

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
 Специализация «Геофизические методы исследования скважин»  
 Отделение геологии

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
<b>Комплекс геофизических исследований скважин для построения профиля притока нефти на Киев-Еганском месторождении нефти (Томская область)</b>

УДК 553.982:550.832(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Пупин Роман Сергеевич		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дукарт С.А.	к.и.н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

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

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
 Специализация «Геофизические методы исследования скважин»  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ростовцев В. В.  
 (Подпись)     (Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта
--------------------

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Пупину Роману Сергеевичу

Тема работы:

<b>Комплекс геофизических исследований скважин для построения профиля притока нефти на Киев-Еганском месторождении нефти (Томская область)</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№27-35/С от 27.01.2021 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	<i>31.05.21</i>
--	-----------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	Текстовый и графический материалы по Киев-Еганскому нефтяному месторождению, обзорная карта района работ, каротажные диаграммы
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения о месторождении</li> <li>2. Геолого-геофизическая характеристика месторождения</li> <li>3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований</li> <li>4. Основные вопросы проектирования</li> <li>5. Методические вопросы</li> <li>6. Специальное исследование. Метод спектральной шумометрии. Прибор SNL-HD</li> <li>7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>8. Социальная ответственность</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Участок исследования на карте нефтегазогеологического районирования Томской области</li> <li>2. Сводный литолого-стратиграфический разрез</li> </ol>

	района работ 3. Фрагмент тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты 4. Геолого-геофизическая характеристика скважины №361
--	---

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Дукарт С.А., доцент, к.и.н.
<b>Социальная ответственность</b>	Гуляев М.В., старший преподаватель

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	19.03.2021
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Лукин А.А.	к.г.-м.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
226А	Пупин Роман Сергеевич		

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
 Специализация «Геофизические методы исследования скважин»  
 Отделение геологии  
 Период выполнения (весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект
------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.02.2021	1. Общие сведения об объекте исследования 2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования	
31.03.2021	3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований 4. Основные вопросы проектирования	
30.04.2021	5. Методические вопросы 6. Специальное исследование	
17.05.2021	7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лукин А.А.	К.Г.-М.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

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

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
226А	Пупину Роману Сергеевичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Виды и стоимость ресурсов: Материально-технические расходы составили 53 882,5 руб. Расход на человеческие ресурсы составил: Общая сумма затрат на зарплату и отчисления с нее: 172 809,18 руб. Общий бюджет затрат на НИР – 262 962,35 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ: Оклад доцента – 35 130 руб., оклад исполнителя равен минимальному размеру оплаты труда – 12 790 руб. Районный коэффициент – 1,3; премиальный коэффициент – 0,3; коэффициент доплат и надбавок – 0,2</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Налоговый кодекс РФ. Ключевые ставки налогообложения: НДС, налог на прибыль организаций, налог на имущество физ. лиц, земельный налог Отчисления во внебюджетные фонды – 27,1 %</i>

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта; определение затрат на проектирование (смета затрат)</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет интегрального показателя эффективности проекта</i>

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

1. Таблица сегментирования рынка услуг
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Календарный план-график проведения работ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	15.02.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Дукарт Сергей Александрович	к.и.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
226А	Пупин Роман Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
226А	Пупину Роману Сергеевичу

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

Тема ВКР:

<b>Комплекс геофизических исследований скважин для построения профиля притока нефти на Киев-Еганском месторождении нефти (Томская область)</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются геофизические работы для построения профиля притока методами промыслово-геофизических исследований на Киев-Еганском месторождении нефти (Томская область).
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Изучение и анализ специальных правовых норм трудового законодательства. Рассмотрение требований к организации рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность:</b>	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Неудовлетворительные метеорологические условия;</li> <li>– Неудовлетворительные показатели микроклимата;</li> <li>– Поражение электрическим током;</li> <li>– Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– Повышенный уровень шума.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу.</li> <li>– решение по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ наиболее вероятных ЧС на месте осуществления проектируемых работ (<i>пожар на рабочем месте</i>)</li> </ul>

	– Решение по предупреждению возможных ЧС и их предотвращению в случае возникновения
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2021
--	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Пупин Роман Сергеевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 92 страницы, 20 рисунков, 22 таблицы, 34 источника.

