  м).

Боковое электрическое зондирование проводится в интервалах, перспективных в нефтегазоносном отношении (юрские и меловые отложения), с целью определения истинного электрического сопротивления пластов, для выделения продуктивных пластов, отбивки контактов ГВК, ВНК.

Баженовская и Георгиевская свиты отмечаются на диаграмме БЭЗ высоким УЭС. В пределах пласта коллектора заметно расхождение кривых разных длин зондов БЭЗ. Что указывает на пространственное распределение УЭС при разных зонах проникновения относительно длины зонда (В нефтенасыщенном коллекторе неизменной части пласта УЭС немного выше, чем в водонасыщенном). Известняк и глины выделяются более высоким УЭС.

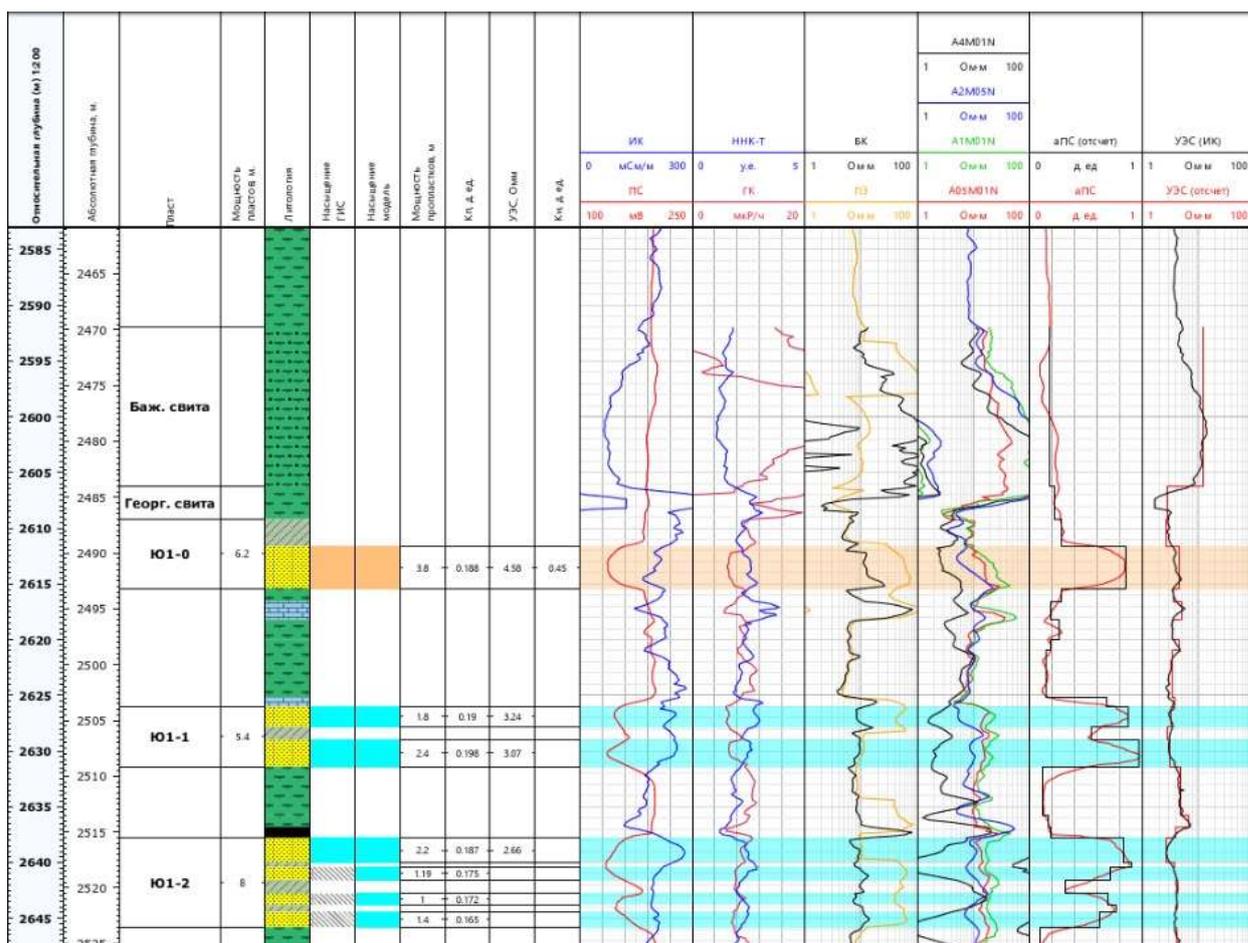


Рис. 3.1. Каротажная диаграмма Оленьего месторождения

Кавернометрия. Диаграммы кавернометрии широко используются при комплексной интерпретации промыслово-геофизических данных для выделения коллекторов, а также служат для контроля за техническим состоянием скважины и расчета количества цемента при тампонаже.

Микрозондирование двумя зондами используется при выделении коллекторов, определении границ пластов. При чередовании коллекторов с плотными пластами высокого сопротивления микрозондирование четко выделяет плотные прослои и является надежным методом для определения эффективной мощности.

Радиометрические исследования методами естественного гамма-излучения (ГК) и радиационного гама-излучения (НГК).

Измерения производятся в необсаженных скважинах и результаты используются для расчленения разреза по литологии, качественной оценки глинистости и пористости коллекторов.

При полимиктовом составе скелетной части пород горизонта Ю<sub>1</sub> данные гамма-метода не могут использоваться для количественной оценки глинистости, так как вследствие повышенной активности скелета дифференциация кривых ГК отражает содержание радиоактивных элементов скелета (изотоп К<sup>40</sup>), а не глинистость материала.

Значительные зоны проникновения (до 8d с) существенно влияют на показания НГК, затрудняя выделения газоносных пластов и отбивку контактов ГVK и ГНК.

Нейтронный гамма-каротаж по методике повторных замеров в обсаженных скважинах выделяет газонасыщенные интервалы в связи с измерением водородосодержания в них при расформировании зоны проникновения (Басин и др., 1964, 1969 г.).

При наличии большой зоны проникновения газонасыщенные интервалы выделяются положительным приращением при двукратных замерах НГК, разобщенных промежутком времени ожидания расформирования зоны проникновения. Это время зависит от литологической характеристики разреза, глубины зоны проникновения, коэффициента пористости  $K_{п}$  и газонасыщенности  $K_{г}$ , глинистости и т.д.

При выполнении временных замеров НГК необходимо соблюдение стандартности условий (т.е. основной и повторный замер проводятся только в обсаженной неперфорированной скважине) и постоянства параметров регистрации (однотипные радиометры, единый масштаб в эталонных единицах, единая постоянная времени, скорость регистрации).

Баженовская свиты выделяется большой положительной аномалией гамма-активности, и отрицательной аномалией ННК-т.

Пласт-коллектор по ГК имеет отрицательную аномалию со значениями гамма активности от 6 до 8 мкР/ч. По ННК-т выделяется положительная аномалия равная 2.5 у.е.

Известняк выделяется отрицательными аномалиями по ГК и большой положительной аномалией по ННК-т из-за своей высокой плотности.

Глины без аномальные, их среднее значения по ГК равняется от 10 до 13 мкР/ч, по ННК-т от 1.9 до 2.1 е.у.

Индукционный каротаж проводился зондами 4Ф0.75 и 6Ф1.2.

Влияние глубоких зон проникновения на показания зонда 4Ф0.75 не позволяет, в большинстве случаев, использовать его для определения удельного сопротивления коллекторов и, следовательно, делает зонд неэффективным для разреза Томской области.

В результате анализа фактического материала отмечено, что зонд 6Ф1.2 отличается от пятикатушечного зонда 5Ф1.2 большей дифференциацией и по глубине исследования примерно соответствует зонду А4М0.5N.

Высокая геологическая эффективность индукционного каротажа в условиях часто переслаивающегося разреза Томской области позволяет считать его основным при решении ряда задач, в том числе и для определения характера насыщения маломощных пластов.

Существенным преимуществом индукционного каротажа в условиях данного разреза является более четкое выделение контактов и прослеживание переходной зоны.

Баженовская свита по ИК выделяется низкой проводимостью в пределах 50 мСм/м. Георгиевская свита отличается очень высокой положительной аномалией с очень высокой проводимостью, которая выходит из 1 масштаба данного метода.

Нефтенасыщенный коллектор имеет значения проводимости от 170 до 210 мСм/м. Водонасыщенный коллектор отличается более высокой проводимостью от 230 до 260 мСм/м.

Известняк имеет отрицательную аномалию равную 140 мСм/м

Боковой каротаж проводится аппаратурой АБК-3. Исследовались возможности применения метода для определения характера насыщения пластов и выделения коллекторов. Ввиду влияния глубоких зон проникновения первая задача им не решается. В вопросе детального расчленения разреза метода БК не несет дополнительной информации к получаемой по БКЗ.

Однако отмечается эффективность БК для изучения высокоомных палеозойских образований, где расчленяющая способность БКЗ низка.

Микробоковой каротаж (МБК). Объем измерений данным методом незначительный. Эффективность МБК для определения удельного сопротивления промытой зоны изучена недостаточно. По имеющимся данным можно сделать вывод о более детальной дифференциации кривых МБК по сравнению с кривыми микрозондирования, что имеет существенное значение при подсчете эффективной мощности коллекторов.

Газовый каротаж проводился с помощью газокаротажной станции типа ГКС-3. В комплекс геохимических исследований входили: непрерывный газовый каротаж бурового раствора, хроматермографический анализ проб газозооной смеси газоанализаторами типа ГСТЛ-3, термовакуумная дегазация проб глинистого раствора с покомпонентным анализом извлеченного газа, регистрация скорости проходки и определения физических параметров раствора.

Кроме перечисленных методов в скважине проводились инклинометрия, термометрия с целью ОЦК и ОГГ, акустический цементомер и цементомер ГГК для оценки качества цементирования скважин.

Для определения сопротивления бурового раствора применялся поверхностный резистивиметр. Качество материалов исследований, в целом, удовлетворительное.

## **4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **4.1 Задачи геофизических исследований**

На запроектированном участке работ перед ГИС стоят следующие геологические задачи:

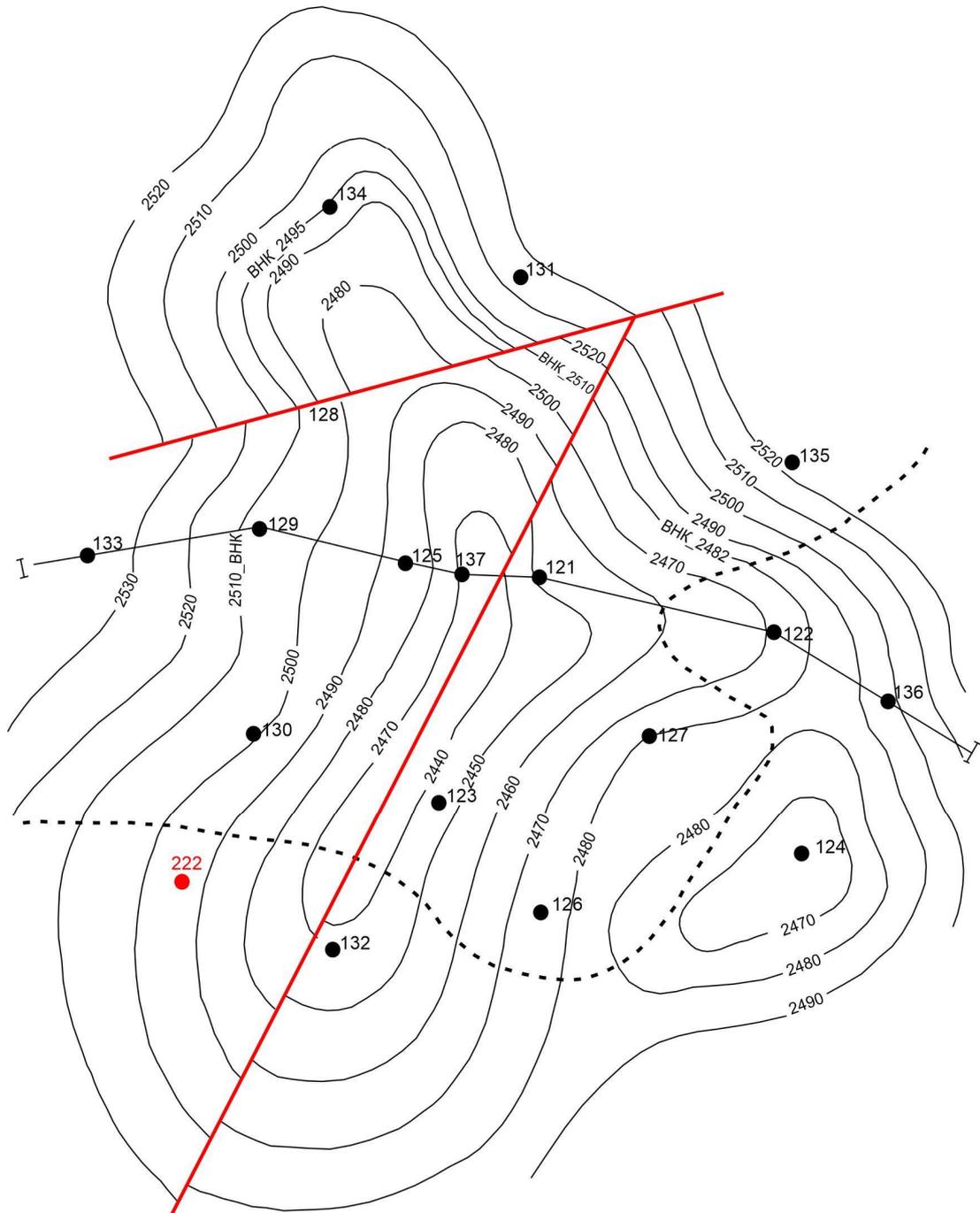
- Литологическое расчленение и корреляция разреза;
- Выделение коллекторов;
- Оценка фильтрационно-емкостных свойств коллектора;
- Оценка характера насыщения и коэффициентов флюидонасыщенности.
- Определение водонефтяного контактов.

### **4.2 Обоснование объекта исследования**

Для выбора участка работ были использованы материалы, из ранее выполненных отчетов, по подсчету запасов. А именно структурная карта по подошве пласта Ю<sub>1</sub><sup>0</sup> и плохо изученные ФЕС в юго-западной части месторождения. Запроектирована разведочная скважина №222 в юго-западной части месторождения с целью уточнения контуров залежи и фильтрационно-емкостных свойств (см. рис. 4.1). Бурение скважины проектируется глубиной 2900 м до пород палеозойского фундамента.

СТРУКТУРНАЯ КАРТА  
по подошве пласта Ю1-0  
ОЛЕНЬЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

М 1:25 000



Условные обозначения:

- |     |                                      |                  |                        |
|-----|--------------------------------------|------------------|------------------------|
| — — | - Линия профиля                      | ● <sup>121</sup> | - Разведочная скважина |
| —   | - Разрывные нарушения                | )                | - Изогипсы             |
| )   | - Границы распространения коллектора | ● <sup>222</sup> | - Проектная скважина   |

Рис. 4.1. Структурная карта по подошвенному пласту Ю<sub>1</sub><sup>0</sup>

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

Комплекс геофизических исследований определяется исходя из задач, перечисленных выше.

