

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

Школа ИШПР Инженерная школа природных ресурсов

Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки

Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Геофизические исследования с целью выделения коллекторов, оценки их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения на Ключевском нефтяном месторождении (Томская область)

УДК: 550.832:552.578.2.061.4(571.122)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Сазонов Александр Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент	Колмаков Ю.В.	Кандидат г.-м. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	Доктор ист. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Г.Ф.	Кандидат техн. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) Технология геологической разведки

Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

На выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
224А	Сазонову Александру Владимировичу

Тема работы:

Геофизические исследования с целью выделения коллекторов, оценки их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения на Ключевском нефтяном месторождении (Томская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы, собранные из фондовых источников, касающиеся Ключевского месторождения во время прохождения преддипломной практики.
---------------------------------	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Географо-экономический очерк района работ. 2. Краткая геолого-геофизическая изученность района. 3. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования. 4. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований. 5. Основные вопросы проектирования. Задачи ГИС. Обоснование объекта исследования. ФГМ объекта и обоснование геофизического комплекса. 6. Методика проектных геофизических работ и интерпретация геофизических данных. 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 8. Социальная ответственность
<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Географическое расположение участка работ 2. Карта района работ 3. Положение района исследования на карте изученности Томской области сейсморазведочными работами на 2016 г. 4. Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты (фрагмент). 5. Условные обозначения к карте фундамента Западно-Сибирской плиты (фрагмент). 6. Тектоническая карта участка работ (Объект исследования на карте - №24 7. Каротажная диаграмма разреза скважины №7 на Ключевском месторождении. 8. Схема распространения зон, составленной по сейсмическим данным. 9. Схема корреляции продуктивных пластов горизонта Ю₁ Ключевского месторождения 10. ФГМ разреза Ключевского месторождения 11. Каротажная диаграмма разреза скважины №7 на Ключевском месторождении (Исходный материал). 12. Внешний вид прибора К1А-723М 13. Схема изображения прибора РКС-3М 14. Изображение СКПД 15. прибор МКГ-1 16. Результаты спектрометрического гамма-каротажа (Южно-Татарский свод) 17. Схема сцинтилляционного гамма-спектрометра 18. Комплекс Xtreme 19. Схематичное изображение СГК-1024 20. Схема изменения содержаний калия (%) в породах пластов группы Б. Широтное Приобье. 21. Схема изменения содержаний урана ($n \cdot 10^{-4}$ %) в породах пластов группы Б. Широтное Приобье. 22. Схема изменения содержаний тория ($n \cdot 10^{-4}$ %) в породах пластов группы Б. Широтное Приобье.

	<p>23. Пример палеточного метода анализа СГК (сопоставление содержаний калия/тория для индентификации глинистых минералов). (По Е.А. Пономаревой)</p> <p>24. Сопоставление содержания тория/урана в скважинах пласта Ю</p> <p>25. Отображение содержаний тория/урана в скважинах по пластам Ю₁¹, Ю₁² с отображением изменения береговой линии</p> <p>26. Сводный литолого-стратиграфический разрез Западной Сибири</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубникова Наталья Валерьевна
Социальная ответственность	Винокурова Галина Федоровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Колмаков Ю.В.	Кандидат г.-м. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Сазонов Александр Владимирович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
224А	Сазонов Александр Владимирович

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геофизика
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов использовалась по средней стоимости по г. Томску, оклады в соответствии с положением об оплате труда сотрудников НИ ТПУ Материально-технические ресурсы: Проектировочно – 2070 руб. Информационные ресурсы: фондовая литература, материалы, предоставленные в ООО «ТомскГАЗПРОМгеофизика» Человеческие ресурсы: 2 человека (руководитель и студент) Стоимость: общая зарплата плюс социальные отчисления
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии 20% накладные расходы 1,3 районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым выплатам на основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность – 27,1 % Ставка налога на прибыль 20% Страховые взносы 30% Налог на добавленную стоимость 20 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Анализ конкурентных решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Проведение оценки экономической эффективности существующего проекта и выбранного технологического решения в виде скважинного прибора

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Учена степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	Доктор исторических наук		

Задание принял студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Сазонов Александр Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
224А	Сазонов Александр Владимирович

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Геофизика
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Геофизические исследования с целью выделения коллекторов, оценки их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения на Ключевском нефтяном месторождении (Томская область)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Поисково-разведочный комплекс ГИС для выделения продуктивных интервалов, уточнения границ коллекторов, определения фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения исследуемых пластов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Проведение всех геофизических работ производится в соответствии с РД 153-39.0-072-01. «Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В ходе анализа были выделены следующие вредные и опасные факторы: 1. Отклонение показателей микроклимата; 2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 3. Поражение электрическим током; 4. Превышение уровней шума 5. Недостаточная освещенность рабочей зоны 6. Превышение уровня ионизирующего излучения
3. Экологическая безопасность:	Выявлены следующие факторы, угрожающие экологической безопасности: 1. Загрязнение почвы производственными отходами; 2. Загрязнение грунтовых вод и близлежащих водоемов сточными водами и отходами производства (промывочная жидкость, отходы процесса цементирования затрубного пространства, скопления бытовых отходов т.д.); 3. Выброс пыли и газов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	При работах на нефтегазовых скважинах, наиболее опасным ЧС является выброс углеводородов (фонтанирование), при котором зачастую происходит возгорание продуктов фонтанирования, что приводит к неконтролируемому пожару.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Галина Федоровна	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Сазонов Александр Владимирович		

РЕФЕРАТ

Данная выпускная квалификационная работа содержит 106 с., 25 рис., 16 табл., 32 источника, 1 прил.

Ключевые слова: Ключевское нефтяное месторождение, комплекс геофизических работ, фильтрационно-емкостные свойства, характер насыщения, физико-геологическая модель, Средневазюганский мегавал, продуктивный горизонт Ю₁.

Объектом исследования данной ВКР является Ключевское нефтяное месторождение, расположенное на территории Томской области.

Целью данной работы является проектирование комплекса геофизических исследований в проектной скважине № 8 с целью уточнения глубины и мощности продуктивного горизонта Ю₁, а также литологического расчленения разреза, выделения коллекторов и расчета их фильтрационно-емкостных свойств и установления характера насыщения. Кроме того, были описаны методики проведения работ приведен список используемой аппаратуры, а также их технические характеристики.

Задача данного проекта заключается в обосновании приведенного комплекса геофизических исследований для решения поставленных геологических задач.

На основании анализа ранее проведенных геофизических работ удалось построить физико-геологическую модель исследований, выбрать методы и обосновать эффективность данного комплекса в отношении проектируемой скважины.

В процессе научного исследования удалось произвести анализ эффективности и возможности метода гамма-спектрометрии для проведения исследований в скважинах, а также обосновать большой потенциал данного метода в процессе определения условий осадконакопления.

Удалось провести исследования относительно экономической целесообразности запланированных работ, был произведен анализ выбранного оборудования и исследованы возможности альтернатив в плане выбора приборов.

Так же был выделен ряд вредных и опасных факторов, которые будут оказывать влияние на персонал в ходе проведения работ. Для нейтрализации их воздействия был предоставлен перечень необходимых мероприятий и средств защиты. Так же был разобран перечень правовых организационных вопросов в сфере обеспечения безопасности.

ABSTRACT

This graduation qualifying work 106 pages, 25 pictures, 16 tables, 32 sources, 1 addendum.

Key words: Klyuchevskoye oil field, geophysical complex, reservoir properties, saturation character, physico-geological model, Mid-Vasyugan megawal, productive horizon Yu1.

The object of study of this WRC is the Klyuchevskoye oil field located in the territory of the Tomsk region.

The purpose of this work is to design a complex of geophysical researches in project well No. 8 in order to clarify the depth and thickness of the Y1 productive horizon, as well as the lithological dissection of the section, identify reservoirs and calculate their filtration-capacitive properties and establish the nature of saturation. In addition, the methods of work were described a list of the equipment used, as well as their technical characteristics.

The objective of this project is to substantiate the given complex of geophysical studies to solve the set geological problems.

Based on the analysis of previously conducted geophysical work, it was possible to build a physical-geological model of research, select methods and substantiate the effectiveness of this complex in relation to the projected well.

In the process of scientific research, it was possible to analyze the effectiveness and feasibility of the gamma-spectrometry method for conducting studies in wells, as well as to substantiate the great potential of this method in the process of determining sedimentation conditions.

It was possible to conduct research on the economic feasibility of the planned work, an analysis was made of the selected equipment and the possibilities of alternatives in terms of the choice of instruments were investigated.

Also, a number of harmful and dangerous factors were identified that will affect personnel during the work. To neutralize their impact, a list of necessary measures and remedies was provided. The list of legal organizational issues in the field of security was also analyzed.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

1. АК – Акустический каротаж
2. БК – Боковой каротаж
3. БКЗ – Боковое каротажное зондирование
4. ВНК – Водонефтяной контакт
5. ГГК – Гамма-гамма-каротаж
6. ГГК-П – Гамма-гамма-каротаж плотностной
7. ГИС – Геофизические исследования в скважинах
8. ГК – Гамма-каротаж (интегральный). Каротаж естественного гамма-излучения горных пород
9. ДС – Кавернометрия, профилометрия
10. ИК – Индукционный каротаж
11. Инкл. – Инклинометрия
12. МБК – Микробоковой каротаж
13. МГЗ – Микро-градиент-зонд
14. МК – Микрокаротаж
15. МПЗ – Микро-потенциал-зонд
16. НГК – Нейтронный гамма-каротаж
17. НК – Нейтронный каротаж
18. ННК-Т – Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам
19. ПС – Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации
20. РК – Радиоактивный каротаж
21. Рез. – Резистивиметрия
22. УЭС – Удельное электрическое сопротивление
23. СГК – Спектрометрический гамма-картаж

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	9
ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ.....	11
ВВЕДЕНИЕ	14
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	15
1.1 Географо-экономический очерк	15
1.2 Геолого-геофизическая изученность района работ	17
2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	21
2.1 Литолого-стратиграфический разрез	21
2.2 Тектоника	24
2.3 Нефтегазоносность.....	27
2.4 Сейсмогеологическая характеристика	30
2.5 Физические свойства горных пород.....	32
2. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	36
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	44
4.1 Задачи геофизических исследований.....	44
4.2 Обоснование объекта исследований	44
4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	47
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....	51
5.1 Методика проектных геофизических работ.....	51
5.2 Метрологическое обеспечение работ.....	54
6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	56
6.1 Физическая основа метода. Решаемые задачи, преимущества и недостатки. .56	
6.2 Аппаратное обеспечение гамма-спектрометрии	62
6.3 Использование данных СГК для проведения литолого-фациального анализа и реконструкции условий осадконакопления	65
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	75
7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	75
7.2 Планирование геофизических проектных работ	78
7.3 Определение трудоемкости проведенных работ	78
7.4 Разработка графика проведения работ согласно данному проекту	79
7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	82
7.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	84
7.7 Накладные расходы	84
7.8 Формирование бюджета на затраты по проектированию	85

7.9 Ресурсоэффективность	85
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	87
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	87
8.2 Производственная безопасность	88
8.3 Экологическая безопасность	96
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	102
СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ.....	105

ВВЕДЕНИЕ

Томская область является одним из нефтепромысловых районов Западной Сибири. Ключевское месторождение находится на территории Каргасокского района Томской области и все еще представляет интерес для дальнейшей разведки и разработки.

Целью данной работы является разработка проекта на проведение комплекса ГИС на скважине с целью решения поставленных геологических задач, заключающихся в литологическом расчленении разреза скважины, оценки коллекторских свойств продуктивных пластов, установление положения ВНК, а также характера их насыщения.

Объектом исследования данной работы является промышленно продуктивный горизонт Ю₁, который относится к васюганской свите. Задачи, стоящие перед исследованиями проектной скважины: расчленение разреза; установление насыщения пластов-коллекторов; уточнения положения ВНК и площади распространения залежи.

Анализ результатов геофизических исследований прошлых лет на скважинах, пробуренных на месторождении, позволил выбрать методы и обосновать геофизический комплекс с целью решения поставленных задач проектируемой скважине № 8, а также построить физико-геологическую модель объекта исследования. Комплекс методов геофизических исследований включает электрические, радиоактивные, а также акустические методы. Рассмотрена методика проведения полевых работ, выбрана аппаратура для проведения, запроектированных геофизических исследований, рассмотрены камеральные работы, интерпретации результатов и метрологическое обеспечение измерений.

Кроме того, было проведено исследование в области применения метода гамма-спектрометрии для исследования пласта Ю₁, что весьма актуально, т.к. именно он является в данном случае продуктивным.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Географо-экономический очерк

Ключевское месторождение находится на территории Каргасокского района Томской области. Расстояние от Томска составляет 525 км., от поселка Каргасок расстояние составляет 200 км. Ближайшими населёнными пунктами являются Новый Васюган и Средний Васюган.

Поселок Каргасок является районным центром, а Томск в свою очередь областным. Данные поселения связаны друг с другом профилированной грунтовой дорогой, а также Томской авиалинией. С географической точки зрения данная территория расположена в юго-восточной части Западной Сибири.



Рис 1.1. Географическое расположение участка работ

На территории Каргасокского района осуществляется добыча углеводородного сырья: нефти, газа, газового конденсата, и как следствие предприятия нефтегазового комплекса составляют основу экономики района.

Промышленная деятельность в Каргасокском районе представлена добычей полезных ископаемых, а также обрабатывающим производством, а именно производство нефтепродуктов, заготовку и переработку древесины, пищевое производство.

На территории района в 2012 году добыто 6,9 млн. тонн нефти, включая газовый конденсат, и 2,9 млн. м³ природного газа. Крупнейшими предприятиями по объёмам добычи на территории района являются ОАО «Томскнефть» ВНК и ОАО «Томскгазпром».

Производством нефтепродуктов в районе занимается нефтеперерабатывающий завод, расположенный в с. Бондарка ООО «Томскнефтегазпереработка», основным производимым продуктом которого являются дизельное топливо, печное топливо.

Гидрографическая сеть в районе работ представлена правым притоками р.Нюролька, которая в свою очередь является притоком р.Васюган.

Минимальные абсолютные отметки +64м в пойме и максимальными до +103м. Среднегодовое количество осадков 500 мм в год. Максимальная глубина промерзания 1.6м. Продолжительность зимнего периода 188 суток, господствуют преимущественно юго-западные ветры со скоростью 3-5 м/с, среди которых максимальная скорость ветра составляет 25 м/сек.

Почвы главным образом подзолистые, серые лесные и чернозёмные.

Лесные массивы представлены в основном хвойными деревьями, т.е. елью, пихтой, кедром и сосной. Встречаются также осины и изредка лиственницы. Широколиственные деревья представлены преимущественно березами. В лесных районах обитают: медведь, лось, лиса, косуля, россомаха, выдра, белка, колонок и горностай. Из птиц: глухарь, рябчик.

Для района характерна значительная заболоченность. Болота совершенно непроходимые летом, зачастую, в результате слабого промерзания становятся труднопроходимыми в зимний период.

По данным бурения взрывных скважин грунтовые вода приурочены к песчано-глинистым пльвунам. Уровень их меняется от 2-х до 30-ти метров, в зависимости от рельефа местности. На отдельных участках встречается напорный пльвун, препятствующий погружению заряда на необходимую глубину.

Климат района континентальный, температура воздуха колеблется от + 35°С летом до - 50°С зимой. Наиболее низкие температуры бывают в декабре - январе. По сложности производства работ район относится к 4 категории трудности.

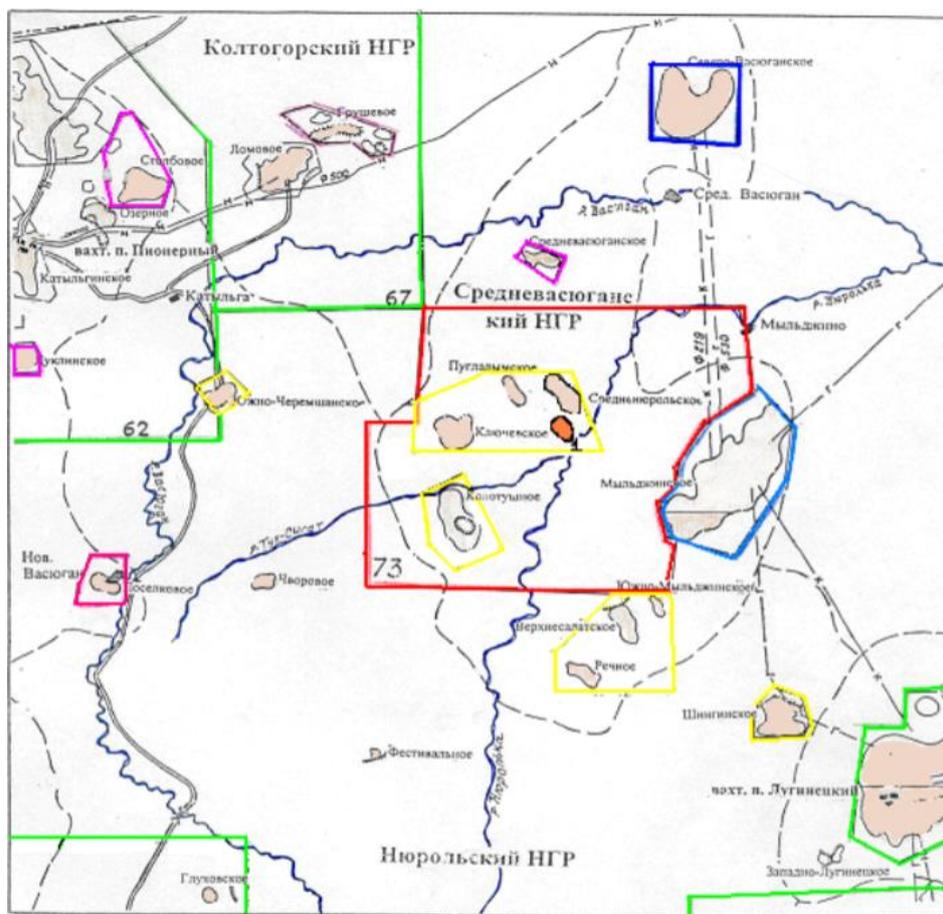


Рис 1.2. Карта района работ

1.2 Геолого-геофизическая изученность района работ

Детальное исследование региона с точки зрения геологии началось с 1947 года. В ходе первых геологических экспедиций удалось установить развитие антропогенных отложений.

В ходе исследований путем аэромагнитной и гравиметрической съёмки, проводившимися в 1952-61 гг., удалось установить сложное строение фундамента плиты, были выделены крупные гравитационные аномалии, расположение которых соответствует крупным тектоническим элементам фундамента. Кроме того, удалось выделить ряд региональных структур платформенного чехла, в числе которых также был Средневасюганский мегавал, при помощи комплекса работ МОВ, КМПВ, а также структурно-поисковым бурением.

Начиная с 1973 года, при помощи комплексных сейсморазведочных работ МОВ и МОГТ в пределах Средневасюганского мегавала выявлены ряд структур второго и третьего порядка (локальные поднятия), на которых проводилось глубокое поисковоразведочное бурение.

На данный момент на территории Средневасюганского мегавала (локальных поднятий) на десяти из двадцати девяти разбуренных структур удалось выявить обширные

залежи нефти, газа и конденсата, которые были классифицированы как промышленные. К этим нефтяным месторождениям относятся Среднеvasюганское, Средненюрольское, Пуглалымское, Колотушное и др.

В качестве основного продуктивного горизонта на уже открытых и исследованных месторождениях выступает горизонт Ю₁ васюганской свиты, относящийся к средне-верхней юре.

Расположенное в западной границе Среднеvasюганского мегавала Северо-Ключевское локальное поднятие было выявлено при помощи сейсморазведочных работ МОВ масштаба 1:100 000 в 1979 году. Подготовка к бурению была завершена в 1984 году работами МОГТ масштаба 1:50 000. Основным горизонтом подготовленной структуры являлась подошва будёновской свиты Па. Результаты этих работ явились основой для поискового бурения на Северо-Ключевском поднятии.

С 1985 по 1886 были пробурены 2 поисковые скважины (22 и 23), расположенные на восточной переклинали и юго-восточном склоне поднятия соответственно (данные участки наиболее благоприятны по нефтегазоносности согласно данным МОГТ).

В результате переинтерпретации и переработки геологического и геофизического материала по площади, проведенной в 2000 году была произведена новая рисовка структурного плана по отражающему горизонту Па, а также был дан прогноз нефтеносности сводовой части структуры. Полученные данные стали обоснованием для проведения поисково-оценочного бурения на данной площади.

В таблице 1.1 приводится перечень основных геолого-геофизических исследований, проведенных в районе работ и на сопредельных площадях, дающих возможность получить определенные представления об их изученности.

Виды работы	Организация и год проведения работ	Краткие результаты работ
Маршрутные сейсмондирования МОВ 1 : 200 000	Партии 31/57, 23/58, 1/60, СОКГЭ 1958 – 1960 г.г	Составлен сводный сейсмический разрез. Установлено общее погружение юрских горизонтов в западном и восточном направлениях от с.Средний Васюган и подъем их у с.Новый Васюган..
Аэросейсморазведка МОВ 1 : 200 000	Партия 13/61 – 62, СОКГЭ 1961 - 1962	Уточнены контуры Среднеvasюганского мегавала по опорному отражающему горизонту Па.

<p>Площадные, поисковые и детальные работы 1:100 000</p>	<p>Партии СОКГЭ 32/58 – 59, 32/59 – 60, 12 – 15/60 – 61, 6 -7/61-62, 9-11/63-64, 28/69-70 , 1959 -1970 гг.</p>	<p>Выявлены, детализированы и сданы под глубокое бурение по отражающему горизонту Па Западно-Красноярское, Красноярское, Рагозинское, Средненюрольское, Пуглалымское, Ключевское. Тухеигатское, Гужихинское, Колотушное, Чарысовское локальные поднятия. Выявлены: Провальное, Восточно-Рагозинское, Перекатское, Бологое, Северо-Пуглалымское, Бабушкинское, Коленсальское локальные поднятия.</p>
<p>Аэромагнитная съемка 1: 50 000</p>	<p>СИБГЭ, Средне-Васюганская партия 48/65, 1965 г</p>	<p>Составлена структурно – тектоническая схема Среднего Приобья.</p>
<p>Площадные исследования МОГТ 1: 100 000</p>	<p>Сейсмопартия 8/77-78 ТГТ, 1978 г.</p>	<p>Уточнено строение Средненюрольского , Чужихинского, Тухеигатского, Колотушного, Коленсальского локальных поднятий по мезозойским отражающим горизонтам и по подошве чехла. По поверхности доюрских образований выявлено Глухаринское локальное поднятие..</p>
<p>Площадные и детализационные работы МОГТ 1 : 50 000</p>	<p>Сейсмопартии 8,17/86-87 ТГТ,1987 г</p>	<p>По отражающему горизонту Па детализированы и подготовлены к глубокому бурению Рельефное, Малокоденсатное, и Южно-Пионерское локальные поднятия. Выявлен Комунеганский перегиб. Уточнен структурный план Южно-Колотушного, Кумульсинского локальных поднятий.</p>
<p>Площадные и детализационные работы МОГТ 1: 50 000</p>	<p>Сейсмопартии 8, 17/89-90 ТГТ, 1991г.</p>	<p>Детализированы Средне-Васюганское, Ключевское месторождения, Западно-Ключевская, Пологая, Пионерская, Южно-Пионерская, Пуглалымская структуры. Подготовлены к глубокому бурению : Западно-Пионерская, Восточно-Пионерская СЛЛ, Пасхальная структура.</p>



Рис. 1.3 – Положение района исследования на карте изученности Томской области сейсморазведочными работами на 2016 г.