Ключевые слова: промыслово-геофизические исследования, Киев-Еганское нефтяное месторождение, профиль притока, обсадная колонна, техническое состояние скважины, негерметичность, SNL-HD.

Объектом исследования является эксплуатационная скважина №365.

Цель работы: выбрать комплекс геофизических методов и построить профиль притока нефтяной скважины Киев-Еганского месторождения.

В процессе исследования проводились: изучение геологического строения района работ; анализ ранее проведенных геофизических исследований, постановка задач исследований, обоснование объекта исследования, проектирование комплекса геофизических методов.

Основные результаты: выполнено обоснование выбранного комплекса методов ГИС для построения профиля притока и оценки технического состояния добывающей нефтяной скважины, а также рассмотрена аппаратура SNL-HD, позволяющая получить профиль притока и детальной оценить техническое состояние скважины.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был рассчитан общий бюджет затрат на научное исследование, который составил 262 962,35 руб.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены возможные вредные и опасные производственные факторы при выполнении геофизических работ. Даны рекомендации по снижению влияния вредных и опасных факторов на человека, предложены мероприятия по охране окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

## ESSAY

The final qualifying work contains 92 pages, 20 drawings, 22 tables, 34 sources.

Key words: field geophysical studies, Kiev-Yeganskoye oil field, inflow profile, casing string, well integrity, leakage, SNL-HD.

The object of the study is the production well №365.

Work objective: to select a set of geophysical methods and build an inflow profile of the Kiev-Yeganskoye field oil well.

In the course of investigations were carried out: study of the geological structure of the area of work; analysis of previously conducted geophysical research, setting research tasks, substantiating the object of research, designing a complex of geophysical methods.

Main results: the justification of the selected set of well logging methods for constructing the inflow profile and assessing the technical condition of the producing oil well, and the SNL-HD equipment is considered, which makes it possible to obtain the inflow profile and evaluate the technical condition of the well in more detail.

In the section "Financial Management", the total budget for research expenditures was calculated, which amounted to 262 962,35 rubles.

In the section "Social Responsibility", possible harmful and dangerous production factors are considered when performing geophysical work. Recommendations are given to reduce the impact of harmful and dangerous factors on humans, and measures are proposed to protect the environment and safety in emergency situations.

## **ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

АК – акустический каротаж

БК – боковой каротаж

БКЗ – боковое каротажное зондирование

ВИКИЗ – высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование

ВНК – водонефтяной контакт

ВПП – взлетно-посадочная полоса

ГИС – геофизические исследования скважин

ГК – гамма-каротаж

ГГК-п – плотностной гамма-гамма каротаж

ГНК – газонефтяной контакт

ДМС – добровольное медицинское страхование

ИК – индукционный каротаж

КРС – капитальный ремонт скважин

МКЗ – микрокаротажное зондирование

МОВ – метод отраженных волн

МОГТ – метод общей глубинной точки

НГР – нефтегазоносный район

НКТ – насосно-компрессорная труба

ННК-т – нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам

ПГИ – промыслово-геофизические исследования

ПО – программное обеспечение

ППУ – передвижная паровая установка

ПС – метод собственной поляризации

ССК – сейсмостратиграфический комплекс

ТК – трудовой кодекс

УВ – углеводороды

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

SNL-HD – Spectral Noise Log High Definition

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	13
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ .....	14
1.1 Географо-экономический очерк .....	14
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность .....	15
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	18
2.1 Литолого-стратиграфический разрез .....	18
2.2 Тектоника.....	24
2.3 Нефтегазоносность .....	25
2.4 Петрофизическая характеристика разреза .....	26
2.5 Сейсмогеологическая характеристика.....	29
3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	31
4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	34
4.1 Задачи геофизических исследований.....	34
4.2 Обоснование объекта исследований .....	34
4.3 Физико-технологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	35
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....	39
5.1 Методика проектных геофизических работ .....	39
5.2 Интерпретация геофизических данных .....	43
6 СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	46
6.1 Прибор SNL-HD.....	46
6.2 Применение и преимущества .....	48
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	51
7.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	51
7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	51
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	52
7.2 Планирование исследовательских работ в рамках ВКР .....	54
7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	54
7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	55
7.2.3 Разработка графика проведения исследования .....	56
7.2.4 Бюджет научно-технического исследования.....	61
7.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	66
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	69
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	69
8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	70
8.2 Производственная безопасность .....	72
8.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	72
8.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	79
8.3 Экологическая безопасность .....	83
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	89

## **ВВЕДЕНИЕ**

Уже много лет Западная Сибирь является одним из главнейших районов добычи нефти и газа в России. В Томской области, входящей в состав Западной Сибири, сосредоточено большое количество месторождений углеводородов. Особенно данное замечание справедливо для западной части региона, левого берега реки Обь. На правом берегу месторождений в разы меньше. Одним из таких является Киев-Еганское месторождение нефти.