Поставленные геологические задачи исходя из анализа результатов прошлых лет, можно решить с помощью следующих геофизических методов:

1. Стандартный каротаж (ПС)
2. Боковое каротажное зондирование (БКЗ)
3. Боковой каротаж (БК)
4. Высоочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ)
5. Резистивиметрия
6. Микрозондирование (МКЗ)
7. Индукционный каротаж (ИК)
8. Радиоактивный каротаж (ГКС, ГГК-п, ННК-т)
9. Кавернометрия (КВ)
10. Акустический каротаж (АК)
11. Инклинометрия

*Стандартный каротаж* предназначен для литологического расчленения, корреляции разрезов скважин, определения эффективных мощностей.

*Боковое электрическое зондирование.* Для выделения пород-коллекторов, оценки их характера насыщения, определения удельного сопротивления неизменной части пласта ( $\rho_p$ ) и удельного сопротивления зоны проникновения ( $\rho_{zp}$ ).

*Боковой каротаж* проводится с целью выделения проницаемых и плотных пропластков, определения зоны проникновения, уточнения эффективных толщин, определения удельного сопротивления пластов в комплексе с БЭЗ и ИК [6].

*Микрозондирование* проводится в интервале БЭЗ с целью выделения проницаемых интервалов и уточнения границ, уточнения эффективных толщин коллекторов.

*Индукционный каротаж* является основным методом при определении удельного сопротивления горных пород в области низких значений, исполь-

зуется для определения характера насыщения пластов, определения положения водонефтяного контакта.

*Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ).* Применяется для обнаружения радиального градиента сопротивлений и выделять по этому признаку пласты, в которые происходит проникновение промывочной жидкости (коллекторы), определять удельное электрическое сопротивление частей пластов, не затронутых проникновением, зон проникновения и окаймляющих их зон с одновременной оценкой глубины измененной части пласта. По данным об удельном электрическом сопротивлении пластов также определяют характер насыщения в коллекторе и положение флюидальных контактов и протяженности переходных зон.

*Спектрометрический гамма картаж (ГКС).* К числу качественных задач относятся: детальная стратиграфическая корреляция и выявление надежных реперов, выделение в различных фациях отдельных типов пород (глинистых, карбонатных, эвапоритовых, магаматических и метаморфических), выделение высокопроницаемых и трещиноватых зон в плотных карбонатных породах, а также интервалов обводненных коллекторов. Количество метод позволяет оценить тип и содержание глинистых минералов в пласте, содержание органического углерода в глинистых нефтематеринских формациях [7].

*Гамма-гамма плотностной картаж.* Применяется для определения объемной плотности среды, пористости, литологического расчленения разреза, выделение пластов с аномально низкой объемной плотностью.

*Нейтрон нейтронный картаж по тепловым нейтронам.* Показания НКТ используются для оценки пористости коллекторов при неизменном их насыщении: если известна пористость - для определения газонасыщенности, если пластовая вода сильно минерализована - для определения типа флюида, насыщающего поровое пространство.

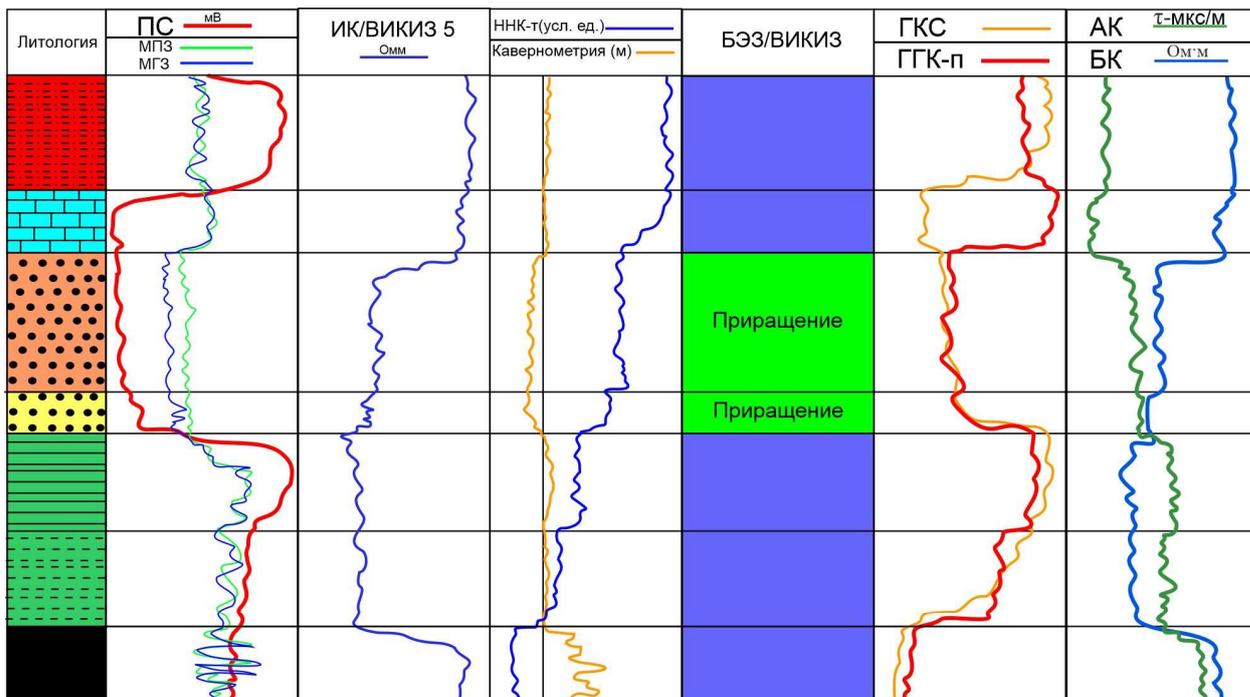
*Кавернометрия* проводится с целью определения диаметра скважины, выделения пластов-коллекторов и уточнения эффективных толщин коллектора.

*Резистивиметрия* проводится с целью определения удельного сопротивления промывочной жидкости ( $\rho_c$ ), которое используется при обработке методов БЭЗ, ИК-БК.

*Инклинометрия* проводится для определения местоположения точки вскрытия пласта скважиной и определения абсолютных отметок и эффективных толщин с учетом абсолютных отметок.

*Акустический каротаж* выполняется с целью определения скоростей упругих волн в горных породах, литологического расчленения разреза скважины, определения типа и величины коэффициента пористости, выделения пластов-коллекторов со сложной структурой порового пространства.

Физико-геологическая модель (см. рис. 4.2.), была составлена, основываясь на показаниях вышерассмотренной каротажной диаграммы и исследований ряда других скважин месторождения, а также основываясь на петрофизических свойствах пород, слагающих Оленье месторождение. С геофизической точки зрения, данная модель является типовой для терригенного разреза.



**Условные обозначения:**

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| - Бажен. свита               | - Нефтенасыщенный песчаник |
| - Плотные карбонатные породы | - Водонасыщенный песчаник  |
| - Аргиллит                   | - Уголь                    |
| - Алевролит                  |                            |

Рис. 4.2. Априорная физико-геологическая модель

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

### 5.1 Методика проектных геофизических работ

Геофизические исследования в скважинах будут проводиться по общепринятой схеме:

1. Эталонирование и настройка аппаратуры
2. Метрологическая поверка
3. Контроль и установка масштабов
4. Географические измерения, запись результатов
5. Обработка записей

Эталонирование и настройка аппаратуры осуществляется на базе экспедиции, а метрологическая поверка аппаратуры на скважине перед началом каротажа.

Регистрация ГИС будет проводиться с помощью современного цифрового регистратора «Вулкан V6», который обладает большим количеством современных функций. Регистратор принимает и преобразует полученную информацию в цифровой формат и выводит все на монитор ПК.

«Вулкан V6» позволяет подключать геофизический кабель до 3-х жил, с постоянным током до 300 В, 1А.

«Вулкан V6» современный каротажный регистратор с программным управлением всеми функциями и расширенными возможностями адаптации к геофизической аппаратуре всех типов. Разработан на новой элементной базе, отвечающей всем требованиям последних достижений в электроники. В основу заложен многоядерный микропроцессор, позволяющий увеличить объем вычислительных ресурсов и выйти на качественно новый уровень обработки сигналов с гарантией точности и достоверности получаемых данных (см. рис. 5.1).



Рис 5.1. Внешний вид каротажного регистратора «Вулкан V6»

Большая часть задач геофизического исследования в скважинах будет решаться с помощью *аппаратурно-методического комплекса (АМК) «МАГИС-2»* предназначенный для проведения геофизических исследований в бурящихся нефтегазовых скважинах полным набором методов ГИС в открытом стволе приборами на каротажном кабеле (рис. 5.2, рис. 5.3., табл. 5.1).

Методы ГИС, реализованные в комплексе АМК «МАГИС-2»

- Индикатор нагрузки и резистивиметр в модуле телеметрии;
- Электрический каротаж БКЗ, БК, резистивиметр (жесткая коса), 2БК, многозондовый 5БК;
- Нейтронный каротаж - методы 2ННКт и НГК;
- Гамма-гамма плотностной каротаж - литоплотностной каротаж;
- Гамма-каротаж спектрометрический;
- Акустический каротаж - широкополосный каротаж с антенной из 8 приемников;
- Микрокаротаж - методы МБК, МКВ;
- Профилеметрия - 6 рычажный механический профилимер;
- Многозондовый индукционный каротаж (4 и 5 зондов),
- Потенциал самопроизвольной поляризации (ПС);
- Инклинометрия.

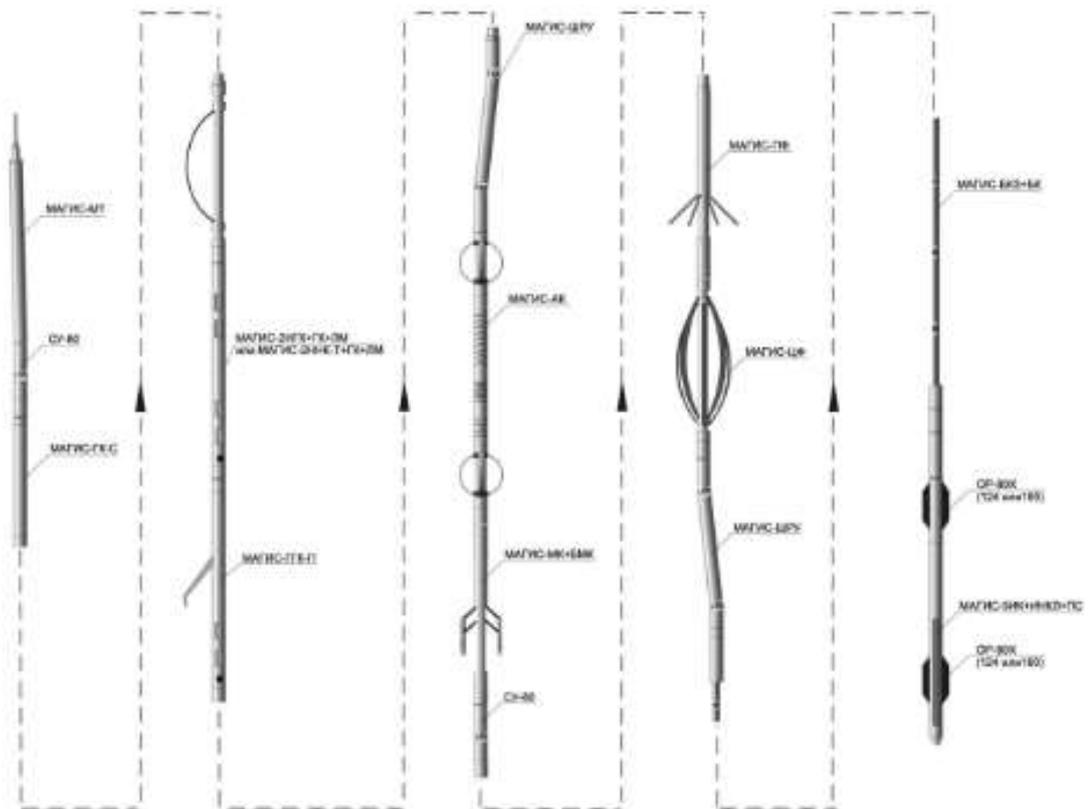


Рис. 5.2. Внешний вид АМК «МАГИС-2»

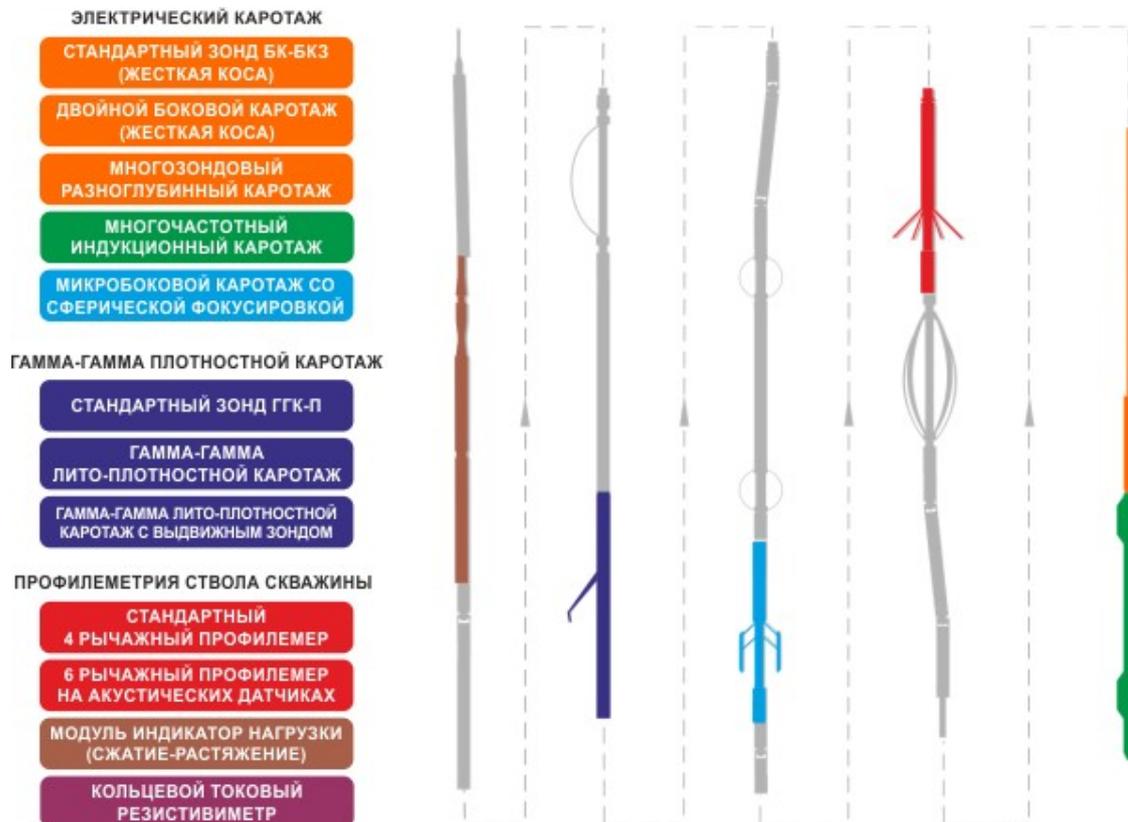


Рис. 5.3. Схематический комплекс методов АМК «МАГИС-2»

Главным преимуществом данного комплекса является возможность за одну спускоподъемную операцию производить полный комплекс геофизических исследований при одинаковых скважинных условиях (однородный по составу, с одинаковыми фильтрационными свойствами буровой раствор) с целью оценки литологических и фильтрационных и емкостных свойств разбуриваемых горных пород с применением адаптивной телеметрии сбора, и передачи информации под любой тип каротажного кабеля.

Состав комплекса и физические параметры измерительных зондов оптимизированы для решения любых геолого-геофизических задач в любых типах литологических разрезов и при любых физико-химических свойствах исследуемых объектов.