2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Литолого-стратиграфический разрез

В геологическом строении данное месторождение сформировано отложениями юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов, несогласно залегающих на эффузивно-осадочных образованиях палеозоя.

ПАЛЕЗОЙСКАЯ ЭРА (PZ)

В основном данная система сложена терригенными породами: органические известняки средне-верхнедевонского возраста, прорванные диабазовыми порфиритами. Известняки от серого до темно-серого цвета, тонкозернистые, крепкие, плотные, трещиноватые. Мощность наибольшей вскрытой толщи составила палеозойских отложений составила 50 м.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА (MZ)

Юрский период (J).

Отложения данной системы представлены континентальными фациями тюменской, васюганской и буденовской свит, залегающими на размытой поверхности палеозойских образований.

Тюменская свита (J1-2 tm).

Данная свита сложена песчаниками, алевролитами и аргиллитами, помимо которых наблюдаются прослойки углей и черных аргиллитов, переслаивание которых является неравномерным. Песчаники светло-серые, мелко-среднезернистые. Встречаются также глинистые с наличием слюды и растительного детрита. Алевролиты серые, плотные, крепкие, глинистые. Аргиллиты темносерые, плотные, участками алевролитистые, часто углистые, хрупкие. Максимальная мощность свита составляет примерно 290 м. Осадки тюменской свиты соседствуют с отложениями васюганской свиты (J3-2vs). Свита подразделяется на две подсвиты: *нижневасюганскую* и *верхневасюганскую*, имеющие существенные различия в литолого-фациальном составе и представленных морскими, прибрежно-морскими и континентальными терригенными отложениями.

Нижневасюганская подсвита сложена преимущественно темно-серыми, иногда полосчатыми, плотными аргиллитами. Встречаются также редкие, тонкие прослойки светло-серых алевролитов. Мощность подсвиты составляет 23-25 м, а ее простираение достаточно хорошо выдержано, что также характеризует ее как один из основных реперных горизонтов юрских отложений.

Верхневасюганская подсвита является региональным нефтеносным горизонтом Ю₁, который в свою очередь является основным продуктивным пластом данного

месторождения. Подсвета сложена преимущественно песчаниками. Горизонт Ю₁ обладает сложным строением, подразделяющимся на три толщи: подугленную, межугольную и надугольную. Подугленная и надугольная толщи были сформированы в периоды трансгрессии/регрессии морского бассейна, в период же континентального осадконакопления происходило формирование межугольной. Подугленная толща горизонта Ю₁ сложена из достаточно мощных пластов Ю₁⁴ и Ю₁³, состоящих из песчаника, что выделяет ее на разрезе скважин. Сами же пласты представляют собой покровные песчаные образования, сформированные в прибрежно-морской зоне (пляжи, дельтовые комплексы), а также в зоне морского мелководья. Пласт Ю₁⁴ представлен серыми песчаниками, преимущественно среднезернистыми, кварц-полевошпатовыми. Плотность варьируется от слабосцементированных однородных до крепких. Встречающаяся слоистость преимущественно косая или горизонтальная. Подобные текстуры говорят о возможном намыве глинистого материала. Межугольная толща в разрезе выражена нечётко, вследствие отсутствия в разрезе угольных пластов. Данную толщу выделяют преимущественно по наличию углистых аргиллитов, мощность которых составляет порядка 8 метров. Надугольная толща представляет собой песчаный пласт Ю₁¹⁻², который расположен непосредственно под баженовской свитой. Мощность данного пласта составляет 4 метра, 2 из которых является эффективными. С фациальной точки зрения данный пласт представлен песчаными образованиями прибрежной зоны моря. Разрез данного пласта сложен песчаниками серого цвета с различными оттенками, сцементированность преимущественно средняя, встречаются участки с изветсковыми пиритизированными образованиями с горизонтальной слоистостью. Кроме того, наблюдаются следы органики (отпечатки раковин-двустворок). Максимальная мощность васюганской свиты достигает 20 м.

Георгиевская свита развита отдельными участками с незначительной мощностью. Данная ситуация возникла вследствие палеогеографических условий осадконакопления.

Горизонт Ю₁ перекрывается будёновской свитой (J3bg) сложенной глубоководными битуминозными аргиллитами. Преимущественно темно-серыми и изредка с буроватым оттенком, плотными, крепкими, имеющими раковистый излом, участками плитчатыми, иногда карбонатизированными. Толщина отложения баженовской свиты - 8- 10 м.

Меловой период (К).

В составе данных платформенных отложениях обладает наибольшей мощностью, достигающей значений свыше 1900 метров. Система характеризуется наличием всех отделов и ярусов. Отложения нижнего мела К₁ представлены морскими образованиями *Куломзинской* и *Тарской* свит, а также континентальными породами *Киялинской* свиты.

Куломзинская свита (K1klm) сложена тёмно-серыми, плотными иногда тонкослоистые, алевритистые, с редкими тонкими прослойками известковистых песчаников и алевролитов. Толщина куломзинской свиты - 220 м.

Тарская свита (K1tr) толщиной 80 м представлена преимущественно песчаниками серыми, светло-серыми, средне-мелкозернистыми, кварцполевошпатовыми, слабо- и среднесцементированные, иногда известковистые, крепкие. Участками отмечаются косослоистые подчинённые прослои тёмно-серых плотных аргиллитов и алевролитов.

Киялинская свита (K1kls), общей толщиной до 520 м, представлена неравномерным пересиливанием глин, песчаников и алевролитов. Глины серые, буровато-серые, зеленовато-серые, коричневые, пятнистые, комковатые, часто алевритистые. Песчаники серые, светло-серые, мелкозернистые, иногда глинистые и известковистые, крепкие, косослоистые. Алевролиты серые, плотные, глинистые [1].

Нижне-верхнемеловые отложения K1-2.

Нижне-верхнемеловые отложения в объёме апт-альб-сеномана объединены в *Покурскую свиту* (K1-2pk) [2]. Это наиболее мощная свита сложена континентальными отложениями. Основной объём данной свиты представлен песками, алевролитами и глинами. Наблюдается их переслаивание. Отложения верхнего мела K₂ представлены верхней частью Покурской свиты, а также морские образования *Кузнецовской*, *Ипатовской*, *Славгородской* и *Ганькинской* свит.

Кузнецовская свита (K2 kz) сложена в основном серыми, тёмно-серыми плитчатыми, тонкополосчатыми и листоватыми глинами. Мощность данной свиты достигает 20 метров.

Ипатовская свита (K2ip) представлена преимущественно переслаиванием песчаников и глин серых, тёмно-серых и зеленовато-серых оттенков. Толщина свиты достигает 100 м.

Славгородская свита (K2sl) сложена серыми, зеленовато-серыми глинами, комковатыми участками опоковидные, с редкими прослойками песчаников и алевролитов. Толщина свиты 60 м.

Ганькинская свита (K2gn) сложена серыми, зеленовато-серыми, известковистыми глинами с прослоями мергелей, алевролитов и песчаников. В верхней части мергели серые, зеленовато-серые. Общая толщина 90-100 м [1].

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА (KZ)

Палеогеновый период (P).

Отложения данной свиты представлены морскими осадками *талицкой*, *люлинворской*, *чабанской* свит и континентальными осадками *некрасовской* свиты.

Талицкая свита (P1tl) представлена в основном темно-серыми глинами с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчанников преимущественно темно-серых и черных цветов. Толщина отложений составляет 60 м.

Люлинворская свита (P2ll), достигающая мощности в 230 метров, сложена зеленовато-серыми глинами, жирными на ощупь. В нижней части свиты встречаются глины с прослоями серых слюдистых алевролитов, песков и слабых песчанников.

Чеганская свита (P2-3cg) представлена голубыми и зеленовато-голубыми глинами. Наблюдаются многочисленные прослои и линзы светло-серых и серых песков, а также кварцев и алевролитов. Мощность отложений составляет 110 м.

Некрасовская свита (P3nk) сложена переслаивающимися песками и глинами мощностью в 120 метров. Пески преимущественно серые и желтовато-серые, мелкозернистые. Глины, в свою очередь, серые.

Неогеновые и четвертичные отложения (Q) преимущественно сложены суглинками и песками серых оттенков. Наблюдаются также прослои глин и лигнита. Мощность данных отложений достигает 30 м.

2.2 Тектоника

Исходя из данных "Тектонической карты юрского структурного яруса осадочного чехла" Ключевское поднятие располагается в западной части Среднеvasюганского мегавала. Данный мегавал является региональной положительной структурой Западно-Сибирской плиты. Как и большинство структур Западно-Сибирской плиты, относится к типу структуронаследованного развития, что говорит о том, что он развивался на фундаменте доюрских (палеозойских) положительных форм.

В региональном структурно-тектоническом плане по фундаменту плиты Среднеvasюганский мегавал расположен в южной части Центральной Западно-Сибирской складчатой системы, имеющей позднегерцинский возраст консолидации и состоит из ряда крупных антиклинорных и синклинорных зон, осложнённых грабен-рифами.

Подобные складчатые зоны имеют чаще всего имеют северо-западное простирание и отделены друг от друга межструктурными нарушениями, заложенными в начале геосинклинального этапа развития. Подобные разломы постепенно развивались все последующее время, включая стадию молодых платформ. Одним из примеров подобных

положительных складчатых зон, развивавшихся в позднем герцине является Васюган-Пудинский антиклинорий. Среднеvasюганский мегавал имеет непосредственное к нему отношение, так как его развитие происходило в северной части данного антиклинория в последующую платформенную стадию.

Среднеvasюганский мегавал обладает субмеридиальным простиранием, а размеры его площади составляют порядка 140x 75 км². Амплитуда данного мегавала по основному отражающему горизонту IIa достигает 350м. Южная и западная часть мегавала граничит с Колтогорским мегапрогибом и Нюрольской впадиной, восточная же его часть ограничена Усть-Тымской впадиной. Северная граница мегавала сочленяется с Александровским мегавалом.

Среднеvasюганский мегавал имеет осложнения в виде положительных структур второго порядка, а также локальными поднятиями и прогибами, которые их разделяют. Кроме того присутствуют небольшие впадины, седловины, врезы и т.п. К структурам второго порядка можно отнести *Северо-Васюганское куполовидное поднятие* (кп), расположенное на севере *Новотевризское кп*, находящееся соответственно на юге, а также в юго-восточной части – *Мыльдзинский вал*.

Расположение Северо-Ключевского локального поднятия приурочено к западному склону мегавала, в непосредственной близости к Нюрольской впадине. Северо-Ключевское поднятие по данным отражающего горизонта IIa представляет собой асимметричную куполовидную складку с простиранием на северо-запад, которую оконтуривает изогипса – 2520 м. В пределах данной изогипсы площадь поднятия составляет 7,5 x 3 км², с амплитудой в 85 м. Северо-Западное крыло является крутым, а склон осложнен непротяжённым дизъюнктивным нарушением. Сводовая часть поднятия тяготеет к его Северо-Западной части, в свою очередь юго-восточная часть имеет осложнение, представленное в виде небольшого структурного мыса.

Северо-Ключевское поднятие, охарактеризовано не только (опорных) отражающими горизонтами IIa и Ф2, но и другими отражающими границами.

В отложениях Тюменской свиты прослеживается наличие отражающих горизонтов Ia и Ib. Данные горизонты приурочены, соответственно, к нижней и верхней частям свиты. Стоит также отметить, что структурный план горизонта Ia аналогичен плану отражающего горизонта Ф2, а структурный план горизонта Ib – горизонту IIa. По вышележащим отражающим границам меловых отложениях (III и IVb) отмечается выполаживание структурных планов от нижних горизонтов к верхним. По отражающему горизонту IVb рельеф представляет собой пологий моноклиальный склон.



Рис. 2.1. Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты (фрагмент).



Рис. 2.2. Условные обозначения к карте фундамента Западно-Сибирской плиты (фрагмент).

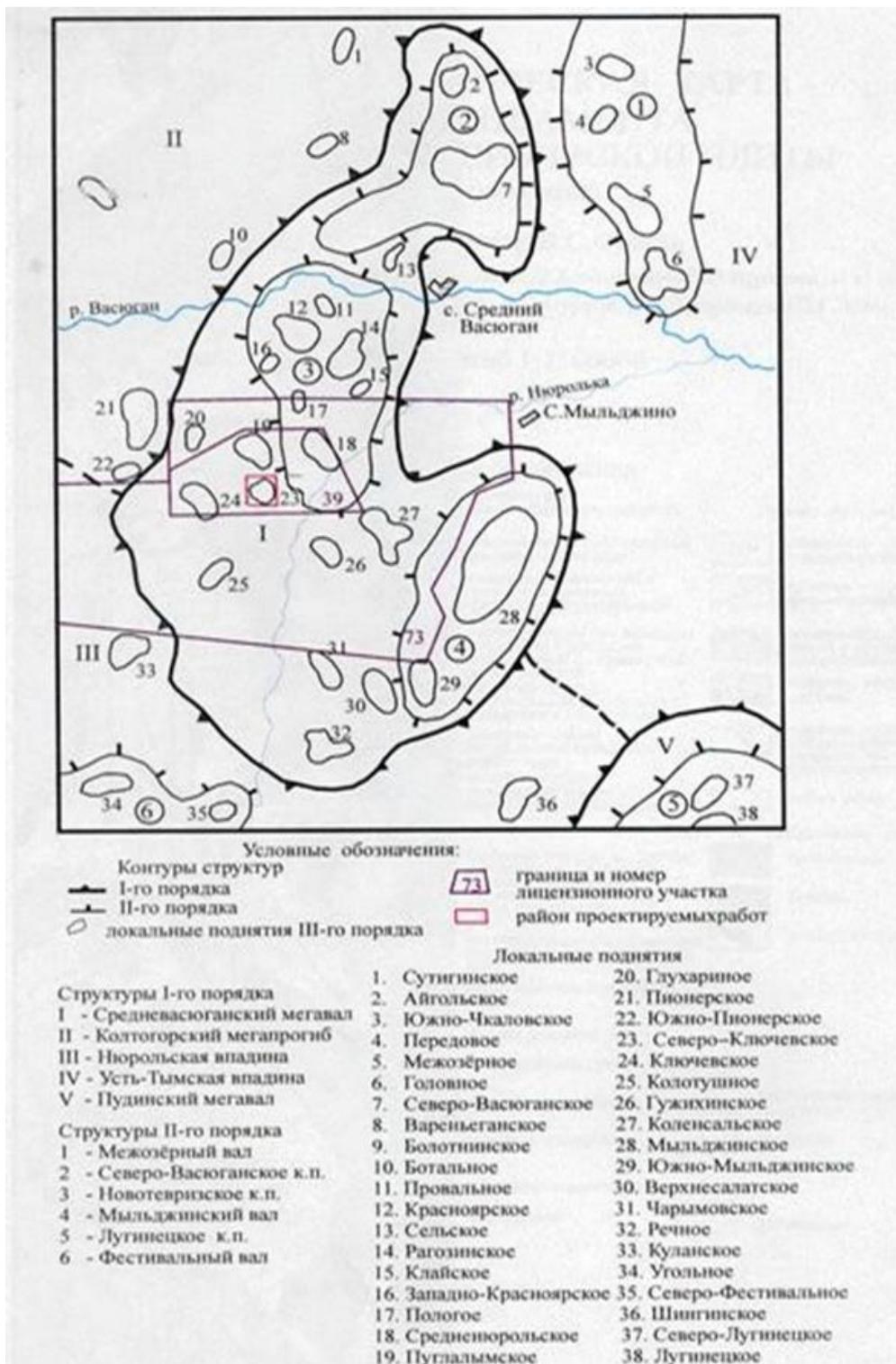


Рис 2.3. Тектоническая карта участка работ (Объект исследования на карте - №24).

2.3 Нефтегазоносность

Согласно нефтегеологическому районированию Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции Ключевское месторождение нефти находится на территории Средневасюганского НГР Васюганской нефтегазоносной области. На данный момент в пределах Средневасюганского НГР уже было выявлено 10 нефтяных, газоконденсатных и

нефтегазоконденсатных месторождений. На двух площадях были получены притоки нефти, однако их объемы не соответствуют промышленным. Пять были выявлены в ходе анализа керна и при испытаниях. Нефтегазоносность связана с широким стратиграфическим диапазоном - от верхней части образований палеозойского фундамента (Речное ГК м-е) до нижнего мела (Мыльдзинское НГК м-е) включительно. Горизонт Ю₁ (верхняя юра) васюганской свиты является основным нефтегазоносным горизонтом месторождений Средневасюганской НГР. Большинство обнаруженных и исследованных залежей углеводородов связано именно с ним. Нефтегазоносность данного горизонта на территории Ключевского локального поднятия впервые была доказана при помощи поискового бурения скважин, расположенных на юго-восточной переклинали структуры. Залежь нефти была выявлена в пласте Ю₁.

По последним структурным построениям скважины, практически, оказались пробуренными в неблагоприятных условиях: скв.1 - оказалась пробуренной на Юго-Восточной перекликали структуры. Залежь нефти была выявлена в пласте Ю₁¹. Горизонт Ю₁ вскрыт скважинами на глубинах 2561-2583 м (а.о.-2419,8- 2491,1 м). Мощность пласта составила 49-53м. Разрезы пластов Ю₁³ и, Ю₁⁴ подугольной толщи показали, что те сложены в основном песчаниками мелкозернистыми, слабокрекосцементированными. Однако согласно данных ГИС признаков нефтегазоносности в них обнаружено не было.

При опробовании пласта Ю₁⁴ в скважине 4 получен приток пластовой воды дебитом 48,2 м³/сут. на динамическом уровне 802 м. Минерализация воды 49 г/л. Согласно этим данным пласт обладает достаточно хорошими коллекторскими свойствами, что подтверждается лабораторными исследованиями: 19 открытая пористость песчаников - достигает 17%, проницаемость - до 18-19 мД.

Пласты Ю₁¹ и Ю₁² надугольной толщи горизонта Ю₁ выделяются в обеих скважинах. По разрезу они разделены глинистым прослоем 1,-5,5. пласт Ю₁ 2 в скв.1 по ГИС - не коллектор, в скв.2 имеет незначительную общую толщину -2.6м, эффективную - 1.4м и интерпретируется как водонасыщенный.

Исследование керна пласта Ю₁¹ показало, что он сложен преимущественно серыми и тёмно-серыми песчаниками, мелкозернистыми, средне-крекосцементированными, с примесью карбонатноглинистого материала. Кроме того, в керне были обнаружены следы органических отложений, представленные обломками раковин морской фауны, с признаками нефтенасыщения. Общая толщина 2,8-5,0 м, эффективная - 2,0-2,2 м. Открытая пористость песчаников - 10,8-18%, проницаемость - 0,3-7,7 мД. Пласт опробован в обеих скважинах. В результате опробования данного пласта в скважине 3 посредством бурения, совместно с отложениями баженовской свиты (интервал 2559-2520 м) получен

разгазированный глинистый раствор с плёнкой нефти. При исследовании скважины 4 пласт был вскрыт на 20 метров ниже. Опробование пласта так же подтвердило наличие глинистого раствора с нефтяной пленкой, а при испытании в колонне пласта в интервале 2582-2587 м (а.о.-2490,1-2495,1 м) на 2.8 мм штуцере получен приток нефти дебитом 2,3 м³ /сут. с незначительным количеством 0,2 м³/сут. пластовой воды минерализацией 36 г/л. по анализам проб нефть высококачественная, легкая, с плотностью 0,8335 г/см³. Содержание парафинов - 3, %, смол силикагелевых - 7.17%, асфальтенов - 0,89%, серы - 0,34%. Вследствие недостаточной изученности, открытая залежь нефти в пласте Ю₁¹ была признана непромышленной. Благодаря информации, полученной из детальной корреляции удалось установить, что залежь в пласте Ю₁¹ имеет структурно-литологический тип.

В 2003 году благодаря бурению поисковых скважин 3 и 4, а также с учётом структурных построений были получены более подробные данные как о строении, так и о нефтегазоносности отложения горизонта Ю₁. К примеру, результаты бурение скважины 15 показали, что пласт Ю₁¹ практически глинизирован. По заключению ГИС как коллектор интереса не представляет. По данным ГИС пласт Ю₁² оказался продуктивным, а потому был испытан совместно с пластом Ю₁³ в колонне - интервалы 2559,0-2563,0 м (а.о.-2451,8-2455,8) и 2565,0-2573,0 м (а.о.-2457,8-2465,8). В результате исследований на штуцере 8 мм получен приток нефти дебитом 50 м³ /сут. с газом 2,5 тыс. м³ /сут. Подобные данные позволили классифицировать залежь пластов Ю₁³ и Ю₁² как промышленную. Тип залежи был установлен как пластово-сводовый. ВНК залежи был принят по подошве зоны с пониженным нефтенасыщением на, а.о.-2417 М. Эффективная толщина залежи 12 м (1,4 м - Ю₁² и 10,6 м - Ю₁³), пористость - 11.9 - 18.6 %, проницаемость - 0.76-78.8 мД, коэффициент нефтенасыщения достигает 0,597. По результатам лабораторных анализов проб нефть высококачественная, легкая, с плотностью 0,821 г/см³ и вязкость 0,75 мПа·с. Содержание парафинов - 3.28 %, смол силикагелевых - 6.85%, асфальтеновая - 0,45%, серы - 0,31%.

В 2003 году удалось произвести подсчёт запасов нефти открытой нефтяной залежи. Запасы составили (балансовые/извлекаемые): категории С₁ - 1826/548 тыс.т. и категории С₂ - 4121/1236 тыс.т.

В марте 2004 года были закончены буровые работы на поисковой скважине 6. Её глубина составила 2722 м с забоем в отложениях пласта Ю₂ тюменской свиты. В разрезе скважины в ходе проведения ГИС были выявлены изменения в строении песчаных пластов горизонта Ю₁. Пласты Ю₁¹ и Ю₁² образуют вместе единое тело, сложенное песчаником. Данное тело характеризуется нефтенасыщением - 59,1. Согласно данным ПС пласт Ю₁³ аналогичен по своим характеристикам одноимённому пласту в скв.5. Верхняя его часть

характеризуется нефтенасыщенностью с K_n до 63,4. Подобные данные позволяют предположить наличие залежей нефти в пластах $Ю_1^{1-2}$ и в пласте $Ю_1^3$ соответственно.

2.4 Сейсмогеологическая характеристика

Сейсмогеологические условия Северо-Западного склона Среднеvasюганского мегавала позволяют проводить сейсморазведочные работы методом отраженных волн с регистрацией отражений от самых нижних горизонтов чехла, включая отражения от внутрипалеозойских толщ.

