

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление /специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки» /  
 «Геофизические методы исследования скважин»  
 Отделение Геологии

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

<b>Тема работы</b>
Комплекс геофизических методов исследования скважин на Южно-Пыжинской площади (Томская область)

УДК 550.832:552.578.2.061.4(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Сенников Станислав Евгеньевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Орехов А. Н.	к.г.-м.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Н.В.	д.и.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Винокурова Г.Ф.	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

## Планируемые результаты обучения

В результате обучения выпускник, обучающийся по специальности «Технология геологической разведки», специализации. «Геофизические методы исследования скважин» обязан получить универсальные компетенции и должен быть готовым применить математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности (P1), должен уметь анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности (P2), учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности (P3). Специалист обязан владеть общепрофессиональными навыками и уметь идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи (P4), получить навык разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, (P5), умело и ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте (P6). Во время проектно-исследовательской деятельности должен применить знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации (P7). Выпускнику во время научно-исследовательской деятельности необходимо определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике (P8), планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов (P9).

В организационно-управленческой деятельности необходимо научиться эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности (P10), проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных (P11).

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

---

Школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки  
(Геофизические методы исследования скважин)

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Ростовцев В. В.

\_\_\_\_\_  
(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	Сенникову Станиславу Евгеньевичу

Тема работы:

Комплекс геофизических методов исследования скважин на Южно-Пыжинской площади  
(Томская область)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы, собранные во время производственной преддипломной практики на предприятии ООО «Гео Сервис», г. Томск  Опубликованная литература
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Общие сведения об объекте исследования</li><li>2. Геологическое строение и геолого-геофизическая изученность объекта.</li><li>3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований.</li><li>4. Основные вопросы проектирования. Задачи геофизических исследований. Обоснование объекта исследований. Физико-геологическая модель объекта</li></ol>

	<p>исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.</p> <p>5. Методические вопросы. Методика проектных геофизических работ. Интерпретация геофизических данных.</p> <p>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p> <p>7. Социальная ответственность.</p>
<b>Перечень графического материала</b>	<p>1. Обзорная карта района Южно-Пыжинской площади</p> <p>2. Сопоставление временного разреза</p> <p>3. Выкопировка из карты Томской области и местоположение региональных профилей</p> <p>4. Тектоническая карта Южно-Пыжинской площади</p> <p>5. Сводный литолого-стратиграфический разрез Томской области</p> <p>6. Заложение проектной скважины</p> <p>7. ФГМ Южно-Пыжинской площади</p> <p>8. Отложения баженовской свиты</p> <p>9. Пласт Ю1-3/4 в разрезе</p> <p>10. Зависимость проницаемости от пористости</p> <p>11. Пятизондовая система</p> <p>12. Схема прибора</p> <p>13. Структурная схема наземной панели</p> <p>14. Модель нефтенасыщенного пласта</p> <p>15. Карта сегментирования рынка услуг</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Экономическая часть</b>	<b>Трубникова Наталья Валерьевна</b>
<b>Социальная ответственность</b>	<b>Винокурова Галина Федоровна</b>
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>Реферат</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Орехов Александр Николаевич	к.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
224А	Сенников Станислав Евгеньевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 93 страниц, 15 рисунков, 22 таблицы, 30 источников.

Ключевые слова: комплекс геофизических исследований, физико-геологическая модель; фильтрационно-емкостные свойства, Южно-Пыжинская площадь.

Объектом исследования является проектная скважина No 1, заложенная на Южно-Пыжинской площади.

Цель работы состоит в проектировании комплекса геофизических исследований в скважине No 1 Южно-Пыжинской площади, описании методики проведения работ и характеристики применяемой аппаратуры.

Задачи данного проекта заключаются в обосновании комплекса геофизических исследований для решения следующих задач: литологического расчленения разреза и выделение коллекторов, оценки фильтрационно-емкостных свойств коллекторов, оценки характера насыщения, определении водонефтяного контакта.

Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований в скважине, позволил выбрать методы и обосновать геофизический комплекс для решения поставленных задач в проектной скважине No 1, также построить физико-геологическую модель. Комплекс методов включает электрические, радиоактивные, акустические. Рассмотрена методика проведения работ, выбрана аппаратура для проведения запроектированных геофизических исследований, рассмотрены камеральные работы, интерпретации результатов и метрологическое обеспечение измерений.

Специальная часть посвящена электрическим методам при решении геолого-геофизических задач в скважинах.

Рассчитана стоимость проектно-сметных работ. Рассмотрены вредные и опасные факторы при выполнении геофизических работ, было определено действие этих факторов на организм человека и предложены средства защиты, предложены мероприятия по безопасности в чрезвычайных ситуациях и охране окружающей среды, также разобрали правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## ABSTRACT

Graduation qualification work 93 pages, 15 pictures, 22 tables, 30 sources.

Keywords: complex of geophysical research, physico-geological model, field-water surface, reservoir parameters, Yuzhno-Pyzhinskaya area.

The object of the research is project of well №1 the production layer of the Yuzhno-Pyzhinskaya area.

The purpose of work is to project the complex of geophysical researches on well No1 of Yuzhno-Pyzhinskaya area also in describing the approach of works and characteristic of useable hardware.

The task of current project is to reasoning the complex of geological methods for reaching these tasks: interlayering and identify reservoirs, rating reservoir parameters and fluid content identifying field-water surface.

Analysis of the main results of previous geophysical studies in the wells drilled in the field made it possible to select the methods and substantiate the geophysical complex for solving the tasks in the project well No. 1, and also to construct a physical-geological model. The set of methods includes electrical, radioactive, acoustic. The technique of carrying out the work is considered, the equipment for carrying out the projected geophysical researches is chosen, the cameral works, interpretation of results and metrological support of measurements are considered.

A special part is devoted to electrical methods for solving geological and geophysical problems in wells.

The cost of project works was expected in this diploma work. Harmful and dangerous factors were considered in geophysical operations, the effect of these factors on the human body was determined and protection measures were proposed, measures for safety in emergency situations and environmental protection were proposed, and legal and organizational issues of ensuring security were also disassembled.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АК – Акустический каротаж

БК – Боковой каротаж

БКЗ – Боковое каротажное зондирование

БМК – Боковой микрокаротаж

ВНК – Водонефтяной контакт

ГГК – Гамма-гамма-каротаж

ГГК-П – Гамма-гамма-каротаж плотностной

ГИС – Геофизические исследования в скважинах

ГК – Гамма-каротаж (интегральный). Каротаж естественного гамма-излучения горных пород

ГП – Горная порода

ДС – Кавернометрия, профилометрия

ИК – Индукционный каротаж

Инкл. – Инклинометрия

МБК – Микробоковой каротаж

МГЗ – Микро-градиент-зонд

МК – Микрокаротаж

МПЗ – Микро-потенциал-зонд

НГК – Нейтронный гамма-каротаж

НК – Нейтронный каротаж

ННК-Т – Нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам

ПС – Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации

РК – Радиоактивный каротаж

Рез. – Резистивиметрия

УЭС – Удельное электрическое сопротивление

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>10</b>
<b>Общая часть .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Геолого-геофизическая изученность района.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Геологическая и сейсмологическая изученность района, тектоника.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Стратиграфия .....</b>	<b>19</b>
<b>2. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований .....</b>	<b>20</b>
<b>3. Основные вопросы проектирования.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Задачи геофизических исследований.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Обоснование объекта исследования.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса .....</b>	<b>24</b>
<b>4. Методические вопросы .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Методика проектных геофизических работ .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Метрологическое обеспечение работ .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 Интерпретация геофизических данных.....</b>	<b>36</b>
<b>5. Совместное применение методов ВИКИЗ и БКЗ.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1 Метод ВИКИЗ .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1.1 Физические основы метода ВИКИЗ.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1.2 Основные геолого-геофизические задачи, решаемые методом ВИКИЗ.....</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Метод БКЗ .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.1. Физические основы метода .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.2. основные задачи, решаемые методом БКЗ:.....</b>	<b>49</b>
<b>5.3 Результаты измерений методов ВИКИЗ и БКЗ .....</b>	<b>49</b>
<b>5.4 Совместная интерпретация данных БКЗ и ВИКИЗ .....</b>	<b>52</b>
<b>5.5 Преимущества совместной инверсии .....</b>	<b>53</b>
<b>6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>	<b>55</b>
<b>6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....</b>	<b>55</b>
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	55
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	56
6.1.3 SWOT-анализ .....	58
<b>6.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....</b>	<b>61</b>
<b>6.3 Планирование научно-исследовательских работ .....</b>	<b>62</b>
6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	62
6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	63
6.3.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	64
<b>6.4 Бюджет научно-технического исследования НТИ .....</b>	<b>68</b>

6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	72
<b>7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....</b>	<b>75</b>
<b>7.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....</b>	<b>76</b>
<b>7.1.1. Специальные нормы трудового законодательства.....</b>	<b>76</b>
8.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	76
<b>7.2. Производственная безопасность.....</b>	<b>78</b>
7.2.2. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	79
7.2.3. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	83
<b>7.3. Экологическая безопасность .....</b>	<b>86</b>
7.3.1. Анализ влияния геофизических работ на окружающую среду и обоснование мероприятий по их устранению.....	86
<b>7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....</b>	<b>87</b>
<b>Заключение .....</b>	<b>90</b>
<b>Литература .....</b>	<b>91</b>

## **Введение**

Производственную практику и преддипломную я проходил на предприятии ООО «Гео Сервис». Моей целью было получение геофизических материалов для отчета по практике и дальнейшего написания дипломного проекта, закреплении полученных знаний, полученных на учебе, предоставление отчета по производственной практике.

Основной целью работы является выбор комплекса геофизических методов для решения геологических задач в проектной скважине № 1 на Южно-Пыжинской площади. В задачу проекта входит обоснование комплекса ГИС в проектной скважине. В специальной части рассмотрено применение электрических методов ВИКИЗ и БКЗ при решении геолого-геофизических задач.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение подсчитана стоимость проектно-сметных работ. В разделе социальной ответственности были рассмотрены вредные и опасные факторы при проведении геофизических работ, подобраны мероприятия по уменьшению их воздействия на человека, также были рекомендованы меры по безопасности в чрезвычайных ситуациях и непосредственно охране окружающей среды, разобраны правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Большие надежды регион связывает с реализацией "золотого" проекта "Правобережье". В 2005 году в Обь-Енисейском междуречье (правобережье Оби) начато бурение скважин "Восток-1" и "Восток-3". По данным ООО "Томскбурнефтегаз", в октябре 2007 года Южно-Пыжинская скважина показала признаки природного газа, в декабре было подтверждено наличие нефти.

## Общая часть

### 1.1 Геолого-геофизическая изученность района

Южно-Пыжинская площадь находится на правом берегу реки Обь.

Правый берег реки Обь, а так же междуречья ее притоков - Кеть, Тым и Вах, попадает под зону сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, а так же Алтае-Саянской складчатой системы, отличается от других районов Западно-Сибирской плиты тектонической обособленностью. Здесь проявляются региональные и локальные процессы тектоники, которые связаны с развитием данных крупных систем и особенностями седиментационных и постседиментационных процессов.



Рис. 1 - Обзорная карта района Южно-Пыжинской площади

Имея слабую геологическую изученность восточной окраины Западно-Сибирской плиты в целом районы востока Томской области исследованы более всего. Тут в разные времена была выполнена геологическая съемка, аэромагнитная съемка масштабов 1:100 000 и 1:200 000 и высокоточная масштаба 1:50 000, созданы схемы элементов тектоники, схемы вещественного состава фундамента. Выполнена сейсморазведка МОВ в 1964–1976 годах с доведением сети профилей до 0,25–0,5 пог. км/км<sup>2</sup>, а так же гравитационных полей, следовательно были получены основные элементы структуры и в дальнейшем помогло поисковому бурению в шестидесятых и семидесятых. С семидесятых и по сей день проводится сейсмическая разведка методом общей глубинной точки плотностью около полукилометра на квадратный километр. Более детально узнать строение земной коры, ее слоистое и боковое строение позволили работы методом корреляционных преломленных волн и работы по динамике запасов почвенной влаги. Работы методом корреляционных преломленных волн ведутся уже 23 года на региональном уровне. На тридцати шести объектах пробурено 58 скважин, из них 5 опорных и 13 параметрических. В 29 скважинах произведен сейсмокаротаж или ВСП. По мере получения материалов анализировалась и обобщалась геологическая и геофизическая информация, а так же построение карт и схем [1, 5, 10].

## **1.2 Геологическая и сейсмологическая изученность района, тектоника**

В результате региональных сейсмических исследований последних 10–15 лет было установлено, что активный тектонический режим территории проявлялся в присутствии неоднородных образований и локальных впадин, заполненных осадочными отложениями в доюрском интервале, а также активное проявление тектоники в структуре осадочного мезозой-кайнозойского покрова. Разрез на рисунке 2 является обычным в этом регионе. На рисунке показана блочная структура чехла осадков, присутствие шовных зон давних нарушений тектоники, проходящая от доюрских элементов вплоть до поверхности и очень длинных по площади. Наряду с областями небольшого складывания.

В структурах имеются довольно обширные зоны спокойного (устойчивого) осаднения.

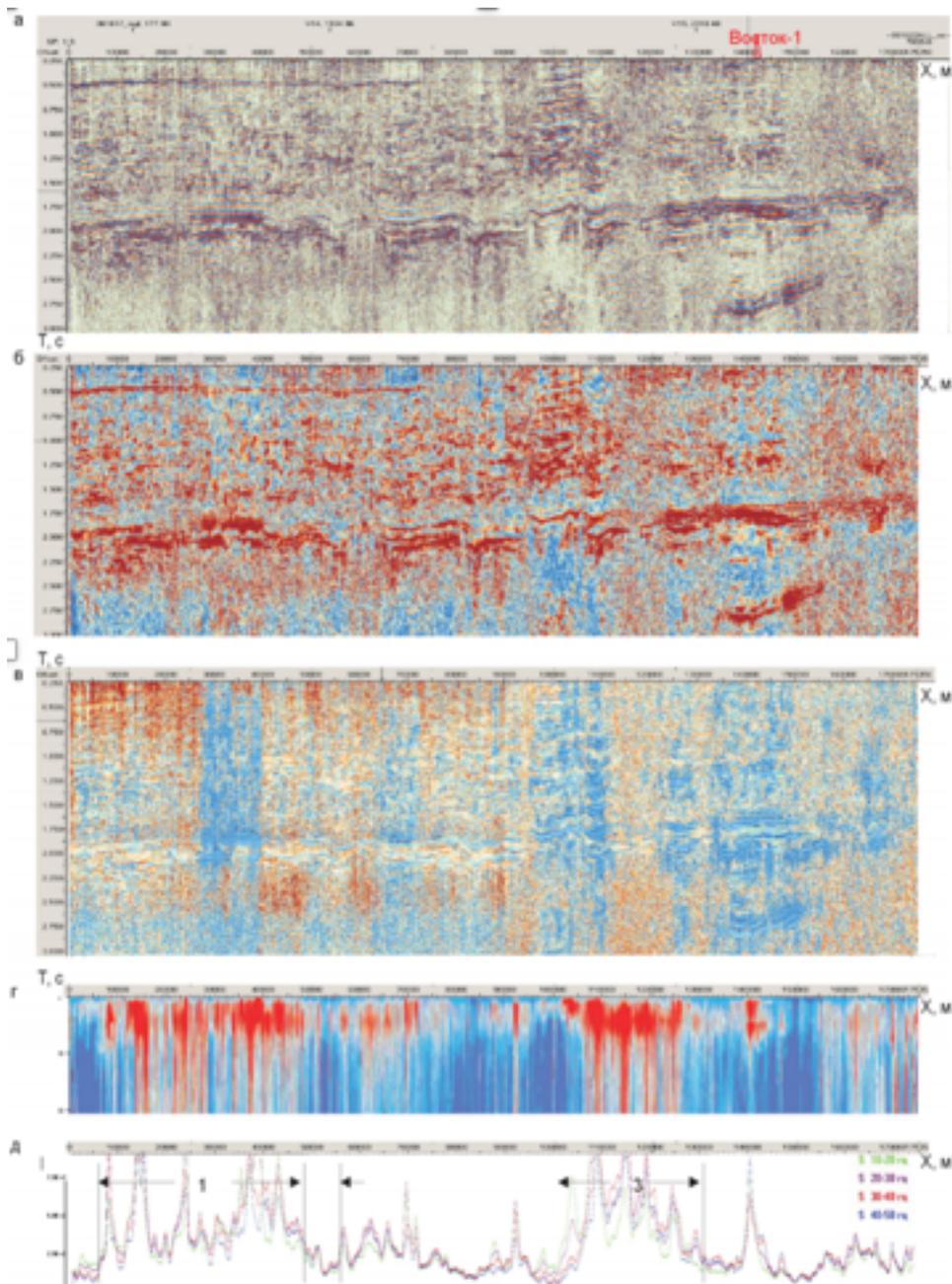


Рис. 2. Сопоставление временного разреза по профилю В22 (а), разреза амплитуд (б), разреза частот (в) и характеристик микросейсм: г – спектры; д – графики интенсивности (1–3 – аномалии).