Проведение исследований комплексом АМК «МАГИС-2» более рентабельно, чем обычная технология проведения каротажа, за счет сокращения времени от монтажа аппаратуры до получения окончательных результатов.

Таблица 5.1. - Технические характеристики

Наименование составной части	Наружный диаметр (диаметр проходной), мм	Длина в составе комплекса, мм	Масса, кг
Модуль МАГИС-МТ	80	1142	34
Модуль МАГИС-ИН	80	1985	60
Модуль МАГИС-БКЗ+БК	80	18500	280
Модуль МАГИС-БКЗ+2БК7/9	80	20700	300
Модуль МАГИС-5БК-73	73	8200	150
Модуль МАГИС-5БК-80	80	8200	150
Модуль МАГИС-5ИК+ИНКЛ+ПС	80	3775	55
Модуль МАГИС-ГК-С	80	1600	34
Модуль МАГИС-2ННК-Т+ГК+ЛМ	80	3116	82
Модуль МАГИС-НГК+ГК+ЛМ	80	3120	90
Модуль МАГИС-ГГК-П	80	2920	87
Модуль МАГИС-ГГК-ЛП	90	3200	112
Модуль МАГИС-АК	320,250 (80)	3890	85
Модуль МАГИС-МК+БМК	110	2470	80
Модуль МАГИС-МК+БМК(СФ)	110	2500	85
Модуль МАГИС-ПФ	80	2360	80
Модуль МАГИС-ПФ-6	80	2300	70
Центратор МАГИС-ЦФ	323 (80)	1040	30
Децентратор МАГИС-ДЦ	320, 270 (80)	1575	55
Шарнирное развязывающее устройство МА-	80	2357	40

ГИС-ШРУ			
Устройство стыковочное СУ-80М	80	430	16

Рабочие условия применения:

- Диапазон температуры окружающей среды рабочих условий применения от +5 до +120 °С.
- Максимальное рабочее гидростатическое давление в скважине 80 МПа
- Скорость каротажа при детальном исследовании не более 360 м/ч
- Диапазон удельного сопротивления промывочной жидкости от 0,05 до 5 Ом·м

*Кавернометрия* будет проводиться прибором Кедр-80СКПД.. Масштаб глубин 1:500, 1:200; скорость регистрации 1000-2000м /час.

*Аппаратура ВИКИЗ* состоит из скважинного и наземного приборов. Скважинный прибор по значениям климатических влияющих величин для предельных, рабочих условий применения и предельных условий транспортирования, соответствует группе КС4-3 по ГОСТ 26116, по воздействующим механическим факторам – группе МС2-3 по ГОСТ 26116.

Наземный прибор по значениям климатических влияющих величин для предельных, рабочих условий применения и предельных условий транспортирования, соответствует группе КС1 по ГОСТ 26116, по воздействующим механическим факторам – группе МС1 по ГОСТ 26116.

Аппаратура ВИКИЗ содержит пять каналов определения кажущегося УЭС и один канал измерения потенциала самопроизвольной поляризации скважины (далее – ПС). Канал измерения ПС содержит электрод ПС. Каждый из каналов определения кажущегося УЭС содержит трёхкатушечный электромагнитный зонд

Таблица 5.2. - Геометрический размер и рабочая частота

Номер канала	Схема зонда	Длина, м	База, м	Частота, МГц
1	И1 0,40 И2 1,60 Г	2,000	0,400	0,875

2	И1 0,28 И2 1,13 Г	1,414	0,283	1,75
3	И1 0,20 И2 0,80 Г	1,000	0,200	3,5
4	И1 0,14 И2 0,57 Г	0,707	0,141	7
5	И1 0,10 И2 0,40 Г	0,500	0,100	14

Максимальная скорость каротажа 2000 м/час, при этой скорости измерения проводятся через 0.05 м по глубине. Рекомендуется вести запись каротажных диаграмм с шагом квантования по глубине не более 0.1 м

## 5.2 Интерпретация геофизических данных

### 5.2.1 Выделение коллекторов и оценка эффективных толщин

Выделение коллекторов проводилось по комплексу промыслово-геофизических данных, в основном, по диаграммам ПС и микрозондирования. Диаграммы кавернометрии использовались как дополнительная информация к указанным материалам.

Несмотря на электрическую неоднородность разреза, экранирование высокоомными прослоями, была проведена интерпретация значительного количества пластов-коллекторов по БКЗ Оленьего месторождения.

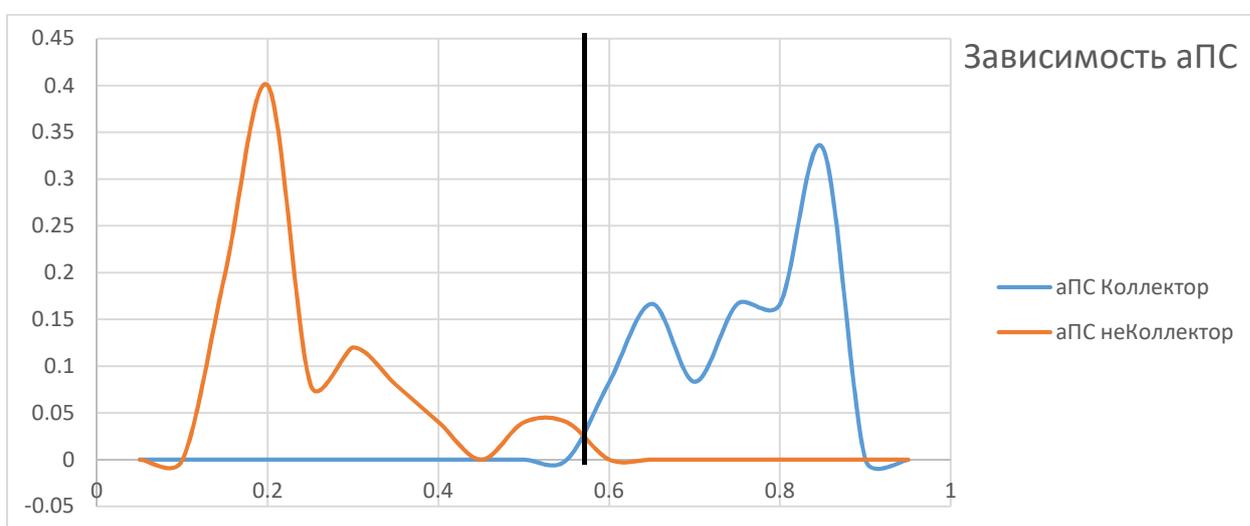


Рис. 5.4. Зависимость аПС

$$\alpha \text{ и } \beta = \frac{\Delta P(B_i) \cdot \Delta B_i}{2}, \quad (1)$$

Найдем:  $\alpha = \frac{0,03 \cdot 0,02}{2} = 0,0003$  – пропуск объекта

$\beta = \frac{0,03 \cdot 0,03}{2} = 0,00045$  – ложное обнаружение

Найдем надежность разделения:

$$\gamma = 1 - 0,5(0,00045 + 0,0003) = 0,9996$$

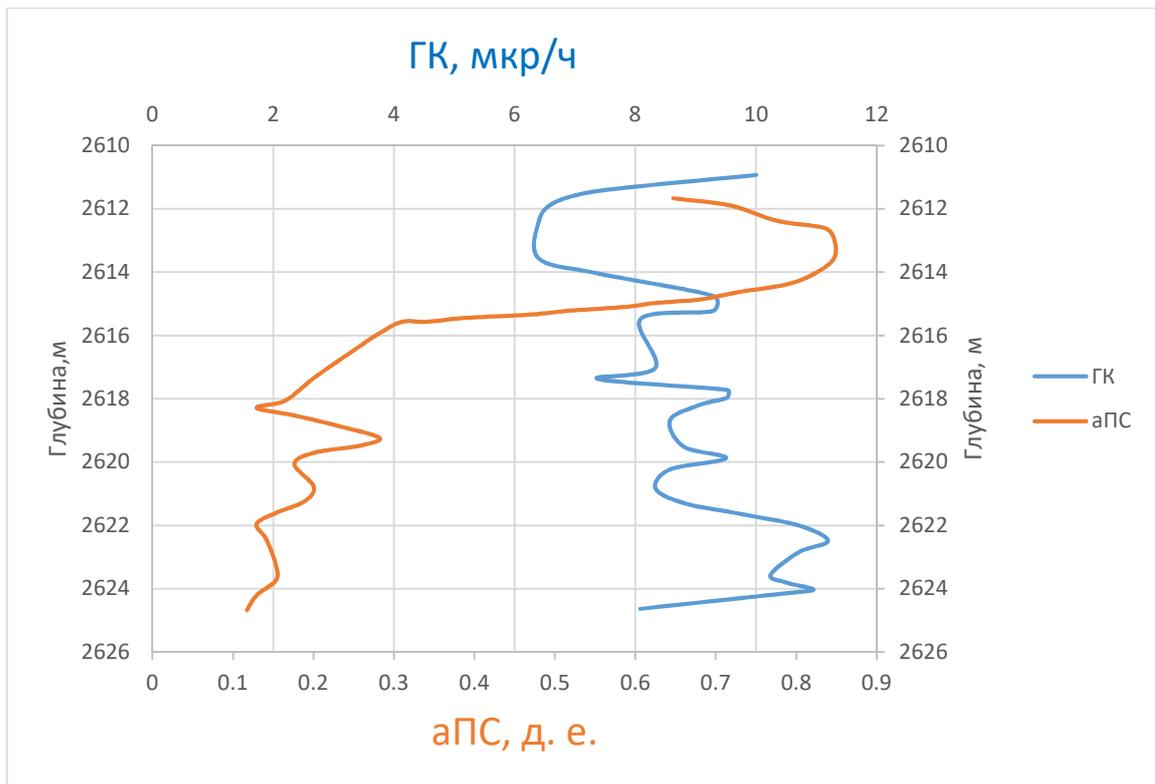


Рис. 5.6. Сравнение эффективности дифференцирования ГК и ПС

Надежность разделения на порядок выше по диаграммам ПС, несмотря на электрическую неоднородность и экранирование высокоомными прослоями.

По лабораторным исследованиям было получено граничное  $\alpha_{пс.гр} \geq 0,43$ . Таким образом, по относительному параметру ПС выше или равно 0.43 интерпретируется как песчаник (коллектор), а породы ниже граничного значения как глина (не коллектор). В качестве дополнительного критерия оценивания литологического расчленения пород является наличие в них качественных геофизических признаков по электрическим методам. А именно по БК, МК, ВИКИЗ, БКЗ при прохождении через коллектор образуется приращение кривых на каротажной диаграмме вследствие образования зоны проникновения.

### 5.2.2 Определение коэффициента пористости

Петрофизика разделяет пористость на 3 типа: открытую ( $K_{По}$ ), закрытую ( $K_{Пзакр}$ ) и общую ( $K_{Пообщ}$ ) пористости которые связаны соотношением:

$$K_{общ} = K_o + K_{закр}, \quad (2)$$

Под открытой, понимается та часть пустотного пространства которая соединена между собой до границ скважины. Величину  $K_{Пзакр}$  определяется наличие закрытых (изолированных) пор в коллекторе.

*Определение пористости по ГКС и НКТ.*

Определение глинистости будет определяется по зависимости полученной в результате лабораторных исследований по керну.

$$K_{гл} = \left( 1.055 - (1.114 - 1.111 \cdot J_{норм})^{0,5} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

Далее необходимо определить общий коэффициент пористости с помощью метода НКТ.

$$K_{Пообщ} = 33.2 \cdot \left( \frac{1}{НКТ_{норм}} + 0,2409 \right), \quad (4)$$

Для определения открытой пористости необходимо вычесть  $K_{гл}$ .

$$K_{п} = K_{Пообщ} - (K_{гл} \cdot 0,182), \quad (5)$$

*Определение пористости с помощью комплекса электрических методов.*

Коэффициент пористости коллекторов определяется методом сопротивлений по зависимости параметра пористости  $R_{п}$  от коэффициента пористости породы  $K_{п}$ .

Зависимость  $R_{п} = (f(K_{п}))$  построена для Оленьего месторождения лабораторией физики пласта НТГУ.

Параметр пористости  $R_{п}$  для водоносных пластов рассчитывался по формуле:

$$R_{п} = \frac{\rho_{п}}{\rho_{в}}, \quad (6)$$

$\rho_{\Pi}$  – удельное электрическое сопротивление водоносного пласта, определяемое по БКЗ;

$\rho_{\text{в}}$  – удельное сопротивление пластовой воды.

При отсутствии данных о минерализации пластовых вод  $\rho_{\text{в}}$  брали по аналогии с соседними площадями.

Коэффициент пористости продуктивных коллекторов рассчитывался по величине удельного сопротивления  $\rho_{\text{зп}}$  зоны проникновения фильтрата бурового раствора.

$$P_{\Pi} = \frac{\rho_{\text{зп}}}{\rho_{\text{ф}} \cdot Q}, \quad (7)$$

$\rho_{\text{ф}}$  – удельное сопротивление фильтрата бурового раствора;

$Q$  – коэффициент, учитывающий влияние остаточной нефти в зоне проникновения.

Данный способ относится к числу приближенных, что объясняется пониженной точностью измерения  $\rho_{\text{зп}}$ , а также  $Q$ .

При расчетах принималось  $Q=1.56$  при  $K_{\text{п}}=20\%$ . Единая средняя поправка  $Q$  приводит к систематической ошибке, так как остаточная нефтенасыщенность по керновым данным может меняться в довольно широких пределах (от 5 до 30%).

Удельное сопротивление  $\rho_{\text{зп}}$  определялось по БКЗ, по малым зондам и по палеткам СНИИГГИМСа, причем данные по последним малочисленны в связи с несоответствием исходных данных (в частности  $\rho_{\text{вм}}/\rho_{\text{с}}$ ) палеточным.

Привлечение нескольких способов определения  $\rho_{\text{зп}}$  дает возможность сравнивать данные и избегать существенных ошибок.

Сопоставление результатов определения коэффициента пористости по промыслово-геофизическим данным с анализами керна показывает достаточно хорошую сходимость значений  $K_{\text{п}}$ .

### 5.2.3 Определение коэффициента проницаемости

Поскольку пористость характеризует емкостные свойства коллектора и судить по ее величине о фильтрационной способности породы можно лишь ориентировочно, при установлении нижнего предела пористости пользуются статической связью между пористостью и проницаемостью.

*Определение  $K_{пр}$  по методу ПС*

$$K_{пр} = 10^{((\frac{пс}{0,75})^{2,27})}, \quad (8)$$

*Определение  $K_{пр}$  по методам ГКС и НКТ*

$$K_{пр} = \frac{(K_{п} - 15,806)}{0,0474}, \quad (9)$$

Отрядом физики пласта ТТГУ для пород-коллекторов Первомайского и Оленьего нефтяных месторождений установлена корреляционная связь данных параметров с коэффициентом корреляции 0.85 и 0.78.

Наиболее часто в качестве нижнего предела проницаемости рядом исследователей принимается величина, равная 1 мД.

Для указанных месторождений проницаемости 1 мД соответствует значения пористости 13% и 14%.

Данная методика в значительной мере условна, так как использует «абстрактную статистическую зависимость без учета литолого-фациальной характеристики пород и их производительной способности».