Этому способствует ярко выраженная слоистость, дифференциация акустических свойств на границах раздела пластов, небольшие углы наклона отражающих границ, слабая дислоцированность осадочных толщ. Тонкослоистые равнины песчано-глинистых образований района работ характеризуются низкими скоростями пробега продольных волн. Средние скорости плавно возрастают с глубиной от 1600-1700 м/сек до 2400-2700 м/сек. Пластовые скорости увеличиваются с глубиной от 1600-1800 до 3400-4500 м/сек. Плотности пород в среднем монотонно возрастают с глубиной в пределах 1,7-2,5 г/см. По данным акустических каротажей, коэффициент отражений на границе слоев меняются в диапазоне 0,01-0,17. При этом около 80-85% составляют отражающие границы, коэффициенты отражений у которых менее 0,05 [6].

Сейсмические отражения возникают при наличии физических границ, разделяющих среды с различными акустическими жесткостями. В тонкослоистых терригенных породах сейсмическая волна, как правило, связана не с одной, а с целой серией физических границ и образуется в толще, мощностью от первых десятков до сотен метров. Даже локальные фациальные замещения, происходящие в этих толщах, сильно влияют на динамические особенности сейсмической записи и нередко приводят к потерям корреляции отражений. В связи с этим существуют ограничения в дробности расчленения осадочного разреза и трудности привязок сейсмических отражений к реальным геологическим границам.

Основное влияние на формирование сейсмических волн оказывают наиболее резкие перепады акустических жесткостей, которые отмечаются на разделах между крупными литолого-стратиграфическими комплексами. К ним тяготеют наиболее интенсивные и динамически выраженные (в региональном плане) отраженные волны, обладающие опорными свойствами в пределах всей территории исследований, К таковым прежде всего следует отнести группы волн IV, III, I, ФI [6].

Отражающий горизонт ФI приурочен к подошве осадочного чехла. Сейсмические волны от этого горизонта сравнительно низкочастотны, динамически не выдержаны. Оси синфазности часто прерывисты, зачастую осложнены дифракционными явлениями, что

связано с дизъюнктивной тектоникой. В пределах эрозионно-тектонических выступов фундамента эта граница представляет огибающую регулярных отражений.

На незначительной, северо-западной части площади, тяготеющей к южному окончанию Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта, ниже горизонта ФІ следится серия интенсивных отражений, вероятно, связанная с отложениями промежуточного структурного этажа пермо-триасового возраста.

Из волн группы I регионально выдержаны по площади отражения 1б, 1а. Горизонт 1б приурочен к верхней части тюменской свиты и не отжествляется с определенным литологическим репером, поддающимся надежной корреляции по ГИС. Геологическую природу этого горизонта еще предстоит изучить. Вероятно, он связан со скрытым региональным перерывом, предшествующим накоплению осадков верхней юры. Уверенно прослежен в пределах всей площади горизонт 1а, который согласно исследованиям ТО СНИИГГиМса можно отождествить с регионально выдержанными угольными пластами, сформировавшимися на рубеже байос-бата.

Более глубоко погруженные горизонты уверенно проскакиваются во всех структурно-погруженных зонах. На приподнятых участках поверхности доюрских образований часть этих отражений отсутствует или следится менее уверенно, иногда даже выклинивается. Здесь они характеризуются интерференцией фаз, изменением формы записи, понижением интенсивности отражений, прерывистостью и хаотическим расположением. Подобное изменение формы сейсмической записи и прослеживания отражений, вероятно, обусловлено как литофициальной невыдержанностью отложений, так и влиянием тектонических нарушений, проникающих в нижнюю часть юрского комплекса.

Горизонт Па формируется в основном, на контакте между сравнительно маломощными (10 - 30 м) глубоководно-морскими битуминозными глинами баженовской свиты. Подошва баженовской свиты обладает наибольшим коэффициентом отражения (0.12 - 0.17). Волна Па динамически ярко выражена, следится на всей исследуемой территории [6].

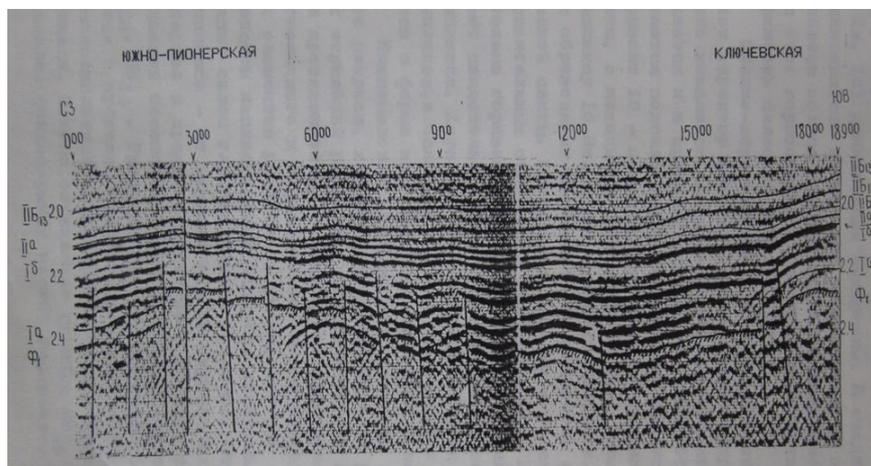
Выше горизонта Па, в интервале 150-200 мс, следится серия отражающих горизонтов, последовательно выклинивавшихся в западном направлении на отложения баженовской свиты. Сверху этот косослоистый рисунок перекрыт серией субгоризонтальных отражающих горизонтов различной протяженности и динамической выразительности. Такой сложный характер формирования отражающих границ нижнего мела связан со специфическими условиями осадконакопления, а именно с последовательным заполнением недокомпенсированной палеовпадины в волжско-некомское время.

Отложения покурской свиты формировались, в основном, в континентальных условиях, лишь в отдельные моменты сюда проникало море. В этой части разреза выделяется группа отражающих горизонтов III (низы покурской свиты). Наиболее выдержанный горизонт прослеживается на уровне 80-120 м выше подошвы свиты.

В верхнемеловом морском бассейне сформировались отложения, которым соответствует группа отражающих границ IV. Особенно интенсивна и динамически выдержана волна IVв, формирующая в отложениях ипатовской свиты.

Поверхностные сейсмогеологические условия вдоль профилей очень изменчивы. Чередование торфяных болот, речных долин, оврагов и лесных массивов создает резкое колебание скоростей в приповерхностной части разреза (от 200 до 1400 м/сек), нерегулярный фон помех ослабляет уровень и резко меняет форму записи полезных волн, а также влечет за собой недоучет статических поправок.

Неблагоприятными для постановки сейсморазведочных работ является наличие низко- и высокоскоростных волн-помех. Одни из них, в основном, низкоскоростные ослаблялись или совсем устранялись путем группирования сейсмоприёмников и мьютинга. Высокоскоростные волны-помехи ослаблялись за счет суммирования по ОГТ и другими методическими приемами обработки на ЭВМ.



Отмечаются участки развития «прерывистых» смятых и разорванных отражающих площадок. Они отождествляются с зонами интенсивных нарушений и дислоцированности палеозойских образований. В основном, эти зоны приурочены к выходам известняков, карбонатов. Данный тип волновой картины характерен для всей площади исследования.

2.5 Физические свойства горных пород

Породы, слагающие Ключевское месторождение можно разделить на 4 основополагающих элемента:

- Мелкозернистые песчаники

- Алевролиты
- Глины
- Аргиллиты

Продуктивный горизонт Ю₁ сложен преимущественно этими породами, как говорилось выше.

Таблица 2.1

Плотность осадочных г.п.

Название породы	Пределы значений плотности, г/см ³
Глина и глинистые породы	1,2-2,4
Аргиллит	1,7-2,9
Песчаник и обломочные породы	1,3-2
Алевролит	1,8-2,8

Таблица 2.2

Значения коэффициента общей пористости (K_п) исследуемых г.п.

Название горной породы	Значения K _п , %
песок	4-50
алевролит	1-50
глина	4-75
песчаник	0,5-40
аргиллит	1-30

Таблица 2.3

Различия магнитной восприимчивости о.г.п. в структуре чехол/структура

Наименование г.п.	Значения магнитной восприимчивости	
	Платформа (чехол)	Складчатость (структура)
глина	0-300	0-3100
аргиллиты	0-190	0-355
песчаник	0-200	0-41000
алевролиты	0-290	0-2500

Таблица 2.4

УЭС пород-коллекторов и флюида

Породы чехол/коллектор	Значение УЭС, Ом*м
глина	10-10 ³
песчаник	10-10 ³
нефть	10 ¹² -10 ¹⁴
вода	1-50

Таблица 2.5

Диэлектрическая проницаемость пород

Породы	Частота поля, Гц	S отн.
песчаник	10 ² -10 ⁷	11-9
глины		20
флюид		
нефть		2,5
вода		81

Таблица 2.6

Поляризуемость пород

Название породы	Показания поляризуемости
пески	0,1 – 1,6
глины	0,1 – 1,7
песчаники	0,2 – 2,1

Таблица 2.7

Гамма-параметры горных пород

Порода	Q г/см ³	m	Z эф	A, CM ⁻¹
песчаник	2,3	1,02	12,39	0,198
глина	2,1	1,00	13,07	0,181

Таблица 2.8

Теплофизические свойства г.п.

Порода/ флюид	Коэффициент теплопроводности Вт/(м*К)	Удельная теплоемкость Дж/(кг*К)	Коэффициент температуропроводности м ² /с
нефть	0,14	2093	0,7-0,9
алевролит	0,41-3,58	322-1466	4,30-16,10
песчаник	0,24-4,41	5,44-1629	2,00-19,72
песок	0,18-4,75		
глина влажная	0,38-3,03	753-3596	0,51-11,56
глина сухая	0,14-0,24		

Таблица 2.9

Сводная таблица тепловых свойств флюидов

Тип флюидов	Коэффициент теплопроводности Вт/(м.к)	Удельная теплоемкость Дж(кг*К)
вода	0,58	4180
нефть	0,14	2093
газ	0,023	1000

2. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основным продуктивным горизонтом Ключевского месторождения является горизонт Ю₁ васюганской свиты.

Горизонт Ю₁ обладает сложным строением, характеризующимся делением на 3 толщи:

1. Подугольную;
2. Межугольную;
3. Надугольную.

Подугольная и надугольная толщи были сформированы в периоды последовательной регрессии и трансгрессии дна морского бассейна, в то время как формирование межугольной характеризуется как относительно непродолжительный интервал континентального режима осадконакопления.

Особенностью подугленной толщи заключается в наличии достаточно мощных пластов Ю₁³ и Ю₁⁴ горизонта Ю₁. Данные пласты представляют собой покров песчаных образований, осажженных на морском мелководье, а кроме того в прибрежно-морской зоне, расположенной вдоль береговых валов, а также пляжей и дельтовых комплексов.

Удалось исследовать разрез скважины 7 на интервале от 2640,0 м. до 2710,0 м. В ходе исследования были задействованы методы: ПС, НГК, ГК, ИК. По итогу литологического расчленения разреза удалось установить наличие: глин, алевролитов, аргиллитов, слагающих баженовскую свиту, а также карбонатные породы высокой плотности и песчаники. Разрез данной скважины приведен на рисунке 3.1.

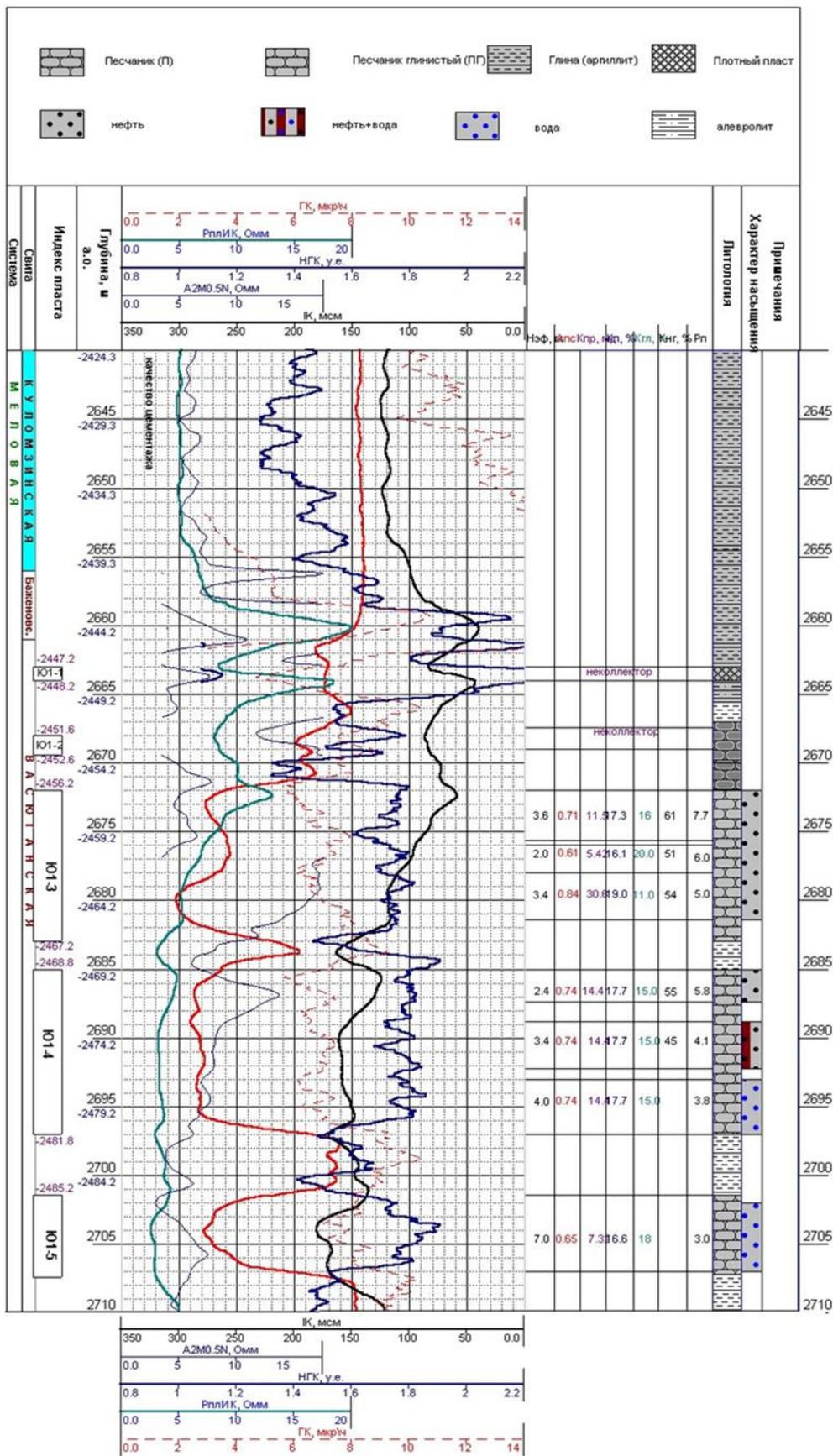


Рис. 3.1 – Каротажная диаграмма разреза скважины №7 на Ключевском месторождении.

На интервале глин кривая ПС находится в состоянии покоя, не наблюдается серьезных отклонений в значениях, не выражаются существенные аномалии в амплитуде кривой. На данном интервале так же не наблюдается аномального поведения кривой ИК. В то же время кривая ГК имеет максимальные значения на данном интервале, что подтверждает мысль о глинистости данного участка разреза, поскольку высокое содержание глин прямо пропорционально высоким показаниям ГК, в силу наличия в глинах относительно большого количества радиоактивных элементов. Для данного интервала значения кривой ГК варьируются в 8 - 16 мкР/час. В свою очередь показания НГК на данном интервале неоднозначны, так как присутствуют сильные перебросы в значениях при постепенном изменении глубины. Диапазон весьма широк и варьируется от минимальных значений в 1,3 у.е. до 2,2 у.е. Подобное поведение кривой, возможно, говорит об постепенном увеличении карбонатов вплоть до границы перехода глинистых и карбонатных пластов.

Пропласток плотных карбонатных пород характеризуется незначительной амплитудой ПС. Помимо этого, наблюдается аномальное значение по кривой НГК, достигающие 2.2 у.е. Рассматривая кривую ГК можно заметить, что на данном интервале значительно ниже, нежели на интервале глин. Значения снижаются вплоть до отметки в 4,5 мкР/час.

Пласты коллекторы ярко отражены по кривой ПС. На данных интервала она имеет максимальные отклонения по амплитуде. К примеру, для пласта Ю₁³ данное отклонение достигает значений от 65 мВ до 75 мВ. Данные аномалии характерны как для нефтеносных, так и насыщенных водой коллекторов. На интервале пласта Ю₁³ заметно наличие 2 максимумов аномалии. Это может говорить о наличии нескольких пропластков с разным насыщением в пределах данного коллектора. В интервале коллекторов значения кривой индукционного каротажа постепенно растут, начиная с кровли и вплоть до подошвы, принимая значения от 60 мСм/м и до 125 мСм/м. Коллекторы водонасыщенных пластов, с точки зрения ИК, характеризуются крайне высокими значениями, порог которых превышает отметку в 150 мСм/м. Характерной особенностью пласта Ю₁³ является чередование низких и высоких показаний ГК, что может объясняться сложным строением пласта, а именно наличием в центре пласта глинизации, что и было отражено в показаниях кривой ГК. Наличие неоднородности в пласте Ю₁³ также подтверждается показаниями по кривой НГК. В пределах мощности пласта наблюдаются перепады в показаниях, что может быть подтверждением наличия разного уровня насыщения пласта. Интервалы коллекторов не характеризуются наличием аномальных значений НГК, что подтверждается на диаграмме. На этих уровнях НГК имеет вполне умеренные значения.

Для расчета значений ФЭС нам необходимо воспользоваться фактическим материалом, представленном ниже в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Формулы для расчета свойств коллекторов

Параметры: Объекты	Ю1
Температура пласта, °С	85.0
Минерализация пластовой воды, г/м ³	$C=0.027N_{абс}-23.2$
Сопrotивление пластовой воды, Ом·м	0.07
Критерии коллектора: для газа для нефти	$\alpha_{nc} \geq 0.3$ $\alpha_{nc} \geq 0.4$
Критерий получения газа	временные замеры НКТ
Критерий получения чистой нефти	$7.0 < p_n < 11.0, 3.5 \leq P_n < 5.5, K_n \geq 0.5\alpha_{nc} + 0.1$
Критерий получения нефти с водой	$4.3 < p_n < 7.0, 2.75 \leq P_n < 3.5, K_n = 0.41\alpha_{nc} + 0.09$
Критерии выделения водоносных пластов	$p_n \leq 4.3, P_n < 2.75$
Открытая пористость, доли ед.	$K_n = 0.126\alpha_{nc} + 0.084$
Пористость, доли ед.	$K_n^{общ} = 0.332/J_{нкТ} + 0.08$ $K_n = K_n^{общ} - K_{гл} \cdot \omega_{св},$ $\omega_{св} = 0.18$
Относительное сопротивление	$R_n = 0.586K_n - 2.016$
Нефтенасыщенность, доли ед.	$K_v = 0.8527P_n - 0.52$
Проницаемость, 10 ⁻³ мкм ²	$K_{пр} = 10^{((\alpha_{nc}/0.75)^{2.27})}$
Глинистость, доли ед.	$K_{гл} = 0.4346 - 0.3846\alpha_{nc}$

Данные о пластах представлены в приведённой ниже таблице 3.2.

Таблица 3.2

Данные о коллекторах в разрезе скважины

№	Индекс пласта	Кровля	Подошва	Мощность
1	Ю ₁ ³	2671,7	2674	2,3
2		2674	2678,5	4,5
3		2678,5	2682,4	3,9
4	Ю ₁ ⁴	2684,4	2687,2	2,8
5		2687,2	2690,5	3,3
6		2690,5	2696,5	6
7	Ю ₁ ⁵	2701,5	2707	5,5

Для расчета значений фильтрационно-емкостных свойств необходимо узнать значения $\alpha_{пс}$.

Для выделения коллекторов использование относительной величины $\alpha_{пс}$ наиболее целесообразно. В качестве данной величины принимается отношение амплитуд отклонений кривой ПС в данном интервале к максимальному значению отклонения. Значения отсчитываются от линии глин.

Определение относительной амплитуды ПС проводится следующим способом: в изучаемом разрезе выделяется мощный однородный водоносный пласт с минимальной глинистостью и максимальным значением ПС [2].

Максимальная амплитуда ПС в изучаемом пласте определяется по формуле:

$$E_{пс}^{max} = E_{опор} + 3 \cdot (H_{пл} + H_{опор}) / 100,$$

где: $H_{пл}$ - глубина изучаемого пласта; $H_{опор}$ - глубина опорного пласта; $E_{опор}$ - значение ПС в опорном пласте.

Величина относительной амплитуды ПС определяется по формуле:

$$\alpha_{пс} = U_{пс} / E_{пс}^{max},$$

где $U_{пс}$ – наблюдаемая ПС

Исходя из данных формул, мы получили значения $\alpha_{пс}$ для исследуемых пластов-коллекторов.

Далее мы используем уравнение открытой пористости. Само уравнение приведено в таблице 3.1. Значение $\alpha_{пс}$ нам удалось установить. Находим значение эффективной пористости.

$$K_{п} = 0.126 \cdot \alpha_{пс} + 0.084$$

Используя значения коэффициента пористости, мы можем найти относительно сопротивление пласта. Для этого воспользуемся уравнением, приведенным в таблице 3.1.

$$\text{Для данного месторождения } R_{п} = 0.586 \cdot K_{п} - 2.016.$$

Используя расчетную формулу $R_{п} = \rho_{пв} / \rho_{в}$ мы находим значение сопротивления породы, полностью заполненной флюидом.

Находим значение $R_{н}$. Поскольку в нашем разрезе присутствует кривая ИК в шкале Ом*м, то нам нет нужды осуществлять перевод из миллисименсов. К примеру, в 1 пропластке коллектора γ_{1}^3 значение $\rho_{нп}$ будет равняться 13 Ом*м.

$$R_{н} = \rho_{нп} / \rho_{вп}.$$

На основании полученных данных мы можем вычислить значения коэффициентов нефтенасыщенности, проницаемости и глинистости. Необходимы для вычисления уравнения представлены в таблице 3.1.

$$K_v = 0.8527 P_H - 0.52$$

$$K_{np} = 10^{((\alpha_{nc} / 0.75) ^{2.27})}$$

$$K_{гл} = 0.4346 - 0.3846 * \alpha_{nc}$$

Коэффициент нефтенасыщенности вычисляется путем вычитания значения водонасыщенности от единицы.

$$K_n = 1 - K_v.$$

Таблица 3.3.

Значения ФЕС исследуемых коллекторов.