Рельеф поверхности заметно отличается от такового в других областях и характеризуется выравниванием с сильной неравномерностью многочисленными реками, ручьями, озерами и болотами (рис. 3). Это доказывает, что в постквартальное время движения блоков, наблюдаемые в секции покрытия, продолжались.

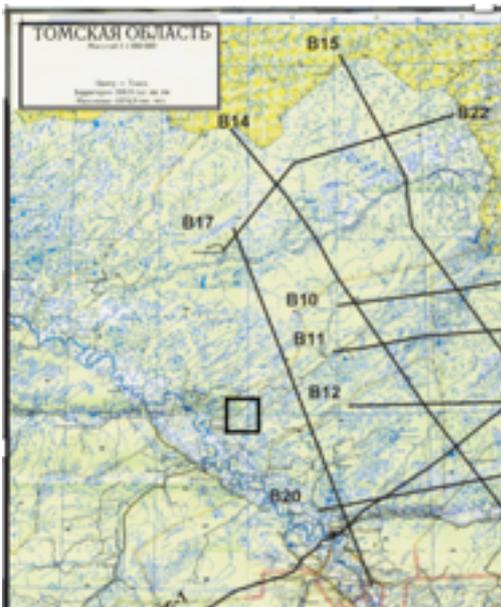


Рис. 3. Выкопировка из карты Томской области и местоположение региональных профилей (Южно-Пыжинская площадь выделена черным квадратом)

В прилежащих трещиноватых зонах осадочные породы покрова подвергались вторичным образованиям в связи с миграцией флюидов из глубоких слоев, что сопровождалось литолого-геохимическими исследованиями керна скважин Вездеходная, Колпашевская, Южно-Пыжинская, Восток один, Восток три и другие. Исследования образцов песчаника выявило, что где имеется наложение эпигенеза формируются наиболее крепкие, чем породообразующие минералы[4]. В разделе приведены процессы растворения, переотложения, аморфизации, выщелачивания, кавернозного образования, приводящие к изменениям пористости и проницаемости пород. Присутствие вторичных проводящих минералов в породах и обогащение воды ионами калия и магния вследствие деградации гидрослюды в ходе эпигенеза, вследствие этого меняются физико-химические свойства ГП. Так как в основном эпигенез отводится проходит с движением жидкостей, мы можем опознать их в сейсмических разрезах. Соответственно движение углеводородов происходило вдоль этих путей.

Когда флюиды достигают ловушек, вторичные преобразования пород имеют ареальную природу и появляются сейсмические аномалии. А именно, в полях

отраженных волн генерируются зоны с малыми амплитудами и энергией отраженных волн.

Картирование объектов наложенного эпигенеза, которые располагаются в ловушках ловушках с использованием возникающих аномалий в полях отраженных волн и выявление аномалий геодинамического шума на дневной поверхности на основе предложенного нами метода прямого прогнозирования мест скопления углеводородов для аномальных сейсмических воздействий [2, 7].

Аномалии в естественных сейсмических полях (микросейсмы), зафиксированные на поверхности над скоплениями углеводородов, указывают на активность месторождений, в которых миграционные процессы постоянно, хотя и с различной интенсивностью, направлены к поверхности Земли и вдоль контура ловушек.

Как уже упоминалось, рассматриваемая территория является тектонически активной, она обязательно должна чередовать зоны сжатия и разгрузки, которые определяют образование ловушек геодинамического типа. Как показывают данные тектонофизического моделирования [3], улучшенные коллекторы трещинного типа образуются на склонах растущих поднятий в областях повышенных касательных напряжений, и наоборот, в резервуарах поднятий в условиях сжатия свойства коллектора резко ухудшаются.

В соответствии с результатами прогноза мест скопления углеводородов по аномальным сейсмическим воздействиям для этого района четко отмечено, что более выраженные и продолжительные аномалии наблюдаются только на склонах, где имеются поднятия. На третьем рисунке приведен временный разрез в сравнении с характеристиками геодинамического шума вдоль разреза субмеридионального профиля В-14 (южный склон поднятия Чемулякского). Свод поднятия, где пробурена скв. 1, характеризуется фоновыми значениями шумов и представляется бесперспективным, а на склоне поднятия наблюдаются четкие интенсивные и протяженные (15–30 км) аномалии, которые можно рекомендовать в качестве перспективных объектов для постановки детальных работ.

Сложный характер тектонического развития отложений чехла наблюдается на сводовой части поднятия. В юрских отложениях поднятие представляется высокоамплитудным горстовидным, в меловых – нормальным конседиментационным; в верхнемеловых происходит инверсия, и на месте поднятия отмечается локальная синклиналь, осложненная четко выраженным долгоживущим разломом. Естественно, что в таких условиях шансы формирования и особенно сохранения залежи УВ равны нулю, что и объясняет низкую эффективность выполненных здесь ранее работ, ориентированных на опоиcкование антиклинальных объектов.

Особое значение имеют долгоживущие тектонические нарушения. С одной стороны, они определяют повышенную тектоническую открытость среды, будучи каналами ее дегазации, т. е. создают неблагоприятные условия для сохранности залежей УВ. С другой стороны, они могут являться каналами миграции глубинных углеводородов и за счет этого создавать условия для формирования новых и подпитки существующих месторождений. Вследствие циклического характера тектонических процессов эти тектонические нарушения могут быть как проводящими (питающими или разрушающими залежи), так и экранирующими, обеспечивающими ее сохранность. Поэтому наиболее перспективными представляются неантиклинальные ловушки вблизи зон деструкций –долгоживущих тектонических нарушений.

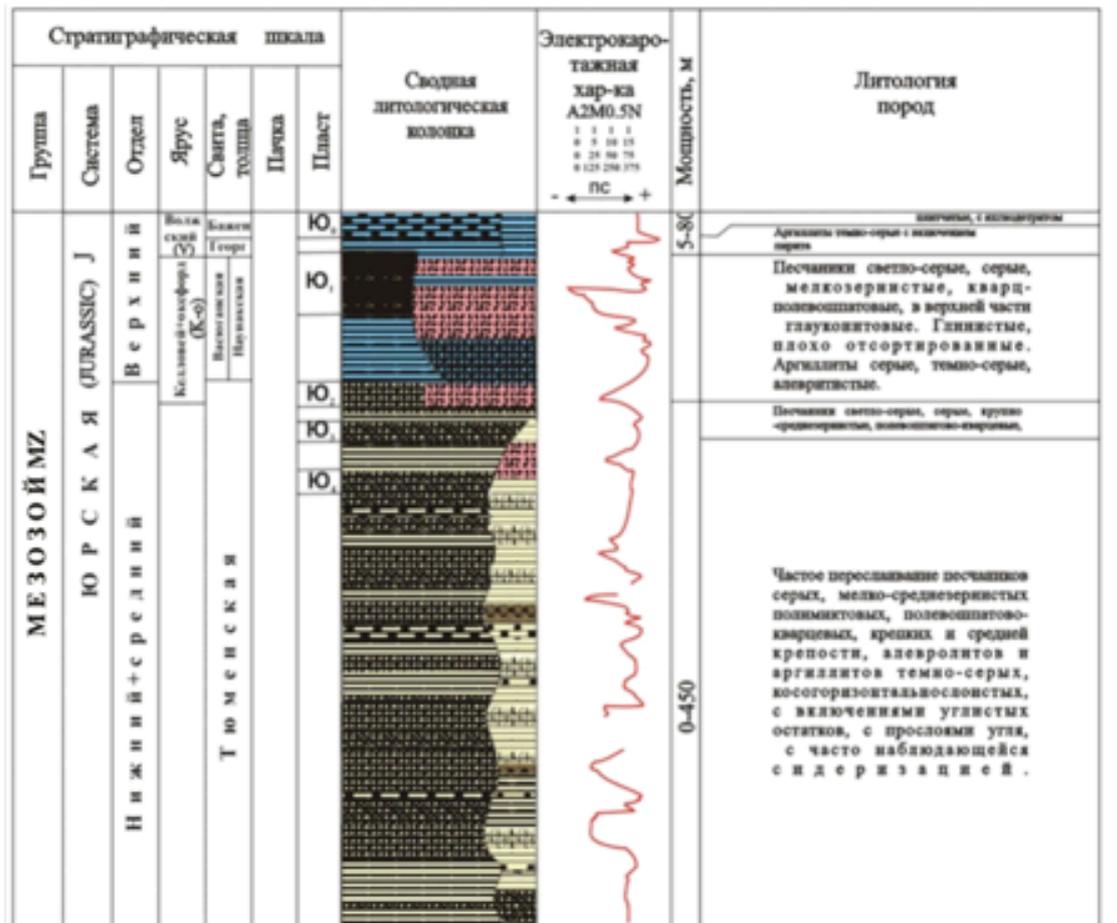
Главная причина геологического строения восточных районов Томской области, определяющая условия формирования и закономерности возможного нефтегазонасыщения, это то, что тектоника была активна все время. Следовательно, в этой области можно ожидать наличия крупномасштабных скоплений нефти и газа вдоль глубоких разломов с расширенным нефтегазонасыщенным дном и локализованных в ловушках различных типов, и необязательно в антиклинальных поднятиях, а тем более в их сводчатые структурные элементы. В результате геологическое изучение восточных районов Томской области и разработка потенциальных углеводородных ресурсов требуют использования инновационных технологий для прогнозирования



### 1.3 Стратиграфия

В геологическом разрезе Южно-Пыжинской площади принимают участие палеозойские и мезозой - кайнозойские отложения. Первые представляют фундамент, последние - осадочный чехол. Мощность чехла достигает 2700 м.

В составе комплекса осадочных образований принимают участие юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения, залегающие несогласно на размытой поверхности фундамента, сложенного дислоцированными докембрийскими, палеозойскими и частично мезозойскими образованиями.



#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

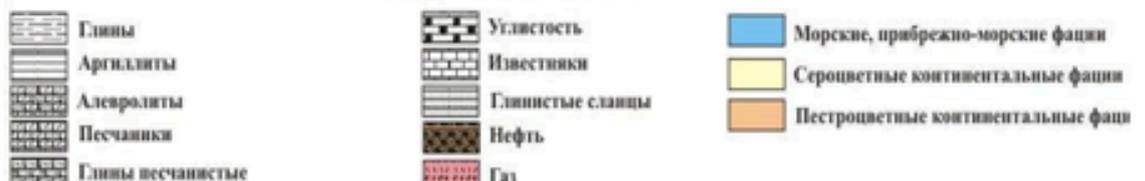


Рис. 5 - Сводный литолого-стратиграфический разрез Томской области

## 2. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований

В комплексе ГИС, определенный требованиями "Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах" и утвержденный для данного региона, для изучения продуктивности юрского разреза в масштабе глубин 1:200, входили следующие методы: электрокаротаж (БКЗ, ПС, БК, ИК, МКЗ), АК, радиоактивный каротаж (ГК, НКТ, ГГК-п), ВИКИЗ, а также инклинометрия, кавернометрия. Геофизические исследования проводились стандартной скважинкой аппаратурой – ИОН-1, КИА-723М, РКС-3М, СГДТ-НВ, СПАК-6, ВИКИЗ; регистрирующая аппаратура "КЕДР-2".

Измерение кажущегося удельного сопротивления методом **БКЗ** проведены в продуктивных интервалах комплексом подошвенных градиент-зондов А4М0.5N; А0.4М0.5N; А1М0.5N, кровельным градиент-зондом N0.5М2.0А и кровельным потенциал-зондом N6.0М0.5А в масштабе глубин 1:200. Масштаб записи 2,5 Ом\*м/см, скорость регистрации 2000 м/ч, применялась аппаратура КИА-723М. Качество материалов хорошее.

Метод потенциалов собственной поляризации (**ПС**) выполнен в масштабе глубин 1:200. Масштаб записи кривой ПС – 12.5 мВ/см. Скорость

---

регистрации исследуемых параметров 2000 м/час. Применяемая аппаратура КИА-723М. Качество материалов хорошее.

**Индукционный каротаж (ИК)** выполнен в масштабе глубин 1:200. Масштаб записи кривых 20 мСим/см, аппаратурой КИА-723М со скоростью 1800 м/час. В целом качество материалов хорошее.

**Боковой каротаж (БК)**. Замеры проводились в масштабе глубин 1:200. Масштаб записи 2,5 Ом\*м/см. Применялась аппаратура КИА-723М; скорость регистрации 1800 м/ч. В целом качество материалов хорошее.

**Микрокаротажное зондирование (МКЗ)** выполнялось в масштабе глубин 1:200. Запись проводилась аппаратурой МК-Г, прибор обычно содержит градиент-микрозонд А0,025М0,025N и потенциал-микрозонд А0,05М, размещенные на выносном электроизоляционном башмаке. Скорость записи 1000 м/час. Качество материалов хорошее.

**Акустический каротаж (АК)** выполнен в масштабе глубин 1:200. Запись проводилась аппаратурой СПАК-6, со скоростью регистрации 2000м/час. Качество материалов хорошее.

**Кавернометрия (КВ)** выполнялась по всему стволу скважины в масштабе глубин 1:200, в интервалах проведения БКЗ. Запись проводилась аппаратурой СКПД-3, со скоростью регистрации до 2000 м/час. Качество материалов хорошее.

**Радиоактивный каротаж (РК)** осуществлен методами гамма-каротажа (ГК) и нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТ). Радиоактивный каротаж проводился по всему разрезу в масштабе 1:200 со скоростью записи 160 м/час. Применяемая аппаратура: РКС-3М. Постоянная времени интегрирующей ячейки выбиралась в зависимости от мощности источника излучения и поставленной задачи в диапазоне 1.5-3.0 сек. для записи в масштабе глубин 1:200. Материал хорошего качества.

Метод высокочастотных каротажных изопараметрических зондирований (ВИКИЗ) выполнен в масштабе глубин 1:200. Аппаратура ВИКИЗ. Скорость записи 2000 м/ч. Качество материалов хорошее.

Литологическое расчленение и выделение коллекторов проводилось при помощи методов: МКЗ, ПС, БК, БКЗ, ИК, кавернометрии. Как правило, терригенные породы с глинистым цементом являются коллекторами, если снимаемая против них величина отрицательной амплитуды ПС (при  $p_f > p_n$ ), превышает некоторое критическое значение, определяющее границу коллектор - не коллектор.

По методу МКЗ коллектора выделялись там, где значения потенциал-зонда превышают значения градиент-зонда.

Выделение пластов-коллекторов при помощи кавернометрии проводилось путем сравнения диаметра скважины с номинальным диаметром.

БК проводился в интервалах БКЗ с целью выделения маломощных пластов коллекторов.

Кривая кажущейся удельной проводимости при ИК в области низкого удельного сопротивления оказывается растянутой, а в области высоких сопротивлений - сжатой, по сравнению с кривыми сопротивлений, благодаря этому усиливается дифференциация кривой ИК против пород, имеющих низкое  $\rho_{уд}$ , и происходит сглаживание ее против пород с высоким удельным сопротивлением. На кривой ИК более наглядно, чем на кривых сопротивлений, выделяется область переходной зоны.