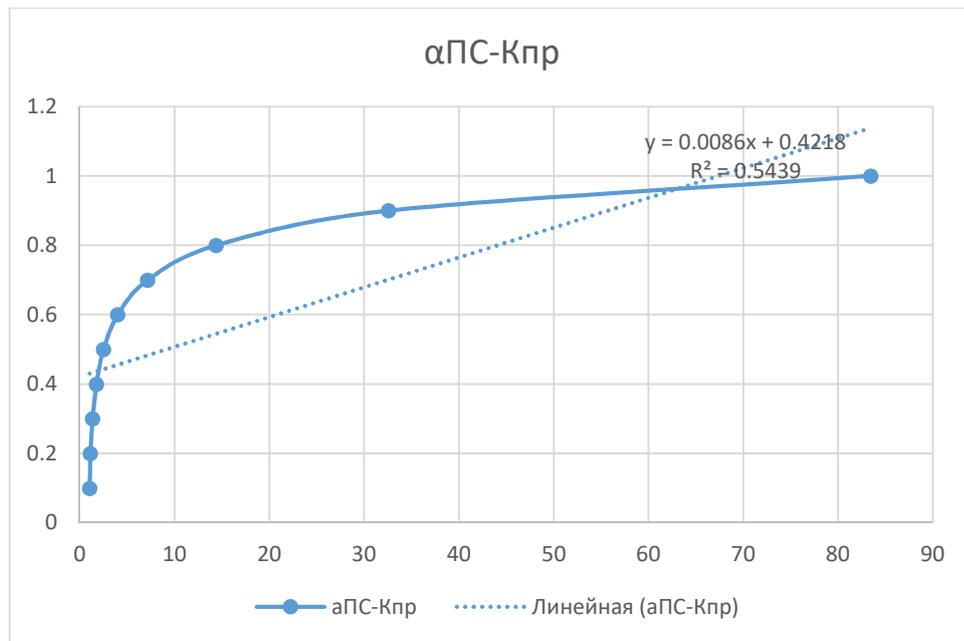


Рис. 5.6. График зависимости относительного отклонения  $\alpha_{ПС}$  от параметра  $K_{пр}$  (Керн)

#### 5.2.4 Оценка характера насыщенности коллекторов

Оценка характера насыщения пластов производилась по истинному удельному электрическому сопротивлению с учетом специфических особенностей месторождения или площади.

При обработки данных по Оленьему месторождению установлено  $\rho_{п}^{критич.} = 2.1 - 2.4$  Ом·м, при котором из горизонта  $Ю_1$  получен приток воды с пленкой нефти. Удельные сопротивления нефтеносных коллекторов месторождения изменяются от 5.5 до 9.5 Омм.

Сравнивая с Останинским месторождением водоносные пласты горизонтов  $Ю_1$ -III имеют удельное сопротивление 4 Омм и дают незначительные притоки пластовой воды. Результаты определения физических свойств по промыслово-геофизическим данным и анализы керна, выполненные в лаборатории физики пласта ТТГУ, свидетельствуют о низких коллекторских свойствах пород горизонтов  $Ю_1$ -III на этом месторождении.

Разделения пластов по характеру насыщения с использованием  $\alpha_{ПС}$ , ГКС, НКТ:

$$P_{\Pi} = 3,3105 \cdot \left(\frac{K_{\Pi}}{100}\right)^{-1,15}$$

После нахождения  $P_{\Pi}$  определяем  $P_H$

$$P_H = \frac{P_{\Pi}}{(0,07 \cdot P_{\Pi})}, \quad (11)$$

Определение коэффициента водонасыщенности

$$K_B = (1,07 \cdot P_H^{-0,66}), \quad (12)$$

Определение коэффициента нефтенасыщенности

$$K_H = 100 - K_B, \quad (13)$$

### 5.2.5 Определение коэффициента нефтенасыщенности

Коэффициент нефтенасыщения  $K_H$  и газонасыщенности  $K_G$  определялись по параметру насыщения  $P_H = \frac{\rho_{\text{нп}}}{\rho_{\text{вп}}}$ ,

где  $\rho_{\text{нп}}$  – удельное сопротивление продуктивного пласта,

$\rho_{\text{вп}}$  – удельное сопротивление пласта при 100% водонасыщении.

Удельное сопротивление продуктивного пласта  $\rho_{\text{нп}}$  находилось по данным БКЗ.

Удельное сопротивление полностью водонасыщенного пласта определялось по данным пористости породы  $P_p$  и сопротивления пластовых вод.

$$\rho_{\text{вп}} = P * \rho_{\text{в}}, \quad (14)$$

Коэффициент нефте-газонасыщенности определялся по зависимости  $P_H = f(K_B)$ , построенной для данного месторождения, а при отсутствии её осредненной кривой для юрских отложений Томской области.

Положение водонефтяного и газовойдяного контактов определялось по кривой последовательного градиент-зонда ( $L=4.2$  м). С применением кривых малых зондов и микрозондирования. Эта методика дает результаты, если граница раздела проходит внутри мощного однородного пласта.

Для определения положения контактов ВНК и ГВК в маломощных пластах использовались данные индукционного каротажа.

Анализ промыслово-геофизических материалов показал, что газоносные и нефтеносные пласты по удельному электрическому сопротивлению не разделяются и, следовательно, газонефтяной контакт ГНК по методу сопротивлений не определяется.

Применяемый комплекс промыслово-геофизических исследований является достаточно эффективным в условиях разреза Томской области.

Характер насыщения коллекторов довольно четко определяется по БКЗ в комплексе с индукционным каротажем. Следует отметить, что эффективным для данного разреза является зонд 6Ф1.2 обладающий достаточной глубиной.

До настоящего времени недостаточно обоснован критерий коллектор-неколлектор в условиях реального пласта. В связи с этим необходима запись кривых дебитометрии и увязки их с относительной аномалией  $\alpha_{ПС}$ , двойным разностным параметром  $\alpha_{МКЗ}$  и керновым материалом.

При интерпретации геофизических данных использовались критерии представленные в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Критерии для интерпретации геофизических данных

Параметры	Расчетные формулы		
Продуктивные пласты	$ЮВ_1^0$	$ЮВ_1^1$	$ЮВ_1^2$
Температура пласта, °С	95.0		
Минерализация пластовой воды, кг/м <sup>3</sup>	35.0		
Сопротивление пластовой воды, Ом	0.07		
Критерии коллектора: для нефти	$\alpha_{пс} \geq 0.43$		
Критерий получения чистой нефти	$\rho_{п} \geq 6.5, P_{н} \geq 3.6$		
Критерий получения нефти с водой	$4.0 \leq \rho_{п} < 6.5, 2.45 \leq P_{н} < 3.5$		
Критерии выделения водоносных пластов	$\rho_{п} < 4.0, P_{н} < 2.45$		
Водонефтяной контакт (ВНК), м	-2470.0, -2476.0, -2503.0, -2510.0		
Открытая пористость, доли ед.	$K_{п}^{отк} = 0.1205\alpha_{пс} + 0.07$ $K_{п}^{отк} = (0.3322 + 0.08J_{нкт}) / J_{нкт} (1.46929 - 0.40437\alpha_{пс})$ $K_{п}^{отк} = (0.3322 + 0.08J_{нкт}) / J_{нкт} (0.97606 - 0.496\Delta J\gamma)$		
Относительное сопротивление	$P_{п} = 3.3105K_{п}^{-1.15}$	$P_{п} = 3.6308K_{п}^{-1.13}$	
Нефтенасыщенность, доли ед.	$K_{в} = 1.07P_{н}^{-0.66}$	$K_{в} = 1.12P_{н}^{-0.75}, K_{н} = 1 - K_{в}$	
Проницаемость, 10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>	$K_{пр} = 10^{((\alpha_{пс}/0.75)^{2.27})}$		
Глинистость, доли ед.	$\hat{E}_{а\ddot{e}} = 1.055 - (1.14 - 1.111\Delta J\gamma)^{0.5}$		

## **6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРОТАЖА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ И КЛАССИЧЕСКОГО КАРОТАЖА НА КАБЕЛЕ**

Строительство наклонно-направленных и горизонтальных нефтяных и газовых скважин набирает все больше оборотов в нефтегазовой промышленности. Далеко вперед шагнула данная область производства, с развитием технологий и методов для разведки, поисков и добычи углеводородов.

Стремительные технологии и улучшения получают телеметрия, планирование наклонно-направленного бурения, геонавигация и способы доставки геофизического оборудования на забой скважины.

На сегодняшний день наибольший объем исследований приходится на классический каротаж на трубах или геофизическом кабеле. Однако все больше при строительстве и разведке скважины прибегают к активно-развивающейся технологии, как каротаж в процессе бурения (Logging while drilling или LWD). LWD в большей степени достаточен для разведки и разработке месторождений, как для эксплуатируемых так и для новых месторождений.

Регистрация ГИС в процессе бурения берет свое начало еще с 1940-х годов, когда пытались использовать на тот момент новые технологии импульсов бурового раствора, проводных труб, акустики и электромагнетизма.

На данный момент каротаж в процессе бурения имеет свое место в нефтегазовой промышленности и не является чем-то новым.

Сравнительный анализ каротажа в процессе бурения и классического каротажа на кабеле будет проводиться на одном из месторождений Западной Сибири. Комплексный анализ данных который был получен во время и после бурения, направлен с целью сравнения достоверности полученных данных. На сколько информация для оценки ФЕС полученная при каротаже после бурения будет отличаться от LWD.

Месторождение «PIZ1» в литологическом отношении состоит из песчаника средне-мелкозернистого и мелкозернистого, в различной степени алевритистого и алевритового, сцементировано глинистым, участками гли-

нисто-карбонатным, цементом; а также аргиллитами алевроитовыми, слабослюдястыми, линзовидно-, волнистолинзовидно-слоистыми. Диапазон изменения ФЕС пород-коллекторов соответствует значениям пористости 10,6–15,0%, проницаемости – 0,1–21,1 мД [8].

### **6.1 Преимущество и недостатки LWD**

Каротаж в процессе бурения – состоит из приборов ГИС, которые доставляются в ствол скважины уже как часть компоновки низа буровой колонны (КНБК).

Результаты записи каротажа выводятся в реальном времени на монитор телеметриста или можно получить из памяти прибора после измерения и подъема КНБК на поверхность.

На данный момент из-за хорошего развития технологии LWD, стали чаще проводить данный вид исследования, поскольку в процессе изучения поведения флюида, горных пород и скважины непосредственно после вскрытия пласта выявили ряд преимуществ в исследовании данным способом регистрации.

Как говорилось выше, важным преимуществом является высокое качество данных ГИС, записанное моментально после вскрытия продуктивного горизонта. Как правило, после вскрытия продуктивного горизонта глубина проникновения фильтрата бурового раствора составляет несколько сантиметров, что позволяет более качественно записать удельное электрическое сопротивление неизменной части пласта и в дальнейшем по зависимостям Арчи-Дахнова более корректно оценить коэффициент водонасыщенности.

LWD значительно сокращает время на исследование скважины, поскольку уменьшается количество спуско-подъемных операций и запись идет непосредственно во время бурения.

Одним из основных преимуществ каротажа в процессе бурения является получение данных в реальном времени, что дает возможность оценить фильтрационно-емкостной потенциал и пластовое давление. Также возмож-

ность корректировать долото, для максимальной проходки в продуктивной части коллектора.

Данная технология имеет ряд недостатков, помимо большого количества преимуществ.

Из-за технологических факторов, таких как вибрация колонны в интервале набора оборотов забойным двигателем возникают помехи в процессе регистрации, которые приводят к искажениям или кривые ГИС недостаточно дифференцированы.

Также существенный недостаток заключается в плохом прижатии прибора к стенкам скважины в случае большого угла наклона ствола, влияния вмещающих горных пород. Существует проблема с декодированием сигнала, приводящая к потере данных.

Также данная технология имеет высокую стоимость, по сравнению с классическим ГИС на кабеле.

## 6.2 Перспективы каротажа во время бурения

Уже с 2006 по 2015 гг. использование каротажа в процессе бурения заметно выросло, все чаще стали использовать в горизонтальном и наклонно-направленном бурении технологию LWD в программу строительства скважин (см. рис.6.1).

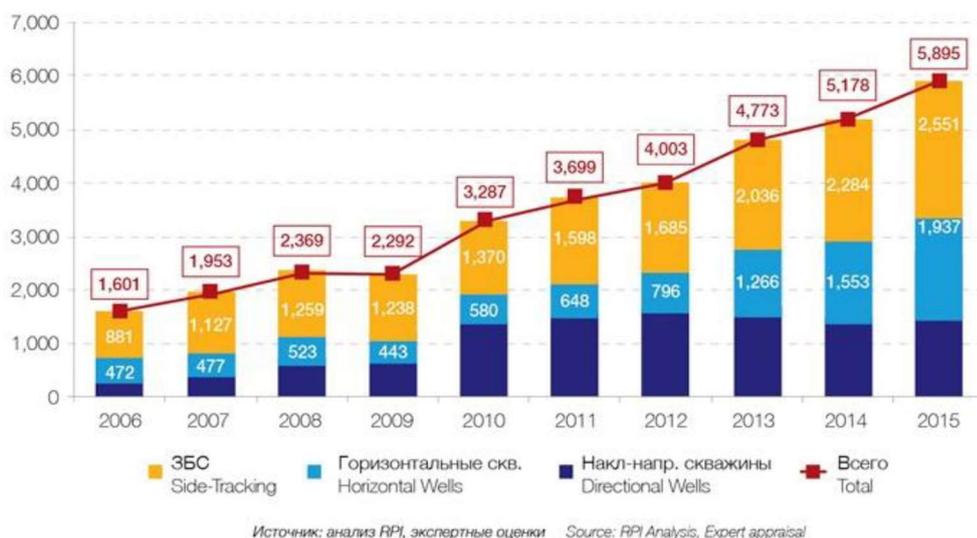


Рис. 6.1. Количество операций LWD, произведенных в России в 2006–2015 гг. [9]

Количество операций LWD выросло более чем в 3 раза и продолжает увеличиваться по сей день. Российский рынок не является исключением. За ростом количества операций «зарезки» боковых стволов следует и дополнительное число спуско-подъемных операций, что, в свою очередь, чревато повышенными рисками возникновения аварий на производстве [10].

Предпосылки к развитию каротажа в процессе бурения, которые были выделены в процессе сравнения технологий ГИС:

1. Увеличение спроса на бурение скважин со сложной траекторией;
2. Осложнения при строительстве скважины: – особенности литологического строения разреза (осыпание пород и нарушение устойчивости ствола скважины), – гидратообразование и др.;
3. Стремление к экономической выгоде буровых программ.

В перспективе, рынок услуг по LWD будет расти как в стоимостном выражении, так и по количеству операций, что, прежде всего, связано с повышением спроса на более технологически сложные и, соответственно, дорогие решения для горизонтального и наклонно-направленного бурения. Второй веской причиной является труднодоступность и суровые погодные условия районов работ в удаленных регионах, что удорожает работу геофизических партий.

### **6.3 Сопоставление результатов традиционных ГИС и LWD**

При проектировании методов каротажа в процессе бурения, ссылались на данные ГИС, записанные при классическом каротаже, и результаты лабораторных исследований керна. В данном случае, помимо точного метрологического обеспечения оборудования, степень корреляции геолого-геофизической информации, полученной различными способами, определяет их объективность, а соответственно, и применимость приборов LWD.

В работе рассмотрена геолого-геофизическая информация, полученная из скважин с S-образной траекторией, что говорит о вертикальном вскрытии пласта.