Пласт	Интервал коллекторов		Мощность	αпс	Кп	Кгл	Рп	Кв	Кн	Рн	рпв
	кровля	подошва									
Ю1-3	2671,7	2674	2,3	0,71	0,173	0,162	20,030	0,268	0,732	9,272	1,402
	2674	2678,5	4,5	0,61	0,161	0,200	23,318	0,406	0,594	4,166	1,632
	2678,5	2682,4	3,9	0,84	0,190	0,112	16,698	0,392	0,608	4,449	1,169
Ю1-4	2684,4	2687,2	2,8	0,74	0,177	0,150	19,178	0,430	0,570	3,725	1,342
	2687,2	2690,5	3,3	0,74	0,177	0,150	19,178	0,496	0,504	2,830665	1,342
	2690,5	2696,5	6	0,74	0,177	0,150	19,178	0,543	0,457	2,383718	1,342
Ю1-5	2701,5	2707	5,5	0,65	0,166	0,185	21,912	0,624	0,376	1,825462	1,534

Таким образом, на основании данных, полученных из каротажной диаграммы разреза скважины №7, а также в результате расчета фильтрационно-емкостных свойств коллектора можно сделать вывод о том, что содержания флюида неоднородно, а именно, соотношение нефть/вода изменяется с глубиной пластов, т.е. пласт Ю₁³, состоящий из трех пропластков содержит преимущественно нефть. Пласт Ю₁⁴, также, по моему мнению, разделенный на 3 отдельных пропластов имеет неоднородное содержание. Верхняя часть данного пласта также содержит преимущественно нефть. Центральная часть пласта обладает соотношением нефть/вода примерно в одинаковых количествах. В нижней же части пласта содержание воды существенно выше, что позволяет классифицировать этот пропласток, как водоносный. Пласт Ю₁⁵ так же классифицируется как водоносный.

Данный анализ подтверждает ранее приведенную информацию о насыщенностях пластов, приведенной в разделе «Нефтегазоносность».

4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1 Задачи геофизических исследований

При бурении поисково-разведочных скважин, а также бурящихся в целях оценки ГГР, основные геологические задачи, стоящие перед работами ГИС является:

- 1) литологическое расчленение разреза, с последующей его корреляцией;
- 2) выделение коллекторов;
- 3) оценка характера насыщения коллекторов;
- 4) оценка коллекторских свойств пластов (пористости, глинистости, насыщения, проницаемости);

Задачи по литологическому расчленению разреза можно решить при условии наличия разных физических свойств пород.

Примерами таких свойств может служить УЭС пород, которая варьируется в своих значениях в зависимости от типа исследуемых пластов, радиоактивность горных пород, различные акустические свойства, способность пород к поляризации и т.д.

4.2 Обоснование объекта исследований

Исходя из данных, полученных ранее в ходе анализа ранее проведенных геофизических работ можно утверждать, что скважина №7 находится в зоне благоприятных для развития песчаных пластов-коллекторов. Кроме того, опираясь на труды В.А. Конторовича, а также на приведенную им схему прогнозирования зон увеличения мощности пласта Ю₁ на территории Средневасюганского магавала можно предложить бурение дополнительной поисково-разведочной скважины для подтверждения наличия зон увеличения мощности данного горизонта, а как вследствие уточнения границ залежи на Ключевском месторождении.

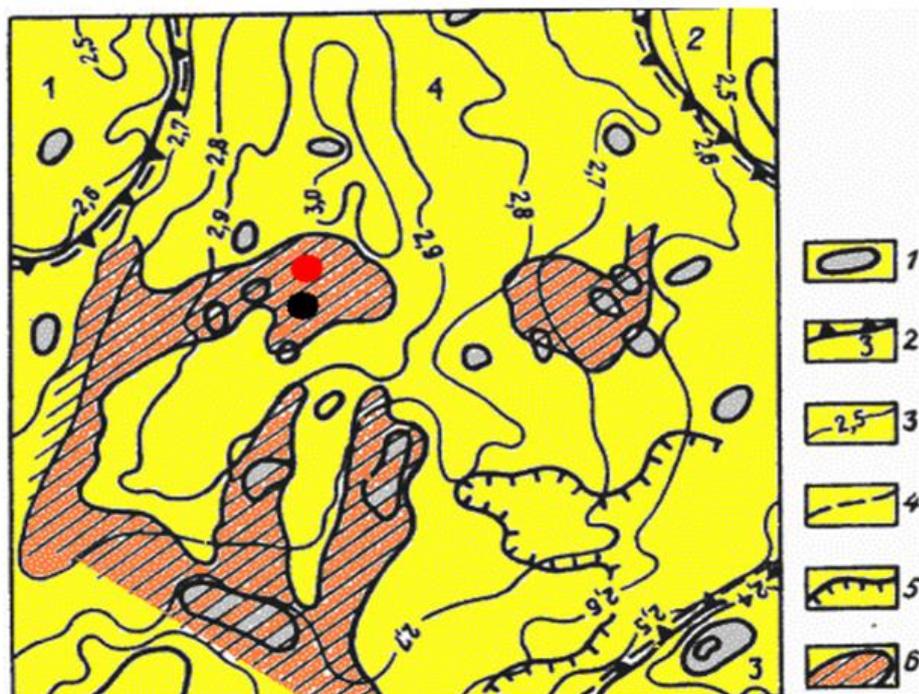


Рис 4.1 – Схема распространения зон, составленной по сейсмическим данным. Условные обозначения: 1 – локальные поднятия; 2 – границы структур третьего порядка; 3 – изогипсы отражающего горизонта Па (подошва баженовской свиты), км; 4 – границы нефтяных районов; 5 – зона аномальной формы записи волнового пакета Па 6 – прогнозируемые зоны увеличенных мощностей горизонта Ю1.

На данной схеме черным цветом помечена уже пробуренная скважина №7. Красным цветом в свою очередь помечена проектная скважина. Проектный участок находится в 25 километрах к северу от уже пробуренной скважины №7. Исходя из данных по скважине 7, а также благодаря коррелированию данных по скважинам 2,3,4,5,7,6, по соответствующей линии разреза (С2-С3-С4-С5-С7-С6) с расположением баженовской свиты на одной линии можно предположить гипотезу о схожем геологическом строении проектной скважины. На данных разрезах можно проследить наличие тех же продуктивных пластов, слагающих горизонт Ю1. Так же по всем разрезам основным продуктивным пластом является пласт Ю1³. Исходя из этих данных можно предположить, что в проектной скважине так же удастся вычленить достаточно емкий коллектор.

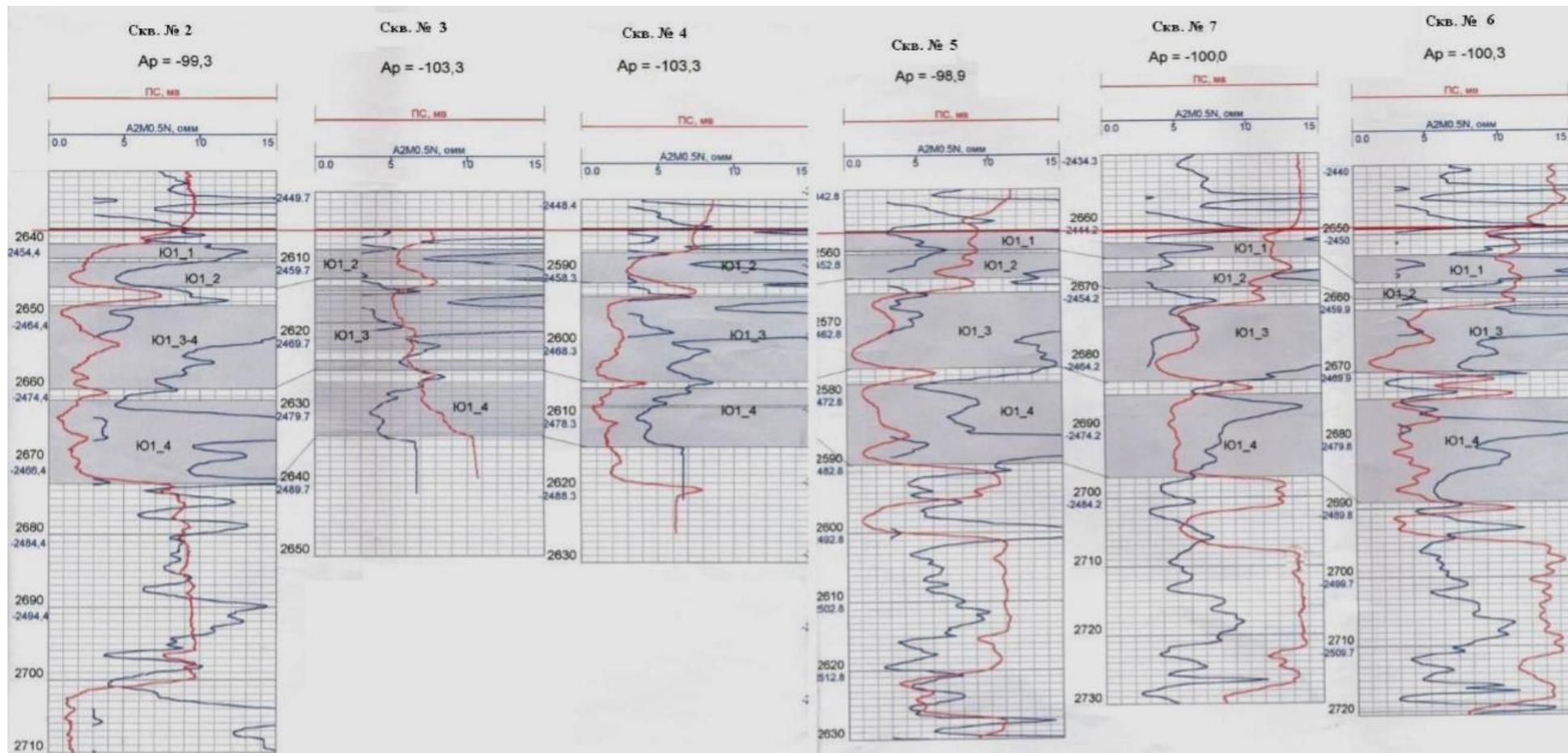


Рис. 4.2 – Схема корреляции продуктивных пластов горизонта Ю₁ Ключевского месторождения

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

Априорная физико-геологическая модель (ФГМ) объекта позволяет получить изначальную информацию касательно объекта исследования, а также предусмотреть возможные осложнения, которые могут возникнуть в ходе проведения работ на скважине. Помимо этого, ФГМ помогает выбрать наиболее эффективный комплекс методов ГИС для выполнения поставленных перед специалистом задач.

Основным материалом, на основании которого строится ФГМ является анализ разреза скважины, пробуренной на исследуемой площади. На основании информации, полученной в ходе анализа скважины №7, проведенном ранее удалось построить ФГМ скважины в интервале продуктивных пластов, слагающих горизонт Ю₁.

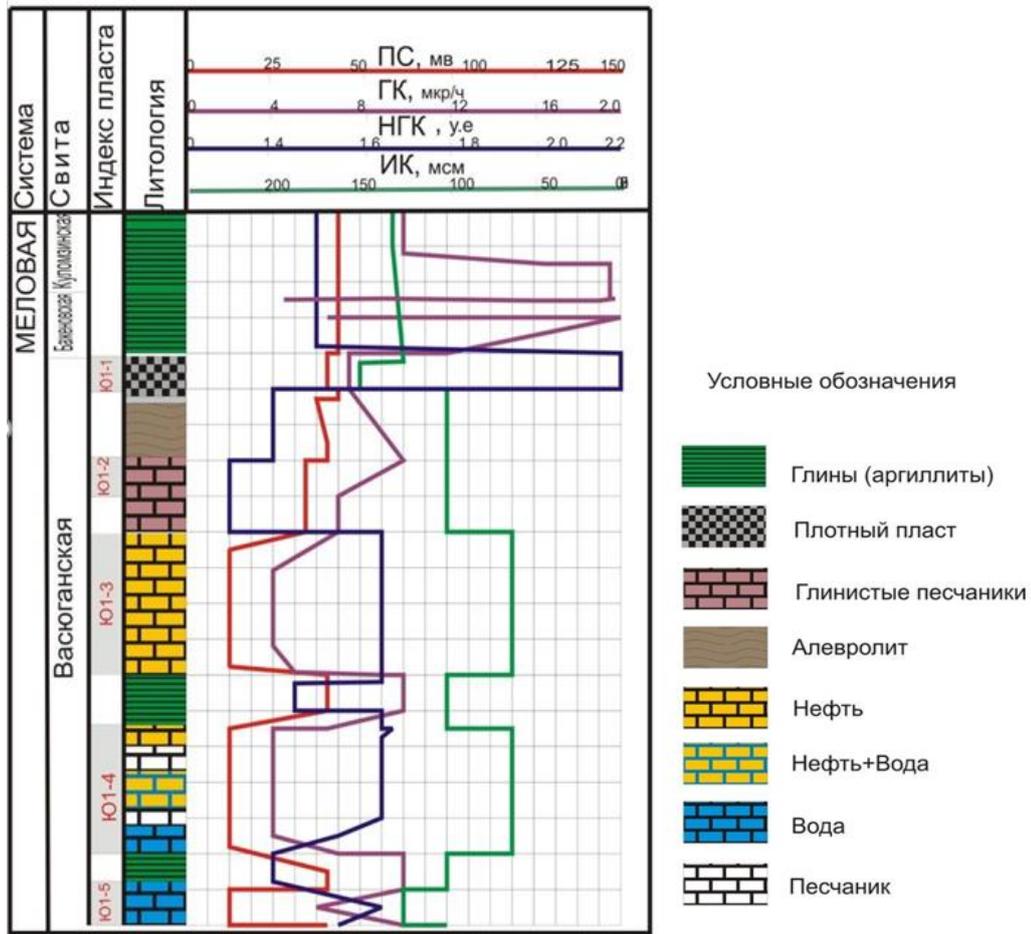


Рис 4.3 – ФГМ разреза Ключевского месторождения

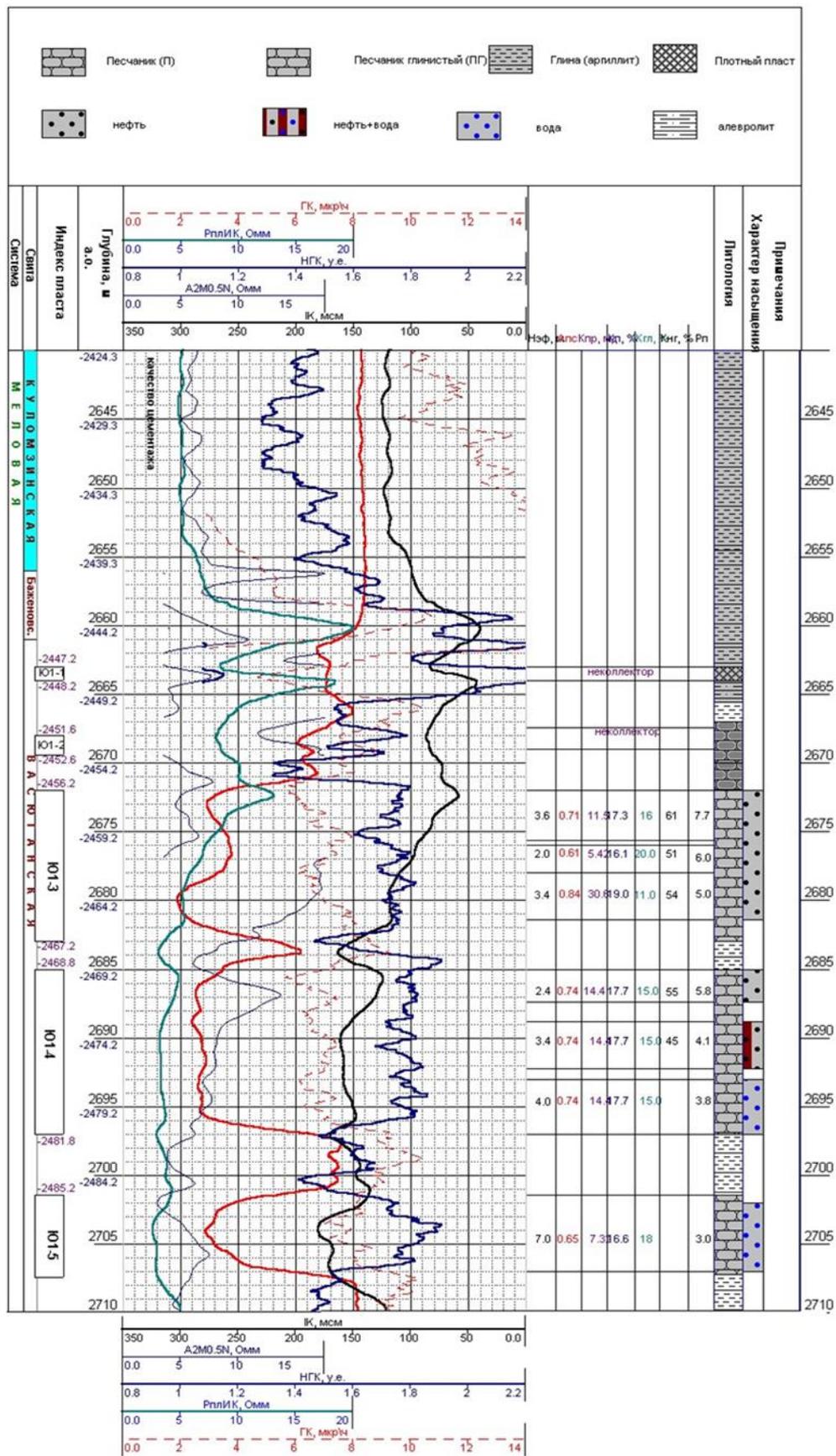


Рис. 4.4 – Каротажная диаграмма разреза скважины №7 на Ключевском месторождении (Исходный материал).

Комплекс методов формируется исходя из поставленных геологических задач, а также по данным ФГМ и наличии определенных особенностей или осложнениях при работе на конкретной скважине.

Задачи по литологическому расчленению разреза и выделению пластов коллекторов выполняются методами:

- ПС;
- Кавернометрия;
- БКЗ;
- МКЗ;

В качестве дополнительных методов можно использовать БК, ИК, МБК, НГК.

Определение глинистости осуществляется при помощи методов ГК и ПС. Для определения $K_{гд}$ используются эмпирические зависимости от двойного разностного параметра по гамма-каротажу и относительной амплитуды аномалии $\alpha_{пс}$ по ПС.

Определение пористости осуществляется при помощи методов НГК и ПС.

Определение проницаемости коллекторов производится методами УЭС, глинистости – ПС и ГМ.

Определение характера насыщения коллекторов и местоположения водонефтяного контакта осуществляется методами БК, АК.

Таким образом, на интервале горизонта Ю₁ в зоне расположения продуктивных пластов следуют провести комплекс работ ГИС, включающий в себя следующие методы:

БКЗ и резистивиметрия, которые позволят изучить радиальный градиент вдоль диаметра зоны проникновения;

БК, который позволит уточнить границы пластов. А также изучить зону проникновения.

ИК позволит определить электропроводимость исследуемых пластов, а как следствие, узнать характер их насыщения.

Кавернометрия позволяет выделить наличие кавернозности в стволе скважины, т.е. способствует выделению интервалов коллекторов;

Решение поставленных геологических задач на территории исследуемого нами Ключевского месторождения потребует использование комплекса ГИС, представленного ниже в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Комплекс проектных работ ГИС

№	Наименование методов	Масштаб	Глубина
Каротаж в открытом стволе			
1	ПС	1:500	800-2750
	ГК и НГК	1:500	
	Кавернометрия	1:500	
2	БК, БКЗ, ИК	1:200	1900-2750
Каротаж в продуктивной части пласта			
3	ПС, БК, БКЗ, ИК, ГК и НГК	1:200	2240-2750
4	АК	1:200	2240-2750
	Кавернометрия	1:200	
	Микрозондирование	1:200	

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1 Методика проектных геофизических работ

Данный комплекс методов выполняется в соответствии с утвержденной «Технической инструкцией по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах» РД 153-39.0-072-01», утвержденной Министерством природных ресурсов России 4 мая 2001 года [14].

Комплекс проводимых работ состоит из следующих этапов:

- подготовка к выезду на скважину;
- подготовительные работы на скважине;
- геофизические исследования на скважине;
- спуско-подъемные операции;
- пересоединение скважинных приборов;
- разметка кабеля;
- переезды на скважину и обратно;
- заключительные работы после возвращения на базу.

Общие исследования в скважине, как правило, проводятся в масштабе 1:500 и охватывают методы стандартного каротажа, радиоактивного каротажа и кавернометрии. Детальные работы ГИС проводятся в свою очередь в масштабе 1:200.

Масштаб записи, скорость записи и заявленная для этого аппаратура представлены ниже в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Аппаратура и параметры записи проектного комплекса ГИС

Вид исследования	Используемый прибор	Масштаб записи	Скорость записи, м/час
Стандартный каротаж ПС КС	К1А-723М	12,5 мВ/см 2,5 Ом*м/см	1800
Боковой каротаж	К1А-723М	-	1800
Индукционный каротаж	К1А-723М	20 мСим/см	1800
МКЗ	МКГ-1	1 : 200	1000
БКЗ А4М0.5N; А0.4М0.5N; А1М0.5N; N0.5M2.0A; N6.0M0.5A	К1А-723М	2,5 Ом*м/см	2000
НКТ и ГК	РКС-3М	1 : 200; 1:500	160
Кавернометрия	СКПД	1 : 200; 1:500	1700

Далее будет представлена аппаратура, которая была заявлена для проведения работ, будет предложено ее краткое описание, а также изображение.

Прибор **К1А-723М** используется при проведении геофизических работ на нефтяных и газовых месторождениях в открытом стволе скважины. Данный прибор позволяет за один проход по интервалу исследования провести съемку комплексом зондов БКЗ, зондами КС, трехэлектродного БК, зондом ИК, резистивиметром и ПС [8].



Рис. 5.1 – Внешний вид прибора К1А-723М

РКС-3М используется при проведении ГИС на нефтяных и газовых скважинах. Данный прибор позволяет проводить съемку методами двухзондового ННКт, и гамма-каротажа (ГК). Данные, полученные в результате съемки, позволяет определить характер насыщения пор, а также мощность экспозиционной дозы естественного гамма-излучения горных пород. Прибор также имеет датчик локатора муфт (ЛМ).