В настоящее время при оперативной интерпретации материалов ГИС применяется три методики определения пористости пластов:

1. Определение пористости по данным акустического каротажа
2. Метод ГГК-п – для нефте-насыщенных песчано-глинистых пород
3. По сопротивлению зоны проникновения проводится в тех случаях, когда нельзя воспользоваться данными АК

При определении  $K_{п.ак}$  наиболее достоверные результаты получают по статистическим зависимостям между  $\Delta T$  и  $K_{п}$ , измеренными на образцах керна при термобарических условиях, соответствующим естественным условиям залегания пластов (зависимость “кern-кern”).

Используя методику расчета, по данным ГГК-п, были вычислены коэффициенты пористости для пласта Ю<sub>1</sub> в пластах коллекторах, которые изменяются в пределах 15% до 18%.

Определение пористости по методу сопротивлений основано на зависимости между параметром пористости  $R_{п}$  и коэффициентом пористости  $K_{п}$  ( $R_{п} = f(K_{п})$ ).

Коэффициент проницаемости рассчитывался по данным метода БК и ПС. Определение коэффициента проницаемости методом ПС основано на обратной связи диффузионно-адсорбционной активности Ада с коэффициентом динамической пористости и на прямой связи с глинистостью гранулярного коллектора ( $K_{пр} = f(\alpha_{nc})$ ).

Определение коэффициента глинистости по данным гамма-метода основано на близкой к прямой зависимости этого коэффициента от естественной гамма-активности песчано-глинистых горных пород.

По диаграммам ИК более точно определяется положение водонефтяного контакта и удельное сопротивление водоносных коллекторов низкого сопротивления.

Таким образом, как показывает анализ ранее проведенных работ, комплекс исследований, в который включены методы электрического каротажа, бокового, индукционного, в комплексе с радиоактивными методами, является оптимальным для решения задач, связанных с литологическим расчленением разреза, выделением пластов-коллекторов, определения характера насыщения.

### 3. Основные вопросы проектирования

#### 3.1 Задачи геофизических исследований

В проектной скважине по результатам геофизических исследований скважины будут выполняться данные геолого-геофизических задач:

- Расчленение литологического разреза;
- Определение коллекторов;
- Определение водонефтяного контакта (ВНК)

#### 3.2 Обоснование объекта исследования

Для детального изучения свойств коллектора и уточнения положения ВНК, планируется заложение разведочной скважины № 1, указана кругом (рис. 6).

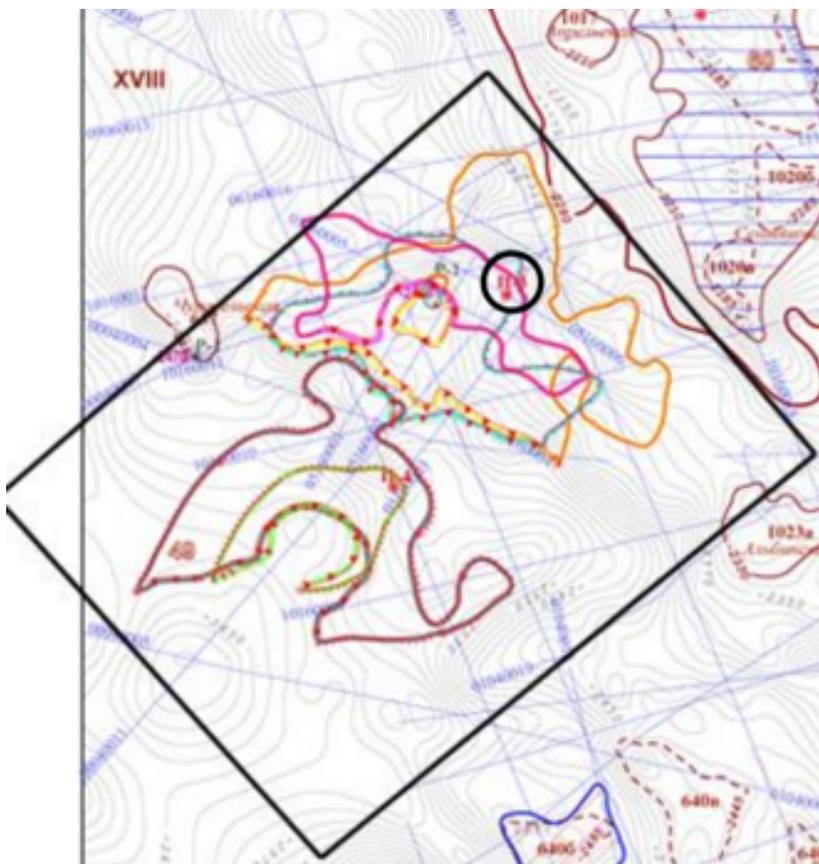


Рисунок 6 – Заложение проектной скважины выделено кругом

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

Построена физико-геологическая модель продуктивной части для Южно-Пыжинской площади (Рис. 7)

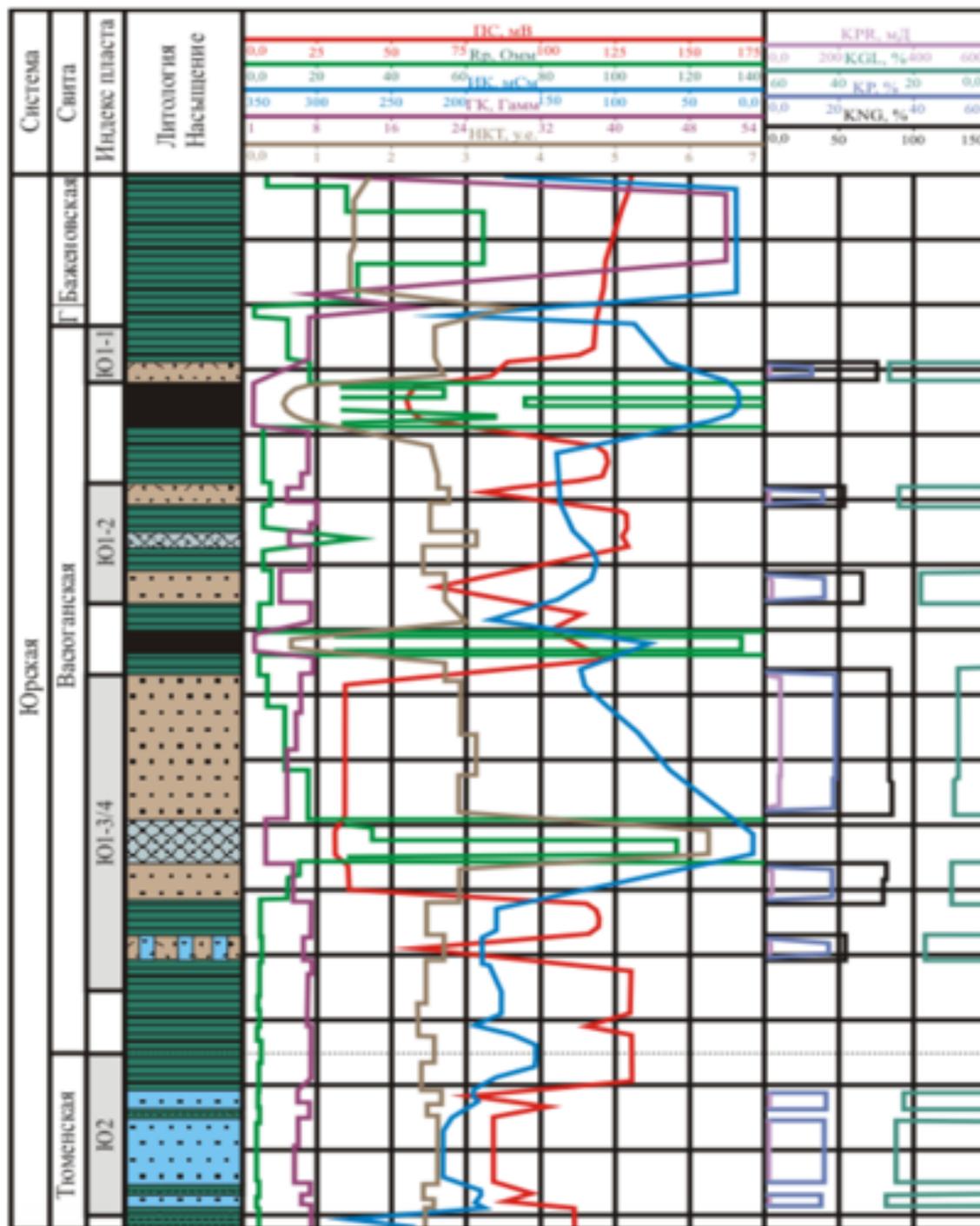


Рис.7 – ФГМ Южно-Пыжинской площади

Для литологического расчленения разреза и выделения коллекторов применяться следующие методы: ПС, КС, МКЗ, ИК, АК, кавернометрия.

Для определения коэффициента пористости используются методы НКТ, ГГК-п, ПС, ЭК, АК. Глинистость определяется методами ГК, ПС. Коэффициент проницаемости определяется методами ПС, БК.

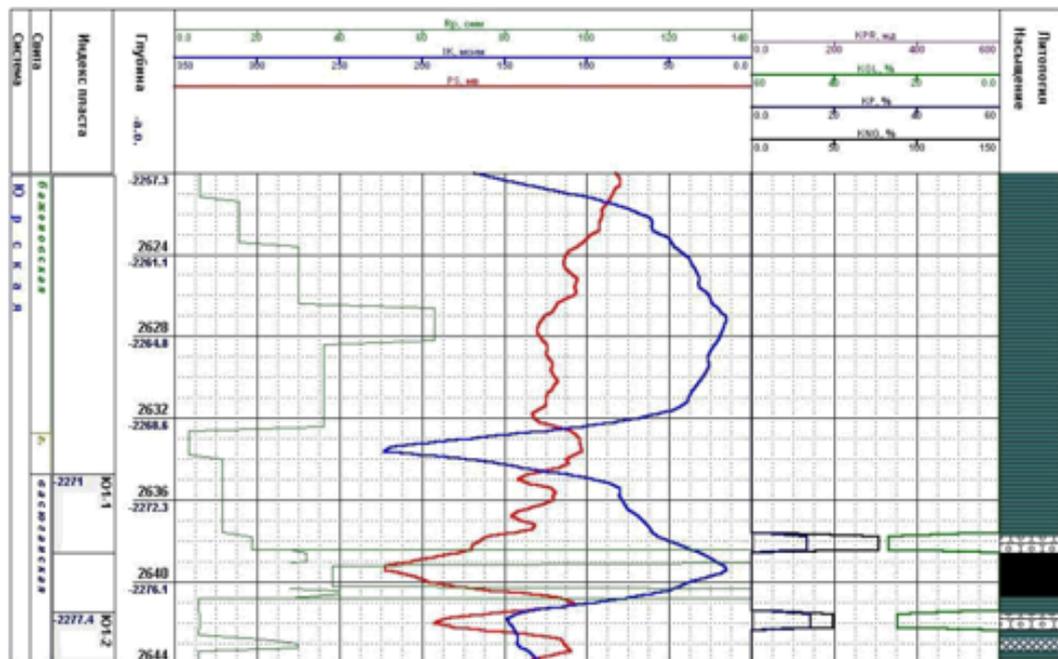
Характер насыщения коллекторов и местоположения ВНК при наличии зоны проникновения определяются методами БКЗ, БК, ВИКИЗ.

Скорость спуска и подъема не должна превышать 2450 м/час, скорость подъема - не более 2100 м/час, перед воронкой НКТ снижают до 550 м/час.

Используем оборудование, описанное во 2 главе.

Ниже приведен разрез (рис. 8), который вскрывает отложения баженовской свиты и группу юрских пластов (Ю1-1 по Ю2).

В общем, для разреза кривая ПС носит весьма изрезанный характер. Интервал разреза с 2620м до 2634,8 м сложен аргиллитами. Доказательством этому служит положительная аномалия ПС и аномально высокие значения радиоактивности. Показания метода БК достигают высоких значений до 100 Ом\*м. Кривая метода НКТ на данном интервале характеризуется относительно широким диапазоном значений от 1,5 до 3,5 у. е. Таким образом, водородосодержание колеблется от 20 до 45 %, имея повышенные значения в кровельной части пласта. Это отложения баженовской свиты.



Условные обозначения:

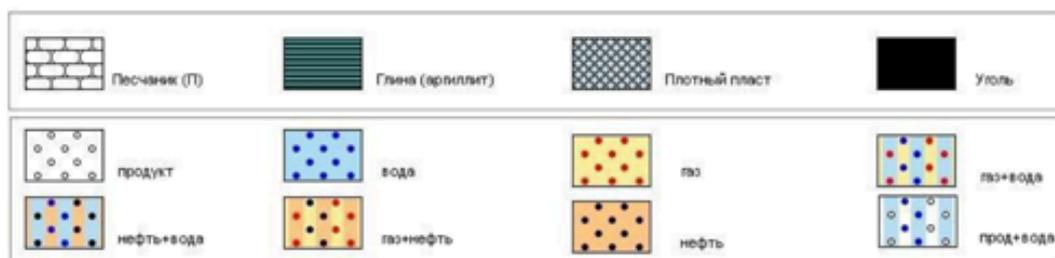


Рис. 8 - Отложения баженовской свиты и пласты Ю1-1 и Ю1-2 в разрезе

Ниже расположены пласты Ю1-1 (2634,8-2638,5), Ю1-2 (2641,4-2656), Ю1-3/4 (2658-2683 м) и Ю2 (2687,2-2705 м). Они сложены несколькими литологическими разностями: песчаники, глины, и плотные прослойки.

Глины на данном разрезе имеют свойственные отличительные особенности от отложений другого состава. Глубокие положительные аномалии отмечаются по данным метода собственной поляризации, увеличение радиоактивности в следствии высокой адсорбционной способности до 8 Гамм. По показаниям индукционного каротажа глины достигают значений 150-200 мСм. Сопротивления по БК – порядка 15 Ом\*м. Метод ВИКИЗ отмечает сопротивления на уровне 5 Ом\*м. Водородосодержание около 30 %.

Песчаники пластов Ю1-1 и Ю1-2 характеризуются отрицательными аномалиями метода собственной поляризации, понижением радиоактивности на фоне остальных глинистых отложений, увеличением сопротивления (по БК до 20-30 Ом\*м, по ИК до 116 мСм). Данные метода ВИКИЗ длинных зондов фиксируют сопротивления на уровне 6-9 Ом\*м. В интервалах песчаников отмечается увеличение показаний метода НКТ, то есть уменьшается водородосодержание в среднем до 25 %.

Ниже расположен пласт Ю1-3/4 (рис. 9), имеющий большую мощность пластов песчаников, которые характеризуются четкими признаками на диаграммах методов и имеют в своем составе достаточно мощные прослои карбонатов (плотняков). Пласт-коллектор расположен в интервале глубин 2658-2673 м. Аномалия ПС напротив этих песчаников более глубокая, чем в песчаниках других пластов, свойственна низкая радиоактивность. Сопротивления по данным электрических методов повышаются (по данным БК – 50-60 Ом\*м, По данным ВИКИЗ – отрицательный градиент показаний, по зондам VZ3, VZ4 и VZ5 около 10 Ом\*м). Водородосодержание – 20-25 %.

Подстиляет коллектор мощная толща аргиллитов (интервал 2673м до 2698м). Для этого участка значения удельной электропроводности составляют порядка 180 мСм. Также характерна положительная аномалия кривой ПС и высокие показания гамма-каротажа (порядка 6-8 гамма).

Присутствующие в разрезе плотняки (2642,8-2643,3; 2651,9-2652,3; 2667,8-2671,2) имеют четкую геофизическую характеристику. Методы сопротивлений имеют максимально высокие показания (БК выше 100 Ом\*м, ИК – 6 мСм). Радиоактивность 3,5 Гамм. Очень низкое водородосодержание – 9 %.