По окончании работ были построены гистограммы и кросс-плоты корреляции параметров гамма-гамма плотностного каротажа и нейтронного каротажа (НК), регистрируемых приборами каротажа (рис. 6.2., 6.3.). Изначально, петрофизическое обеспечение интерпретации данных ГИС основано на разведочных скважинах, где каротаж проведен на кабеле и включает в себя всю линейку методов электрометрии (ВИКИЗ – высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование, БКЗ – боковое каротажное (или электрическое) зондирование, БК – боковой каротаж, ИК – индукционный каротаж), а также выполнен отбор и исследования кернового материала в максимально возможном объеме [8].

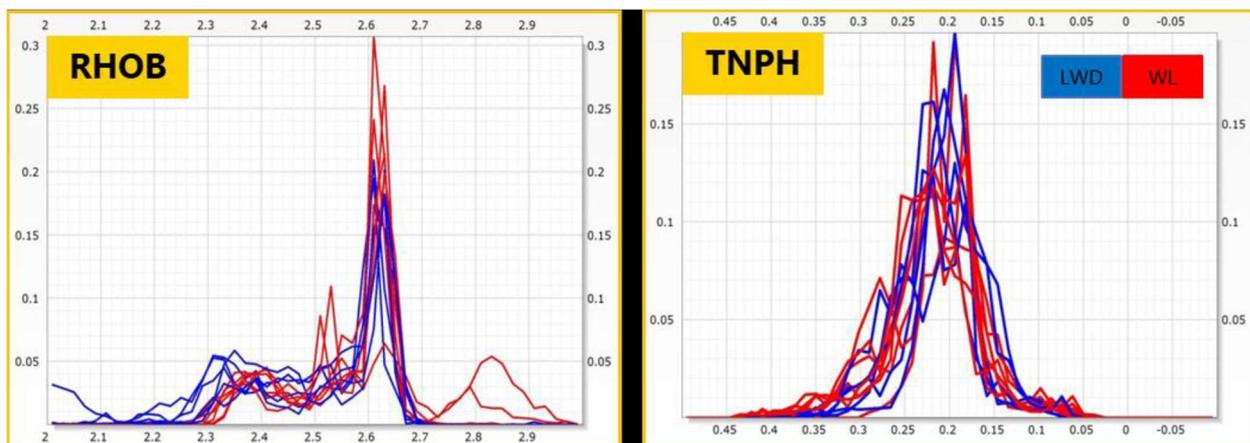


Рис. 6.2. Гистограммы распределения данных, записанных приборами на кабеле (WL) и в составе КНБК (LWD):  
а) ГГКп (RHOв); б) НК (TNPH)

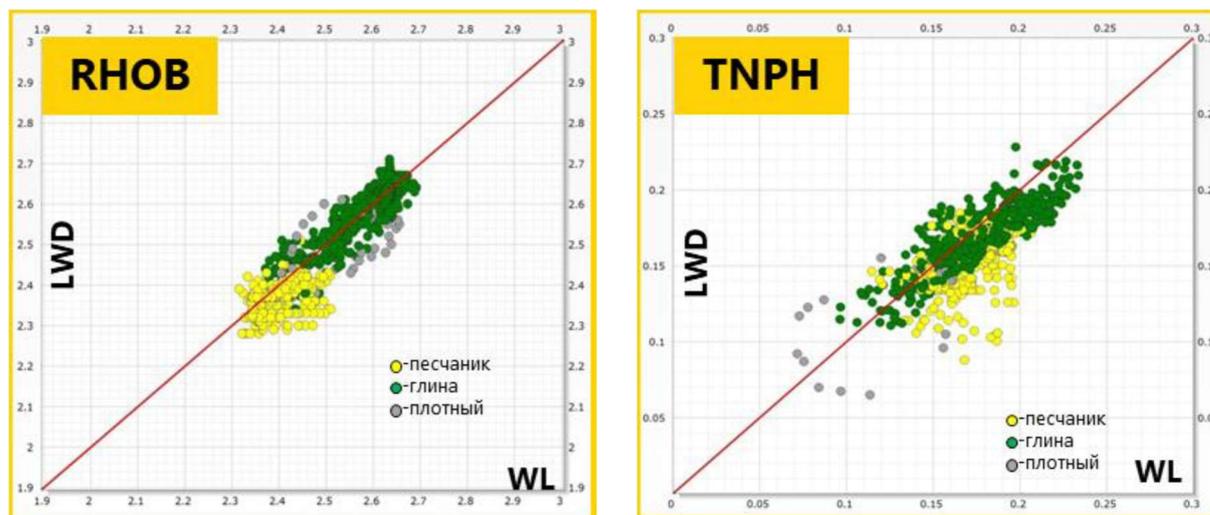


Рис. 6.3. Сопоставление данных, записанных приборами на кабеле (WL) и в составе КНБК (LWD):

а) ГГКп (RHOВ); б) НК (ТНPH)

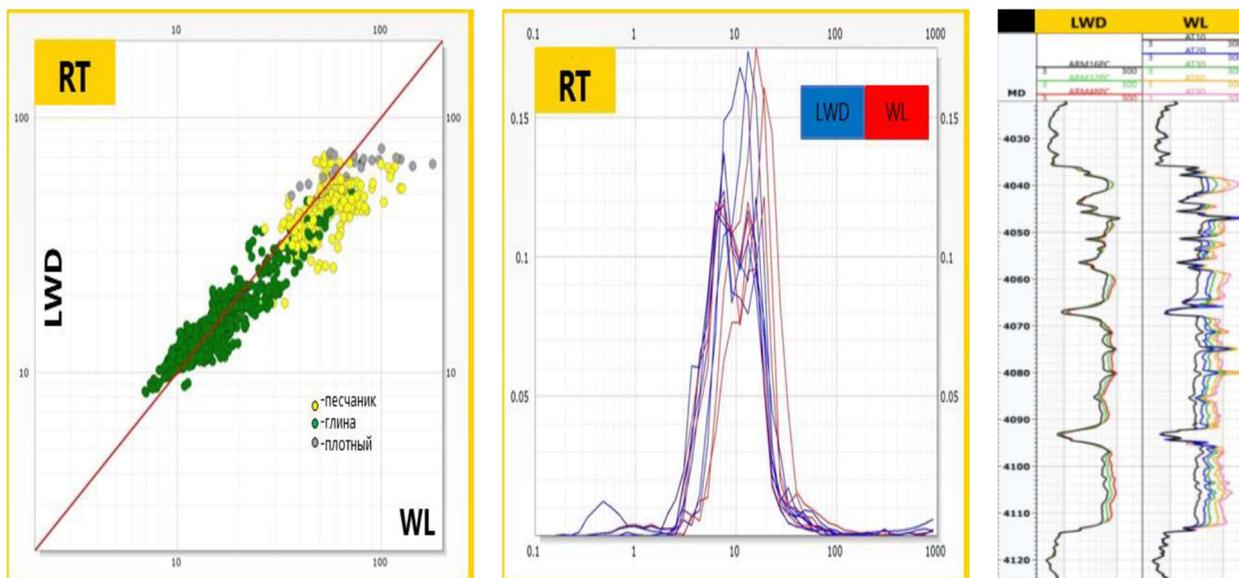
Временные изменения околоскважинного пространства оказывают влияние на показания геофизических приборов. Так, газ, выделяющийся в процессе бурения, в той или иной степени искажает данные, регистрируемые методами ГГКп и НК. Не исключается влияние на результаты ГИС, вызванное разницей в мощности радиоактивных источников в приборах, а также различной скоростью бурения (при LWD).

Существующее занижение показаний по каротажу во время бурения связано с более выраженным влиянием подвижного газа на этапе вскрытия пласта. Учитывая данный факт, в отдельных случаях была проведена нормировка к каротажу на кабеле, как менее подверженному искажению данных.

До проведения записи зондов электрометрии осуществлялась проверка каждого прибора на метрологическую пригодность. На этапе обработки и интерпретации данных электрометрии оценивалось качество их записи путем анализа сходимости данных в мощных опорных глинистых интервалах.

В случае расхождения данных LWD и WL, при определении удельного электрического сопротивления УЭС пласта отдавалось предпочтение данным каротажа, записанного в процессе бурения, в связи с незначительным радиусом проникновения фильтрата бурового раствора в пласт (рис. 6.4.).

Предельный радиус исследования приборами WL составляет 1,5–2,0 м, что соответствует диаметру зоны проникновения, подвергающему регистрируемые данные влиянию сопротивления бурового раствора. При строительстве скважин на рассматриваемом участке использовался полимер-коллоидный раствор, успешно применяемый в разведочном и эксплуатационном бурении. УЭС пласта, фиксируемое приборами LWD, минимально подвержено искажению сопротивлением бурового раствора как за счет времени между вскрытием пласта и проведением каротажа, так и за счет технических характеристик [11, 12] (см. рис. 6.4.б, табл. 6.1.).



а

б

в

Рис. 6.4. Сопоставление данных методов оценки УЭС (RT):

а – кросс-плот; б – статистическое распределение; в – каротаж

Таблица 6.1. Технические характеристики приборов каротажа

Параметр	AIT(после бурения)	MFR (в процессе бурения)
Вертикальное разрешение	0,30; 0,61; 1,22 м	1,0; 1,5 м
Радиус исследования	1,5-2 м (по дальнему зонду)	0,8 м (по дальнему зонду)
Диапазон измерения	0,1-2000 Ом	0,1-3000 Ом

#### 6.4 Сопоставление эффективных толщин ФЕС

Различия в характеристиках приборов (разрешающая способность, мощность источника и радиус исследования каротажа) влекут за собой различную детальность расчленения разреза на литологические разности, несмотря на использование единых методических подходов при интерпретации каротажных диаграмм (рис. 6.5.).

Несмотря на это, наблюдается хорошая сходимость суммарных мощностей по скважинам.

В целом, введя все необходимые поправки в методы ГИС, записанные разными приборами, можно отметить хорошую сходимость полученных ФЕС.

Наименьшее расхождение получено при сопоставлении коэффициента пористости по данным LWD и WL с данными ядерно-магнитного каротажа и

керна. Величина отклонения в пределах анализируемых эффективных толщин не превышает  $\pm 2\%$ , что допустимо при оценке ФЕС пласта в рамках интерпретации и подсчета запасов углеводородов.

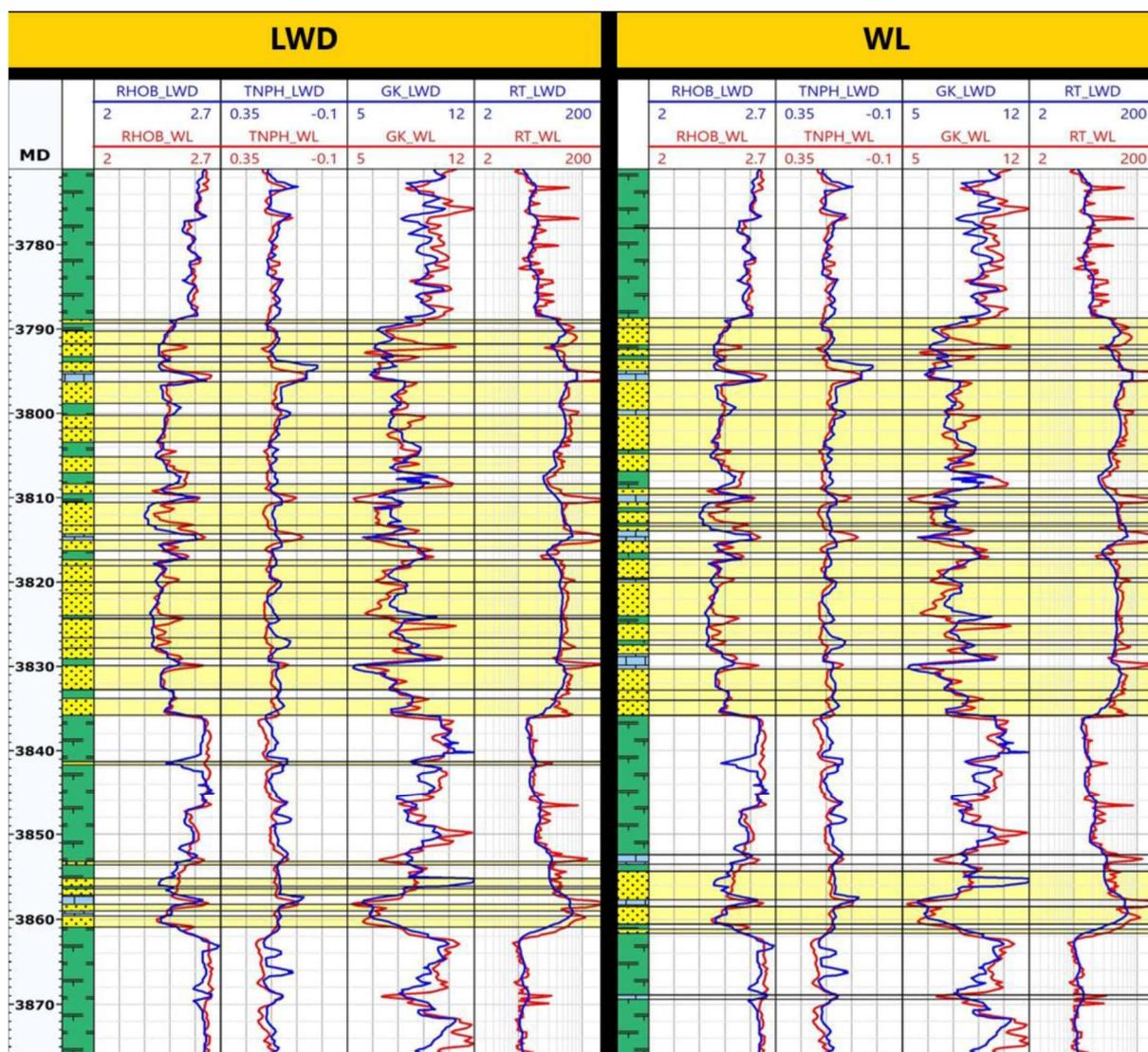


Рис. 6.5. Сопоставление результатов интерпретации данных: а) LWD; б) WL

Вертикальная разрешающая способность проборов каротажа в процессе бурения немного меньше относительно классического каротажа, что приводит к занижению коэффициента водонасыщенности по данным LWD.

Анализируя проведенные исследования можно сделать вывод, что параметры пласта, полученные с помощью этих технологий сопоставимы между собой и не имеют критических отличий, которые приводили бы к неверным ложным обнаружениям коллектора и недостоверному получению ФЕС.

Имеющиеся расхождения обусловлены временными изменениями околоскважинного пространства, такими как кавернообразование, проникнове-

ние фильтрата бурового раствора в пласт, а также вертикальной разрешающей способностью методов ГИС.

### **6.5 Заключение по сравнительному анализу LWD и WL**

Каротаж в процессе бурения требует большего внимания и технологического развития. В частности, разработки оборудования для телеметрии, чтобы увеличить качество получения и декодирования полученной информации в реальном времени. На сегодняшний день приборы LWD увеличивают количество методов, совершенствуют уже имеющиеся.

При условии, что пласт будет вскрыт вертикально можно считать геолого-геофизическую информацию, полученную с помощью каротажа в процессе бурения сопоставимо с материалами классического каротажа, и можно сделать вывод, что качество данных полученных от LWD достаточны для оценки ФЕС.

Как показывают проведенные авторами исследования, выделение эффективных толщин и оценка подсчетных параметров пласта на основе материалов каротажа в процессе бурения является возможной и достоверной.

При достаточном количестве опорных разведочных скважин на месторождении, можно использовать каротаж в процессе бурения в остальных эксплуатационных скважинах, это не только ускорит процесс строительства, но и обеспечит специалистов надежной базой для оценки фильтрационно-емкостных свойств и подсчета параметров флюида.