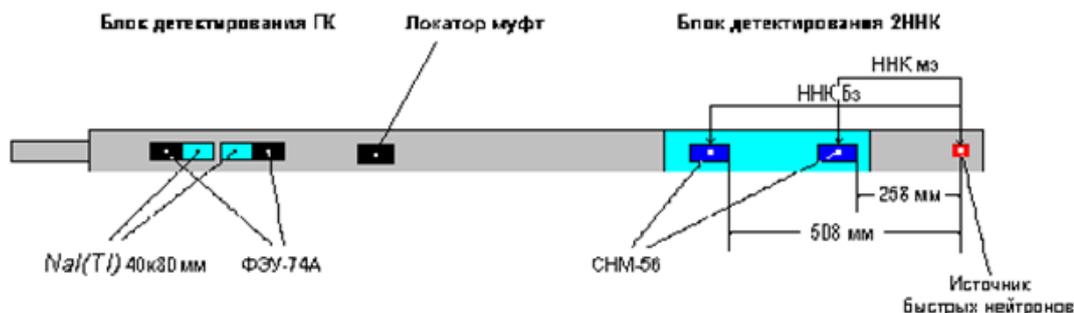


Рис 5.2 – Схема изображения прибора РКС-3М

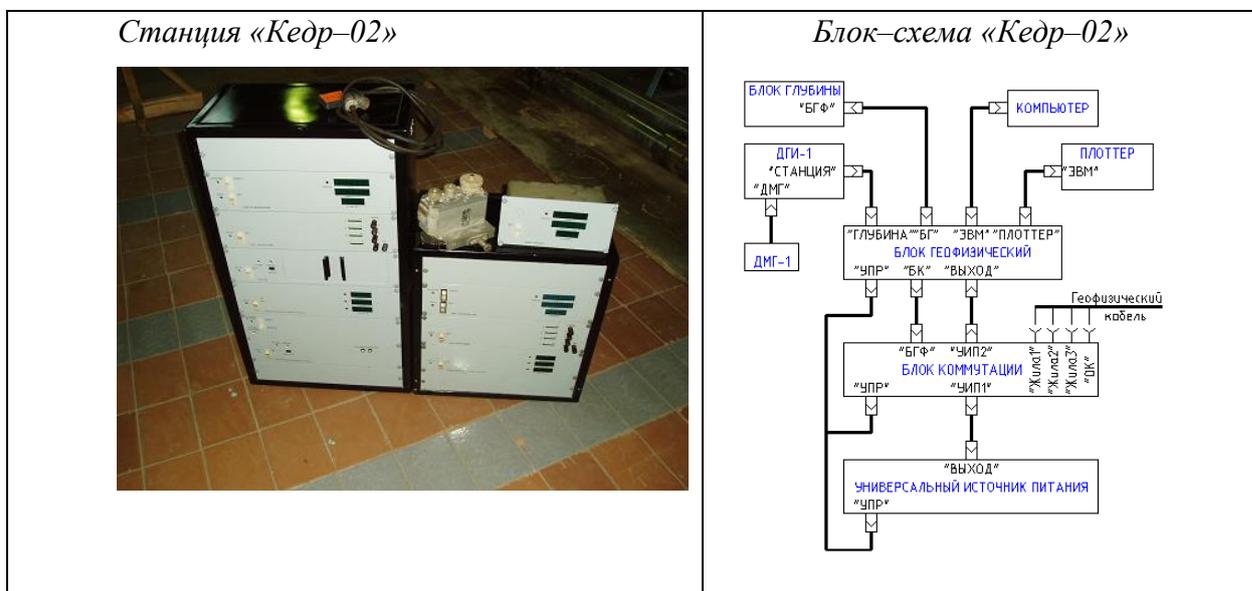
СКПД – скважинный каверномер. Данные, получаемые с данного каверномера позволяют понять форму сечения скважины, а также выявлять в ней различные нарушения, в виде каверн, желобов, уступов и других отклонений от номинального диаметра.



Рис. 5.3 – Изображение СКПД

Прием данных и их фиксация будут осуществляться с помощью геофизической станции Кедр-02.

Геофизическая станция КЕДР-02 позволяет обеспечивать бесперебойный обеспечивает прием и обработку информационных, аналоговых и цифровых сигналов, поступающих к станции по одножильному (или трехжильному) геофизическому кабелю от скважинной аппаратуры без наземных панелей, а также из датчика глубины импульсного типа и датчиков магнитных меток глубины.



МКГ -1 Используется для проведения микрозондирования. Производится измерение кажущегося электрического сопротивления пластов зондами микрокаротажа (МКЗ), бокового микрокаротажа (МБК), непосредственно в прилегающей к стенкам скважине зоне. Все скважинные приборы микрокаротажа производят измерение диаметра скважины микрокаверномером (МКВ).

выполняются при помощи соответствующих калибровочных установок. Данные установки должны быть указаны в эксплуатационной документации на оборудование и приборы.

Необходимые замеры производятся с применением соответствующего наземного оборудования, перечень которого соответствует оборудованию, задействованному при проведении ГИС в соответствии со всеми параметрами и характеристикам.

Если в эксплуатационной документации предусмотрена калибровка данных в полевых условиях, то она производится при каждой спуско-подъемной операции.

6. СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ НА СТАДИЯХ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

6.1 Физическая основа метода. Решаемые задачи, преимущества и недостатки.

Гамма-спектрометрия, как и любой другой метод, входящий в состав гамма-методов, основана на изучении параметров и различных закономерностей изменений естественной радиоактивности горных пород. За последние годы использование данного метода существенно возросло. Это объясняется его высокой эффективностью и достаточно высокой точностью прогнозирования.

Основными источниками естественной радиоактивности, которые исследуются являются уран (U_{92}^{238}), торий (Th_{90}^{232}) с продуктами их распада, а также радиоактивный изотоп калия (K_{19}^{40}).

Поскольку радиоактивные изотопы элементов, входящие в ряды тория, урана не обладают такой долгожительностью как их родоначальники, то они не представляют такую полезную информацию с точки зрения геологии, нежели их прародители. Именно родоначальники данных рядов не претерпевают серьезных изменений за свою жизнь.

Разные типы пород характеризуются различным уровнем радиоактивности. Так эффузивные породы обладают наибольшей радиоактивностью. Метаморфические обладают средними показателями радиоактивности, а в свою очередь осадочные обладают наименьшей. В свою очередь минералы, которыми слагаются осадочные породы так же имеют достаточно широкий спектр радиоактивности. В целом данные минералы можно разделить на 4 группы:

1. Минералы, характеризующиеся низкой радиоактивностью – кварц, кальцит, доломит, сидерит, ангидрит, гипс, каменная соль.
2. Минералы со средней радиоактивностью. Представлена отдельными минеральными разновидностями типа лимонит, магнетит, турмалин, корунд, роговая обманка, барит, олигоклаз и др.
3. Глины, слюды, полевые шпаты, калийные соли, характеризующиеся повышенной радиоактивностью, и некоторые другие минералы.
4. Акцессорные минералы, радиоактивность которых более чем в 1000 раз превышает радиоактивность минералов первой группы.

Хемогенные породы как правило имеют пониженные значения радиоактивности. Уровень радиоактивности глинистых пород в свою очередь существенно возрастает.

В природных системах уран, торий и калий весьма часто ассоциируются с рядом редких элементов, представленных золотом, бериллием, литием, цезием, танталом и т. д.

С другой стороны, уран и торий оказываются элементами-спутниками редких металлов. Благодаря использованию гамма-спектрометрии удалось разведать целый ряд месторождений редких и цветных металлов. На данный момент гамма-спектрометрия преимущественно используется при разведке месторождений углеводородов.

В зависимости от исследуемого пласта и минералов, слагающих его породы гамма-спектрометрия решает целый ряд важнейших задач. Данная таблица позволяет упростить восприятие и классифицировать задачи гамма-спектрометрии в зависимости от исследуемого объекта.

Таблица 1.

Применения спектрометрии естественного гамма-излучения в скважинах (по У.Фертлу)

Объекты	Решаемые задачи	Области применения
Песчаники	Выделение глинистых и чистых разностей; определение радиоактивных минералов; выделение собственно глинистых минералов на фоне полевых шпатов, слюд и аксессуарных радиоактивных минералов; оценка емкости катионного обмена. Определение характера распределения глинистого вещества в породе, минерального состава глин; оценка интенсивности процессов вторичных преобразований пород. Оценка трещиноватости (открытых и закрытых трещин). Определение содержаний пирита и других сульфидов, а также кислого газа. Выделение истощенных пропластков в слоистом разрезе.	Определение коллекторских свойств терригенных пород; уточнение ФЕС отложений на материке и континентальном шельфе. Определение минерального состава глин, слагающих покрышки нефтяных и газовых залежей, определение содержаний разбухающих глинистых минералов для оптимизации процесса бурения и повышения нефтеотдачи.
Карбонаты	Выделение глинистых и чистых разностей. Выявление открытых и закрытых трещин	Корреляции литологических изменений; выбор интервалов опробования в многопластовых

	(известняки, мел, доломиты), наличие стилолитов; выделение проницаемых интервалов в радиоактивных доломитах; выделение истощенных пропластков в слоистом разрезе.	карбонатных залежах; выделение проницаемых зон в карбонатных толщах. Оценка степени окремнения и доломитизации известняков.
Глины	Определение типа и диагенеза глинистых минералов, емкости катионного обмена; оценка содержания органического углерода.	Региональные и площадные корреляции; стратиграфические исследования; детальное литологическое расчленение.
Аргиллиты	Определение литологического состава (аргиллиты, кремнистые сланцы, алевролиты, карбонаты)	Поиск реперов. Уточнение минерального состава твердой фазы породы.
Вулканогены	Определение литологии; выделение вулканогенно-осадочных отложений, вторично измененных геотермальными водами; выявление открытых трещин.	Оценка запасов минералов и углеводородов; корреляции; выбор перспективных для заканчивания интервалов разреза.
Эвапориты	Определение литологии, сортности руды, разделение глин и эвапоритов.	Корреляция калийсодержащих минералов; выявление пластов для сброса сточных вод; расчет объема пустот; решение вопросов разработки месторождений.
Угли	Определение литологии, оценка зольности углей, состава золы, теплотворной способности углей	Детальные стратиграфические корреляции; оценка технологических характеристик углей.
Уран	Определение литологии; оценка сортности руды.	Поиск и выделение рудных зон; контроль разработки методом подземного выщелачивания.
Черные и цветные металлы, нерудные ископаемые	Определение литологического состава. Поиск и выделение рудных зон.	Оценка технологического качества руд. Определение подсчетных параметров по основным и сопутствующим элементам.
Независимо от типа пород	Выявление мест осаждения радиоактивных солей на обсадных колоннах и в перфорированных каналах; определение нефтегазоносных интервалов в частично истощенных слоистых	Контроль обводненности пластов по радиогеохимическому эффекту.

	пластах, установление мест затрубной циркуляции, помощь при цементировании (при закачке цемента с радиоактивными добавками) скважины и ее освоении.	
--	---	--

Обобщив материал, приведённый выше мы можем прийти к выводу, что СГК способен решать, как простые, так и сложные задачи, такие как:

- Высокоточное стратиграфическое расчленение разреза с последующей корреляцией пластов
- Фиксирование отдельных типов пород, среди которых можно выделить глинистые, карбонатные, метаморфические и магматические
- Регистрация трещиноватых зон, характеризующихся высокой проницаемостью
- Регистрация интервалов обводнения.

Чем больше содержания радиоактивных элементов в образце, тем выше уровень его излучения. Однако далеко не все излучения имеют высокую проникающую способность. Альфа излучение проникает лишь на микрометры, бета-излучение достигает длины в несколько миллиметров. В свою очередь гамма-излучение характеризуется наибольшим этим показателем, который составляет порядка 40 сантиметров. Кроме того, в тех случаях, когда имеется сразу несколько радиоактивных изотопов, то при помощи бета-излучения можно фиксировать лишь суммарную их активность.

Благодаря данным сведениям удалось выделить определенную закономерность геохимического поведения радиоактивных элементов. Сущность данной закономерности заключается в постепенном повышении содержания этих элементов в петрографическом ряде конгломераты– песчаники – алевролиты – аргиллиты (глины).

Спектрометрический гамма-картаж имеет существенное преимущество перед традиционным интегральным гамма-методом, заключенное в более точной степени расчленения пород согласно их гамма-спектральным характеристикам естественных радионуклидов. Особенность данной дифференцирующей способности гамма-спектральных параметров заключается в их способности меняться в зависимости от типа пластов.

Данная возможность существенно расширяет возможности гамма-спектрометрии для литологического расчленения пород и выделения коллекторов.

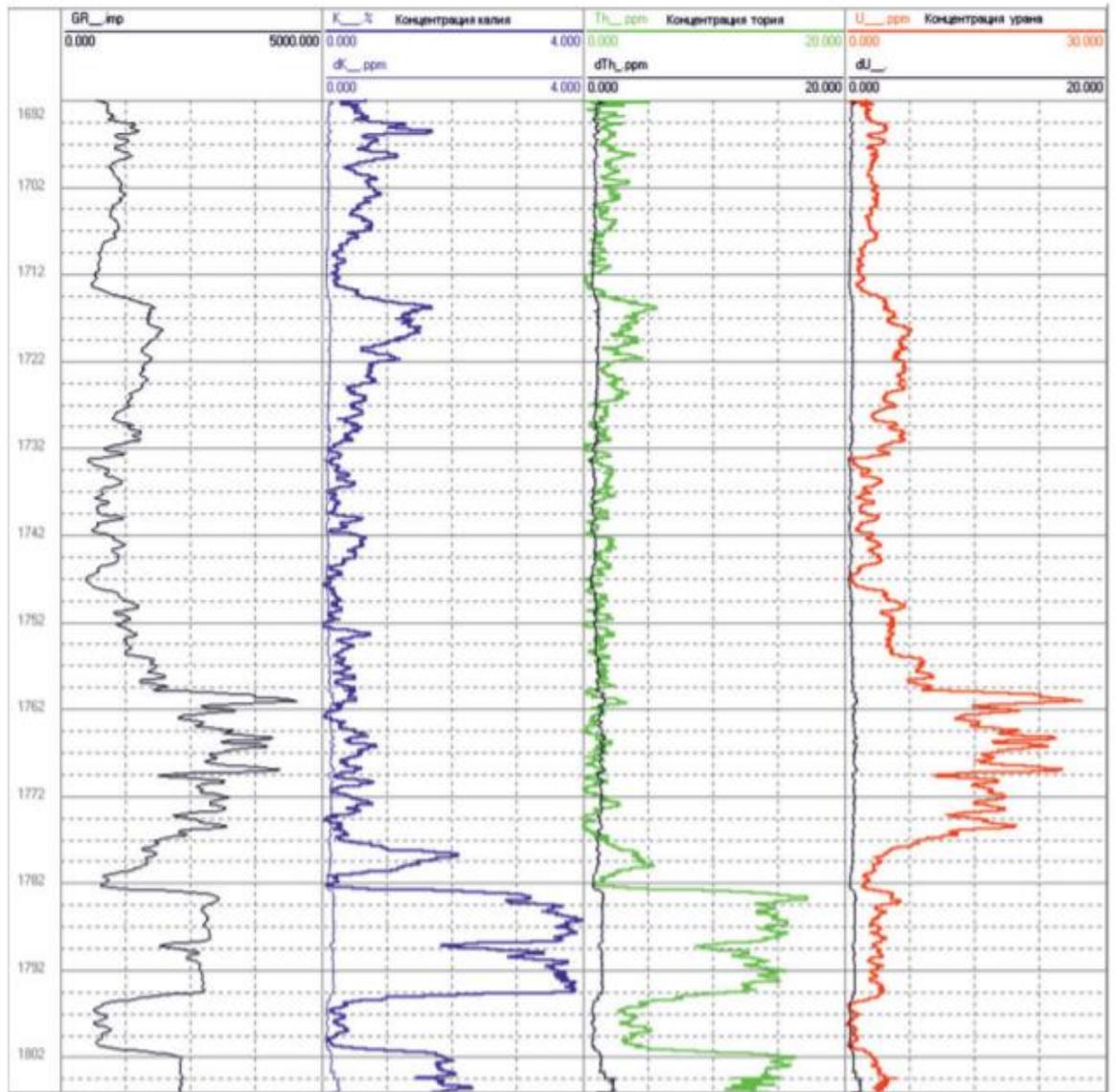


Рис. 6.1 – Результаты спектрометрического гамма-каротажа (Южно-Татарский свод)

Определение коэффициента глинистости является крайне значительной возможностью любых гамма-методов. Решение данной задачи в стандартном комплексе осуществляется посредством обработки результатов интегрального гамма-каротажа.

Однако стоит отметить, что есть большое число пластов, чью радиоактивность можно определить не только глинистостью. В подобных случаях крайне важно точно определить наличие каких радиоактивных элементов обеспечивает подобное излучение и как в свою очередь данное излучение связано с глинистыми породами.

На основе известного геологического строения отложений и при наличии известных уровней содержания радиоактивных элементов в минералах можно решать самые разнообразные геологические задачи. К примеру торий и калий являются индикаторами глинистости пород.

Для определения суммарного излучения стоит применять урановый эквивалент. Суть данного эквивалента заключается в измерении значений излучения такого количества урана, что его общее излучение не сравнится с тем излучением, которое было получено при измерении показаний исследуемого объекта.

К примеру, взяв значения урана за единицу и измерив значения радиоактивного излучения калия и тория, мы получим следующие значения: урановый эквивалент калия равен 1,74, тория – 0,41. Зная концентрации этих элементов в веществе, мы составляем уравнение, приведенное ниже.

$$I[U_e] = 1.74 * C(K) + 0.41 * C(Th) + C(U), \quad (1)$$

где $C(K)$, $C(Th)$, $C(U)$ – массовые концентрации калия, тория и урана соответственно.

Для того, чтобы проверить полученные значения, необходимо произвести измерения стандартным гамма-каротажом, но при условии высокого уровня метрологического обеспечения. Далее производим измерения в урановом эквиваленте по спектральному гамма-каротажу и производим их корреляцию.

Исходя из того, что не только глины являются индикатором наличия урана и продуктов его распада, то в ряде отложений при определении глинистости уран заранее исключают из общего гамма-излучения.

Подобное излучение называют калий-ториевым излучением (КТИ):

$$КТИ = 1.74 * C_K + 0.41 * C_{Th} \quad (2)$$

Расчетный параметр КТИ иногда используется в терригенных коллекторах. Обычно при интерпретации результатов ГК используют двойной разностный параметр:

$$\Delta I_\gamma = (I_{\gamma_{пл}} - I_{\gamma_{min}}) / (I_{\gamma_{max}} - I_{\gamma_{min}}) \quad (3),$$

где $I_{\gamma_{пл}}$, $I_{\gamma_{min}}$, $I_{\gamma_{max}}$ – соответственно интенсивности естественного гамма-излучения против исследуемого пласта, опорного пласта неглинистых известняков и опорного пласта глинистых пород, характеризующегося на кривой ГК максимальным показанием.

В подобных случаях чаще всего именно ближайшие отложения к исследуемым принимаются за опорные пласты. Исходя из того, что показания радиоактивного излучения напротив известняков принимаются фоновыми, то эти показания мы принимаем за излучения самой скважины по всему ее стволу.

Тем не менее необходимо учитывать тот факт, что даже в наиболее чистых известняках можно обнаружить наличие примесей различных радиоактивных элементов. Как следствие показания излучения даже напротив известняков имеют определенные погрешности.

В таком случае для большей достоверности можно использовать $\Delta КТИ_{U_e}$ вместо ΔI_γ , вычисляемый по формуле:

$$\Delta\text{КТИ}_{\text{Ue}} = \text{КТИ}_{\text{Ue(пл)}} / \text{КТИ}_{\text{Ue(глин)}} \quad (4),$$

где $\text{КТИ}_{\text{Ue(пл)}}$, $\text{КТИ}_{\text{Ue(глин)}}$ – калиево-ториевое излучение исследуемого пласта и глинистого пласта.

Для нахождения значения двойного разностного параметра используется второй опорный пласт. Данный пласт как правило является глинистым, причем размерность содержащихся в нем частиц составляет менее 0.01 мм.

Поскольку глинистые частицы со временем вымываются и, как следствие, оседают на забое скважины, то показания радиоактивности повышаются тем сильнее, чем глубже находится исследуемый интервал. Тем не менее результаты спектрометрического гамма-каротажа, примененного при исследовании одной из скважин Южно-Татарского свода показали достаточно высокую эффективность метода как основополагающего для оценки глинистости по спектрометрии естественного гамма-излучения.

6.2 Аппаратное обеспечение гамма-спектрометрии

Гамма-спектрометр – прибор, предназначенный для регистрации и измерения энергии γ -квантов и интенсивности γ -излучения. Как правило регистрация и измерение энергии гамма-квантов по большей части связаны с наблюдением за поведением электронов и образованием электрон-позитронных пар, которые возникают посредством взаимодействия гамма-излучения с веществом. Данные процессы обозначаются как комптоновское рассеивание, фотоэлектрическое поглощение и образование пар.

Наиболее важным элементом гамма-спектрометра является детектор гамма-квантов. Существуют приборы, детекторы которых совмещают в себе как регистрацию фотонов, так и спектрометрическую функцию. К таким детекторам относятся сцинтилляционные и полупроводниковые, а также ионизационные камеры. Наибольшее распространение получили именно сцинтилляционные детекторы, в силу их простоты точности.

Сцинтилляционный γ -спектрометр

Сцинтилляционный спектрометр – прибор, основная функция которого заключается в измерении различных характеристик радиационных излучений, примера которых служат интенсивность излучения, энергия излучаемых частиц, время жизни ядер, характеризующихся нестабильным состоянием. Основополагающей частью данного прибора по праву считается сцинтилляционный детектор, устройство и принцип действия которого представлено ниже.

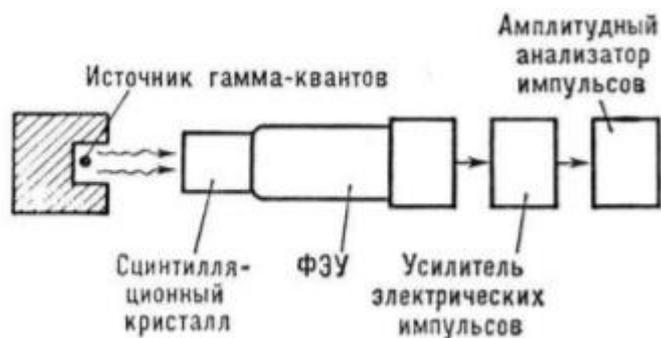


Рис. 6.5 – Схема сцинтилляционного гамма-спектрометра

В процесс проведения измерений при помощи данного детектора легла зависимость интенсивности вспышки и свечения сцинтиллятора, которое также называют световым выходом, с уровнем потерянной энергии, который был передан детектору от попавших в него частиц.

Однокристалльный гамма-детектор может послужить простейшим примером работы и устройства подобных приборов. Регистрация гамма-излучения в данном приборе производится за счет применения фосфора. Именно данный фосфор производит свечение, которое мы регистрируем. Помимо фосфора компонентами гамма-детектора являются фотонно-электронный умножитель (ФЭУ), усилитель электрических импульсов, подающихся на выходе из ФЭУ и амплитудный анализатор. Энергия гамма-кванта, который была зарегистрирована детектором пропорциональна величине амплитуды снимаемого с умножителя импульса. Действие всей системы гамма-детектора, представленной фосфором усилителем и умножителем должно быть линейным. Данное требование можно охарактеризовать наличием пропорциональной зависимости энергии гамма-квантов, поглощенной фосфором и амплитудой поступающего на амплитудный анализатор импульса:

$$U_0 = \alpha E_\gamma,$$

где α — коэффициент пропорциональности.