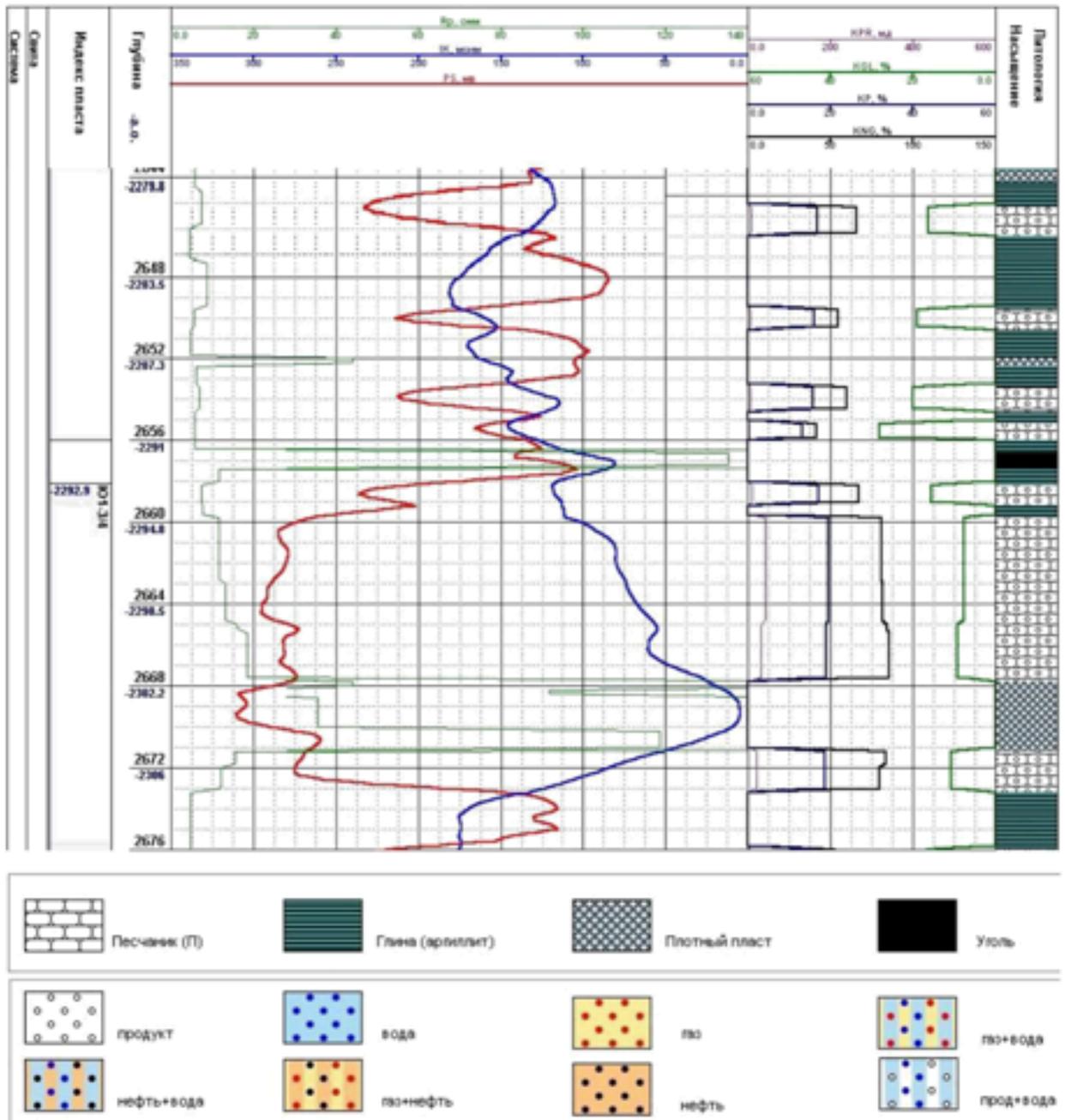


Рис. 9 - Пласт Ю1-3/4 в разрезе

Таким образом, можно констатировать, что запроектированный комплекс ГИС решает поставленные задачи изучения пород-коллекторов на нашей площади.

## **4. Методические вопросы**

### **4.1 Методика проектных геофизических работ**

Геофизические исследования и работы в скважинах считаются обязательными технологическими шагами постройки всех категорий скважин, их эксплуатации, починки и ликвидации.

Для оптимизации работы на буровой доля предварительных дел ведется еще на базе. В задачи такой подготовки входит проверка аппаратуры, кабелей, подъемника и геофизических приборов[8].

До того как геофизики приехали на буровую буровики готовят скважины под наблюдением геологов, а именно делают очистку скважины, контроль плотности, водяную отдачу промывочной жидкости, проверку вязкости, определение примесей и песка в этой жидкости все это нужно для гладкой проходимости скважинных приборов до забоя и хороших результатов исследования. К началу геофизических исследований все работы вблизи устья скважины и мостков должны быть прекращены.

По приезду геофизической партии на буровую, работники приступают к подготовительным работам: устанавливают лабораторию, подъемник и блок-баланс согласно требованиям техники безопасности, собирают схемы соединений и проверяют работу центральных агрегатов.

Прибор транспортируется к устью скважины, будучи присоединенным к кабелю. Чтобы фактическая глубина соответствовала глубине на диаграмме измеряется цена первой метки путем и записывания длины от точки замера до начальной отметки на кабеле.

Спуск кабеля в скважину производится плавно, без рывков, с постоянной скоростью, согласно правилам техники безопасности. Как движется скважинный прибор мониторится с помощью динамометра, который находится на блок-балансе, либо смотрится степень прогиба кабеля, но надежнее мониторить данные регистрирующих приборов, которые непосредственно участвуют в

измерении. Прекращение движений блика гальванометра сигнализирует об остановке прибора в скважине.

Геофизические параметры измеряются в скважинах, как правило, в процессе подъема скважинного прибора. Мощность пластов, а так же инерционность аппаратуры и техническая инструкция влияют на то, с какой скоростью будет происходить подъем кабеля. Если маленькая мощность слоев, которые нужно изучить, соответственно и скорость записи диаграммы будет меньше.

Глубина, на которой находится скважинный прибор, приблизительно оценивается по показаниям счетчика глубин, приводимого в действие электрическим датчиком, связанным с вращением ролика блок-баланса. Так как как со временем кабель может растягиваться и изнашиваться а также проскальзывать по ролику блок-баланса, вследствие чего будет происходить изменение его диаметра и соответственно показания на диаграммах могут быть неправильными.

Кабель размечается с помощью стальной мерной ленты когда поднимают скважинный снаряд или груз из скважины, благодаря чему достигается соответствие между натяжением кабеля при измерении расстояний между метками и его натяжением в процессе регистрации диаграмм. Эта операция также может производиться на базе с использованием специальной разметочной установки и с учетом натяжения кабеля в скважине. Размечают новый кабель и кабель на котором стерлись метки.

Запись каротажных диаграмм выполняется по “Технической инструкции по проведению геофизических исследований”

В большинстве случаев масштаб ставят 1:500 по разрезу, либо если же нам интересна определенная зона, то более детализованный, так же делается поправка на месторождение и аппаратуру.

В конце измерений зонд стоит на месте, лентопротяжной механизм включен и производим запись на предмет отклонений и т. д.

Для скважинных исследований используют приборы, скважинные зонды и регистрирующую станцию(используем оборудование, описанное во 2 главе).

## 4.2 Метрологическое обеспечение работ

Одно из главных направлений повышения достоверности геофизических исследований скважин занимает метрологическое обеспечение (МО) применяемой в работе скважинной аппаратуры и средств измерения [10].

Поверка средств измерений— совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим характеристикам.

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

Калибровка скважинной аппаратуры осуществляется калибровочными установками.

Используемые стандартные образцы (СО), имитаторы, калибровочные установки по методам ГИС:

1. Аппаратура плотностного каротажа – комплект из четырёх государственных стандартных образцов (ГСО) плотности.
2. Аппаратура ядерно-магнитного каротажа – стандартный образец индекса свободного флюида (СО–ИСФ).
3. Аппаратура микрокаротажа – комплект из трех стандартных образцов удельной электрической проводимости (СО УЭП).
4. Термометры и манометры скважинные – установка для калибровки термометров и манометров УКТМ -180/155.
5. Аппаратура спектрометрического гамма-каротажа – комплект полевых калибровочных устройств ПКУ-СГК.
6. Аппаратура нейтронного каротажа – комплект имитаторов пористого пласта ИПП.

7. Аппаратура индукционного каротажа – тест-кольца со сменными вставками для имитации ряда значений активной и реактивной составляющих проводимости.
8. Каверномеры и профиломеры – калибровочные устройства для каверномеров и профиломеров УК-П и УКПО.
9. Аппаратура электрического каротажа - магазины сопротивлений Р4834 и Р4831.
10. Датчики натяжения - образцовый динамометр ДОРМ-3-50У.
11. Аппаратура акустического каротажа - физический имитатор реальной среды (ИРС по интервальному времени продольной волны).
12. Скважинные манометры – грузопоршневой манометр МП-2500[9].

### 4.3 Интерпретация геофизических данных

Интерпретация – анализ данных, замеренных скважинными приборами, в результате которого решаются геолого-геофизические задачи. После выделения коллекторов главным образом проводится расчет параметров фильтрационно-емкостных свойств: коэффициентов пористости, глинистости, проницаемости, нефтегазонасыщения.

Глинистость осадочных горных пород характеризуется содержанием в минеральном скелете породы частиц с эффективным диаметром менее 10 мкм

Определение коэффициента глинистости:

1) приведение результатов наблюдений к единым скважинным условиям осуществляется по формуле 1 [11]:

$$E_{ПС}^{18} = E_{ПС}^t * \frac{291}{273+t_{пл}} \quad (1)$$

$E_{ПС}^{18}$  - значение статической амплитуды приведенной к 18°C

$E_{ПС}^t$  - статическая амплитуда при температуре пласта, полученная после введения поправки за ослабление амплитуды

$t_{пл}$  - температура на уровне пласта.

$$t_{пл} = \frac{h \cdot \Gamma}{100}$$

2) после приведения к единым скважинным условиям рассчитываются относительные амплитуды  $\alpha_{ПС}$  по формуле 2

$$\alpha_{ПС} = \frac{E_{ПС}^{18}}{E_{ПС}^{ОП}} \quad (2)$$

$$E_{ПС}^{ОП} = 69,6 * lg \frac{\rho_{\phi}}{\rho_{в}} \quad (3)$$

$\rho_{\phi}$  - берется по палетке (для расчета ЭВМ задается программой) Коэффициент глинистости находится через уравнение связи (Сгл) с ( $\alpha_{ПС}$ )

Получаем уравнение глинистости (Сгл) по которому определяется состав пород .

Таблица 1– Глинистость горных пород

С гл	горная порода
0 – 0,1	чистый песчаник
0,1 – 0,25	слабоглинистый песчаник
0,25 – 0,4	сильноглинистый песчаник
0,4 – 0,8	алевролит
>0,8	аргиллит (глина)

Под пористостью горных пород понимается наличие в ней пор, каверн, трещин и других полостей, содержащих нефть, газ и воду. Представляет собой отношение объема пустот к объему горной породы.

#### *Определение коэффициента пористости*

Пористость определяется по анализу данных методов ( ННК-НТ, АК, УЭС)

Расчет коэффициента пористости (Кп) по нейтрон-нейтронному каротажу ННК.

Для определения эффективной пористости, необходимо из коэффициента водородосодержания вычесть количество связанной воды формула 4 [11]:  $K_n = w - C_{гл} \cdot w_{св}$  (4)

$w_{св} = 15 \%$  – коэффициент связанной воды.

Определение коэффициента пористости для акустического каротажа (АК) производится по формуле 5 [11]:

$$k_{П} = \frac{\Delta T_{П} - \Delta T_{ТВ}}{\Delta T_{Ж} - \Delta T_{ТВ}} \quad (5)$$

$\Delta T_{Ж}$  и  $\Delta T_{ТВ}$  – интервальное время пробега упругих волн в жидкости и твердой части породы;

$\Delta T_{П}$  – берется с диаграммы акустического каротажа.

3) В удельном электрическом сопротивлении коэффициент пористости определяется по формуле 6 [11]:

$$k_{\Pi} = \sqrt{1/P} \quad (6)$$

где,  $P = \rho_{\Pi}/\rho_{В}$

$P$  - коэффициент относительного сопротивления.

Определение коэффициента нефтегазонасыщенности

Коэффициент нефтегазонасыщенности определяется по формуле 7 [11]:

$$K_{НГ} = 1 - \sqrt{1/P_{НГ}} \quad (7)$$

$K_{НГ}$ – коэффициент нефтегазонасыщенности;  $P_{НГ}$ – коэффициент увеличения сопротивления.

$$P_{НГ} = \frac{\rho_{\Pi}}{\rho_{В\Pi}} \quad (8)$$

$P_{n}$  – наиболее вероятное интервальное значение УЭС в пласте;

$\rho_{В\Pi}$  – УЭС водяного пластовой воды

$$P \cdot \rho_{В}, \quad (9)$$

$\rho_{В}$  - сопротивление пластовой воды;

$P$ - $P$ -параметр пористости.

$$P = \frac{1}{k_{\Pi}^2}, \quad (10)$$

$K_n$  – наиболее вероятное значение коэффициента пористости для обрабатываемого интервала.

Проницаемость горных пород – способность горных пород пропускать через себя жидкости и газы при перепаде давления.

#### *Определение проницаемости*

Проницаемость пласта находится по закону Дарси [12].

Согласно уравнению Дарси, скорость фильтрации воды в пористой среде пропорциональна градиенту давления, формула 11:

$$V = \frac{Q}{F} = k \cdot \frac{\Delta P}{L} \quad (11)$$

..

где  $Q$  – объёмная скорость воды;  $v$  – линейная скорость воды;

$F$  – площадь сечения,  $F = \pi d^2/4$ ;  $L$  – длина фильтра;

$k$  – коэффициент пропорциональности .

Нефть – неидеальная система (компоненты нефти взаимодействуют между собой), поэтому линейный закон фильтрации для нефти, содержит вязкость, учитывающую взаимодействие компонентов внутри нефтяной системы, рассчитывается по формуле 12:

$$Q = k \cdot F \cdot \frac{\Delta P}{L \cdot \mu} \quad (12)$$

где  $\mu$  – вязкость нефти.

В этом уравнении способность породы и газы характеризуется коэффициентом пропорциональности коэффициентом проницаемости ( $k_{пр}$ ) формула 13.

$$k_{пр} = \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{\Delta P \cdot f} \quad (13)$$

Так же коэффициент проницаемости оценивается по зависимости  $K_{п} = f(K_{пр})$ , установленной по данным керна и приведённой в отчётах по подсчёту запасов [13].

Анализ зависимости  $K_{пр}$  от  $K_{п}$  показывает наличие связи между ними (коэффициент корреляции  $r = 0,6$ ) и с высокой степенью достоверности ( $R^2 = 0,8$ ) описывается экспоненциальной зависимостью

$$K_{пр} = 0,014 \cdot e^{Kn} \quad (14)$$

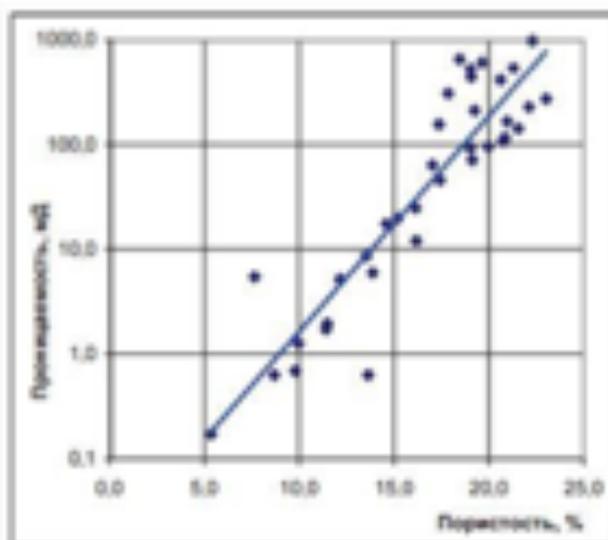


Рисунок 10 – Зависимость проницаемости от пористости [13]

## **5. Совместное применение методов ВИКИЗ и БКЗ**

### **5.1 Метод ВИКИЗ**

ВИКИЗ – высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование – представляет измерение параметров магнитного поля трехкатушечными индукционными зондами, обладающими геометрическим и электродинамическим подобием [14].