## **7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Подсчёт средств для разработки и эксплуатации объекта является одним из важнейших условий при поиске финансовой помощи для проведения исследования и лицензирование результатов. Этот жизненный этап производства необходим для разработчиков, которые в последующем должны представить в итоговой форме востребованность на рынке, реализуемый бюджет, состояние и перспективы проводимых исследований.

Целью данного раздела является расчет финансовой стоимости комплекса геофизических исследований (ГИС) в открытом стволе скважины.

Задачами расчета финансовой стоимости с целью выполнения геологических исследований является:

1. Определить виды и объёмы проектируемых работ по данному проекту.
2. Спланировать временные затраты.
3. Выполнение отдельных видов работ всего комплекса (параллельное или последовательное).

### **7.1 Технический план (объём проектируемых работ)**

Так как проведение работ будет осуществляться вахтовым методом, воспользуемся следующими нормативными документами: «Методические указания по расчету норм и расценок на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ» (МУ ГИС – 98), «Сборник единичных районных расценок ОАО «Газпром» на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ» («ЕРР Газпром»), Производственно-отраслевые сметные нормы на геофизические услуги в скважинах на нефть и газ (ПОСН 81-2-49).

Для обслуживания одной скважины был составлен необходимый комплекс оборудования, аппаратуры и программного обеспечения (ПО) (Таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Оборудование и аппаратура по обслуживанию

Оборудование:		Кол-во, шт
Каротажный самоходный подъемник ПКС-3,5М на базе Урал –4320		1
Каротажная станция семейства КЕДР-02		1
Ноутбук		1
Жёсткий диск (карта памяти или CD-диск)		1
Спутниковый телефон		1
Аппаратура:		
Электрический каротаж (ПС, БКЗ, БК,МКЗ, ИК, Резистивимитрия)	Модуль МАГИС-2	1
ВИКИЗ	ВИКИЗ	1
Инклинометрия	Модуль МАГИС-2	1
Радиоактивный каротаж ГГК-п, НКТ,СГК	Модуль МАГИС-2	1
Кавернометрия	Кедр-80 СКПД	1
Акустический каротаж АК	Модуль МАГИС-2	1
Контрольно-интерпретационные работы (ПО):		
Techlog		1

Виды и объёмы проектируемых работ по проекту (для одной скважины) представлены в таблице 7.2 и определяются комплексом ГИС, проектным забоем скважин (2900 м), расстоянием от базы до места исследований.

Таблица 7.2 – Виды проектируемых работ по проекту (для одной скважины)

№	Наименование исследования	Масштаб записи	Интервал записи	
			Кровля	Подошва
1	Резистивимитрия, БК, БКЗ, МКЗ,ИК, ПС, СГК, НКТ, ГГКП, АК, Инклинометрия, Кавернометрия	1:500	10	2040
2	Резистивимитрия, БК, БКЗ, МКЗ,ИК, ПС, ВИКИЗ, СГК, НКТ, ГГКП, АК, Инклинометрия, Кавернометрия	1:200	2040	2900
3	Контрольно-интерпретационные работы			2900

Проектируемые работы помимо комплекса ГИС определяются также преодолеваемым расстоянием от базы до места исследований грузовым автомобильным транспортом, техническим дежурством, суммарным метражом спуско-подъемных операций (СПО) с производением записи, подъемом прибора без записи, и объемом интерпретации, в размере 100 % от стоимости

полевых работ. Получаем, что расстояние от базы до места проведения работ составит 600 км; средняя скорость автомобиля – 60 км/ч; СПО – 2900 м.

## 7.2 Расчет затрат времени и труда

Расчёт затрат времени и труда (Табл. 7.3–7.5) проводим для комплексной партии, выполняющей комплексный каротаж на одной скважине. Также необходимо учесть 12-ти часовое дежурство геофизической партии на скважине; подготовительно-заключительные работы (ПЗР) на базе и на скважине, в состав работы которых входит: запись диаграмм, точечные измерения, отбор образцов, ПВР, испытание пластов, спуск-подъем скважинного прибора без замеров и т. д., а также вспомогательные работы при исследовании скважин, технологические перерывы до 48 ч.

Затраты времени и труда для комплексной партии, выполняющей комплексный каротаж на одной бурящейся скважине вахтовым методом, представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Расчёт времени и труда (сметное содержание партии по обслуживанию бурящихся и действующих скважин)

Наименование элементов затрат	Ед. измер.	Комплексная работа по обслуживанию бурящихся скважин	Проектное время бурения одной скважины (30 сут)
Номера времени	мин.	480	14 400 мин
Затраты труда			
Рабочие	чел-час	57,60	1728 чел-час
ИТР	чел-час	38,40	1152 чел-час

Затраты времени на геофизические работы на скважине занимают 4613,66 минут или 76,89 часа (таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Расчёт затрат времени

Виды работ	Объем		Норма времени по ПОСН 81-2-49	ед. изм.	Итого времени на объем, мин.
	Ед. изм.	Кол-во			
Резистивимитрия	м	2890	3	мин/100м	86,7
Вспомогательные работы при резистивимитрии	Опер	1	39	мин/опер	39
Инклинометрия тчк через 25м	тчк	104	1,4	мин/100м	1,46

Вспомогательные работы при инклинометрии	Опер	1	17	мин/опер	17
Микрокаротаж зондирования (МКЗ)	м	2890	8,1	мин/100м	234,09
Вспомогательные работы при МКЗ	Опер	1	39	мин/опер	39
Каротаж потенциала собственной поляризации (ПС)	м	2890	3	мин/100м	86,7
Вспомогательные работы при ПС	Опер	1	39	мин/опер	39
Радиоактивный каротаж ГКС и НКТ	м	5780	30	мин/100м	1734
Вспомогательные работы при РК	Опер	2	39	мин/опер	78
Радиоактивный каротаж ГГКП	м	2890	50	мин/100м	1445
Вспом. работы при ГГКП	Опер	1	57,5	мин/опер	57,5
Боковой каротаж (БК)	м	2890	3,3	мин/100м	95,37
Вспомогательные работы при БК	Опер	1	39	мин/опер	39
Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	м	2890	3	мин/100м	86,7
Вспомогательные работы при БКЗ	Опер	1	39	мин/опер	39
ВИКИЗ	м	860	3	мин/100м	25,8
Вспомогательные работы при ВИКИЗ	Опер	1	39	мин/опер	39
Индукционный каротаж (ИК)	м	2890	4,1	мин/100м	118,49
Вспомогательные работы при ИК	Опер	1	39	мин/опер	39
Акустический каротаж (АК)	м	2890	7,2	мин/100м	208,08
Вспомогательные работы при АК	Опер	1	54	мин/опер	54
Кавернометрия (профиле-метрия)	м	2890	3,7	мин/100м	106,93
Вспомогательные работы при кавернометрии	Опер	1	49	мин/опер	49
ПЗР	Опер	1	112	мин/опер	112
Тех дежурство	Парт/ч	12	60	чел час/парт-ч	720
Проезд	км	600	1,9	чел.час/ км	1140
Сумма на запись диаграмм, мин:					3924,3
Всего, мин:					4613,66

Расчёт затрат труда проведен для комплексной партии, выполняющей комплексный каротаж на одной скважине (расчёты затрат труда приведён в таблице 7.5).

Таблица 7.5 – Расчёт затрат труда

	Объем	Рабочии	ИТР
--	-------	---------	-----

Виды работ	Ед. изм.	Кол-во	Норма времени по ПОСН 81-2-49	ед. изм.	Итого времени на объем, чел-час	Норма времени по ПОСН 81-2-49	ед. изм.	Итого времени на объем, чел-час.
Резистивимитрия	м	2890	0,36	чел-час/100м	10,4	0,24	чел-час/100м	6,936
Вспомогательные работы при резистивимитрии	опер	1	1,8	чел/час	0,018	1,2	чел-час/100м	0,012
Инклинометрия тчк через 25м	тчк	117	0,084	чел-час/100м	0,098	0,056	чел-час/100м	0,065
Вспомогательные работы при инклинометрии	опер	1	1,02	чел/час	0,01	0,68	чел-час/100м	0,006
Микрокаротаж зондирования (МКЗ)	м	2890	0,49	чел-час/100м	14,16	0,32	чел-час/100м	9,248
Вспомогательные работы при МКЗ	Опер	1	2,34	чел/час	0,02	1,56	чел/час	0,015
Каротаж потенциала собственной поляризации (ПС)	м	2890	0,18	чел-час/100м	5,202	0,12	чел-час/100м	3,468
Вспомогательные работы при ПС	Опер	1	2,34	чел/час	0,02	1,56	чел/час	0,015
Радиоактивный каротаж ГКС и НКТ	м	5780	0,57	чел-час/100м	32,9	0,38	чел-час/100м	21,96
Вспомогательные работы при РК	Опер	2	3,45	чел/час	0,07	2,30	чел/час	0,04
Радиоактивный каротаж ГГКП	м	2890	3	чел-час/100м	86,7	2	чел-час/100м	78,89
Вспом. работы при ГГКП	Опер	1	3,45	чел/час	0,03	2,3	чел/час	0,02
Боковой каротаж (БК)	м	2890	0,2	чел-час/100м	5,78	0,13	чел-час/100м	3,757
Вспомогательные работы при БК	Опер	1	2,34	чел/час	0,02	1,56	чел/час	0,015
Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	м	2890	0,18	чел-час/100м	5,2	0,12	чел-час/100м	3,47
Вспомогательные работы при БКЗ	Опер	1	2,34	чел/час	0,02	1,56	чел/час	0,015
ВИКИЗ	м	860	1,15	мин/опер	9,89	1,02	мин/опер	8,77
Вспомогательные работы приВИКИЗ	Опер	1	3,12	чел час/парт ч	0,03	2,88	чел час/парт ч	0,029
Индукционный каротаж (ИК)	м	2890	0,25	чел/час на на 100м	7,2	0,16	чел/час на 100м	4,62
Вспомогательные работы при ИК	Опер	1	2,34	чел-час/100м	0,02	1,56	чел/час	0,015
Акустический каротаж (АК)	м	2890	0,65	чел/час	18,78	0,43	чел/час на 100м	12,4
Вспомогательные работы при АК	Опер	1	3,24	чел-час/100м	0,03	2,16	чел/час	0,02

Кавернометрия (профилеметрия)	м	2890	0,22	чел/час	6,358	0,15	чел/час на 100м	4,33
Вспомогательные работы при кавернометрии	Опер	1	2,94	чел-час/100м	0,029	1,96	чел/час	0,02
ПЗР	Опер	1	6,72	мин/опер	6,72	4,48	мин/опер	4,48
Тех дежурство	Парт/ч	12	3,6	чел час/парт ч	43,2	2,4	чел час/парт ч	28,8
Проезд	км	600	0,114	чел/час на км	68,4	0,076	чел/час на км	45,6
Запись диаграмм, чел/час:					252,588			191,194
Всего, чел/час:					321,305			237,016

Таким образом, общие затраты труда (рабочие + ИТР) составляют 558,321 чел./час, из них затраты труда на запись диаграмм составляют 443,782 чел./час. Общие затраты времени 4613,66 минут или 76,89 часа.

### 7.3 Расчёт цены геофизических работ на скважине и ГСМ при переезде и работе

Расчёт стоимости работ будем производить базисно-индексным методом согласно ценообразованию из МУ ГИС–98 (таблица 7.6). Контрольно-интерпретационные работы оплачиваются в размере стоимости комплекса каротажных работ.

Таблица 7.6 – Расчет цены геофизических работ базисно-индексным методом согласно МУ ГИС–98

Вид работ	Объём работ		Базовые расценки, руб, (ед.изм)	Цена работы, руб.
	Ед. изм.	Кол-во		
Резистивиметрия	м	2890	308,98	8939,522 Р
Вспомогательные работы при резистивиметрии	Операция	1	421,13	421,13 Р
Инклинометрия тчк через 25м	тчк	107	20,46	2189,22 Р
Вспомогательные работы при инклинометрии	Операция	1	241,00	241,00 Р
Каротаж потенциала собственной поляризации (ПС)	м	2890	65,55	1894,395 Р
Вспомогательные работы при ПС	Операция	1	806,51	806,51 Р
Радиоактивный каротаж (СГК+НКТ)	м	5780	1415,65	81824,57 Р
Вспомогательные работы при РК	Операция	2	1225,06	2450,12 Р
Радиоактивный каротаж (ГГКП)	м	2890	485,42	14028,638 Р
Вспомогательные работы при ГГКП	Операция	1	1562,45	1562,45 Р
Каротаж сопротивления (МКЗ)	м	2890	137,61	3976,929 Р
Вспомогательные работы при МКЗ	Операция	1	634,87	634,87 Р
Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	м	2890	65,55	1894,395 Р

Вспомогательные работы при БКЗ	Операция	1	806,51	806,51 Р
Боковой каротаж (БК)	м	2890	71,88	2077,3 Р
Вспомогательные работы при БК	Операция	1	806,51	806,51 Р
Индукционный каротаж (ИК)	м	2890	104,15	3009,935 Р
Вспомогательные работы при ИК	Операция	1	952,71	952,71 Р
ВИКИЗ	м	860	65,55	563,73 Р
Вспомогательные работы при ВИКИЗ	Операция	1	806,51	806,51 Р
Акустический каротаж (АК)		2890	331,50	9580,35 Р
Вспомогательные работы при АК		1	1622,8	1622,8 Р
Кавернометрия (профилеметрия)		2890	57,11	1650,479 Р
Вспомогательные работы при Кавернометрии		1	705,82	705,82 Р
ПЗР (на базе и на скважине):	Операция	1	1106,98	1106,98 Р
Технологическое дежурство на скважине компл. партии по обслуживанию бурящихся скважин	час	12	6272,42	75269,04 Р
Всего, руб.				219 822,42 Р

Итого стоимость комплекса геофизических работ вместе с интерпретацией, выполняемых комплексной геофизической партией – 439 644,84 руб.

ГСМ при переезде и работе. Согласно МУ ГИС–98 норматив стоимости «ГСМ» на 1 км пробега автомобиля по группам дорог и типам автомобилей рассчитывается:

$$H_{\text{ГСМ,км}(i,j)} = \text{ПОСН}_{\text{км}(i,j)} \cdot 1,09 \cdot \frac{\text{СГСМ}}{100}, \quad (7.1)$$

где  $i$  – автомобиль,  $j$  – группы дорог,  $\text{С}_{\text{ГСМ}}$  - стоимость единицы ГСМ, руб., 1,09 - коэффициент, учитывающий стоимость смазочных материалов.

Таблица 7.7 – Нормы расхода ГСМ при переезде и работе на стационаре (с учётом масел,  $K = 1,09$ )

Авто	Оборудование	Категория дорог, расход л/км				Работа на стационаре/час	Вид ГСМ
		I	II	III	Бездорожье		
Урал4320	Подъёмник каротажный ПК-3,5	0,654	0,698	0,73	0,828	14,39	ДТ

Категория дорог II. Расход топлива автомобиля УРАЛ 4320 по II категории дорог с учётом масел составляет 69,9 л/100 км (или 0,698 л/км). Стоимость дизельного топлива ДТ (в среднем по Томской области) 55,7 руб. Стоимость ГСМ на 1 км пробега  $H_{\text{ГСМ, км}} = 38,87$  руб. С учётом дороги длиной 600 км стоимость переезда с базы на скважину составляет 23 322 руб.

На ряд геофизических работ идёт расход топлива, который также необходимо учитывать при составлении финансового отчёта (Табл. 7.8).