Исходя из этого линейность справедливо является одной из основополагающих характеристик сцинтилляционного гамма-спектрометра. Проверка линейности осуществляется путем измерения гамма-спектров от стандартных источников, гамма-кванты испускаемые которыми обладают заранее известными значениями.

Размер самого гамма-спектрометра не особенно влияет на его эффективность, поскольку даже при малых размерах и небольших значениях энергии его эффективность достигает значений, близких к 100%. Однако стоит отметить, что его разрешающая способность невысокая.

Важной особенностью фосфора является его эффективность, которая характеризуется такими параметрами как толщина фосфора и линейный коэффициент ослабления гамма-квантов. Неорганический фосфор в этом плане обладает наибольшей эффективностью, поскольку поглощенная ими энергия гамма-кванта практически равна интенсивности световой вспышки, которую он производит.

Из примеров, использующихся на данный момент гамма-спектрометров можно привести прибор HNGS, применяемый в компании Шлюмберже при проведении гамма-спектрометрии и определения вещественного состава горных пород в неблагоприятных условиях. Кроме того, данный спектрометр может быть включен в состав комплекса ГИС (сборка Xtreme).



Рис. 6.7 – Комплекс Xtreme

Помимо данного комплекса широкое применение нашла аппаратура типа СГК-1024, представленная моделями СГК-1024Т и СГК-1024Т-2Т. Скважинный аппарат СГК-1024 предназначен для измерения массового содержания в горных породах естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ): тория (Th), урана (U) и калия (K) и применяется для исследования открытого и закрытого ствола нефтяных и газовых скважин, заполненных любой промывочной жидкостью.

Данный прибор позволяет решить широкий спектр задач, включающий в себя:

- корреляция разрезов скважин и литологических изменений;
- детальное литологическое расчленение;
- оценка глинистости;
- стратиграфические исследования;
- определение/уточнение фильтрационно-емкостных свойств;
- определение/уточнение минерального состава пород.



Рис. 6.8 – Схематичное изображение СГК-1024 (состоит из сцинтилляционного детектора и ФЭУ)

6.3 Использование данных СГК для проведения литолого-фациального анализа и реконструкции условий осадконакопления

Оценка перспективности исследования территории на нефть, газ или конденсат имеет одну из важнейших ролей. И достигается она с помощью построения детальной геологической модели, а исследование седиментации в свою очередь является ее неотъемлемой частью.

Палеогеографические реконструкции условий осадкообразования в седиментационных бассейнах важны, в частности, для установления площадных границ нефтегазовых комплексов и оценки перспектив нефтегазоносности региона. Палеогеографические схемы обычно составляются на основании анализа изменения минерального состава горных пород [1].

В зависимости от распределения естественных радиоактивных элементов мы можем судить о процессе осадконакопления, а в частности, о типе древних бассейнов.

Как было сказано выше, исследование спектров содержания ЕРЭ дает возможность судить о том, в каких условиях происходило формирование данных пород. К примеру распределение калия позволяет судить о составе глинистых минералов, а также о степени

отсортированности терригенного материала по площади седиментационного бассейна. Данные по содержанию калия позволяют определить положение и влияние той или иной области сноса, величину этого влияния и направление выноса обломочного материала, выделить зоны различных ассоциаций глинистых материалов [1].

Используя данные по урану, мы можем понять, в каком объеме и какой тип органического вещества преобладал в осадках различных фациальных зон. Далее отталкиваясь от этого можно предполагать в каких именно областях происходило осадконакопление (прибрежный, переходный, глубоководный тип итд.)

Данные по распределению тория помогают определить положение областей сноса, наметить пути поступления терригенного материала, выделить мелководные прибрежные зоны [1].

Соотношение радионуклидов позволяет прогнозировать в каких именно условиях происходило осадконакопление и какие процессы были в этом задействованы, а потом диагностическая значимость данных соотношений крайне велика.

В приведенной ниже таблице приведены различные типы соотношений исследуемых радиоактивных элементов.

Отношения	Диагностическая значимость
Th/U	<p>В осадочных породах отношение Th/U изменяется в зависимости от условий осадкообразования:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Th/U > 7 — континентальные условия, окислительная среда, выветренные почвы; • Th/U < 7 — морские осадки, серые и зеленые глинистые сланцы, граувакки; • Th/U < 2 — морские черные глинистые сланцы, фосфаты.
	<p>В изверженных породах большая величина Th/U — отношения является признаком окислительной среды в период кристаллизации магмы или указанием на ее интенсивное выщелачивание после раскристаллизации. Возможность оценки содержания органогенного углерода в глинистых отложениях. Выявление типов геологических несогласий по корреляции и циклостратиграфии. Определение удаленности от древней береговой линии и обнаружение быстрых тектонических подвижек в период осадконакопления. Стратиграфические корреляции, выявление трансгрессий и регрессий, окислительно-восстановительных режимов. Выявление радиогеохимических аномалий</p>
U/K	<p>Оценка содержания твердого органического вещества в глинистых породах. Стратиграфические корреляции U/K. Выявление несогласий, диагенетически преобразованных глинистых, карбонатных и других отложений. Для терригенных и карбонатных отложений установление связей с</p>

	кавернами и системами естественных трещин в пластах, а также локальных связей с повышенным содержанием углеводородов по данным гамма-спектрометрии в процессе бурения и после вскрытия пластов; в образцах пород (кернax)
Th/K	Выделение типов горных пород в различных фациях Восстановление палеогеографических и палеоклиматических условий образования фаций Th/K Определение условий осадконакопления, удаленности от древней береговой линии Выявление диагенетических изменений глинистых минералов Определение типов глин: величина отношения Th/K растет в ряду глауконит – мусковит – гидрослюда – смешанослойные глинистые минералы – каолинит – хлорит – боксит

Использование гамма-спектрометрии для решение подобных задач описывается Турышевым В.В. в его работе о «Перспективах гамма-спектрометрии для проведения литолого-фациального анализа и реконструкции условий осадконакопления на примере отложений Западно-Сибирского региона»

В данной работе посредством постепенного изучения тенденции распространения радиоактивных элементов на исследуемой площади, а также сравнением их взаимного содержания производится исследование по реконструкции условий формирования питающих провинций юрских и неокомовских отложений.

Исследуемым участком было Широтное Приобье, представленное отложениями Александровского, Нижневартовского, Сургутского и Салымского типов геологического разреза.

Основным материалом данных исследований послужил гамма-спектрометрический анализ образцов керна, результаты которого использовались для построения схем распространения содержания радиоактивных элементов в породах группы Б.

В ходе анализа содержания калия удалось построить схему измерения содержания калия на исследуемом участке.

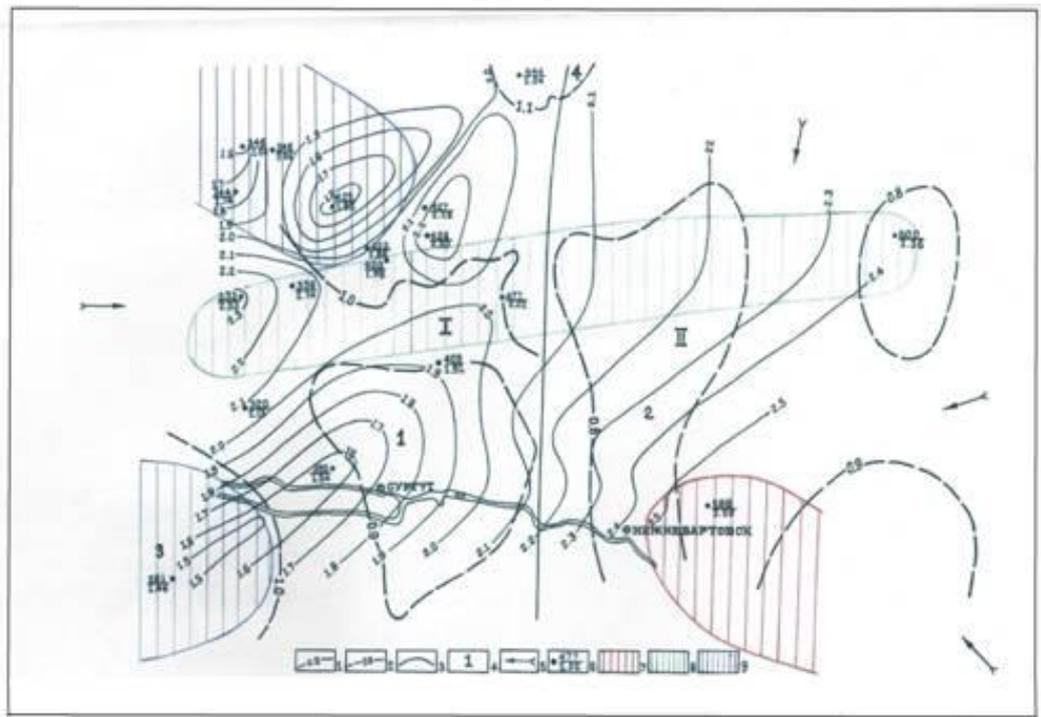


Рис. 6.9 Схема изменения содержаний калия (%) в породах пластов группы Б. Широтное Приобье.

Условные обозначения:

1 – линии равных содержаний калия, %; 2 – изопахиты отложений неокома, тыс.м; 3 – граница терригенно-минералогических провинций; 4 – структуры I-II порядков; 5 – направление сноса обломочного материала; 6 – разведочные площади (в числителе – номер на схеме, в знаменателе – средневзвешенное содержание калия, %); зоны содержаний калия: 7 – высоких; 8 – повышенных; 9 – пониженных. Структуры I-II порядков: 1 – Сургутский свод; 2 – Нижневартовский свод; 3 – Салымское поднятие; 4 – Пурпейский вал. Терригенно-минералогические провинции: I – гранат-ильменит-кварцевая (отложения обогащены гидрослюдисто-монтмориллонитовыми образованиями и каолинитом); II – сфен-апатит-эпидот-кварцевая (отложения обогащены серпентинами и хлоритом).

Аналогичным путём исследовалось содержание урана и тория на этом же участке.

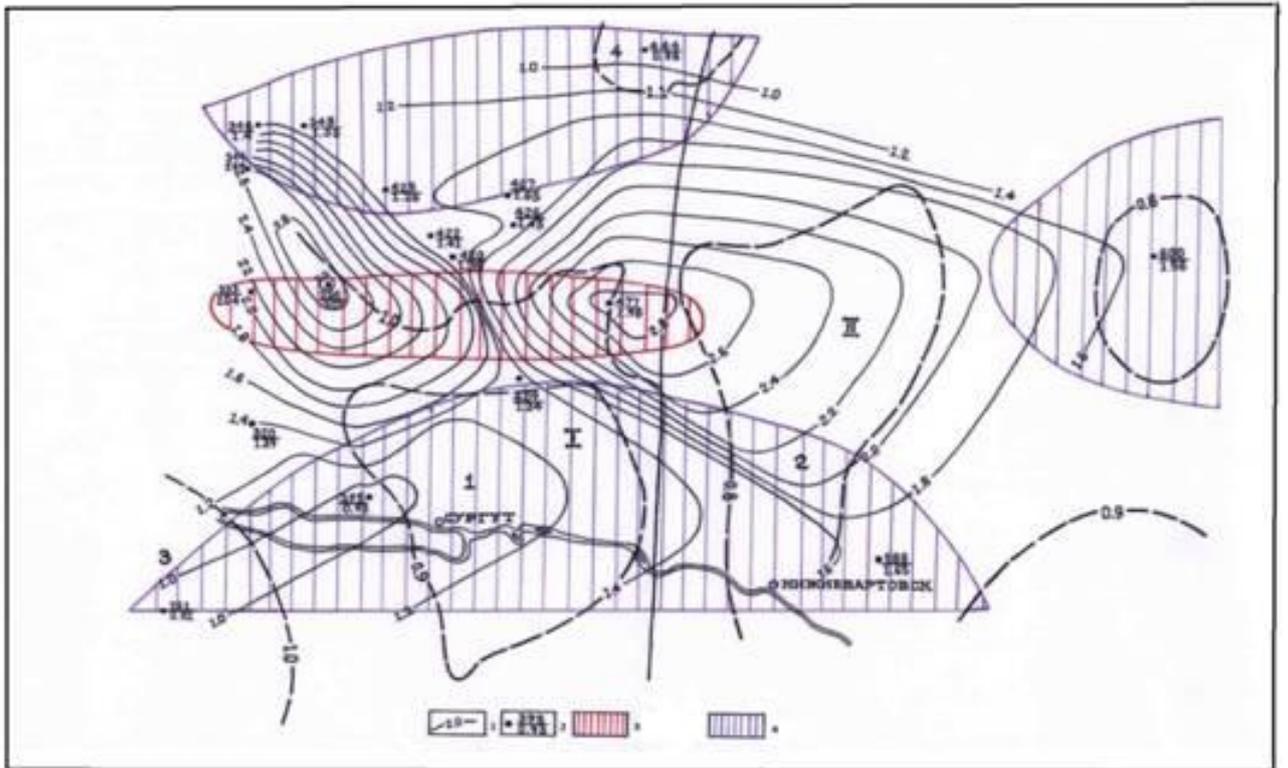


Рис. 6.10 – Схема изменения содержаний урана ($n \cdot 10^{-4}\%$) в породах пластов группы Б. Широтное Приобье.

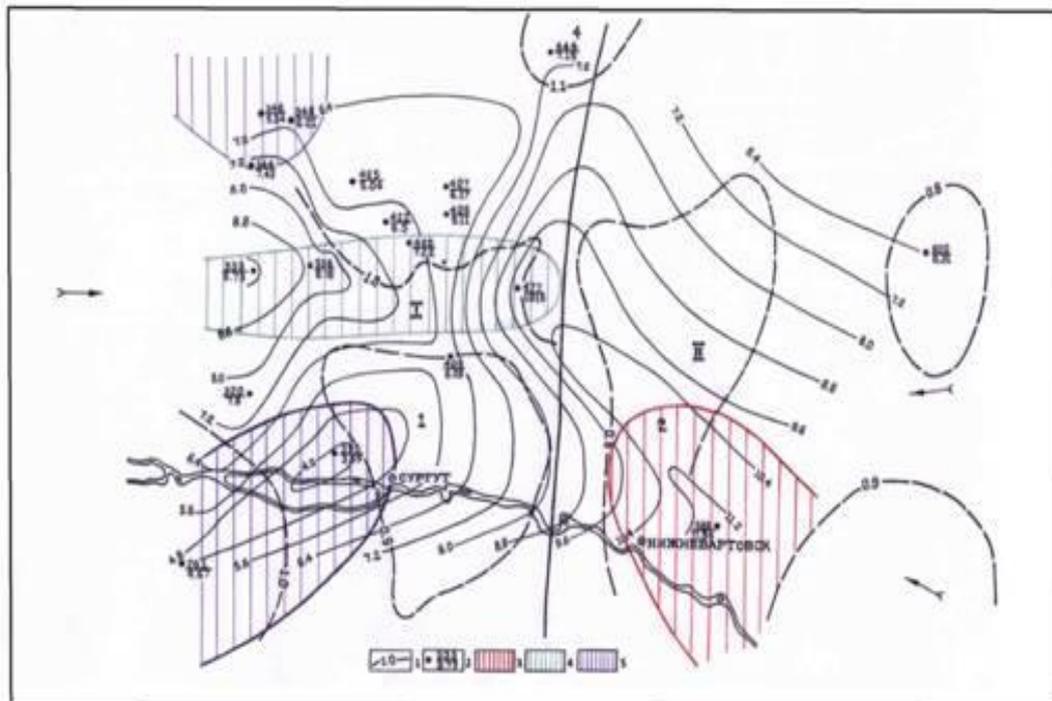


Рис. 6.11 – Схема изменения содержаний тория ($n \cdot 10^{-4}\%$) в породах пластов группы Б. Широтное Приобье.

1 – линии равных содержаний тория, $n \cdot 10^{-4} \%$; 2 – разведочные площади (в числителе – номер на схеме, в знаменателе – средневзвешенное содержание тория, $n \cdot 10^{-4} \%$); зоны содержаний тория: 3 – высоких; 4 – повышенных; 5 – пониженных.

Древние бассейны седиментации обладают двумя основными типами распределения радиоактивных элементов на примере урана. Содержание урана наиболее велико на территории мелководных и мелководно-прибрежных фациях. Дальнейшее увеличение глубины бассейна коррелируется с соответствующим уменьшением содержания урана. Однако по достижению максимальных глубин, происходит вновь резкое возрастание концентраций урана, т.е. обобщая данную информацию можно сказать, что описать распространение урана можно следующим образом: мелководье и прибрежно-морские фации характеризуются высокими значениями урана, далее в переходных зонах его концентрация падает и на глубоководье снова возрастает.

Регионы с резко восстановительной обстановкой характеризуются в свою очередь вторым типом накопления урана.

Местоположения областей сноса можно определить через использование данных по содержанию тория. Это можно обосновать наличием высоких содержаний тория на территориях, сопровождающих активное разрушение минералов в силу определенных физико-химических условий, в состав которых как правило входят аридный климат и высокая тектоническая активность. Чаще всего такие территории соседствуют с питающими провинциями.

Подобные территории чаще всего расположены в непосредственной близости с источником сноса материала. Вышеописанные условия соответствуют зонам прибрежно-мелководных фаций. В подобных случаях торий как правило распространяется в породах преимущественно в равномерном спектре. В тех случаях, когда на породы оказывалось влияние сразу нескольких питающих провинций, которые характеризовались разными условиями выветривания, накопление тория происходило неравномерно. Продвигаясь по увеличению глубины бассейна можно наблюдать постепенное увеличение содержания тория именно в качестве глинистой составляющей, что в свою очередь уменьшает его содержание в грубой обломочной форме.

Проанализировав данные схемы распределения тория можно подтвердить ранее заявленное предположение о возможном наличии источников сноса обломочного материала в восточном и юго-восточном направлении. Кроме того направление выноса материала происходит в северо-западном направлении. Это можно увидеть на схемах распространения калия. Возможное влияние формы накопления тория в глинистом материале повлекло за собой его повышенные содержания в центральной части. На

формировании повышенной ториевой активности пород западной части района (Северо-Алехинская площадь) могло сказываться влияние дополнительного источника сноса терригенного материала.

Наибольший интерес для нас представляет анализ схем содержания радиоактивных элементов, среди которых особенно стоит выделить соотношение содержаний урана и тория. На основании наличия взаимосвязи между глинистостью неокомских пород и распределением урана и тория можно сделать вывод о том, что изменение их содержания пропорционально простиранию пластов. Эти данные мы можем использовать как аналог изменения глинистости. На представленной выше схеме именно центральная и северо-западная части характеризуются наиболее высокой степенью глинизации. Повышенное содержание тория в грубообломочной части пород также отражается на приведенной выше схеме. Подобным распространением тория характеризуется именно юго-восточная часть Пылинской площади. Остальная часть исследуемой территории характеризуется постепенным уменьшением глинистости. Минимальные отметки на Западно-Перевальной и Салымской площадях.

Площадь Западно-Сибирской равнины подразделяется на три достаточно большие терригенно-минералогические провинции. Основным фактором, по которому данные провинции поделены между собой – это различный минеральный состав их обломочной части, а также глинисто цемента. Западная часть характеризуется повышенными содержаниями таких минералов как гранат, ильменит и кварц, а кроме того на территории залегания данных пород наблюдается преобладание каолинита и гидрослюдисто-монтмориллонитовых образований. Восточная в свою очередь отличается сфен-апатит-эпидот-кварцевым содержанием с последующим развитием серпентинов и хлорита, а северная – гранат-сфен-эпидот-полевошпатовая с преимущественно монтмориллонитовым цементом. На основании исследования особенностей минералогического состава пород можно определить точное местоположение источников сноса осадочного материала и как следствие наиболее перспективных в плане возможного наличия нефтегазовых отложений территорий.

Район исследований расположен на территории 2 двух достаточно больших терригенно-минералогических провинций. Данные провинции представлены Восточной, включающей в себя площади Нижневартовского свода и Александровского мегавала. Вторая провинция «Западная» состоит из территорий Сургутского свода и Салымского поднятия. Территория Восточной провинции питается отложениями древних метаморфических пород, слагающих Восточный Саян и Кузнецкий Алатау. Данные метаморфиты представлены палеозойскими сланцами и эффузивами Колывань-Томской

дуги. Все эти площади характеризуется достаточно большими содержаниями калия и тория в юго-восточном регионе.

Питание западной провинции обусловлено формированием материала сноса пород с Восточного склона Урала и Северного Казахстана. Повышенные содержания калия и тория, зарегистрированные на данной местности также отражены в схеме изолиний концентраций радиоактивных элементов Северо-Алехинской площади.

Ссылаясь на сведения, полученные из работы Пономарёвой Е.А., мы можем изучить процесс использования SGK при определении условий седиментации верхнеюрских отложений.

Интерпретация комплекса геофизических методов позволила построить планшет скважины с фиксированными значениями по гамма-спектрометрии

Используя данные о соотношении тория и калия удалось определить литологию пластов Ю₁¹ и Ю₁². Далее использовался «палеточный» метод анализа данных.

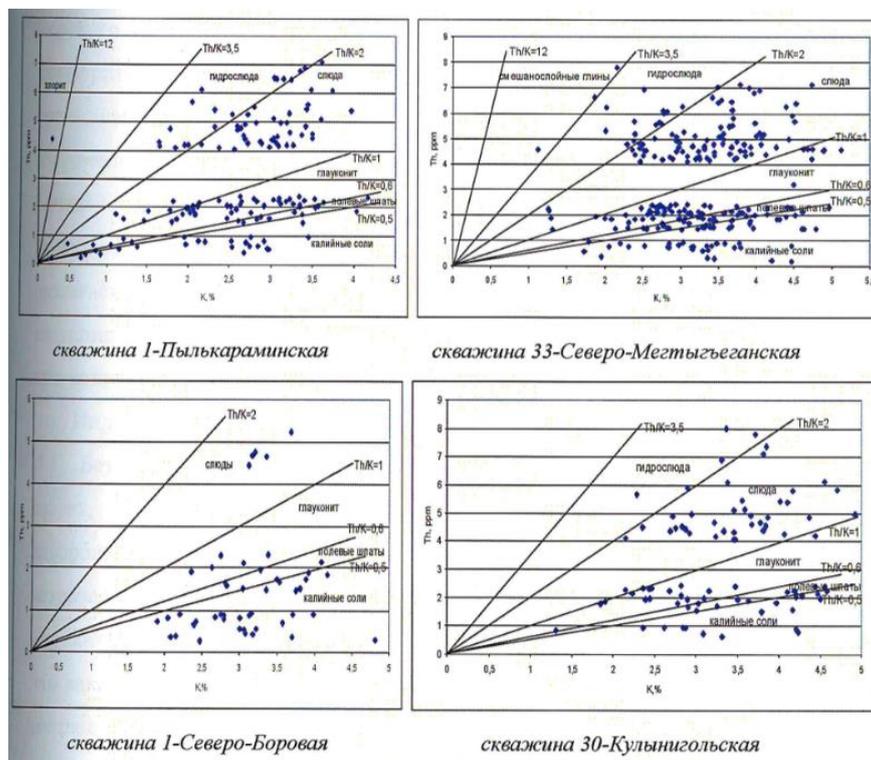


Рис. 6.12 – Пример палеточного метода анализа SGK (сопоставление содержаний калия/тория для индетификации глинистых минералов). (По Е.А. Пономаревой)

Данным методом был проанализирован ряд скважин, к примеру: Пылькарминская, Северо-Мегтыгъегская, Северо-Боровая и Кулынигольская.