#### **5.1.1 Физические основы метода ВИКИЗ**

Метод ВИКИЗ представляет собой модификацию метода ВЭМК (высокочастотного электромагнитного каротажа), отличается от ВЭМК диапазоном рабочих частот, которые изменяются в пределах от 0,875 до 14 МГц (в ВЭМК используются частоты до 800 кГц). Он, подобно всем электромагнитным методам, к которым применяется индукционный подход, основывается на создании в горной породе переменного электромагнитного поля и замера ЭДС, вызванной в приёмной катушке зонда. Зонд ВИКИЗ включает в себя две измерительных и одну генераторную. Переменный ток, текущий в генераторной катушке, формирует переменное электромагнитное поле, которое в свою очередь создает вихревые токи в среде. Величина силы таких токов прямопропорциональна электрической проводимости среды. Поле, создаваемое в районе измерительных катушек численно равно сумме полей создаваемых генераторной катушкой (первичного поля) и полю возбуждаемому вихревыми токами (вторичного). Величина напряженности вторичного поля зависит от силы вихревых токов и определяется электропроводимостью горных пород. Первичное поле исключается так как не дает данные о горных породах. Для измерения характеристик электромагнитного поля (разности фаз и амплитуды) используют пять зондов, помещенных в одном корпусе. Аппаратура ВИКИЗ имеет достаточно высокую точность измерений. При повторных измерениях, каротажные кривые должны иметь небольшие расхождения: не больше 3 % для двух длинных и не больше 5 % для трех

коротких зондов. Схема геометрического распределения зондов представлена на (рис. 11).

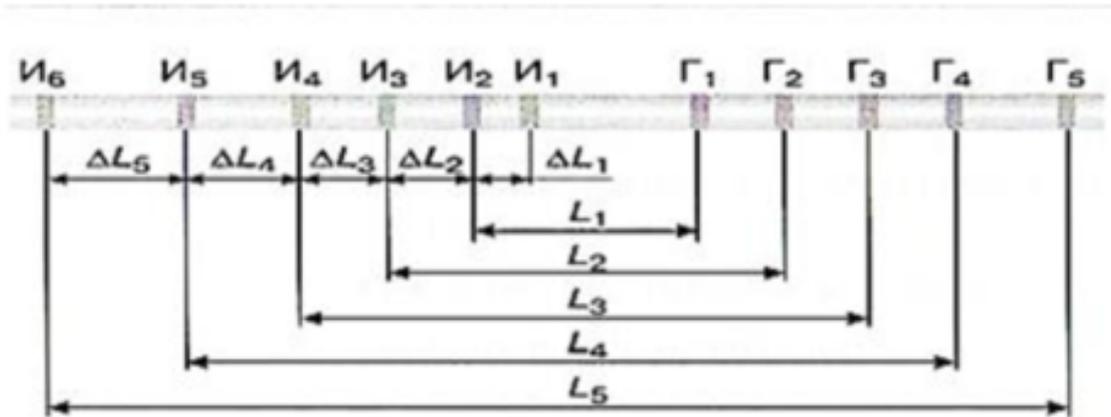


Рисунок 11 – Пятизондовая система

Г<sub>1</sub>, Г<sub>2</sub>, Г<sub>3</sub>, Г<sub>4</sub>, Г<sub>5</sub> -- генераторные катушки; И<sub>1</sub>, И<sub>2</sub>, И<sub>3</sub>, И<sub>4</sub>, И<sub>5</sub>, И<sub>6</sub> -- измерительные катушки.

Геометрические характеристики зондов представлены в таблице 20

Таблица 2 – Геометрические характеристики зондов [14]

Схема зондов	Длина (м)	База (м)	Точки записи (м)
И6 0.40 И5 1.60 Г5	2,00	0,40	3,28
И5 0.28 И4 1.13 Г4	1,41	0,28	2,88
И4 0.20 И3 0.80 Г3	1,00	0,20	2,6
И3 0.14 И2 0.57 Г2	0,71	0,14	2,4
И2 0.10 И1 0.40 Г1	0,50	0,10	2,26
ПС			3,72

Распределение зондовых компонентов выполняется согласно коэффициенту подобия и использования принципа частотно-геометрического подобия.

Принципы изопараметричности зондов ВИКИЗ: одноимённые компоненты зондов распределяются в соответствии с условием геометрической изопараметричности. Отношение рабочих частот любой пары зондов обратно пропорционально квадрату их коэффициента - условие частотной изопараметричности

$$(f_1/f_2=1/(z_1/z_2)^2), (21)$$

где  $f_1, f_2$  - частоты зондов;

$z_1, z_2$  - длины зондов.

Отношение произведения моментов генераторной и измерительной катушек любой пары зондов равно кубу их коэффициента подобия - условие изопараметричности магнитных моментов

$$(n_1/n_2=(z_1/z_2)^3) [14] (22)$$

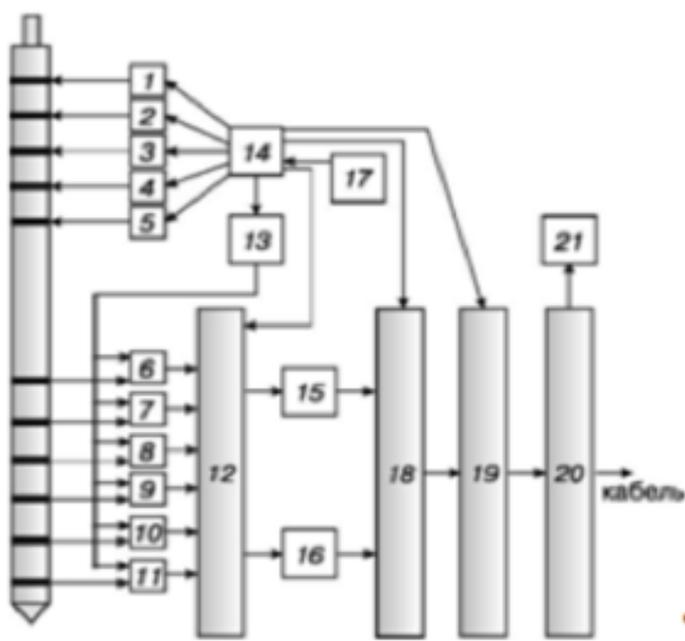
При измерении разности фаз применяются только первые два условия.

При увеличении длины зонда снижаются рабочие частоты и, наоборот. При уменьшении длины зонда глубинность изучения снижается, но параллельное повышение частоты способствует уменьшению глубины проникновения токов высокой частоты в среду. Чем выше электропроводность и частота, тем в меньшем объёме вблизи зонда концентрируются индуцируемые токи.

Увеличение длины зонда ведет к возрастанию вклада в регистрируемые характеристики поля дальних участков среды. Этот эффект усиливается в связи с понижением рабочих частот, т.е. увеличения прохождения создаваемых токов в среде. При этом токи в среде распределяются во всём большем объёме, снижая детальность исследования радиальных неоднородностей. Уменьшение влияния параметров скважины достигается благодаря регистрации относительных характеристик поля.

Структурная схема аппаратуры

Структурная схема скважинного прибора представлена на (рис. 12). Блоком электроники обеспечивается поочередная работа зондов. В первую очередь включается генераторная катушка Г и регистрируется разность фаз между э.д.с., индуцируемыми в измерительных катушках И1, И2. Затем включается катушка Г2 и регистрируется разность фаз между э.д.с., индуцируемыми в измерительных катушках И2, И3. После чего друг за другом включаются генераторные катушки остальных зондов.



В электронную схему входят: усилители мощности - 1 – 5; смесители - 6 – 11; аналоговый коммутатор -12; перестраиваемый гетеродин -13; устройство управления скважинным прибором -14; усилители промежуточной частоты -15, 16; опорный кварцевый генератор - 17; широкополосный фазометр -18; передатчик телесистемы -19; выходное устройство - 20; блок питания -21.

Рисунок 12 – Схема прибора

Смесители помещены в зондовое устройство около измерительных катушек. Там же находится аналоговый коммутатор. Прочие компоненты схемы находятся в блоке электроники.

Скважинный прибор соединяется с наземной панелью при помощи трехжильного кабеля. Регистрация на компьютер каротажной станции выполняется специальной программой.

Наземная панель представляет собой автономную микропроцессорную систему, выполняющую следующие основные функции:

- а) питает электричеством скважинный прибор;
- б) осуществляет прием цифровых сигналов от скважинного прибора;
- в) учитывает фазовые сдвиги в непроводящей среде;
- г) проводит трансформацию полученных сигналов в значения нормированной разности фаз;
- д) осуществляет передачу результатов обработки по стандартному

последовательному интерфейсу RS-232;

е) отображает на светодиодном индикаторе коды текущих режимов и результаты измерений.

Наземная панель состоит из следующих блоков :

- микроконтроллер;
- формирователь входного сигнала;
- пятиканальный ЦАП;
- интерфейс RS-232;
- энергонезависимый ОЗУ;
- светодиодный индикатор;
- блок управления;
- фильтр сигнала ПС (ФПС);
- сетевой источник питания;
- источник питания для скважинного прибора. Микроконтроллер служит для общего управления панелью.

Так как информационный сигнал и напряжение питания зонда передаются по одной жиле кабеля, то применяется формирователь сигнала, который производит отделение сигнала от напряжения. После чего, трансформацию его в серию прямоугольных импульсов с уровнями транзисторно-транзисторной логики.

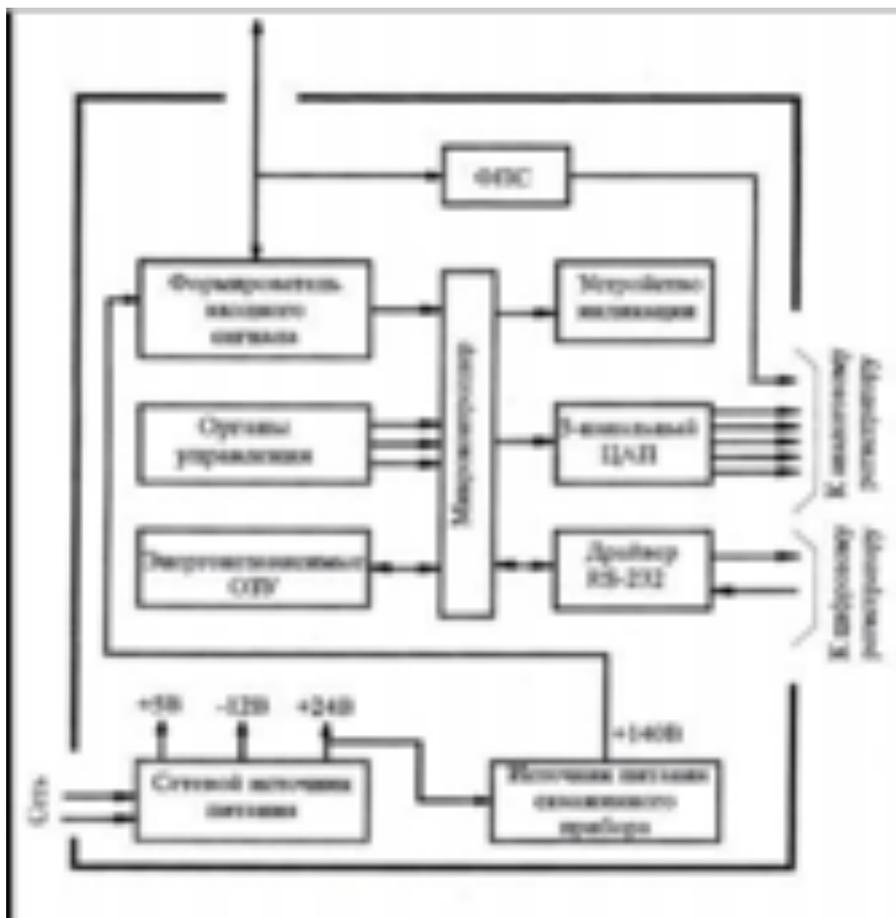


Рисунок 13 - Структурная схема наземной панели [14]

Для аналоговых регистраторов 5-канальный ЦАП формирует напряжения постоянного тока, пропорциональные измеренным значениям разности фаз. Интерфейс RS-232 предназначен для передачи измеренных значений в цифровом коде.

### 5.1.2 Основные геолого-геофизические задачи, решаемые методом ВИКИЗ

Использование метода ВИКИЗ позволяет решать следующие задачи ГИС:

- а) проводить расчленение разреза, в том числе тонкослоистого, с высоким пространственным разрешением;
- б) оценивать положения водонефтяных и газоводяных контактов;
- в) определять УЭС неизменной части пласта, зоны проникновения фильтрата бурового раствора с оценкой глубины вытеснения пластовых флюидов;
- г) выделять и оценивать параметры радиальных неоднородностей в области проникновения, в том числе скоплений соленой пластовой воды, как прямого качественного признака присутствия подвижных углеводородов в коллекторах.

д) проводить визуальную экспресс-оценку характера флюидонасыщения;

Неблагоприятные факторы для применения ВИКИЗ:

а) сильно проводящий буровой раствор (меньше  $0,01 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ );

б) широкая зона проникновения с низким УЭС;

в) высокоомные пласты.

## 5.2 Метод БКЗ

### 5.2.1. Физические основы метода

Боковое каротажное зондирование – метод электрического каротажа скважин, в котором изучается искусственное электрическое поле в горных породах [15]. Метод заключается в регистрации кажущегося сопротивления пластов по разрезу скважины несколькими однотипными зондами разной длины. Зонды разного размера, имеющие разный радиус исследования, измеряют кажущееся сопротивление, обусловленное различными объемами электропроводящих сред. Показания малого зонда зависят главным образом от удельного сопротивления ближайшего к нему участка среды, т.е. скважинного и прилегающего к ней частью пласта. На кажущееся сопротивление, регистрируемое большим зондом, влияет удельное электрическое сопротивление удаленных от зонда участков среды. Сопротивление пласта, определяемое обычным зондом, отличается от истинного значения тем, что на его величину также воздействует скважина, то есть ее диаметр и удельное сопротивление промывочной жидкости, зона проникновения фильтрата промывочной жидкости (ее диаметр и удельное сопротивление), вмещающие пласт среды (удельные сопротивления покрывающих и подстилающих пород); кроме того, оно зависит от отношения длины зонда к мощности пласта и типа зонда.

Для получения сопоставимых данных все измерения в скважинах одного и того же района проводят одинаковыми зондами, называемыми для данного района стандартными.

Боковое каротажное зондирование применяется для изучения всех типов разрезов с целью нахождения радиального градиента электрического сопротивления пород и определения по этим данным пород-коллекторов, в которые проникает промывочная жидкость, определения удельного электрического сопротивления неизменённой части пластов, зон проникновения и оценки глубины проникновения.

Стандартной технологией БКЗ предполагается регистрация за одну спуско-подъёмную операцию показаний пяти последовательных градиент - зондов А0.4М0.1N, А1.0М0.1N, А2.0М0.5N, А4.0М0.5N, А8.0М1.0N, одного обращенного градиент - зонда (обычно М0.5N2.0А), одного потенциал - зонда (обычно N6.0М0.5А или N11.0М0.5А), а также ПС и токовой резистивиметрии. Длины градиент-зондов рассчитываются как расстояние от непарного электрода А до средней точки между парными электродами М и N, последняя является точкой записи градиент-зонда.

Для проведения БКЗ используются следующие скважинные приборы:

ЭК-1, АБКТ, КЗ, Э1, КСП-3.

Требования к скважинному прибору БКЗ определяются:

- а) диапазон измерений – 0,2-5000 Ом·м;
- б) основная погрешность измерений УЭС - не более  $\pm[2,5 + 0,004(r_B/r-1)]$  %, где  $r_B$  – верхнее значение диапазона измерений,  $r$  – измеренное значение УЭС;
- в) дополнительная погрешность измерений УЭС, вызванная изменением температуры в скважине, не должна превышать 0,1 от основной погрешности на каждые 10° С относительно стандартного значения, равного 20° С.

К минусам относится невозможность выполнения исследований в скважинах с использованием непроводящей промывочной жидкости.

### **5.2.2. основные задачи, решаемые методом БКЗ:**

Выделение пластов коллекторов, ВНК, удельного электрического сопротивления.

### **5.3 Результаты измерений методов ВИКИЗ и БКЗ**

Данные по результатам измерений, как и для всех методов, предстают в виде каротажных кривых (рис. 14). На рисунке представлены изменения кривых по регистрируемым данным двух методов.