Таблица 7.8 – Расчет цены ГСМ геофизических работ базисно индексным методом согласно МУ ГИС–98

Вид работ	Объём работ		ГСМ, л		Стоимость ГСМ, руб
	Ед. изм	Кол-во	Норма времени по ПОСН 81-2-49	Величина расходов	
Резистивиметрия	м	2890	1,439	41,587	2316.3959
Спуск или подъем без замера (Резистивиметрия)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Инклинометрия тчк через 25 м	тчк	107	0,336	35,952	2002.5264
Спуск или подъем без замера (инклинометрия)	тчк	107	0,283	30,281	1686.6517
Каротаж потенциала собственной поляризации (ПС)	м	2890	0,72	20,808	1159.0056
Спуск или подъем без замера (ПС)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Радиоактивный каротаж РК (ГК+НГК)	м	5780	4,197	242,586	13512.0402
Спуск или подъем без замера (РК)	м	5780	0,312	18,0336	1004.47152
Радиоактивный каротаж (ГГКП)	м	2890	11,992	346,568	19303.8376
Спуск или подъем без замера (ГГКП)	м	2890	0,312	9,0168	502.23576
Каротаж сопротивления (МКЗ)	м	2890	1,943	56,1527	3127.70539
Спуск или подъем без замера (МКЗ)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	м	2890	0,72	20,808	1159.0056
Спуск или подъем без замера (БКЗ)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Боковой каротаж (БК)	м	2890	0,791	22,8599	1273.29643
Спуск или подъем без замера (БК)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
ВИКИЗ	м	860	0,72	6,192	344.8944
Спуск или подъем без замера (ВИКИЗ)	м	860	0,283	2,4338	135.56266
Индукционный каротаж (ИК)	м	2890	0,983	26,877	1497.0489
Спуск или подъем без замера (ИК)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Акустический каротаж (АК)	м	2890	2,590	74,851	4169.2007
Спуск или подъем без замера (АК)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Кавернометрия (профилеметрия)	м	2890	0,887	25,6343	1427.83051

Спуск или подъем без замера (Кавернометрия)	м	2890	0,283	8,1787	455.55359
Всего, руб:					58266,14

Таким образом, стоимость ГСМ с учетом переезда и геофизических работ составляет 81 588,14 руб. Стоимость комплекса геофизических работ вместе с учетом интерпретацией, выполняемых комплексной геофизической партией - 439 644,84 руб.

#### 7.4 Расчёт заработной платы

Основная заработная плата рассчитана согласно МУ-ГИС-98 на основании затрат труда, квалификационного состава и норм численности партий, окладов специалистов и тарифных ставок рабочих (Табл. 7.9). Начальный заработок определяется общепринятой тарифной сеткой (оклад).

Таблица 7.9 – Расчёт заработной платы с учётом квалификации рабочего, коэффициентов и премий

Квалификация работника партии	Тарифный заработок, руб.	Районный коэф.	Сев. коэф.	Итого с учётом коэф., руб	Премияльные, %	Итого с учётом премии, руб.
Начальник партии	9000	1,5	0,8	20700	70	35190
Геофизик	8200	1,5	0,2	13940	70	23698
Техник геофизик	6300	1,5	0,2	10710	70	18207
Каротажник	6300	1,5	0,4	11970	70	20349
Машинист подъемника каротажной станции	5700	1,5	0,6	10830	70	18411
Итого, руб.				57377		115855

В итоге получаем, расчет заработной платы работников партии с учетом коэффициентов 57 377 рублей, с учетом премий 115 855 рублей, эти расчеты произведены без коэффициента отчислений 31 %.

Таблица 7.10 – Расчёт заработной платы с учётом отчислений во внебюджетные фонды.

Квалификация работника партии	Тарифный заработок, руб.	Заработок с коэф., руб	Итого с учётом взносов, руб	Заработок с учётом премии, руб	Премияльный заработок с учётом взносов, руб
Начальник партии	9000	20700	14283	35190	24281,1
Геофизик	8200	13940	9618,6	23698	16351,62

Техник геофизик	6300	10710	7389,9	18207	12562,83
Каротажник	6300	11970	8259,3	20349	14040,81
Машинист подъемника каротажной станции	5700	10830	7472,7	18411	12703,59
Всего, руб.:			47023,5		79940,95

Таким образом, заработная плата партии с учётом коэффициентом премий и отчислений составляет 79940,95 руб.

### 7.5 Оценка рентабельности проекта

Чтобы оценить рентабельность необходимо учитывать расценки себестоимости работ (Таблица 7.11).

Таблица 7.11 – Себестоимость работ

Расходы	Стоимость, руб.
Заработная плата партии (с учётом коэф. премий и отчислений), руб	79 940,95
Горюче-смазочные материалы	81 588,14
Износ шин Урал (7 шт·50 км·500 руб.·коэф.износа 0,000025)	4,38
Материалы (кабель, 10 руб·12000м)	12 000
Передача материала по цифровым каналам связи (в среднем берется 100 руб. в сутки)	7500
Всего, руб.:	181 033,47

В итоге себестоимость данного вида работ составляет 181033,47 руб. без НДС. Цена исследования – 439 644,84 руб. без НДС.

Рентабельность вычисляется по формуле (11):

$$P_{\Pi} = \frac{(C_T - C_C)}{C_T}, \quad (7.2)$$

где  $P_{\Pi}$  – рентабельность продаж;  $C_T$  – цена исследования;  $C_C$  – себестоимость работ.

В итоге рентабельность продаж при коэффициенте  $K=1$  к МУ ГИС–98 по данному виду исследований составляет  $0,588 = 58,8\%$ .

Из полученных данных делаем вывод что,  $58,8\%$  - положительный процент рентабельности для дальнейшего исследования скважины.

Коэффициент удорожания может корректироваться в меньшую сторону, в зависимости от того, насколько заказчик готов опуститься в цене, чтобы выполнить данный объем работ.

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

В ходе проведенных расчётов, была обоснована эффективность проведенных геофизических исследований. Если организация решит заменить какой-либо вид оборудования, не имеющийся у них в наличии, то себестоимость работ значительно возрастёт в цене, что в итоге приведёт к низкой рентабельности. Поэтому в дальнейшем необходимо определить коэффициент удорожания на исследования к справочнику «МУ ГИС–98», который выведет данный вид работ на положительный процент рентабельности.

При расчёте ценообразования можно выделить существенный недостаток по существующей нормативно-технической базе. Основными руководящими документами на формирование цен на геофизические услуги являются справочники «ПОСН 81-2-49», «МУ ГИС-98. В настоящее время произошли значительные изменения в экономических условиях, которые не пересмотрены в применяемых нами справочниках. Также произошли изменения в технологии проведения геофизических работ, внедрение нового масштабного программного обеспечения, который может выполнять комплексный анализ работ.

Основные результаты исследования:

1. Виды и объёмы проектируемых работ по данному проекту.
2. Общие затраты труда (рабочие + ИТР) составляют 558,321 чел./час, из них затраты труда на запись диаграмм составляют 443,782 чел./час. Общие затраты времени 4613,66 минут или 76,89 часа;
3. Стоимость ГСМ с учетом переезда и геофизических работ составляет 81 588,14 руб. Стоимость комплекса геофизических работ вместе с учетом интерпретацией, выполняемых комплексной геофизической партией – 439 644,84 руб.;
4. Заработная плата партии с учётом коэффициента премий и отчислений составляет 79940,95 руб.
5. Рентабельность продаж по данному виду исследований составляет

58,8 %, положительный процент рентабельности для дальнейшего исследования скважины.

6. Все устаревшие и не соответствующие современным условиям проведения работ нормы времени и расценки, должны быть пересмотрены и актуализированы согласно современным организационно-техническим и экономическим условиям.

## **8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Проектируемые геофизические работы для выделения и изучения фильтрационно-емкостных свойств пластов-коллекторов методами ГИС будут проводиться на Оленьем нефтяном месторождении Томской области.

Нефтегазопромыслы обладают большой степенью опасности и риском возникновения экстремальных ситуаций, которые угрожают здоровью сотрудникам промысла. В связи с этим на данных производствах необходима разработка мероприятий по оздоровлению и улучшению условий труда, главная цель которых – создание благоприятных условий, необходимых для высокопроизводительного труда и устранения профессиональных заболеваний, производственного травматизма. Это возможно только лишь при соблюдении строгой дисциплины всем персоналом при выполнении работ и следовании инструкциям по охране труда.

### **8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации**

В компании АО «Томскнефть» ВНК 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 (Ст. 147 ТК РФ).

На работах с вредными или опасными условиями труда работникам бесплатно выдается специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Ст. 221 ТК РФ).

Для работников компании, работающих вахтовым методом, предусмотрен отпуск в 40 календарных дней. Раз в два года оплачивают в 100 % объеме дорогу до места отпуска и обратно.

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

Геофизические работы разрешается проводить только в специально подготовленных скважинах. Подготовленность объекта работ подтверждает-

ся актом в соответствии с действующими техническими инструкциями на данный вид работ. Подготовка должна обеспечить безопасную и удобную эксплуатацию оборудования, согласно ГОСТ 12.2.034-78.

Электрооборудование буровой установки перед проведением геофизических работ должно быть проверено на соответствие требованиям ПУЭ, ПТЭ и ПТБ, стандартов электробезопасности.

Площадка у устья и приемные мостки должны быть исправны, очищены и готовы к работе согласно РД 153-39.0-072-01 [13].

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

Работники буровой бригады должны быть проинструктированы руководителем геофизических работ о размерах опасных зон (взрывных, радиационно-опасных работ, вблизи токонесущих коммуникаций и т. д.), нахождение в пределах которых не допускается. Ответственность за допуск людей в опасную зону несет руководитель геофизических работ.

Все работы по расположению рабочей зоны ведутся согласно НПАОП 74.2-1.02-90 [14].

## **8.2 Производственная безопасность при эксплуатации**

Выполнение запроектированных геофизических работ на Шингинском нефтяном месторождении осуществляется в полевых и камеральных условиях.

Ответственность за соблюдение требований по ОТ и ТБ возлагается на начальника комплексной каротажной партии.

Геофизические исследования в скважинах должны производиться с учетом требований единых правил безопасности при спускоподъемных работах, норм радиационной защиты, основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности.

В таблице 8.1 приведены основные опасные и вредные факторы, присутствующие при проведении геофизических работ методами ИННК и С/О-каротажа.

Таблица 8.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Полевой	Камеральный	
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [15]. ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация [16]
Превышение уровня шума	+	-	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [17]
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;	-	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [18].
Тяжесть и напряженность физического труда	+	-	Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда [19]
Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми	+	-	ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования [20]
Повышенный уровень ионизирующего излучения	+	-	СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009 [21]
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действием которого попадает работающий;	+	+	ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельнодопустимые значения напряжений прикосновения и токов [22]
Движущиеся машины и механизмы производственно-гооборудования	+	-	ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [23] ГОСТ 12.2.062-81. ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные [24]

Пожароопасность	+	+	№123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [25]
-----------------	---	---	---

**Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;**

*Отклонение показателей климата на открытом воздухе (полевой этап)*

Обслуживающий персонал геофизических партий работает на открытом воздухе, нередко при неблагоприятных метеорологических условиях, особенно в северных районах страны, а также в ночное время суток. Указанные обстоятельства значительно осложняют осуществление обслуживания скважин, создают дополнительные трудности в обеспечении безопасности этого процесса.

В Инструкции о производстве работ на открытом воздухе при пониженных температурах, действующей на предприятии, сказано, что при работе на открытом воздухе при температуре  $-27^{\circ}\text{C}$ ,  $-29^{\circ}\text{C}$  с ветром силой не менее 3 баллов и при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-35^{\circ}\text{C}$  без ветра работающим должны предоставляться перерывы для обогрева. Продолжительность обогрева должна быть не менее 10 мин через каждый час работы. При температуре  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $-39^{\circ}\text{C}$  с ветром силою не более 3 баллов или без ветра  $-40^{\circ}\text{C}$  работы на открытом воздухе прекращаются.

В теплое время года: регламентированные перерывы составляют 15–20 мин в охлажденном помещении либо в помещении с нормальной температурой на уровне  $24-25^{\circ}\text{C}$ .

ГИС запрещается проводить во время грозы, пурги, буранов, сильных туманов, сильного дождя, и при сильных морозах, т.к. 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 пасмурную дождливую погоду используются резиновые плащи и сапоги, а также резиновые верхонки (ГОСТ 12.4.125-83) [16]. В солнечные дни средства индивидуальной защиты от перегрева включают в себя светлые хлопчатобумажные одежды, шляпы. Партии должны быть снабжены минеральной питьевой водой, термосы с горячей водой.

*Отклонение показателей микроклимата в помещении (камеральный этап)*

С целью создания благоприятных условий для работы исполнителя установлены нормы производственного микроклимата в помещениях согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [15], указанные в табл. 8.2.

Таблица 8.2 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, где установлены компьютеры

Период года	Относительная влажность, %	Температура воздуха в помещении, °С	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	40–60	22–24	до 0,1
Теплый	40–60	23–25	0,1–0,2

### Превышение уровня шума

Шумом является всякий неприятный для восприятия звук. Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Шум снижает слуховую чувствительность, нарушает ритм дыхания, деятельность сердца и нервной системы. Нормирование шума с частотой до 11 кГц производится в зависимости от характера работ.

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентного уровня звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий согласно СП 51.13330.2011 представлены в таблице 8.3 [17].

Таблица 8.3 – Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентного уровня звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом:

- виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов;
- экранирование шума преградами;
- звукоизоляция кожухами;

- использование звукопоглощающих материалов;
- использование средств индивидуальной защиты.

### Тяжесть и напряженность физического труда

К тяжелой относятся те работы, которые связанные с постоянным перемещением и перенесением значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующих больших физических нагрузок. Поднимать и перемещать грузы

вручную необходимо при соблюдении норм, установленных действующим законодательством.

Нормы поднятия тяжестей для мужчин (табл. 8.4) определены в документе Р.2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [19].

Таблица 8.4 – Нормы поднятия тяжестей для мужчин

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный <i>легкая</i> <i>физическая</i> <i>нагрузка</i>	Допустимый <i>средняя</i> <i>физическая</i> <i>нагрузка</i>	Вредный ( <i>тяжелый</i> <i>труд</i> )	
			1 степени	2 степени
	1	2	3.1	3.2
Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
Подъем и перемещение(разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час)	до 15	до 30	до 35	более 35
Подъем и перемещение(разовое) тяжести постоянно в течение смены	до 5	до 15	до 20	более 20
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа, смены:				
- с рабочей поверхности	до 250	до 870	до 1500	Более 1500
- с пола	до 100	до 435	до 600	более 600

Перемещение груза на расстояние более 15 м массой более 50 кг, а также подъем его на высоту более 3 м должны быть механизировано согласно ГОСТ Р ИСО 11228-1-2009. ССБТ. «Эргономика. Ручная обработка грузов. Часть 1. Поднятие и переноска. Общие требования» [26].



### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Рабочее освещение нормируется в зависимости от разряда зрительной работы, контраста объекта с фоном и характеристикой фона [18]. Рабочее освещение должно создавать равномерную освещенность и яркость рабочей поверхности, исключать возможность образования резких теней, обеспечивать правильную цветопередачу, быть экономным, надежным и удобным в эксплуатации.

Освещенность при производстве ГИС в темное время суток должна быть не менее:

- мерного (нижнего) ролика блок-баланса 50 лк;
- подвешенного ролика 20 лк;
- места выполнения работ со скважинными приборами 100 лк;
- пути прохождения геофизического кабеля и площадки для подключения каротажной станции и заземляющих проводников, рубильника 50 лк;
- мест переноски скважинных приборов и переходов персонала 20 лк;
- площадки для установки геофизического оборудования и трассы силовых и соединительных проводов 20 лк;
- мест установок розеток и т. д. 50 лк.