На основании содержания калия/тория были определены типы глинистых минералов – гидрослюда, слюда, глауконит, полевые шпаты, калийные соли. В отдельных случаях был встречен сильвин и смешаннослойные глины.

Используя генезис соответствующих минералов и исследование их количества и распространенности можно сделать предположение о типе осадконакопления в данном районе.

К примеру глауконит приурочен к морской обстановке осадконакопления, поскольку распространен в осадочных породах морского происхождения (песчанники, опоки, глины, карбонаты, фосфориты), образовавшихся на сравнительно небольших морских глубинах. Сильвин в свою очередь приурочен к континентальному типу осадконакопления, поскольку образуется в усыхающих соляных озерах.

Аналогично были проведены сопоставления с генезисом гидрослюды, хлорита, сильвина и слюды.

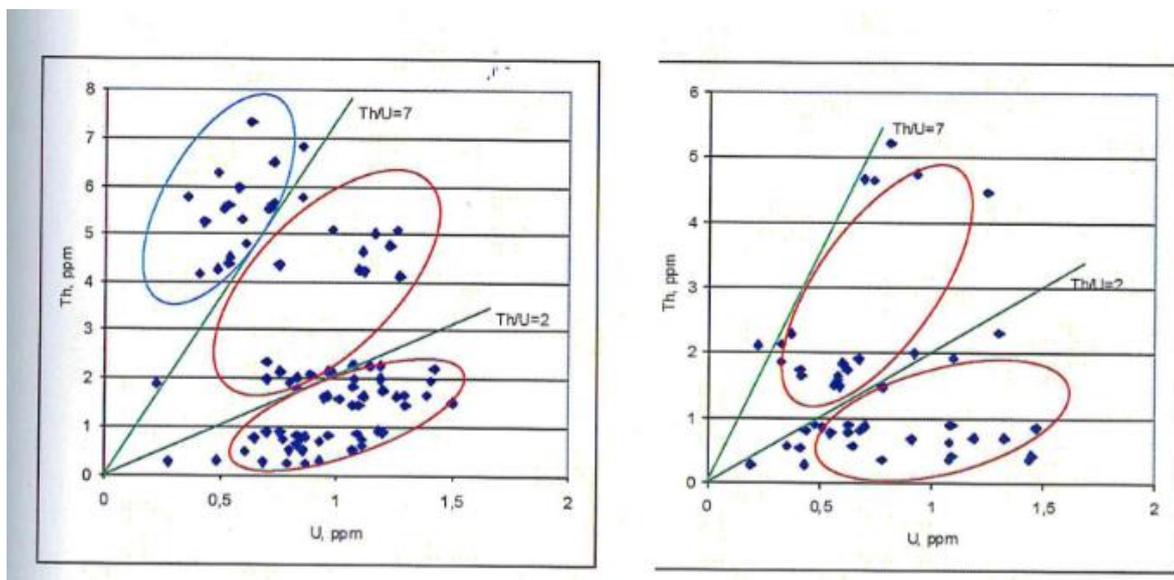


Рис. 6.13 – Сопоставление содержания тория/урана в скважинах пласта Ю₁ (красным выделены соотношения, соответствующие морским условиям осадконакопления, синим – континентального). (По Е.А. Пономаревой)

Сопоставление значений тория/урана позволяет понять насколько данные процессы осадконакопления были удалены от береговой линии.

Привязав полученные данные с глубинами, на которых были получены показания, можно построить графики изменений уровня береговой линии и как следствие процессов осадконакопления.

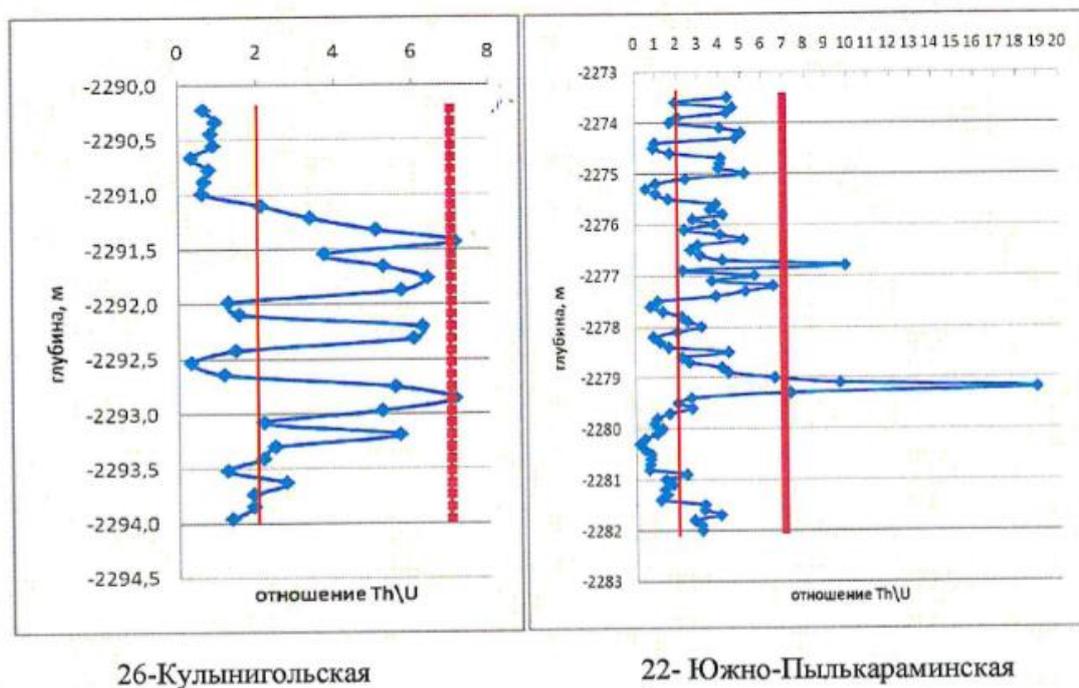


Рис. 6.14 – Отображение содержаний тория/урана в скважинах по пластам Ю₁¹, Ю₁² с отображением изменения береговой линии (По Е.А. Пономаревой)

На основании данной информации было выдвинуто предположение о наличии на данной территории признаков как морского, так и континентального осадконакопления.

На основании полученных данных и имеющихся сведений о процессах и фациальных зонах формирования минералов, встреченных при анализе соотношений торий/калий можно определять условия осадконакопления.

7. ФИНАНСОВЫ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Комплекс работ ГИС, запланированный на Ключевском месторождении предназначен для уточнения границ продуктивного горизонта Ю₁, с последующим литологическим расчленением разреза и корреляцией его пластов, определением фильтрационно-емкостных свойств коллекторов и характера насыщения. Данные сведения представляют исключительную ценность, так как точные данные о развитии границ продуктивной части месторождения позволяют прогнозировать его дальнейшую перспективность с точки зрения последующих разработок, строительства добывающих скважин и т.д.

Нефтегазовая промышленность весьма развита на территории РФ и представлена множеством сегментов. Среди основных направлений стоит выделить:

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

В таблице 7.1, представленной ниже можно проследить наиболее перспективные направления, а также игроков, участвующих в данных сегментах рынка.

Таблица 7.1

Карта сегментирования рынка услуг

		Сегменты нефтегазовой промышленности		
		Разведка и добыча углеводородов	Переработка углеводородов	Транспортировка углеводородов
Размер компаний	Малые	ПАО «Сургутнефтегаз» «Нижевартовскнефтегаз» «Ноябрьскнефтегаз» ООО «ТомскГАЗПРОМгеофизика»	Частные небольшие компании	
	Средние		Различные дочерние компании «Газпром» и «Роснефть»	Дочерние компании «Газпром», «Транснефть».
	Крупные	«Газпром», «Роснефть», «Шлюмберже», «Хелибертон», «Везерфорд»	«Газпром», «Роснефть», «Шеврон»	«Газпром», ПАО «Транснефть»

Оттенок цвета коррелируется с уровнем конкуренции в сегменте. Чем темнее оттенок, тем выше уровень конкуренции.

Помимо уровня конкуренции важен уровень вхождения в сегмент. Чем крупнее игроки в сегменте, тем сложнее стать его частью, а потому малые компании, занимающиеся преимущественно региональными заказами наиболее перспективны как клиенты. Малые фирмы так же зачастую выполняют роль подрядчиков своих более крупных соседей, а

потому с наибольшей вероятностью данный проект перейдет в распоряжение малых региональных структур.

Исходя из административного и географического положения месторождения, наиболее перспективными клиентами в данном случае будут выступать компании типа «ТомскГазпромгеофизика» и «ГазпромВосток».

Кроме того, стоит учитывать дальнейшее вовлечение других клиентов на последующих этапах разработки, будь то бурение скважин и проведение сопроводительных работ.

7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

При реализации данного проекта будет использоваться различное геофизическое оборудование. К примеру, одним из задействованных геофизических прибор будет СКПД. Данный прибор является скважинным каверномером и позволяет исследовать изменения диаметра скважины и как следствие получать информацию о возможных нарушениях или кавернах, которые в свою очередь сигнализируют о наличии коллекторов.

Однако среди оборудования для определения сечения диаметра скважины СКПД не является уникальным. Существуют альтернативы, представленные, к примеру, приборами 4СКП или НС-454.

Анализируя данные приборы мы можем получить следующие данные:

СКПД – Предназначен для одновременного измерения значений двух взаимно-перпендикулярных поперечных размеров (диаметров) ствола скважины и их полусуммы (среднего диаметра), диаметром от 118 до 346 мм. Калибровка по стандарт-сигналу уменьшает погрешности, повышает достоверность результатов измерений. Данный прибор работает в высоком диапазоне давлений и температур, верхним пределом является 120 Мпа и соответственно 180 °С. Помимо этого, он обладает широким диапазоном измеряемых диаметров (от 100 до 760 мм). Габариты данного прибора составляют: длина – 3600 мм, диаметр 80 мм, масса 100 кг.

Конкурирующие приборы 4СКП и НС-454 представлены следующими параметрами:

4СКП – для независимого измерения четырёх радиусов в скважине в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Применяется как в открытом, так и в обсаженном стволе скважины. Измерения проводятся с помощью резистивных датчиков перемещения, каждый из которых механически связан со своим рычагом. Диапазон измеряемых диаметров варьируется от 100 до 350 мм. Габариты прибора составляют 3500 мм длина, 76 мм диаметр и 90 кг масса.

НС-454 – четырехплечевой каверномер, который применяется для определения технического состояния скважины. Диапазон измерений составляет 40-300 мм,

максимальная рабочая температура 75 °С. Габариты: 60 кг масса, 45 мм диаметр и 1500 мм длина.

Для проведения анализа конкурентных технических решений с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения наиболее эффективным решением будет использовать оценочную карту, представленную ниже в таблице 7.2.

При анализе решений использовалась формула конкурентоспособности:

$$K = \sum B_i * \text{Б}_i$$

где K – конкурентоспособность скважинного прибора; B_i – вес показателя (в долях единиц); Б_i – бал i -го показателя.

Здесь $\text{Б}_{1/2/3}/K_{1/2/3}$ – баллы и конкурентоспособность СКПД, 4СКП и НС-454 соответственно.

Таблица 7.2

Оценочная карта для сравнения скважинных приборов

№	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
			Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Технические параметры								
1	Максимально допустимое рабочее давление	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2	Максимально допустимая рабочая температура	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
3	Диаметр прибора	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
4	Универсальность применения на разных месторождениях УВ	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
5	Масса прибора	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
Экономические критерии								
1	Цена изделия	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
2	Сложность и стоимость ремонта/обслуживания	0,2	4	5	3	0,8	1	0,6
3	Износостойкость	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Итого		1				4,3	3,9	3,8

Исходя из полученных данных, можно с уверенностью сказать, что выбранный нами прибор СКПД является наиболее эффективным и конкурентоспособным среди предложенных альтернатив, применяемых наравне с ним при поисково-разведочных работах ГИС. Хотя стоит отметить, что его соперники в иных своих качествах обладают определенным преимуществом, которое преимущественно связано с габаритами, универсальностью применения и сложностью при обслуживании.

Поэтому применение этих приборов так же является вполне уместным при необходимости повторных исследований или при дополнительном финансировании данного проекта.

7.2 Планирование геофизических проектных работ

Выполнение данного научного проекта требует персонал, состоящий непосредственно из научного руководителя и студента. Для точного разделения их полномочий составим соответствующую таблицу, в которой будет приведен перечень этапов разработки данного исследования, а также план распределения обязанностей между руководителем и студентом.

Таблица 7.3

Перечень этапов разработки проекта и распределение обязанностей между исполнителями

№	Наименование этапа	Основные задачи	Исполнитель
1	Разработка технического задания проекта	Составление и утверждение технического задания проекта	Руководитель
2	Выбор направления и сегмента исследования	Отбор, изучение и выделение перспективных материалов, связанных с темой проекта	Студент
3		Определение точной проблематики и темы проекта	Студент+Руководитель
4		Установление календарного срока работ, выделение дедлайнов по каждому вопросу	Руководитель
5	Разработка соответствующей технической документации, определение плана работ проекта	Анализ технической документации выбранных приборов, сопоставление их с проектируемыми геофизическими работами	Студент
6		Расчет технических параметров проектной скважины	Студент
7		Выбор наиболее эффективного комплекса ГИС для проектной скважины	Студент+Руководитель
8	Обобщение и оценка полученных результатов	Анализ и оценка эффективности выбранного комплекса ГИС и приборов	Руководитель
9		Определение целесообразности выполнения данного проекта	Студент+Руководитель
10	Оформление	Составление отчета и презентации по проведенной работе, формирование раздаточного материала	Студент

Исходя из полученных данных можно понять, что данное исследование будет проведено в 10 основных этапов, каждый из которых соответствует задаче исследования.

7.3 Определение трудоемкости проведенных работ

Трудоемкость выполнения как правило оценивается экспериментальным путем и является не перманентным значением, так как зависит от множества факторов, зачастую непредсказуемых, а потому может носить вероятностный характер. Исчисляется трудоемкость в человеко-часах.

Значение ожидаемой (средней) трудоемкости определяется по формуле:

$$t_{ож i} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5},$$

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

$t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы; $t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы.

На основе значений ожидаемой трудоемкости можно произвести расчет продолжительности каждой работы в днях T_p . Данная величина учитывает возможность одновременной работы несколькими исполнителями.

$$T_p = \frac{t_{ож i}}{Ч_i},$$

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

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

7.4 Разработка графика проведения работ согласно данному проекту

В данном случае наиболее удобным и эффективным способом визуализировать порядок проведения работ будет построение диаграммы Ганта.

Для большего удобства стоит перевести этапы работ и выполняемые задачи в календарные дни. Для этого воспользуемся формулой нахождения продолжительности выполнения работы:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{кал}$ – коэффициент календарности

Коэффициент календарности находим следующим образом:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Находим коэффициент календарности с расчетом на то, что у студентов 5-дневная рабочая неделя, а у руководителя 6-дневная.

$$k_{кал(руководитель)} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} \sim 1,22;$$

$$k_{кал(студент)} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} \sim 1,47.$$

Производим расчет начального задачи (Составление и утверждение технического задания проекта). Данный этап выполняется руководителем, а потому производим расчет, используя коэффициент календарности руководителя:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{ чел} - \text{ дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ дня},$$

$$T_k = T_p * k_{\text{кал}} = 1,4 * 1,22 = 1,7 \text{ дней}.$$

Расчеты по дальнейшим этапам производим аналогично тому, что приведен выше. Полученные значения приводит к общему виду, продемонстрированному на таблице 7.4.

Таблица 7.4

Временные показатели проведения работ согласно выбранному проекту ГИС

Название работ	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{рi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{кi}$	
	$T_{\min i}$, чел-дни		$T_{\max i}$		$T_{ож i}$		Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент				
Составление и утверждение технического задания проекта	1		2		1,4		1,4		1,7	
Отбор, изучение и выделение перспективных материалов, связанных с темой проекта		3		7		4,6		4,6		6,8
Определение точной проблематики и темы проекта	1	2	2	4	1,4	2,8	0,7	1,4	0,9	1,8
Установление календарного срока работ, выделение дедлайнов по каждому вопросу	1		2		1,4		1,4		1,7	
Анализ технической документации выбранных приборов, сопоставление их с проектируемыми геофизическими работами		2		3		2,4		2,4		3,5
Расчет технических параметров проектной скважины	2	4	5	7	3,2	5,2	1,6	2,6	2	3,8
Выбор наиболее эффективного комплекса ГИС для проектной скважины	2	4	4	6	2,8	4,8	1,4	2,4	1,7	3,5
Анализ и оценка эффективности выбранного комплекса ГИС и приборов	1		3		1,8		1,8		2,2	
Определение целесообразности выполнения данного проекта	1	1	1	2	1	1,4	0,5	0,7	0,6	1
Составление отчета и презентации по проведенной работе, формирование раздаточного материала		2		4		2,8		2,8		4,1
Итого, дней									10,8	24,5

Таблица 7.5

Календарный план-график проведения работ по составлению поисково-разведочного проекта ГИС

№	Решаемые задачи	Исполнители	Т _{кi} , календарных дней	Продолжительность выполнения работ						
				Март			Апрель			
				1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания проекта	Руководитель	1,7	■						
2	Отбор, изучение и выделение перспективных материалов, связанных с темой проекта	Студент	6,8	■	■					
3	Определение точной проблематики и темы проекта	Студент и руководитель	2,7		■					
4	Установление календарного срока работ, выделение дедлайнов по каждому вопросу	Руководитель	1,7			■				
5	Анализ технической документации выбранных приборов, сопоставление их с проектируемыми геофизическими работами	Студент	3,5			■				
6	Расчет технических параметров проектной скважины	Студент и руководитель	5,8			■				
7	Выбор наиболее эффективного комплекса ГИС для проектной скважины	Студент и руководитель	5,2				■			
8	Анализ и оценка эффективности выбранного комплекса ГИС и приборов	Руководитель	2,2					■		
9	Определение целесообразности выполнения данного проекта	Студент и руководитель	1,6						■	
10	Составление отчета и презентации по проведенной работе, формирование раздаточного материала	Студент	4,1						■	

Условные обозначения:

■	■	■
Руководитель	Студент	Совместная работа

Исходя из представленных данных, мы можем сделать вывод о том, что написание данного проекта займет порядка 3,5 декад. Работы начнутся с начала марта и закончатся в первой декаде апреля. Однако стоит отметить, что данные значения могут измениться в зависимости от различных факторов, как поддающихся контролю, так и нет. Таким образом окончательная продолжительность проектирования может как сократиться, так и увеличиться в сроках. Общая длина всего проекта займет примерно 36 дней. В этом сроке порядка 11 дней предстоит работать руководителю и остальные 25 студенту.

7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

7.6.1 Расчет материальных затрат НТИ

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 7.6

Затраты на материальное обеспечение исследования

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты Z_m , руб
Краска для принтера (цветная)	штука	1	1040	1040
Краска для принтера (черная)	штука	1	560	560
Ручка шариковая	штука	4	25	100
Бумага А4	пачка	1	300	300
Карандаш чертежный	штука	4	10	40
Ластик	штука	2	15	30
Итого затрачено				2070

Итоговые затраты составили 2070 рублей. Цены на продукцию были усреднены исходя из данных полученных из канцелярских магазинов, расположенных в Томске.

7.6.2 Основная заработная плата исполнителя проекта

Основная заработная плата включает в себя основную и дополнительную заработные платы и находится по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Как правило дополнительная заработная плата составляет 12-20% от основной. Мы возьмем усредненное количество, т.е. 16%.

Основная заработная плата находится по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб.дн. (таблица 7.4); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная зарплата находится по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}},$$

где M – количество месяцев работы без отпуска в течение (10 для 6-ти дневной рабочей недели, 11 для 5-ти дневной); $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб.дн.; $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Для определения заработной платы нам необходимо сначала вычислить общий годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта.

Таблица 7.7

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней в году	365	365
Количество нерабочих дней, связанных с выходными и праздниками	52+14	104+14
Количество нерабочих дней связанных с отпуском	24	48
Реальный годовой фонд рабочего времени	275	199

Определяем значения заработной платы студента и руководителя. Оклады для расчета данного значения взяты из базы данных ТПУ.

$$Z_{\text{м(руководитель)}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} = 26300 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 51\,285 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн(руководитель)}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 * 10}{275} = 1864,9 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн(руководитель)}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 1864,9 * 10,8 = 20140,9 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп(руководитель)}} = 0,16 * Z_{\text{осн}} = 0,16 * 20140,9 = 3222,6 \text{ руб.};$$

Производим аналогичный расчет для студента:

$$Z_{\text{м(студент)}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} = 1900 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 3705 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн(студент)}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{3705 * 11}{199} = 204,8 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн(студент)}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 204,8 * 24,5 = 5017,6 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп(студент)}} = 0,15 * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 5017,6 = 752,6 \text{ руб.};$$

Окончательные результаты объединим в одну сводную таблицу для более удобного восприятия.

Таблица 7.8

Результаты расчетов заработных плат

Исполнитель проекта	З _{тс} , руб.	К _{пр}	К _д	К _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	Т _р , раб. дн	З _{осн} , руб.	к _{доп}	З _{доп} , руб.	Итого
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	1864,9	10,8	20140,9	0,16	3222,6	23363,5
Студент	1900				3705	204,8	24,5	5017,6		802,8	5820,4

7.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье производится расчет отчислений во внебюджетные фонды. На начало 2019 данный процент составляет 27,1%.

Сумма внебюджетных отчислений рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

Поскольку сумма начислений для студента основана на данных по студенческой стипендии, а данные выплаты не облагаются налогами и не взимаются в счет страховых отчислений, то расчет производится непосредственно для руководителя.

$$C_{\text{внеб(руководитель)}} = 0,271 * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,271 * 23363,5 = 6331,5;$$

Таким образом, общие отчисления на страхование равняются отчислениям со стороны руководителя и составляют 6331,5.

7.7 Накладные расходы

Накладные расходы представляют собой расходы предприятия, не учтенные ранее в предыдущих статьях расходов. К примеру оплата электроэнергии, услуг почты, телеграфа, оплаты провайдером интернета и др. производится расчет данных затрат по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 20%. Рассчитаем накладные расходы на выполнение НТИ:

$$Z_{\text{накл}} = (2070 + 23363,5 + 6331,5) \cdot 0,2 = 6353 \text{ рублей.}$$

7.8 Формирование бюджета на затраты по проектированию

Таблица 7.9

Бюджет затрат на проектирование

№	Тип расходов	Сумма, руб.	В % к итоговым затратам
1	Материальные затраты проекта	2070	4,7
2	Затраты по основной заработной плате	25158,5	57,3
3	Затраты по дополнительной заработной плате	4025,4	9,2
4	Отчисления во внебюджетные фонды	6331,5	14,4
5	Накладные расходы	6353	14,4
Общий бюджет затрат на проектирование		43938,4	100

7.9 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе расчетов интегрального показателя эффективности научного исследования. В данном случае, произведем оценку ресурсоэффективности научной разработки.