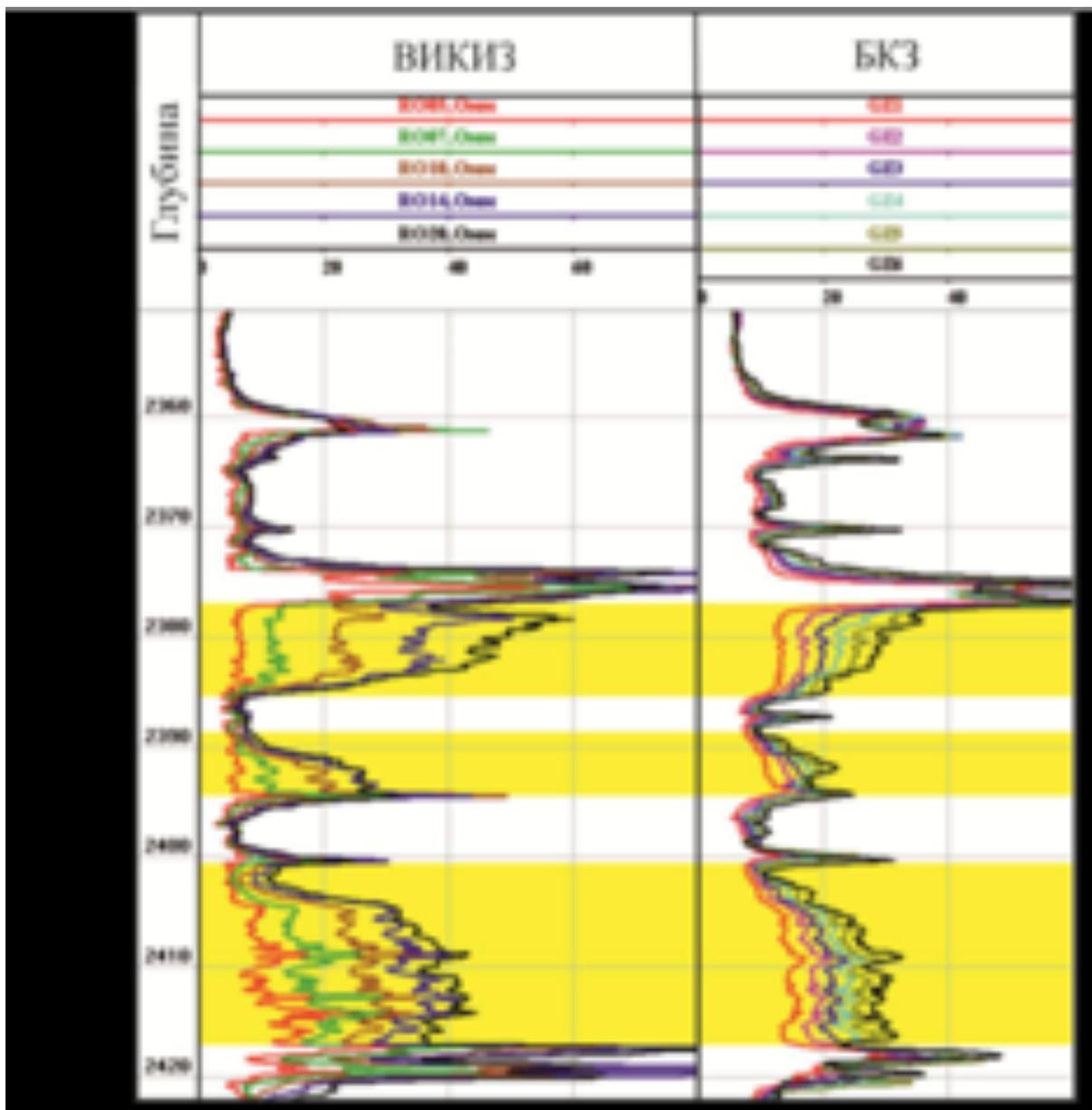


Рис. 14 – Общий вид каротажных кривых  
 Расхождения зондов высокочастотного индукционного каротажного  
 изопараметрического и градиент-зондов бокового каротажного зондирования  
 соответствуют интервалам продуктивных пластов (коллекторов) и имеют  
 высокие значения сопротивлений. В данном случае выделяются три  
 коллектора.

Первый коллектор залегает в интервале 2377,4 – 2385,8 (м) и характеризуется  
 сопротивлениями зондов разной длины в диапазонах по ВИКИЗ от 6 до 57  
 (Ом·м), по БКЗ от 12 до 33 (Ом·м);

Второй коллектор залегает в интервале 2388,1 – 2394,8 (м) и характеризуется сопротивлениями зондов разной длины в диапазонах по ВИКИЗ от 5,5 до 24 (Ом·м), по БКЗ от 10 до 20,5 (Ом·м);

Третий коллектор залегает в интервале 2400,85 – 2414,65 (м) и характеризуется сопротивлениями зондов разной длины в диапазонах по ВИКИЗ от 9,5 до 4,1 (Ом·м), по БКЗ от 14 до 25 (Ом·м);

Хорошо видно различие диапазонов, которыми представлены расхождения, что говорит о более высокой чувствительности зондов ВИКИЗ.

За пределами коллекторов расхождения зондов отсутствуют и имеют примерно одинаковые показания. Регистрация зондами одинаковых сопротивлений связана с однородными свойствами горных пород., слагающих тот или иной пласт.

Переходные зоны между породами-коллекторами и не коллекторами представлены скачками кривых, повышенными сопротивлениями.

## 5.4 Совместная интерпретация данных БКЗ и ВИКИЗ

БКЗ и ВИКИЗ принадлежат к скважинным методам зондирования горных пород. Зонды методов характеризуются различной длиной, а в ВИКИЗ и различными рабочими частотами, благодаря чему основной вклад в регистрируемые сигналы производится различными участками среды. Что дает возможность проводить оценку удельного электрического сопротивления горных пород в направлении от скважины к неизменной части пласта [17].

Каждый из методов обладает своими преимуществами и ограничениями. ВИКИЗ отличается наиболее лучшей чувствительностью к областям низкого сопротивления, в сравнении с БКЗ, в добавок УЭС прискважинной промьгтой высокоомной зоны не всегда можно устойчиво определить. БКЗ имеет недостаточную чувствительность к окаймляющей зоне пониженного сопротивления, но обладает лучшей чувствительностью к областям с высоким сопротивлением. Сигналы ВИКИЗ имеют лучшее вертикальное разрешение, так как в меньшей мере подвержены влиянию скважины и прискважинной зоны. На ряду с этим кривые градиент-зондов БКЗ в чередующихся слоях с разным сопротивлением искажаются за счет экранного эффекта. В случае, когда применяется традиционная раздельная инверсия кривых зондирования как ВИКИЗ, так и БКЗ, появляются наборы эквивалентных моделей, которые удовлетворяют одним и тем же экспериментальным данным. К примеру, при инверсии кривых индукционного зондирования, зарегистрированных в нефтенасыщенном пласте с окаймляющей зоной, модель, построенная по данным каротажа БКЗ, вообще не имеет окаймляющую зону, а в моделях, строенных по ВИКИЗ, сопротивление зоны проникновения может быть завышено (14).

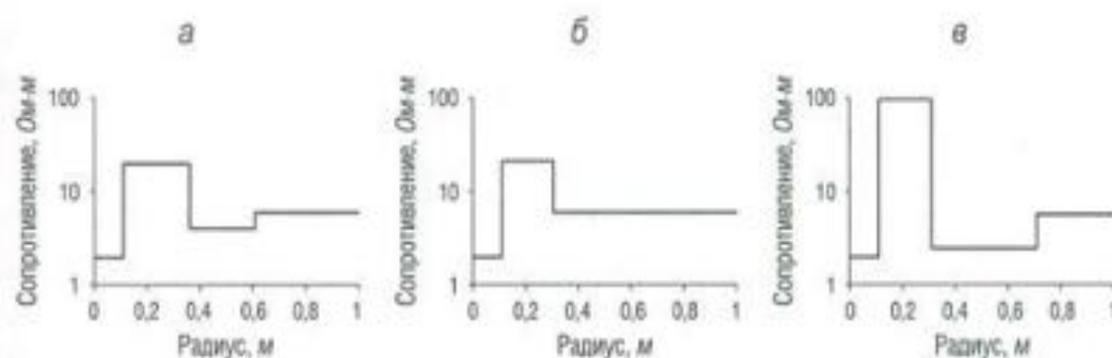


Рисунок 14 – Модель нефтенасыщенного пласта а - исходная модель с окаймляющей зоной; б - модель без окаймляющей зоны, полученная при инверсии кривой зондирования БКЗ; в - модель с сопротивлением зоны проникновения 100 Ом·м, полученная при инверсии кривой зондирования ВИКИЗ [17]

### 5.5 Преимущества совместной инверсии

Совместная инверсия данных ВИКИЗ и БКЗ ведет к значительному уменьшению области эквивалентных моделей, уточнению параметров среды и особенно зоны проникновения. Модели, построенные в итоге совместной инверсии, описанных выше кривых зондирования, имеют слабое отличие от первоначальной модели. К примеру, сопротивление зоны проникновения измеряется с относительной погрешностью не больше 15%. Для точной оценки фильтрационно-емкостных свойств пласта необходима геоэлектрическая модель зоны проникновения имеющая большую точность и детальность. Это могут быть как традиционные способы нахождения пористости и нефтегазонасыщенности по данным о сопротивлениях пласта, зоны проникновения, пластовой воды и фильтрата бурового раствора [19], так и новые способы, в основу которых лежит комплексная геоэлектрическая и гидродинамическая интерпретации [18].

*Выводы:*

Сравнив два метода можно сделать заключение о целесообразности их совместного применения при геофизическом изучении скважин. Так как они дают хороший результат в решении поставленных геолого-геофизических задач.

По измеренным данным этих методов достаточно точно определяются продуктивные зоны геологического разреза;

Выделяются водонефтяные и газоводяные контакты;

Возможно определение УЭС неизменной части пласта, зоны проникновения

фильтрата бурового раствора с оценкой глубины вытеснения пластовых флюидов;

Визуальная экспресс-оценка характера флюидонасыщения

При комбинировании интерпретации разных методов БКЗ и ВИКИЗ мы можем уточнять данные интересующего разреза, создавать модели, которые информативнее показывают изучаемую среду. Несомненно, мы должны учесть факторы. Оказывающие влияние на результат совместной инверсии, такие как: условия в которых проводится каротаж, неравную восприимчивость методов к параметрам геологического разреза и петрофизические особенности пород. В разрезах маленькой толщины нужно обращать внимание на влияние вмещающих пород и проверять правильность подобранных моделей проведением двухмерного моделирования.

## **6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### 6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и могут поддаться риску, потому что имеют возможность возместить убытки.

Что касается отраслей, то не все предприятия могут пользоваться данным исследовательским проектом, а только нефтяная промышленность. Отсюда вытекает географический критерий, потому что не всякий регион и не всякая страна имеет газовые и нефтяные ресурсы.

		Нефтедобывающие предприятия
Размер компании	Крупные	Роснефть
	Средние	Томскнефть
	Мелкие	Imperial Energy

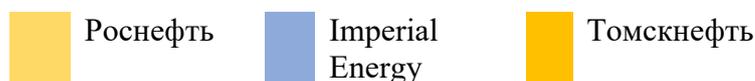


Рисунок 15 – Карта сегментирования рынка услуг

Как видно из таблицы основными сегментами рынка являются крупные и малые компании. Следовательно, наиболее перспективным сегментом в отраслях нефтедобычи и нефтепереработки для формирования спроса является группа независимых крупных и малых нефтедобывающих компаний.

#### 6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице:

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Модернизированность геофизических приборов	0,2	5	2	4	1	0,4	0,8
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
2. Надежность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4. Безопасность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5. Энергоэкономичность	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена	0,18	5	4	3	0,9	0,72	0,54
2. Конкурентоспособность исследования	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3. Финансирование проекта	0,05	1	3	3	0,05	0,15	0,15
4. Наличие сертификации разработки	0,02	5	4	5	0,1	0,08	0,1
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>4,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,75</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В качестве примера рассчитаем конкурентоспособность моего проекта:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,2 * 5 + 0,15 * 5 + 0,1 * 5 + 0,1 * 5 + 0,15 * 5 + 0,18 * 5 + 0,05 * 5 + 0,05 * 1 + 0,02 * 5 = 4,8$$

Конкурентоспособность разработки составила 4,8, в то время как двух других аналогов 3,3 и 3,75 соответственно. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как модернизированность геофизических приборов, удобство эксплуатации для потребителей, цена и энергоэкономичность.

### 6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица (табл. 4) SWOT-анализа.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны:</b> С1. Стабильное финансовое состояние С2. Перспектива с точки зрения прибыли	<b>Слабые стороны:</b> Сл1. Отсутствие спонсоров Сл2. Большой срок поставок материалов и комплектующих,
--	--	---

	С3.Опытные квалифицированные сотрудники.	необходимых для построения установки. Сл3. Удаленность потенциальных потребителей.
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инфраструктуры ПАО «Роснефть»</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на разработку.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования.</p>		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-» – слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в таблице 5:

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3

<b>Возможности проекта</b>	B1	-	-	-
	B2	+	+	+
	B3	+	+	+
<b>Сильные стороны проекта</b>				
<b>Угрозы проекта</b>		C1	C2	C3
	У1	+	+	+
	У2	+	+	+
	У3	0	-	-
<b>Слабые стороны проекта</b>				
<b>Возможности проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	-
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-
<b>Слабые стороны проекта</b>				
<b>Угрозы проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	+	+
	У2	-	-	-
	У3	-	-	0

Таблица 6 – SWOT-анализ.

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>C1. Простота применения C2. Адекватность разработки C3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие спонсорского финансирования Сл2. Большой срок поставок материалов и комплектующих, необходимых для построения скважины. Сл3. Удаленность потенциальных потребителей.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>B1. Использование инфраструктуры ПАО «Роснефть» B2. Появление дополнительного спроса на разработку. B3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Квалифицированные сотрудники позволят эффективно использовать инфраструктуру ПАО «Роснефть». Простота применения и адекватность разработки может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров. Кроме того, унифицированность и адекватность разработки может уменьшить конкурентоспособность других разработок.</p>	<p>Помощь в финансировании проекта могут оказать инновационные инфраструктуры</p>

<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования.</p>	<p>Использование более новой информации, простота и адекватность математической модели позволяют повысить спрос и конкуренцию разработки, что уменьшает влияние финансирования</p>	<p>Большой срок поставок материалов и комплектующих, необходимые для построения скважины и удаленность потенциальных потребителей приведет к отсутствию спроса.</p>
---	--	---

## 6.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

При любом проектировании всегда есть несколько методов или вариантов достижения цели, т.е. несколько альтернатив. Выше были описаны методы, позволяющие выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Приведенные в предыдущих пунктах методы в основном ориентированы на совершенствование результатов научного проектирования, находящегося на стадии разработки. Обычно, используя морфологический подход, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования. Морфологический подход заключается в исследовании всех выявленных альтернатив, которые вытекают из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Такой подход охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. С помощью комбинации вариантов получают большое количество различных решений, многие из которых представляют практический интерес.

Научно-технический прогресс не стоит на месте и развивается очень стремительно. Из этого следует, что разрабатываемые сейчас технические проекты скоро могут стать не актуальными. В связи с этим, разработку новых проектов нужно осуществлять с учетом их дальнейшего развития. Это означает, что системы электроснабжения, разрабатываемые в наше время, должны уметь приспособливаться к условиям новой среды, т.е. быть динамичными. Поэтому

необходимо определить дальнейшие пути развития или модификации разрабатываемой системы электроснабжения данного предприятия. Удобнее всего рассматривать имеющиеся варианты в виде морфологической матрицы, приведенной в табл. 7.

Таблица 7 – Альтернативы проведения исследования

	1	2	3
А:Тип промывочной жидкости	Глинистый раствор	Полимерный раствор	Раствор на водной основе
Б:Направление скважины	Горизонтальная	Вертикальная	Наклонно-направленная
В:Тип технического оборудования в скважине	Репер	Пакер	Воронка НКТ

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений осуществляется с позиции его функционального содержания и ресурсосбережения. Для созданной морфологической матрицы выделим три наиболее перспективных пути развития разрабатываемой схемы снабжения, а именно:

1. А1Б1В2
2. А3Б2В3
3. А2Б1В1

Морфологическая матрица позволяет наглядно рассмотреть перспективы развития, возможность расширения производственных решений, введение модификаций и усовершенствование разрабатываемой схемы.