Приведены величины освещенности для ламп накаливания, при использовании люминесцентных ламп освещенность следует увеличить на 20 Лк.

### **Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми при проведении полевых работ**

Лесные клещи опасны тем, что могут являться переносчиками различных заболеваний, в частности энцефалита. Все работники должны иметь прививки от заражения энцефалитом и снабжены противоэнцефалитными костюмами (открытых участков тела должно быть, как можно меньше), накомарниками и инсектицидными препаратами.

Руководители предприятий и организаций для профилактики и борьбы с клещевым энцефалитом обязаны соблюдать ГОСТ 12.1.008-76 [20]:

1. Обеспечивать соблюдение действующего санитарного законодательства РФ и установленных правил профилактики клещевого энцефалита и осуществлять производственный контроль за их выполнением.

2. Обеспечивать контингенты, профессионально связанные с лесом, костюмами для защиты от гнуса и клещей.

3. Ежегодно составлять списки контингентов, подлежащих вакцинации и ревакцинации против клещевого энцефалита, и обеспечивать явку работающих для ее проведения в лечебно-профилактическое учреждение.

4. В коллективах, профессионально связанных с лесом, организовать само- и взаимоосмотры с целью удаления присосавшихся и ползающих клещей.

5. Осуществлять обучение и просвещение своих работников.

### **Повышенный уровень ионизирующего излучения**

ГИС относится к 1 категории работ с привлечением радиоактивных веществ. Здесь возможно только внешнее облучение, поэтому необходима защита от рентгеновского и гамма-излучения.

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

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

Для предотвращения облучения надо соблюдать следующие правила

- использовать источники излучения минимальной активности, необходимой для данного вида работ;
- выполнять операции с источниками излучений в течение очень короткого времени;
- проводить работы на максимально возможном расстоянии от источника излучений, используя дистанционный инструмент;
- применять защитные средства в виде контейнеров, экранов и спецодежды;
- осуществлять радиометрический и дозиметрический контроль.

При выполнении работ с источниками ИИ должен осуществляться постоянный радиационный контроль, контроль за соблюдением требований СанПиН 2.6.1.2523-09 [21] и других нормативных документов по радиационной безопасности.

*Радиационный контроль должен включать в себя:*

- контроль за уровнями ионизирующего излучения на рабочих местах, на поверхности защитных устройств и приспособлений, в смежных помещениях и на прилегающих участках территории объектов;
- постоянный дозиметрический контроль облучения персонала;
- контроль за уровнем радиоактивного загрязнения внутренних поверхностей переносных защитных контейнеров.

Индивидуальный дозиметрический контроль лицам группы А проводится с применением индивидуальных дозиметров (ТЛД) и расчетного метода. Вся работа по выдаче, сбору дозиметров, подсчета доз, разности доз в карточки и медкнижки ведется работниками службы РБидК.

- Контроль с использованием индивидуальных дозиметров является обязательным для персонала группы А. Индивидуальный контроль за облучением персонала в зависимости от характера работ включает:
  - радиометрический контроль за загрязненностью кожных покровов и средств индивидуальной защиты;

– контроль за характером, динамикой и уровнями поступления радиоактивных веществ в организм с использованием методов прямой и косвенной радиометрии;

– контроль с использованием внешнего бета-, гамма-, и рентгеновского излучений, а также нейтронов с использованием индивидуальных дозиметров или расчетным путем.

По результатам радиационного контроля должны быть рассчитаны значения эквивалентных и эффективных доз у персонала, а при необходимости, определены значения и эквивалентных доз облучения отдельных органов. Результаты индивидуального контроля доз облучения персонала должны храниться в течение 50 лет. При проведении индивидуального контроля необходимо вести учет годовых эффективной и эквивалентных доз, эффективной дозы за 5 последовательных лет, а также суммарной накопленной дозы за весь период профессиональной работы.

**Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действием которого попадает работающий;**

#### *Полевой этап*

Опасность поражения током при проведении полевых работ заключается в возможности поражения от токонесущих элементов каротажной станции (подъёмника, лаборатории, скважинных приборов).

При работе с электрическим током нужно соблюдать требования нормативных документов по электробезопасности (ГОСТ 12.1.038-82 [22], ГОСТ 12.1.019-2017 [27], ГОСТ 12.1.030-81 [28]).

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий:

- устройством электроустановок таким образом, чтобы обеспечивалась недоступность прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- устройством защитного заземления;
- защитой перехода от высокого напряжения в сеть низкого напряжения;
- применением защитных средств при обслуживании электроустановок;
- проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний устройством зануления;

- применением специальных схем защитного отключения электрооборудования, аппаратов, сетей, находящихся в эксплуатации;
- организационными и техническими мероприятиями по обеспечению безопасности при проведении переключений и ремонтных работ;
- специальным обучением лиц, обслуживающих электроустановки.

#### *Камеральный этап*

Источником электрического тока в камеральном помещении является электрическая сеть. Инженер-интерпретатор, работая с персональной ЭВМ, может подвергнуться поражению электрическим током при непосредственном прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, либо во время ремонта.

Для профилактики поражения электрическим током в помещении, где проводятся камеральные работы, следует проводить:

- а) систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов;
- б) разработка инструкций по эксплуатации и контроль за их соблюдением;
- в) подключение компьютерного оборудования к отдельному щиту;
- г) предусмотреть защитное заземление и отключение распределительного щита.

д) аттестация оборудования и персонала.

Запрещается:

- а) располагать электроприборы в местах, где рабочий может одновременно касаться прибора и заземленного провода;
- б) оставлять оголенными токоведущие части схем и установок;

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [34].

#### **Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования**

При работе с полевым оборудованием происходят различные виды травматизма. Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с оборудованием, инструментами в случае аварии, стихийного бедствия, климатических факторов. Геофизическое оборудование и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам [23, 24].

Управление геофизической аппаратурой должно производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими документами. Лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования назначаются приказом начальником партии. Оборудование, аппаратура и инструмент должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода-изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправные оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты (рукавицы, спецобувь, спецодежда). Ремонт оборудования

должен производиться в соответствии с положением. 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.

### 8.3 Экологическая безопасность при эксплуатации

При производстве любых геологоразведочных работ необходимо учитывать пагубное влияние производственных факторов на окружающую среду (загрязнение почвы, водоемов, воздушного бассейна и т.д. В таблице представлены данные о вредных воздействиях на окружающую среду при производстве геофизических работ и основные мероприятия по устранению этих воздействий.

Таблица 8.5 Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геофизических работах

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Предохранительные мероприятия
1	2	3
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязнённой
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов
Лес и лесные ресурсы	Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова	Мероприятия по охране почв
	Порубка древостоя при оборудовании буровых площадок, коммуникаций, посёлков	Попенная плата, соблюдение нормативов отвода земель в заселенных территориях
Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами и	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора; сооружение водоотводов, накопителей,
	Загрязнение бытовыми стоками	Очистные сооружения для буровых стоков (канализационные устройства, септики, хлороторные

	Загрязнение подземных вод при смешении различных водоносных горизонтов	Ликвидационный тампонаж буровых скважин
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов из подземных выработок. Выбросы вредных веществ при бурении с продувкой воздухом, работа котельных и др.	Полная герметизация всего технологического оборудования, запорной арматуры и трубопроводов
Животный мир	Распугивание, нарушение мест обитания животных, рыб и других представителей животного мира, случайное уничтожение	Проведение комплекса предохранительных мероприятий, планирование работ с учётом охраны животных

Бытовые отходы собираются в специально отведенном месте в металлический контейнер и по окончании работ (либо по мере накопления) вывозятся на полигон месторождения, построенному согласно действующих норм и правил. Люминесцентные лампы после отработанного срока собираются и отправляются на хранение, для дальнейшей транспортировки из месторождения в пункт переработки, где в дальнейшем перерабатывается согласно постановлению РФ. Сбор оргтехники производится по стандарту, устанавливающему основные положения по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов [29, 30]. Макулатуру собирают и упаковывают для временного хранения согласно ГОСТ 1641-75 [31]. После срока хранения, когда данные на бумажных носителях становятся не актуальны, их отправляют на утилизацию [32].

#### **8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации**

Чрезвычайные ситуации – нарушение условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории, вызванные аварией катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, применением средств поражения, и приведшее или могущее привести к людским и материальным потерям. Ликвидация последствий ЧС – это проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ по устранению непосредственной опасности для жизни и здоровья людей, восстановление жизнеобеспечения населения.

Наиболее тяжелым видом аварий на Оленьем нефтяном месторождении, в случае нарушения проектных решений, является открытый фонтан – выброс. Последствия аварии – загрязнение нефтью поверхности кустовой площадки, возможное отравление испаряющимися углеводородами.

При крупных авариях и катастрофах организация работ по ликвидации последствий проводится с учетом обстановки, сложившейся после аварии и катастрофы, степени разрушения и повреждения зданий и сооружений, технологического оборудования, агрегатов, характера аварий на коммунально-энергетических сетях и пожаров, особенностей застройки территории объекта и других условий.

**План действий при газонефтеводопроявлении.** Во всех случаях, когда необходимо прервать процесс проводки скважины при вскрытых продуктивных пластах (при ремонтных или вынужденном организационно-техническом простое), инструмент должен быть спущен (поднят) до башмака последней обсадной колонны, на инструмент необходимо навернуть одиночку с обратным клапаном или шаровым краном (устье скважины загерметизировать плашечным превентором), инструмент должен находиться на весу. За скважиной должен быть установлен постоянный контроль.

На буровой постоянно должны находиться исправные опрессованные обратные клапаны (шаровые краны), соответствующие типоразмеру бурильного инструмента, два обратных клапана (шаровых кранов) должны быть в открытом положении.

Концевая задвижка на линии глушения должна быть закрыта, а на линии дросселирования открыта после закрытия превентора концевая задвижка на линии дросселирования закрывается. Определяется рост давления на устье, не превышая допустимого давления опрессовки колонны. В случае дальнейшего роста давления производится стравливание. Работы, связанные с ликвидацией газонефтепроявления ведутся по специальному плану.

При возникновении открытого газового или нефтяного фонтана буровая бригада должна: прекратить все работы, загерметизировать устье сква-

жины, остановить двигатели внутреннего сгорания и отключить силовые и осветительные линии, которые могут оказаться в загазованных участках. Отключение электроэнергии воздушным выключателем должно производиться за зоной загазованности.

Дальнейшие действия регламентируются согласно РД 08-254-98 [33].

**Чрезвычайная ситуация в результате возникновения пожара.** Причиной возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность или неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса. Общие требования пожарной безопасности устанавливает ФЗ №123 [25].

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.

Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения:

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

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

Причинами пожара в камеральных помещениях являются следующие:

- причины электрического характера – короткое замыкание, нагрев оборудования;
- открытый огонь – сварочные работы, костры, курение, искры;
- удар молнии;
- разряд зарядов статического электричества.

Согласно НПБ 110-03 [34] камеральные помещения относятся к категории В – пожароопасное, т. е. помещения, в которых есть твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть (деревянные элементы мебели).

Согласно ПУЭ [35] классом зоны пожароопасности этих помещений является П–2а, т. е. это зона, расположенная в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири / Конторевич В. А.; г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002.-253с.
2. Подсчет запасов нефти и газа по Северному, Оленьему и другим месторождениям / Найданов Ю.В., Чертенков В.Г. и др; ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу» г. Томск, 1971 г.
3. Геологическое строение и подсчет запасов по Стрежевому, Южночеремшанскому, Оленьему и другим месторождениям/ Найданов Ю.В., Чертенков В.Г. и др; ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу» г. Томск, 1972 г.
4. Информационная записка №20: истории открытия, изучения и разведки Оленьего нефтяного месторождения/Комплексная тематическая партия ОНТИ; ФБУ «ТФГИ по Сибирскому федеральному округу» г. Томск, 1976 г.
5. Латышова М. Г., Мартынов В. Г., Соколова Т. Ф. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС. – 2007.
6. Геофизические исследования скважин: учебно-методическое пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); сост. Ф. А. Бурков, В. И. Исаев.– Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m048.pdf> – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
7. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промышленной геофизике / В.Г. Мартынов, Н.Е. Лазуткина, М.С. Хохлова. – М: Инфраинженерия, 2009. – 960 стр.
8. Новиков А. В., Губинский Д. Н., Зарай Е. А. Каротаж в процессе бурения– эффективный тайм-менеджмент и надежная база для оценки подсчетных параметров пласта //Актуальные проблемы нефти и газа. – 2021. – №. 3 (34). – С. 49-60.
9. Medvedev N.V. MWD & LWD in Russia: current status and development outlook through 2025 // ROGTEC Russian Oil and Gas Technologies Magazine.

2017. No. 47. P. 14–23. [https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2016/12/01-MWD-LWD-In-Russia-Current-Status-and](https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2016/12/01-MWD-LWD-In-Russia-Current-Status-and-Development-Outlook-Through-2025.pdf) Development-Outlook-Through-2025.pdf (Accessed on 20.09.2021).
10. MacKay M., Shaikhutdinov S., Wagner K. et al. Technology roundtable: LWD // ROGTEC Russian Oil and Gas Technologies Magazine. 2012. No. 30. P. 16–37. [https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02\\_LWD-logging-while-drilling-Baker-Hughes-weatherford-Halliburton-schlumberger-ge-oil-gas-downhole-tools.pdf](https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02_LWD-logging-while-drilling-Baker-Hughes-weatherford-Halliburton-schlumberger-ge-oil-gas-downhole-tools.pdf) (Accessed on 20.09.2021).
11. Petrophysics (LWD) // Weatherford. <https://www.weatherford.com/ru/products-services/drilling-formation-evaluation/drilling-services/lwd-petrophysics.html> (Accessed on 20.09.2021). (In Russ.).
12. Devices for assessing the reservoir properties of reservoirs // Schlumberger. [https://www.slb.ru/services/wireline/open\\_hole/petrophysics-oh-tools/](https://www.slb.ru/services/wireline/open_hole/petrophysics-oh-tools/) (Accessed on 20.09.2021). (In Russ.).
13. РД 08-254-98 Инструкция по предупреждению газонефтеводопроявлений и открытых фонтанов при строительстве и ремонте скважин в нефтяной и газовой промышленности.
14. НПА ОП 74.2-1.02-90. Правила безопасности при геологоразведочных работах.
15. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
16. ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
17. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
18. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.

19. Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
20. ГОСТ 12.1.008-76. ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
21. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009.
22. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
23. ГОСТ 12.3.009-76. ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.2.062-81. ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
25. №123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
26. ГОСТ Р ИСО 11228-1-2009. ССБТ. Эргономика. Ручная обработка грузов. Часть 1. Поднятие и переноска. Общие требования.
27. ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
28. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Защитное заземление, зануление.
29. ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртути содержащих устройств и приборов.
30. ГОСТ 1641-75. Бумага. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
31. ГОСТ Р 55090-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги.
32. Бочаров А.И., Бурдин О.А., и др. Организация безопасного ведения геологоразведочных раб. – М: Недра, 1981. – 217 с.
33. РД 08-254-98. Инструкция по предупреждению газонефтеводопроявлений и открытых фонтанов при строительстве и ремонте скважин в нефтяной и газовой промышленности.

34. НПБ 110-03. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией.

35. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. – Новосибирск: Сибирс. универ. изд-во, 2006. – 512 с.