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

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Данное исследование проводилось на основе проекта геофизических работ, а потому ряд критериев особенно важен. Для большего удобства результаты будут сведены в таблице 7.10.

Таблица 7.10

Сравнительная характеристика проектной работы

№	Название критерия	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1	Безопасность	0,2	5
2	Надежность	0,2	4
3	Долговечность	0,2	4
4	Удобство в эксплуатации	0,2	4
5	Технологичность	0,15	4
6	Энергоэкономичность	0,05	5
Итого		1	4,33

Произведем расчет ресурсоэффективности:

$$I_p = \sum a_i * b_i = 0,2 * 5 + 0,2 * 4 + 0,2 * 4 + 0,2 * 4 + 0,15 * 4 + 0,05 * 5 = 4,25.$$

По итогу стоит сказать, что несмотря на то, что проведение геофизических работ на скважинах является весьма травмоопасным занятием, данный проект позволяет обеспечить сотрудникам максимально возможную безопасность. Вторым преимуществом является энергоэкономичность. Остальные показатели также находятся на достойном уровне, что не позволяет выделить какие-либо слабые стороны данного проекта.

В ходе данного исследования был произведен анализ подобранного оборудования и подтверждена его эффективность применения для проекта в сравнении с конкурирующим оборудованием. Также был построен календарный план-график проведения работ позиции каждого отдельного исполнителя. Был произведен расчет общих затрат, которые составили 43938,4 рублей. Кроме того, был рассчитан показатель ресурсоэффективности, который составил 4,25, что считается достаточно высоким и эффективным для реализации данного исследования. Таким образом экономическая целесообразность планируемого проекта была подтверждена.

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

Проектируемые геофизические работы для выделения коллекторов, оценки их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения будут производиться на Ключевском нефтяном месторождении.

В административном отношении месторождение находится в Каргасокском районе Томской области. Работы будут проводиться в зимнее время года в связи с высокой заболоченностью исследуемого участка. В летнее время данные болота являются абсолютно непроходимыми, передвижение на них возможно только после промерзания. С точки зрения рельефа данный участок представляет собой равнину с минимальной абсолютной отметкой +64м в пойме и максимальными до +103м.

Климат района континентальный. Среднегодовое количество осадков 500 мм в год. Максимальная глубина промерзания 1.6м. Продолжительность зимнего периода 188 суток, господствуют преимущественно юго-западные ветры со скоростью 3-5 м/с, среди которых максимальная скорость ветра составляет 25 м/сек. Устойчивый снежный покров устанавливается в ноябре, сходит в конце апреля.

На запроектированном участке работ будет проводиться комплекс поисково-разведочных ГИС для уточнения границ продуктивного интервала, с дальнейшим выделением характера притоков.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Геофизические работы напрямую связаны с рядом сложностей, связанных с ненормированным рабочим днем, тяжелыми погодными условиями, сопровождающими процесс проведения съемки, а также осложнениями, связанными с транспортировкой людей и оборудования к месту проведения работ.

Кроме того, работа с аппаратурой и геофизическим оборудованием связана с рисками для здоровья, заключающимися во взаимодействии с источниками электрического тока, радиоактивным излучением, тяжелыми грузами и габаритными приборами, поскольку проведение ГИС напрямую связано со спускоподъемными операциями и погрузочно-разгрузочными работами.

Это требует разработки специальных мероприятий по технике безопасности и противопожарной защите.

Техника безопасности - это система организационно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих, опасных производственных факторов.

Геофизические исследования в скважинах должны производиться с учетом требований единых правил безопасности при спускоподъемных работах, норм радиационной защиты, основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. Расположение техники, нормирование по часам работ и правильность их выполнения прописывается в специализированной документации предприятия по геофизическим работам [13].

8.2 Производственная безопасность

Выполнение работ ГИС на Ключевском месторождении производилось в 2 этапа, включающих в себя полевой и камеральный.

Таблица 8.1

Вредные и опасные факторы, сопровождающие работы ГИС

№ п/п	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы	Этап работ	
			Полевой	Камеральный
Вредные факторы				
1	Отклонение показателей микроклимата	<ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ 12.1.005-88 [14] • СНиП 2.04.05-91 [15] • СанПиН 2.2.4.548-96 [16] 	+	-
2	Превышение уровней шума	<ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ 12.1.003-83 [17] • ГОСТ 12.4.125-83 [18] • СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [19] 	+	-
3	Недостаточная освещенность рабочей зоны	<ul style="list-style-type: none"> • СНиП 23-05-95 [20] 	+	+
Опасные факторы				
1	Поражение электрическим током	<ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ 12.1.019-79 [21] • ГОСТ 12.1.030-81 [22] • ГОСТ 12.1.038-82 [23] • ПУЭ [24] • СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 [25] 	+	+
2	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> • ГОСТ 12.2.003-91 [26] • ГОСТ 12.2.062-81 [27] 	+	-
3	Превышение уровня ионизирующих излучений	<ul style="list-style-type: none"> • ОСПОРБ – 99 [32] 	+	-

8.2.1 Анализ вредных факторов, которые может создать объект исследования, и мероприятия для их устранения

Вредный производственный фактор – фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может сразу или впоследствии привести к заболеванию, в том числе смертельному, или отразиться на здоровье потомства пострадавшего [31].

Отклонение показателей микроклимата

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

Работы полевого этапа проводятся на открытом воздухе, зачастую данные работы сопряжены с неблагоприятными метеорологическими и климатическими условиями. В данном случае работы производились в Томской области. На данной территории климат классифицируется как континентальный. Поскольку работы будут производиться в зимнее время, то средняя температура в зимний период будет составлять -25 -30 °С, иногда до -40 -50 °С.

В Постановлении №370 от 16.12.2002г. о производстве работ на открытом воздухе при пониженных температурах, сказано, что: при работе на открытом воздухе при температуре -27 °С, -29 °С с ветром силой не менее 3 баллов и при температуре -30 °С, -35 °С без ветра, работающим должны предоставляться перерывы для обогрева. Продолжительность данного обогрева должна составлять минимум 10 мин через каждый час работы. При температуре -35 °С, -39 °С с ветром силою не более 3 баллов без ветра -40 °С работы на открытом воздухе прекращаются.

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 сильные морозы применяется: теплая спецодежда, утепленные прорезиненные рукавицы, валенки на резиновом ходу, шапка – ушанка.

Превышение уровня шума на рабочем месте

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

Шумом является всякий неприятный для восприятия звук. Как физическое явление представляет собой совокупность звуков, слышимых в диапазоне от 16 до 20 тысяч Гц. Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний.

Шум нормируется согласно ГОСТу 12.1.003-2014 [17] и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [19]. В указанных нормативных документах предусмотрены два метода нормирования шума: по предельному спектру шума и по интегральному показателю – эквивалентному уровню шума в дБА.

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

Таблица 8.2

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентного уровня звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (ГОСТ 12.1.003-83)

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

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

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

-звукоизоляция моторных отсеков кожухами из звукопоглощающих материалов; - использование средств индивидуальной защиты (наушники, беруши, шлемы и каски, специальные костюмы и обувь);

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

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Полевой этап

При проведении ГИС в ночное время суток рабочая зона (лебедка подъемника, мостки, лестницы и входы на буровую, роторная площадка) должны быть обеспечены искусственным освещением, чтобы снизить риск возможности получения травм при производстве работ.

Соответствующие нормы освещенности рабочей зоны приведены в таблице 8.3, приведенной ниже. В данном случае осветительным прибором является лампа накаливания.

Таблица 8.3

Нормы искусственного освещения (СНиП 23-05-95)

Места освещения	Освещенность, лк
Рабочие места у бурового станка (ротора, лебедки)	40
Щиты контрольно-измерительных приборов	50
Площадка для кронблока	25
Двигатели, насосы	25
Лестницы, входы на буровую, приемный мост, Зумпф промывочной жидкости	10
Стены	500
Рабочий стол	300

Рабочее освещение нормируется СНиП 23-05-95 [20] в зависимости от разряда зрительной работы, контраста объекта с фоном и характеристикой фона. 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.

Камеральный этап

Искусственное и естественное освещение помещений, предназначенных для проведения камеральных работ, должно соответствовать СНиП 23-05-95 [20].

Недостаточность освещения приводит к быстрой усталости глаз, а вследствие этого к последующему снижению работоспособности и внимательности. Недостаточное

внимание может стать причиной какого-либо несчастного случая. Постоянная недоосвещенность рабочего места приводит к снижению остроты зрения.

Искусственное освещение помещений должно осуществляться системой общего равномерного освещения. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения (к общему дополнительно устанавливаются светильники местного освещения). Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. В качестве источников искусственного освещения используются люминесцентные лампы (ЛБ-40), которые попарно объединяются в светильники. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении следует проводить чистку стекол, рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

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

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

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

8.2.2 Анализ опасных факторов, которые может создать объект исследования, и мероприятия для их устранения

Опасный производственный фактор – фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может привести к травме, в том числе смертельной [31].

Поражение электрическим током

Полевой этап

Основная опасность для человека, которую представляет собой электрический ток заключается в возможности поражения током тканей, что может привести к различным степеням повреждений, начиная от ожогов и судорог и заканчивая летальным исходом.

Источниками электрического тока при проведении полевых работ являются токонесящие элементы каротажной станции (подъёмник, лаборатория, скважинные приборы).

Основными причинами возникновения инцидентов, связанных с поражением человека электрическим током являются: несоблюдение правил эксплуатации приборов, нарушение правил и инструкций. Из технических причин стоит выделить ухудшение электроизоляции, дефекты монтажа.

Именно поэтому требования безопасности сводятся, в основном, к мерам электробезопасности.

При работе с электрическим током нужно соблюдать электробезопасность (ГОСТ 12.1.030-81 [22], ГОСТ 12.1.019-79 [21], ГОСТ 12.1.038-82 [23]).

Если в комплексе ГИС присутствуют электрические метод каротажа, то на время проведения работ геофизическая станция должна быть надежно заземлена, чтобы предотвратить возможность поражения персонала электрическим током.

Соединительные провода, применяющиеся для сборки электрических схем, не должны иметь обнаженных жил, неисправную изоляцию, концы их должны быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками. Сборку и разборку электрических схем, а также осуществление ремонта проводов и проверку исправности цепей следует производить только при выключенном источнике тока. В подобных работах должно задействовано не менее двух исполнителей, имеющих соответственный допуск по электробезопасности.

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий [21]:

- устройством электроустановок таким образом, чтобы обеспечивалась недоступность прикосновения человека к нетоковедущим частям, оказавшихся под напряжением;
- устройством защитного заземления;
- защитой от перехода высокого напряжения в сеть низкого напряжения;
- применением защитных средств при обслуживании электроустановок;
- 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.

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

Электрозащитные средства предназначены для защиты людей от поражения электрическим током. Средства защиты подразделяются на основные и дополнительные. К основным до 1000В относятся: изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолированными рукоятками. Дополнительные до 1000В диэлектрические калоши, коврики и подставки [2].

Камеральный этап

Источником электрического тока в камеральном помещении является электрическая сеть. Оборудование, которое включено в сеть: компьютеры, плоттер, принтер, микроволновая печь, электрический чайник.

При использовании персональной ЭВМ инженер-интерпретатор может подвергнуться поражению электрическим током при непосредственном контакте с нетоковедущими частями, находящимися под напряжением. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [23].

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

При работе с компьютером существует опасность поражения электрическим током. Условия безопасности зависят и от параметров окружающей среды производственных помещений (влажность, температура, наличие токопроводящей пыли, материала пола и др.). Тяжесть поражения электрическим током зависит от плотности и площади контакта человека с частями, находящимися под напряжением.

При работе с компьютерами соблюдаются требования безопасности согласно нормативным документам (ГОСТ 12.1.030-81 [22], ГОСТ 12.1.019-79 [21], ГОСТ 12.1.038-82 [23]).

Согласно ПУЭ [24] помещение с ПЭВМ относится к категории без повышенной опасности поражения электрическим током.

Для профилактики поражения электрическим током в помещении, где проводятся камеральные работы необходимо проводить следующие мероприятия по обеспечению электробезопасности: изоляция всех токопроводящих частей и электрокоммуникаций, защитное заземление распределительных щитов [22].

Запрещается располагать электроприборы в местах, где работник может одновременно касаться прибора и заземлённого провода, оставлять оголенными токоведущие части схем и установок, доступных для случайного прикосновения [23].

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

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

Геофизическое оборудование (приборы для ГИС, каротажная машина и станция, геофизический кабель) и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.062-81 [27], ГОСТ 12.4.125-83 [18], ГОСТ 12.2.003-91 [26]).

Управление геофизической аппаратурой должно производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими документами. Лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования назначаются приказом начальника партии. Оборудование, аппаратура и инструмент должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода - изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации.

Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправные оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты (рукавицы, спецобувь, спецодежда). Ремонт оборудования должен производиться в соответствии с правилами [33]. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. М.: 2007. – 10 с.

Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на рабочих местах, обязаны предупреждать всех проходящих об опасности и запрещать им подходить к аппаратуре, проводам и заземлениям.

Превышение уровня ионизирующих излучений

Зачастую при исследовании скважин применяются радиоактивные вещества (РВ), служащие для регистрации естественного радиационного излучения горных пород. Источниками подобного ионизирующего излучения могут служить плутоний-бериллиевые сплавы и сплавы, содержащие радиоактивные изотопы цезия.

ГИС относится к 1 категории работ с привлечением радиоактивных веществ. Здесь возможно только внешнее облучение, поэтому необходима защита от ионизирующих излучений согласно ОСПОРБ – 99 [32].

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

Для обеспечения безопасности персонала при работе с РВ требуется правильное хранение, транспортировка и использование данных веществ уже непосредственно на скважине. Кроме того, нельзя 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 радиометрических исследованиях скважин используют закрытые источники излучений. На предприятиях радиоактивные вещества хранятся в специальных помещениях (хранилищах). Хранилище имеет отделения для источников нейтронов, источников гамма-излучений, а также для радиоактивных источников, непригодных для дальнейшего использования.

К основным параметрам радиоактивного заражения относятся:

1. Уровень радиации (доза), который показывает какую дозу может получить в единицу времени, обозначается буквой Р (р/час), (рад/час), а доза – рентген (Р), (рад).
2. Степень зараженности поверхности объекта (мр/час). Уровень радиации на местности, степень зараженности поверхности различных объектов радиоактивными веществами определяют по показаниям дозиметрических приборов (ДП – 5В, ИД – 1 и т.д.).

8.3 Экологическая безопасность

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

Поисково-разведочные работы на месторождение напрямую сопряжены со всевозможным влиянием на окружающую среду и экологию объекта. Производственная деятельность имеет различные последствия, связанные с нанесением вреда как атмосфере,

так и гидросфере, и литосфере, таким образом загрязнению подвергаются все природные сферы Земли.

Для предотвращения возможных экстремальных экологических ситуаций при освоении месторождения важным аспектом является создание базы экономических и правовых механизмов, направленной на предотвращение возможных нарушений природоохранного законодательства, т.е. своеобразную программу экологической безопасности, учитываемую на всех стадиях проектирования, строительства и эксплуатации.

Таблица 8.4

Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геофизических работах

Компоненты окружающей среды	Тип вредного воздействия	Мероприятия по нивелированию причиненного ущерба
Атмосфера	<ul style="list-style-type: none"> 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
Литосфера	<ul style="list-style-type: none"> Загрязнение почвы нефтепродуктами, химическими реагентами и др. Засорение почвы производственными отходами и мусором 	<ul style="list-style-type: none"> Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязнённой земли и т.д. Вывоз и захоронение производственных отходов
Гидросфера	<ul style="list-style-type: none"> Загрязнение сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами и рассолами) Загрязнение бытовыми стоками Загрязнение подземных вод при смешении различных водоносных горизонтов 	<ul style="list-style-type: none"> Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, уничтожение мусора; сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение мусора Очистные сооружения для буровых стоков (канализационные устройства, септики, хлораторные и др.) Ликвидационный тампонаж буровых скважин

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Классификация ЧС по основным признакам:

- 1) По сфере возникновения: техногенные; природные; экологические; социально-политические и др.
- 2) По ведомственной принадлежности: в промышленности; в сельском и лесном хозяйстве; в строительстве и др.
- 3) По масштабу возможных последствий: глобальные; региональные; местные.
- 4) По масштабу и уровню привлекаемых для ликвидации последствий сил, средств и органов управления.
- 5) По сложности обстановки и тяжести последствий.

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

Полевой этап

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность или неправильная эксплуатация электрооборудования; неисправность и перегрев отопительных стационарных и временных печей; разряды статического и атмосферного электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений и молниеотводов; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса. Нормативный документ ГОСТ 12.1.004-91 [28].

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят первичный и вторичный противопожарные инструктажи. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков.

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

Таблица 8.5

Список средств пожаротушения

Наименование	Количество
Огнетушитель	1 шт. (на каждую машину) марки ОП 10(з).
Ведро пожарное	1 шт.
Топоры	1 шт.

Ломы	2 шт.
Кошма	2м*2м (на каждую машину).

Камеральный этап

Причинами пожара в камеральных помещениях являются следующие:

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

Согласно ППБ 01-03 [29] помещения камеральные относятся к категории В - пожароопасное, т.е. помещения, в которых есть горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть (древесина, кровельный рулонный материал, линолеум, пенопласт, бетонные материалы, содержащие более 8% органического наполнителя).

Согласно ПУЭ [24] классом зоны пожароопасности этих помещений является П - 2а, т.е. это зона, расположенная в помещениях, в которых обращаются твёрдые горючие вещества.

Мероприятия по предотвращению пожароопасных ситуаций:

Предотвращение короткого замыкания на рабочем месте:

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

Работы по предотвращению открытого огня:

1. все сварочные работы должны производиться на определённом участке (сварочном посту), работа производится по разрешению;
2. организация специальных мест для курения и разведения костров;
3. весь транспорт снабжен искрогасителями, во взрывоопасных зонах использование инструмента только с изоляционным покрытием (изоляционными ручками).

Работа по предотвращению накопления статического электричества:

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

Организация и технические мероприятия в зданиях предполагают инструктирование персонала, обслуживающего электрические и другие устройства, использование СИЗ

(средств индивидуальной защиты) такие как инструмент и изолированными ручками, указателей напряжения, резиновые коврики, диэлектрические ботинки, изолирующие подставки.

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

При геофизических исследованиях скважин проводятся следующие подготовительные работы.

До проведения исследований "заказчик" подготавливает скважину. Буровое оборудование должно быть исправным. На скважине должен быть установлен превентор. Скважина должна быть залита буровым раствором до устья.

Электроустановки должны быть исправны. Начальник геофизической партии проверяет проведенные подготовительные работы.

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

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

ВЫВОД

В ходе выполнения данного раздела ВКР удалось приобрести практические знания по поиску и применению региональных стандартов ГОСТов в разных областях безопасности жизнедеятельности в пределах моего проекта.

При исследовании различных вредных и опасных производственных факторов удалось сформировать и предложить ряд мероприятий по уменьшению или же полной нейтрализации их влияния как на здоровье персонала, так и на окружающую среду на всех этапах проектной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный проект выполнен на основании изучения геолого-геофизической характеристики объекта исследования и анализа основных результатов ранее проведенных геофизических исследований.

Проведен анализ геофизических работ прошлых лет на Ключевском месторождении. На основании проведенного анализа была построена физико-геологическая модель проектируемой разведочной скважины и предложен геофизический комплекс, для проектируемой скважины.

Данный комплекс геофизических исследований позволяет решить нам ряд поставленных задач: литологическое расчленение разреза и выделение коллекторов, оценка фильтрационно-емкостных свойств коллекторов, оценка характера насыщения.

Подробно рассмотрена методика проектируемых работ и характеристика аппаратуры, которой проводится запланированный комплекс геофизических исследований. Рассмотрены камеральные работы, обработка данных результатов ГИС. Рассмотрена метрологическое обеспечение измерений и предложены специальные центры для проведения калибровка геофизического оборудования.

В специальной части рассмотрена возможность применения гамма-спектрометрии в комплексе ГИС для определения ФЕС и условий осадконакопления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Техническое задание (проект) на строительство поисковой скважины №100п южно-Мыльджинская на палеозойские отложения [Электронный ресурс] <http://mognovse.ru/uzv-tehnicheskoe-zadanie-proekt-na-stroitelestvo-poiskovoj-skv.html> (дата обращения 22.05.2019)
- 2) Балабанов Ю. П., Зинатуллина И. П. Геофизические методы изучения геолого-промысловых характеристик продуктивных пластов: методическое пособие / Ю.П. Балабанов, И.П. Зинатуллина. – Казань: Казан. ун-т, 2016. – 47 с.
- 3) Пак Д.Ю., Пак Ю.Н., Есендосова А.Н., Смагулова А.Б. О ВОЗМОЖНОСТИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ГАММА-КАРОТАЖА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4-6. – С. 1069-1072;
- 4) Д.А.Кожевников. Гамма-спектрометрия в комплексе геофизических исследований нефтегазовых скважин. — Методическое пособие. М.: 1998.
- 5) Турышев В.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛИТОЛОГОФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА И РЕКОНСТРУКЦИИ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА) // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург 2015. – №10 (41);
- 6) Корнев В.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛОВУШЕК ДЛЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ПО СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ (НА ПРИМЕРЕ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ) // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук. – Тюмень – 2002
- 7) Конторович А.Э. Пора идти вглубь. Нефтедобыче нужны новые технологии // Еженедельная газета научного сообщества «Поиск», 2018 г., № 3.
- 8) Прибор комплексный электрического каротажа К1А-723-МС [Электронный ресурс] <http://ooo-geoprom.ru/index.php/katalog/item/pribor-kompleksnyj-elektricheskogo-karotazha-k1a-723-ms> (дата обращения 23.05.2019).
- 9) Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 11-12. С. 1832-1845.

- 10) Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т. 2 / Гл. ред. В. П. Орлов. Ред. 2-го тома: А. Э. Конторович, В. С. Сурков. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. - 477 с. (МПР РФ; РАН, СНИИГГиМС, ВСЕГЕИ).
- 11) Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. // МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ; РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ - РД 153-39.0-072-01.
- 12) СОЗДАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ПОИСКАХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ И ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ // диссертация на соискание ученой степени кандидата г-м наук. Пермь 2015.
- 13) РД 153-39.0-072-01. «Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах».
- 14) ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
- 15) СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
- 16) СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 17) ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 18) ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация.
- 19) СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
- 20) СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
- 21) ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 22) ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
- 23) ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 24) ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. – Новос: Сибирск. универ. изд-во, 2006. – 512 с.
- 25) СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.

- 26) ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- 27) ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
- 28) ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).
- 29) ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
- 30) СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
- 31) ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения
- 32) ОСПОРБ – 99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