Наиболее приемлемым является третий вариант, так как сочетает в себе высокую экономичность и надежность.

### 6.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 6.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и студент. Составим перечень этапов работ и распределим исполнителей по данным видам работ (табл. 8).

Таблица 8– Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность Исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления Исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Дипломник
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение района исследования	Дипломник
	6	Анализ ранее проведенных работ на территории исследования	Дипломник
	7	Построение физико-геологической модели продуктивного пласта	Дипломник
	8	Выбор и обоснование положения проектной скважины	Дипломник
	9	Выбор методики и техники исследования	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка качества полученных результатов	Руководитель, Дипломник
	11	Определение целесообразности проведения исследования	Руководитель, Дипломник
	12	Оформление пояснительной записки	Дипломник
	13	Разработка презентации и раздаточного материала	Дипломник

### 6.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость

выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_1},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;  $t_{ож}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;  $Ч_1$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В качестве примера рассчитаем продолжительность 1 работы – составление и утверждение технического задания:

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2t_{max}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1.8 \text{ чел. -дн.};$$
$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_1} = \frac{1.8}{1} = 1.8 \text{ раб. дн.}$$

### 6.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

В качестве примера рассчитаем длительность работ в календарных днях  $T_{ki}$  для 1 работы – составление и утверждение технического задания:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.48$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 9:

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители, количество			Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{\min}$ чел.-дни			$t_{\max}$ чел.-дни			$t_{\text{ож}}$ чел.-дни											
	исп. 1	исп. 2	исп. 3	исп. 1	исп. 2	исп. 3	исп. 1	исп. 2	исп. 3	исп. 1	исп. 2	исп. 3	исп. 1	исп. 2	исп. 3	исп. 1	исп. 2	исп. 3
Составление и утверждение технического задания	9	8	6	14	12	10	11	9,6	7,6	1	2	2	11	4,8	3,8	16,28	7,1	5,62
Подбор и изучение материалов по теме	7	11	16	8	12	20	7,4	11,4	17,6	1	2	2	7,4	5,7	8,8	10,95	8,44	13,02
Выбор направления исследований	4	8	10	6	10	13	4,8	8,8	11,2	2	1	2	2,4	8,8	5,6	3,55	13,02	8,29
Календарное планирование работ по теме	11	14	14	14	17	16	12,2	15,2	14,8	2	1	1	6,1	15,2	14,8	9,03	22,50	21,90
Изучение литологического и тектонического строения	10	12	14	14	15	16	11,6	13,2	14,8	1	2	1	11,6	6,6	14,8	17,17	9,77	21,90
Анализ ранее проведенных ГИС	9	13	16	13	16	18	10,6	14,2	16,8	1	1	1	10,6	14,2	16,8	15,69	21,02	24,86
Составление Физико-геологической модели	11	7	6	16	12	10	13	9	7,6	1	2	1	13	4,5	7,6	19,24	6,66	11,25
Выбор и обоснование положения проектной скважины	5	10	14	9	11	16	6,6	10,4	12	1	2	1	6,6	5,2	12	9,77	7,7	17,76
Оценка эффективности полученных результатов	5	10	14	10	12	16	7	10,8	14,8	2	2	2	3,5	5,4	7,4	5,18	7,99	10,95
Определение целесообразности проведения процесса	16	20	21	20	22	23	17,6	20,8	21,8	1	1	1	17,6	20,8	21,8	26,05	30,78	32,26
Оформление пояснительной записки	4	6	9	5	8	10	5,4	6,8	9,4	1	1	1	5,4	6,8	9,4	7,99	10,06	13,91
Разработка презентации и раздаточного материала	7	9	6	9	11	8	7,8	9,8	6,8	1	2	1	7,8	4,9	6,8	11,54	7,25	10,06
Итого, дн																152,44	152,29	191,81

Таблица 10 – Календарный план-график проведения

№ раб	Вид работ	Исполнитель и	T <sub>кi</sub> , кал. дней	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	16,28	■										
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	10,95	▨										
3	Выбор направления исследований	Руководитель, Дипломник	3,55		▨	■								
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	9,03			▨								
5	Изучение литологического и тектонического строения района исследования	Дипломник	17,17			▨								
6	Анализ ранее проведенных ГИС	Дипломник	15,69			▨								
7	Составление Физико-геологической модели	Дипломник	19,24				▨							
8	Выбор и обоснование положения проектной скважины	Дипломник	9,77				▨							
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, Дипломник	5,18					▨	■					
10	Определение целесообразности проведения процесса	Руководитель, Дипломник	26,05						▨	▨	▨	■		
11	Оформление пояснительной записки	Дипломник	7,99										▨	
12	Разработка презентации и раздаточного материала	Дипломник	11,54										▨	

Руководитель	Бакалавр

#### 6.4 Бюджет научно-технического исследования НТИ

##### *Расчет материальных затрат НТИ*

Расчёт стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3-5 % от цены). Результаты по данной статье занесём в таблицу 11.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, Зм, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Ручка	шт.	4	5	3	65	65	90	260	365	270
Тетрадь	шт.	1	2	2	240	235	150	240	470	300
Интернет	мес.	5	4	5	600	750	600	3000	3000	3000
Электроэнергия	кВт/ч	978	992	1024	2,39	2,39	2,39	2337,42	2370,88	2447,36
Картридж для принтера	шт	1	1	1	450	470	500	450	470	500
Карандаш	шт	3	5	4	15	25	20	45	125	80
Миллиметровая бумага	упаковка	1	2	1	100	80	90	100	160	90
Бумага белая, А4	пачка	2	1	2	215	200	220	430	200	440
Транспортно-заготовительные расходы (5%)								343,12	358,04	356,37
Итого:								7205,54	7518,93	7483,73

##### *Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ*

Для выполнения данного проекта необходимо приобретение персонального компьютера для участника проекта, ПО MicrosoftOffice для создания документов, лицензионного программного пакета CorelDrawX8 для компьютерной оцифровки структурных карт и диаграмм. Каротажные диаграммы геофизических методов исследований в скважинах были получены во время прохождения производственной практики.

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. Например, стоимость персонального компьютера при сроке амортизации 25 месяцев и его использовании в течение 9 месяцев составит 20 тысяч рублей.

Таблица 12 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Количество ед. оборудования			Цена ед. оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Персональный компьютер	2	2	2	20	19	22	40	38	44
Принтер	1	1	1	4	5	3	3	5	3
ПО Microsoft Office	2	2	2	9	11	10	18	22	20
CorelDraw17	1	2	2	5	4	5	5	8	10
Итого:							66	73	77

*Основная заработная плата исполнителей темы*

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_{р}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. );  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где  $Z_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	76	80
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	223

$$З_{\text{дн(рук)}} = (26300 \cdot 11,2) / 247 = 1192,5 \text{ руб}$$

$$З_{\text{дн (дип)}} = (5320 \cdot 10,4) / 223 = 248,1 \text{ руб}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	26300	1,3	1,2	1,3	51285	1192,5	34	40545
Дипломник	5320	-	-	1,3	6916	248,1	69	17118,9
Итого:								57663,9

*Дополнительная заработная плата исполнителей темы*

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12 - 15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб. В табл. 15 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 15 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Дипломник
Основная зарплата	40545	17118,9
Дополнительная зарплата	6081,75	2567,835
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	46626,75	19686,735

*Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)*

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 16– Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	40545	6081,75
Дипломник	17118,9	2567,835
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	27,1 %	
Отчисления, руб.	15626,92	2344
Итого	17970,96	

*Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта*

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материальные затраты НИИ	7205,54	7518,93	7483,73
2. Специальное оборудование для научных работ	66000	73000	77000
3. Основная заработная плата	57663,9	57663,9	57663,9
4. Дополнительная заработная плата	8649,59	8649,59	8649,59
5. Отчисления во внебюджетные фонды	17970,96	17970,96	17970,96
6. Бюджет затрат	157490	164803,375	168768,175

6.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;  $\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;  $\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;  $b_i^a$ ,  $b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  $n$  – число параметров сравнения.

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	2	3
3. Безопасность	0,15	5	4	4
4. Энергоэкономичность	0,20	5	4	3
5. Надежность	0,25	5	3	4
6. Материалоемкость	0,15	4	3	5
ИТОГО	1	4,85	3,3	3,8

$$I_{p-исп1} = 5*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 5*0,2 + 5*0,25 + 4*0,15 = 4,85;$$

$$I_{p-исп2} = 4*0,1 + 2*0,15 + 4*0,15 + 4*0,2 + 3*0,25 + 3*0,15 = 3,3;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,1 + 3*0,15 + 4*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 5*0,15 = 3,8.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I^p_{финр}$ ) и аналога ( $I^a_{финр}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{асс1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр1}}, \quad I_{асс2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр2}} \text{ и т.д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{Исн1}}{I_{Исн2}}$$

Таблица 19– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,81	0,86	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	3,3	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	5,99	3,84	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения (разработка относительно аналога)	1,56	1,01	0,63

Вывод: в ходе выполнения данного раздела были определены финансовый показатель разработки, показатель ресурсоэффективности, интегральный показатель эффективности и, на основании сравнительной эффективности вариантов исполнения, можно сказать что более оптимальным вариантом бурения проектируемой скважины с целью уточнения водонефтяного контакта , является вариант №1, который заявлен в данном проекте. Этот вариант выгоден как с позиции финансовой, так и ресурсной эффективности.

## 7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### Введение

Социальная ответственность - диалектическая взаимосвязь между работодателем и работником. Вопросы, связанные с социальной ответственностью, регулируются государством через законы. Российский специалист обязан знать и соблюдать законодательство в данной области, что позволит минимизировать негативное действие производства и проектируемых разработок.

Подготовка специалистов невозможна без глубоких знаний безопасности жизнедеятельности, поскольку создаваемая и эксплуатируемая техника и технология являются основными источниками травмирующих и вредных факторов, действующих в среде обитания человека.

К основным задачам данного раздела относятся:

- Изучить правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности;
- Рассмотреть производственную, экологическую безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Геофизические работы будут проводиться на Южно-Пыжинской площади в камеральных и полевых условиях с целью оценки фильтрационно-емкостных свойств меловых коллекторов и определения характера их насыщения. Южно-Пыжинская площадь находится на правом берегу р. Обь, которая является основной водной артерией района. Течение реки медленное (0,3-0,5 м/сек). Ширина реки варьируется от 840 до 1300 м, глубина 8-17 м. Абсолютные отметки рельефа изменяются от 25 до 75 м над уровнем моря.

В связи с уменьшением в последние годы объёма поисково-разведочных работ и открытия новых месторождений УВ, повышение эффективности добычи становится одной из актуальных проблем освоения этого района.

Практическая значимость работы заключается в том, что применение знаний о безопасности жизнедеятельности и действиях в чрезвычайных ситуациях, может существенно повысить эффективность общественного производства на разных уровнях управления предприятием.

## **7.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **7.1.1. Специальные нормы трудового законодательства**

В компании ООО «Гео Сервис» предусмотрен вахтовый график работы. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками из-за условий работ (Статья 147 ТК РФ) [21].

Согласно статье 168.1 ТК РФ, работникам, которые трудятся в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по найму жилого помещения; расходы по проезду; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д.[22].

На работах с вредными или опасными условиями труда, работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие персональные средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ) [23].

В компании для работников, работающих вахтовым методом предусмотрен отпуск в 40 календарных дней. Раз в два года оплачивают в 100% объеме дорогу до места отпуска и обратно. Предоставляется лечения в санаториях относящиеся к компании.

#### **7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Геофизические работы в скважинах необходимо производить в присутствии представителя "Заказчика" под руководством ответственного специалиста геофизического предприятия. При ликвидации аварий с помощью взрывных методов, выполнении любых геофизических работ в

скважинах, поглощающих (при полном и катастрофическом поглощениях), ликвидации аварий, связанных с оставлением в скважинах взрывчатых материалов и источников ионизирующих излучений, работы должны вестись по разовому плану работ, утвержденному главными инженерами этих организаций [27].

Геофизические работы разрешается проводить только в специально подготовленных скважинах. Подготовка должна обеспечить безопасную и удобную эксплуатацию наземного геофизического оборудования и беспрепятственный спуск и подъем каротажных зондов и скважинных приборов в течение времени, необходимого для проведения всего комплекса геофизических исследований.

При размещении скважинного оборудования на искусственных сооружениях геофизическое оборудование, аппаратура и материалы размещаются согласно схемам, совместно разработанным и утвержденным "Заказчиком" и геофизическим предприятием с учетом размеров и конструктивных особенностей МБУ (эстакады).

Буровое оборудование скважины должно быть исправно для обеспечения возможности использования его во время проведения всех геофизических работ. Между каротажной станцией и устьем не должны находиться предметы, препятствующие движению кабеля и переходу людей, а также ограничивающие видимость устья скважины машинистом лебедки каротажного подъемника.

Площадка у устья и приемные мостки должны быть исправны и очищены от бурового раствора, нефти, смазочных материалов, снега, льда. Кабель, соединяющий геофизическое оборудование с электросетью, должен подвешиваться на высоте не менее 0,5 м от земли. Подключать геофизическое оборудование к источнику питания необходимо по окончании сборки и проверки электросхемы станции. Скважинные приборы массой более 40 кг допускается переносить с помощью специальных приспособлений (носилок, ремней, клещевых захватов и т.д.). Контроль за спуском (подъемом)

скважинных снарядов должен выполняться по показаниям измерителей скорости, глубин и натяжений кабеля.

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

## 7.2. Производственная безопасность

### 7.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении полевых и камеральных работ описаны в таблице 20 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-15 [8].

Таблица 20 – Основные элементы производственного процесса полевых и камеральных работ, формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-15) [28]		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Полевые работы	Геофизические исследования в скважине: акустических каротаж(АК), стандартный каротаж, индукционный каротаж(ВИКИЗ), боковой каротаж(БК), микро-каротажное зондирование(МКЗ), кавернометрию, инклинометрию.	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2.Повышенные уровни шума. 3.Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1.Электрический ток 2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в том числе грузоподъемные)	1. ГОСТ 12.1.003–2015 [8] 2. ГОСТ 12.1.005-88 [9] 3. ГОСТ 12.1.029-80 [10] 4. ГОСТ 12.1.030–81 [11] 5. ГОСТ 12.1.038–82 [12] 6. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [13]
Камеральные работы	Предварительная обработка материалов геофизических исследований с использованием компьютеров:	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	1. Электрический ток	1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [14] 2. СП 60.13330.2012 [15] 3. СанПиН 2.2.4.548–96 [16] 4. СНиП 23-05-95 [17]

	обработка полевых данных, интерпретация диаграмм.	2. Недостаточная освещенность рабочей зоны		5. ГОСТ 12.1.005-88 [9] 6. ГОСТ 12.1.038-82 [12]
--	---	--	--	---

## 7.2.2. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

### *Полевой этап*

#### *1) Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе*

На территории объекта планируется вести работы в летний период, соответственно, необходимо рассмотреть воздействие факторов микроклимата на организм человека в теплое время года.

Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, величину атмосферного давления. Неблагоприятные метеорологические условия приводят к быстрой утомляемости, повышают заболеваемость и снижают производительность труда.

Так как полевые работы проходят в летний период, рассмотрим, к чему могут привести высокие температуры воздуха. Самый жаркий месяц июль, когда температура поднимается до плюс 34°C.

При высоких температурах происходит перегревание организма, усиливается потоотделение, нарушается водно-солевой баланс.

Для профилактики перегревания и его последствий нужно:

- организовать рациональный режим труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха.
- использовать средства индивидуальной защиты (воздухопроницаемая и паропроницаемая спецодежда, головные уборы).

В аптечке обязательно должны быть термоизолирующие повязки, противовоспалительные и обезболивающие средства: Вольтарен, Нурофен, Кетонал, Кеторол; противомикробные препараты: Драполен, Бетадин, Мирамистин, Деситин.

## 2) Повышенные уровни шума

При геофизических исследованиях в эксплуатационных скважинах возрастает уровень шума на устье скважины. Источником шума являются автокран, удерживающий лубрикаторное оборудование, каротажный подъемник, передвижная паровая установка, дизельная электростанция. Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: частота звука, интенсивность звука, звуковое давление. Как физическое явление представляет собой совокупность звуков, слышимых в диапазоне от 16 до 20000 Гц. Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Следует принимать необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые 80 дБа для рабочих мест водителей и каротажников (ГОСТ 12.1.003-2014) [18].

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом:

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

## 3) Недостаточная освещенность рабочей зоны

При проведении ГИС в ночное время суток рабочая зона (лебедка подъемника, мостки, лестницы и входы на буровую, роторная площадка) во избежание травматизма и аварийных ситуаций, должна искусственно освещаться. Необходимые нормы освещенности рабочей зоны приведены в таблице 2.2.

Таблица 21 – Нормы искусственного освещения [17]

Места освещения	Освещенность, лк
Рабочие места у бурового станка	40

(ротора, Лебедки)	
Щиты контрольно-измерительных приборов	50
Площадка для кронблока	25
Двигатели, насосы	25
Лестницы, входы на буровую, приемный мост промывочной жидкости	10
На стенах	500
На рабочем столе	300

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. В практике источником света выступают люминесцентные лампы. Рабочее освещение нормируется в зависимости от разряда зрительной работы, контраста объекта с фоном и характеристикой фона [27].

#### *Камеральные работы*

##### *1) Отклонение показателей микроклимата в помещении.*

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, оказывающих влияние на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, инфракрасное излучение. Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека - его самочувствие и здоровье. Поэтому в помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться следующие параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96 [26] (табл. 22).

Таблица 22 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ЭВМ

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	16 (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	16 (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Предварительная обработка и интерпретация относится к “1Б” категории работ. Объем помещения каротажной станции составляет 12 м<sup>3</sup>. Норма подачи воздуха на одного человека, в помещении объемом до 20 м<sup>3</sup>, составляет не менее 30 м<sup>3</sup>/чел.\*час. Для поддержания соответствующих микроклиматических параметров используется система отопления, а также проводится кондиционирование воздуха.

## *2) Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Естественное и искусственное освещение помещений, где производятся камеральные работы должно соответствовать СП.52.13330.2011 [17]. Рекомендуется левое расположение рабочих мест по отношению к окнам. Искусственное освещение помещений должно осуществляться системой общего равномерного освещения. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя.

При работе на компьютере, обычно, применяется одностороннее естественное боковое освещение согласно СП.52.13330.2011 [17]. Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется при работе в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Недостаточность освещения приводит к быстрой усталости глаз, а вследствие этого к последующему снижению работоспособности и внимательности. Постоянная недоосвещенность рабочего места приводит к снижению остроты зрения.

Рабочие места операторов, работающих с дисплеями, располагают подальше от окон таким образом, чтобы оконные проемы находились с левой стороны. Окна лучше оборудовать светорассеивающими шторами, регулируемыми жалюзи или солнцезащитной пленкой с металлизированным покрытием.

### 7.2.3. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасные производственные факторы – воздействия, которые в определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти.

#### *Полевой этап*

##### *1) Электрический ток*

При работе с электрическим током нужно соблюдать электробезопасность (ГОСТ Р 12.1.019- 2009) [20].

Опасностями поражения током при проведении полевых работ являются поражения от токонесущих элементов каротажной станции, поэтому требования безопасности сводятся, в основном, к мерам электробезопасности [20].

Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям (находящимся под напряжением), отсутствие заземления и др.

Соединительные провода, применяемые для сборки электросетей, не должны иметь обнаженных жил, ненадежную изоляцию, концы их должны быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками.

При работах на буровой запрещается пользоваться напряжением более 380 V. Корпуса всех агрегатов должны быть надежно заземлены. Заземление выполняется на контур буровой, имеющий металлическую связь с устьем скважины, или на устье скважины, на которой проводятся работы.

Подключать кабель к источнику питания разрешается только по окончании сборки всех коммуникаций каротажной станции. Кабель, соединяющий оборудование станции с электросетью подвешивается на высоте не менее 0.5м и располагается в стороне от проходов и дорог.

Во время работы установки и пробного ее пуска запрещается прикасаться к кабелю. Защитой от прикосновения к токоведущим частям

является изоляция проводов, ограждения, блокировки и защитные средства. Электрoзащитные средства предназначены для защиты людей от поражения электрическим током.

Средства защиты подразделяются на основные и дополнительные. К основным, до 1000 В, относятся: изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолированными рукоятками. Дополнительные до 1000 В диэлектрические калоши, коврики и подставки [20].

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

Механические поражения могут быть следствием неосторожности обращения с оборудованием, инструментами в случае аварии, стихийного бедствия, климатических факторов.

Геофизическое оборудование и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.003-91) [21]. Управление геофизической аппаратурой должно производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими документами. Средства индивидуальной защиты: перчатки с полимерным покрытием, каска защитная, обувь с жестким подноском, очки защитные, костюм из смешанных тканей. Инструменты с режущими кромками и лезвиями, такие как ножи и пилы, следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках.

Опираясь на «Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах» [28] при работе на скважине каротажные автомашины следует устанавливать так, чтобы были обеспечены хорошая видимость и сигнализационная связь между подъёмником, станцией и устьем скважины.

Во избежание наиболее типичной аварийной ситуации - обрыв кабеля у головки аппарата, необходимо соблюдать следующие условия: строго контролировать движение поднимаемого кабеля по счетчику оборотов и

предупредительным меткам, чтобы не пропустить приближение скважинного прибора к устью скважины и своевременно подать соответствующие сигналы машинисту подъёмной установки.

### *Камеральные работы*

#### *Электрический ток*

Источником электрического тока в камеральном помещении является электрическая сеть. Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям (находящимся под напряжением), отсутствие заземления и др.

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

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

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

Помещение, где расположены компьютеры, относится к категории помещений по опасности поражения электрическим током к помещениям без повышенной опасности согласно ПУЭ [22], лаборатории и камеральные комнаты относятся к помещениям без повышенной опасности.

Основными мерами по обеспечению безопасности являются:

1) организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования помещения;

- 2) обеспечение недоступности токоведущих частей при работе;
- 3) регулярный инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током;
- 4) установка защитных ограждений (временных и стационарных);
- 5) защитное заземление и защитное отключение.

Данные меры регламентируются следующими нормативными документами: ГОСТ 12.1.030-81 [11], ГОСТ 12.1.019-79 [10] и ГОСТ 12.1.038-82 [12].

### 7.3. Экологическая безопасность

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

*Экологическая безопасность* – состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное и сельскохозяйственное. Закон Российской Федерации «О недрах» 1992 г. (в ред. от 30.09.2017 г.) [29] и Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016) [30] являются основными нормативными документами по охране окружающей среды. Данные законы были приняты для обеспечения экологической безопасности.

7.3.1. Анализ влияния геофизических работ на окружающую среду и обоснование мероприятий по их устранению

#### *Влияние на литосферу*

Загрязнение почвы может произойти в результате воздействия с ГСМ (топливо, машинное масло, случайного пролития при заправке автомобилей).

Так же вредное воздействие на почву может быть оказано со стороны скважинной жидкости (нефти, нефтесодержащих смесей) при исследованиях в эксплуатационных скважинах.

### *Влияние на гидросферу*

Скважина, в которой будут проводиться проектируемые исследования находится на отсыпанном песком месте в заболоченном участке, что влечет за собой вероятность загрязнения гидросферы, путем просачивания загрязняющих агентов (нефть, газоконденсат, дизельное топливо) через песок.

Кусты должны быть оборудованы емкостями для временного хранения скважинной жидкости, которая стравливается по шлангу в емкость через специальный клапан в лубрикаторном оборудовании во избежание попадания их в гидросферу. После окончания работ отходы будут утилизированы.

### *Влияние на атмосферу*

Источником загрязнения атмосферы будут являться выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора, которые содержат в себе оксид азота ( $\text{NO}_2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$  - угарный газ), диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), сажу, а также выбросы газа и газоконденсата с лубрикаторного оборудования, в состав которого входят легкие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), в наибольшей концентрации это метан (до 96%).

По ГН 2.2.5.1313-03 [23] предельная допустимая среднесуточная концентрация данных веществ будет составлять:

- оксиды азота: 0,04-0,06 мг/м<sup>3</sup>, оксид углерода: 3 мг/м<sup>3</sup>, диоксид серы: 0,05 мг/м<sup>3</sup>, метан: 7000 мг/м<sup>3</sup>.

Для исключения сверхнормативного выброса в атмосферу загрязняющих веществ, планируется использование исправных установок с ежемесячным контролем за выбросом загрязняющих веществ, а также проверка и ремонт сальников лубрикатора.

### 7.4. 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:*

По сфере возникновения: техногенные, природные, экологические; социально–политические и др.

*Пожарная и взрывная безопасность*

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность электрических зондов; нарушение целостности геофизического кабеля; неправильная эксплуатация электрооборудования (электрических приборов, геофизической измерительной аппаратуры); разряды статического и атмосферного электричества; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса. Нормативный документ ГОСТ 12.1.004–91 [24].

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности несет начальник партии. Все инженерно–технические работники и рабочие, принимаемые на работу, проходят специальный противопожарный инструктаж. Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; разъяснять подчиненным порядок действий в случае загорания или пожара; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара принять меры по его ликвидации. Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения:

1. Огнетушитель – 2 шт. (на каждую машину) марки ОУ-5 и ОП-5;
2. Ведро пожарное – 1 шт;
3. Топоры – 1 шт;
4. Ломы – 2 шт;
5. Кошма – 2мх2м (на каждую машину).

При возникновении пожара необходимо обесточить здание. Для эвакуации людей, застигнутых пожаром, выбирают наиболее безопасные пути – лестничные клетки, двери и проходы.

При передаче органами гражданской обороны по трансляционной сети сигналов «Радиационная опасность», «Химическая тревога» необходимо остановить производство и покинуть помещение или район работ в соответствии с планом эвакуации.

О каждом несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец несчастного случая извещает немедленно руководителя работ, который обязан:

- немедленно организовать первую медицинскую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;

- сообщить начальнику партии о происшедшем несчастном случае;

- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц;

- сохранять до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия (если это не угрожает жизни и здоровью других людей и не приведет к аварии), в случае невозможности её сохранения – зафиксировать сложившуюся обстановку (схемы, фотографии).

#### Заключение

В рамках данного раздела были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда работников интерпретационных и геофизических партий на нефтегазодобывающем производстве. Были проанализированы вредные факторы, влияющие на геофизиков в процессе работы, такие как длительные статические нагрузки, неправильное освещение рабочего места, излучения мониторов, производственные шумы, ионизация воздуха в помещении, а также следствие влияния этих факторов на работающего в виде переутомляемости или профессиональных заболеваний. С учетом этого приведены рекомендации по организации

рабочего места, позволяющие повысить производительность труда и свести к минимуму вероятность вредного влияния на здоровье. Было рассмотрено вредное влияние геофизических работ на экологию и приведены методы борьбы с ним. Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией на предприятии был признан пожар. В такой ситуации работники должны придерживаться правил противопожарного инструктажа.

## **Заключение**

Дипломный проект выполнен на основании изучения геолого-геофизической характеристики объекта исследования и анализа основных результатов ранее проведенных геофизических исследований. Сделан выбор и проведено обоснование объекта исследования, запроектирована разведочная скважина No 1. Проведенный анализ позволил запроектировать комплекс ГИС. Запланированный комплекс геофизических исследований в скважине No1 позволит решить поставленные геолого-геофизические задачи. Рассмотрена методика проведения работ, выбрана аппаратура для проведения запроектированных геофизических исследований, рассмотрены камеральные работы, интерпретации результатов и метрологическое обеспечение измерений. В специальной части рассмотрено применение методов ВИКИЗ и БКЗ. Каждый из методов обладает своими преимуществами и ограничениями. Сравнив два метода можно сделать заключение о целесообразности их совместного применения при геофизическом изучении скважин. Проведен анализ вредных и опасных факторов при выполнении геофизических работ. Предложены мероприятия по безопасности в чрезвычайных ситуациях и охране окружающей среды, также изучен правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## Литература

1. Антонович, Р. М. Карта аномального магнитного поля (аномалии  $\Delta T_a$ ) территории Западной Сибири и прилегающих областей и акваторий. Масштаб 1:2 500 000 [Карта] / Р. М. Антонович. – Новосибирск : ЦГЭ, 1997
2. Ведерников, Г. В. Изучение микросейсм при сейсморазведочных работах МОГТ для прогнозирования залежей углеводородов [Текст] / Г. В. Ведерников // Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2009. – С. 48–54.
3. Зубков, М. Ю. Прогноз трещинных коллекторов в отложениях баженовской и абалакской свит на основе тектонофизического моделирования [Текст] / М. Ю. Зубков, Я. А. Портмейстер, П. М. Бондаренко // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа. Т. 1. – Ханты-Мансийск : Путеведь, 2002. – С. 44–53.
4. Изотопно-геохимический метод оценки перспектив нефтегазоносности [Текст] / С. И. Голышев, Н. Л. Падалко, Л. В. Лебедева [и др.] // Геологическое строение и нефтегазоносность отложений юговостока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Новосибирск, 2006. – С. 24–27.
5. Конторович, В. А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири [Текст] / В. А. Конторович. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
6. Методика прогнозирования месторождений нефти и газа по сейсмическим эффектам для юго-востока Западно-Сибирской плиты [Текст] / С. С. Ершов, В. И. Кукушкин, Н. В. Сысолятин, Г. И. Тищенко // Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов. – Новосибирск, 2009. – С. 54–64.
6. Сурков, В. С. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты [Текст] / В. С. Сурков, О. Г. Жеро. – М. : Недра, 1981. – 143 с.
7. Когалымнефтегеофизика [Электронный ресурс]: Геофизическое скважинное оборудование. URL: <http://www.kngf.org/> (дата обращения 20.03.2019).

8. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. — М.: Недра, 1984. — 432 с.
9. ООО «Нефтегазгеофизика». [Электронный ресурс] – URL: <http://www.karotazh.ru/ru> (дата обращения 20.05.2019).
10. Тюменьпромгеофизика. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.tpg.ru/main.php?eng=&pid=&id=93> (дата обращения 20.05.2019).
11. Мараев И.А. Комплексная интерпретация результатов геофизических исследований скважин. Учебное пособие. - М.; 2013. – 95 с.
12. Бурлин, Ю.К. Литология нефтегазоносных толщ – учеб. пособие для вузов / Ю. К. Бурлин, А. И. Конюхов, Е. Е. Карнюшина – М: Недра, 1991 – 286 с.
13. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения горных пород / В.Н. Дахнов. – М.: Недра, 1975. – 344 с.
14. Технология исследования нефтегазовых скважин на основе ВИКИЗ. Методическое руководство. / Ред. Эпов М.И., Антонов Ю.Н. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, Издательство СО РАН, 2000 – 121 с.
15. В.М.Добрынин, Б.Ю.Вендельштейн, Р.А. Резванов, А.Н. Африкян. Геофизические исследования скважин. – М.: «Нефть и газ», 2004 – 400 с.
16. Аппаратурно-методический комплекс АМК «Горизонт» для геофизических исследований скважин. [Электронный ресурс] – URL: <http://docplayer.ru/28569298-Apparaturno-metodicheskiy-kompleks-amk-gorizont-issledovaniy-skvazhin.html> (дата обращения 20.05.2019).
17. Игнатов В. С., Малеева Л. В. Совместная интерпретация данных БКЗ и ВИКИЗ// Каротажник, 2008. Вып. 3 (168). С. 42 – 50.
18. Ельцов И. Н., Эпов М. И., Кашеваров А. А. Новый системный подход к интерпретации данных ГИС и ГТИ на основе комплексных геофизических и гидродинамических моделей // Технологии ТЭК. 2008. № 5. С. 12–18.

19. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 147.
20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 168.1.
21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 221
22. ГОСТ 12.0.003-15 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Текст. – Введ. 1976 - 01 - 01. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов. 1975. – 8 с.
23. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.: – 2014. – 27 с.
24. СП.52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
25. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России. 2001. – 20 с.
26. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: 2009. – 28 с.
27. Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах.- М.: 1999. – 67с.
28. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. – Новос: Сибирс. универ. изд-во, 2006. – 448 с.
29. ГОСТ 12.1.030–81           Защитное заземление,           зануление. М.: 2001. – 10 с.
30. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов. М.: 1983. – 75 с.