Целью данной выпускной квалификационной работы является выбор комплекса методов для построения профиля притока в добывающей скважине Киев-Еганского нефтяного месторождения.

К основным задачам можно отнести анализ ранее проведенных геофизических исследований, построение физико-технологической модели и выбор комплекса промыслово-геофизических методов для решения поставленных задач.

Специальная часть работы будет посвящена прибору спектральной шумометрии SNL-HD, его техническим характеристикам и возможностям при решении промыслово-геофизических задач.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проводится планирование исследовательских работ в рамках ВКР, а также рассчитывается бюджет научно-технического исследования.

В разделе «Социальная ответственность» будут рассмотрены возможные опасные и вредные производственные факторы, а также мероприятия по их устранению. Кроме того, будут рассмотрены распространенные чрезвычайные ситуации и план действий в случае возникновения ситуации такого рода.

### 3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

По скважинам Киев-Еганского месторождения проведен следующий комплекс геофизических исследований (табл. 3).

Представленный комплекс ГИС является типичным для терригенных отложений Томской области и достаточным для выделения пластов-коллекторов, определения их мощности, подсчетных и фильтрационно-емкостных характеристик.

Таблица 3 – Комплекс ГИС по скважинам [1]

Скв.	ПС	ГК	Каверн.	ННК-т	АК	БКЗ	ИК	БК	Газо- вый	МГЗ,М ПЗ	ВИКИЗ
355	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
361	+	+	+	+	+(2520)	+	+	+	-	+	+
361бис	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
365	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
366	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
367	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+

+ - метод присутствует в комплексе,

- - метод отсутствует

Подробно результаты анализа изложим по разрезу скважины № 361 (рис. 4).

На разрезе скважины 361 Киев-Еганского месторождения представлены следующие литологические разности: пласты песчаников различного характера насыщения, глины, пласты плотного прослоя, уголь, битуминозные аргиллиты.

Данная скважина изучена такими методами, как: ПС, ГК, кавернометрия, ННК-т, АК, БКЗ, ИК, БК, МКЗ, ВИКИЗ.

В показаниях метода ПС глины выделяются положительными аномалиями, а песчаники – отрицательными значениями ПС.

Также глины характеризуются повышенными значениями по ГК, так как это связано с повышенным содержанием радиоактивных элементов в глинистых

породах. Песчаники отбиваются пониженными значениями относительно глини аномалиями по ГК.

Рассмотрим группу продуктивных пластов Б<sub>6</sub> и Б<sub>9</sub>. Пласт Б<sub>6</sub> в интервале 2202-2208 м насыщен нефтью, а в интервале 2208-2224 м – водой. Интервалы пласта 2210-2211 м, 2216-2219 м, 2223-2224 м имеют низкие значения по ГК, ИК, ПС. Интервалы 2205-2207 м и 2211-2212 м отмечаются низкими значениями по БК и ННК-т – углистые прослойки. Пласт Б<sub>9</sub> в интервалах 2252-2258 м и 2259-2260 м насыщен нефтью, для которых характерны низкие значения по ПС, ГК и ИК, а по БК – высокие. Нефтеводонасыщенные интервалы пластов Б<sub>6</sub> и Б<sub>9</sub> также хорошо выделяются по кавернометрии, расхождению показаний зондов ВИКИЗ и расхождению МГЗ и МПЗ.

Группа непродуктивных пластов Б<sub>7</sub>, Б<sub>8</sub>, Б<sub>10</sub> в основном представлена переслаиванием глини и песчаников, которые отчетливо выделяются методами ПС, ИК, ГК, микрозондами.

Таким образом, анализ результатов ГИС на Киев-Еганском месторождении показывает, что комплекс методов в составе, представленном в таблице 3, оптимально решает поставленные задачи.

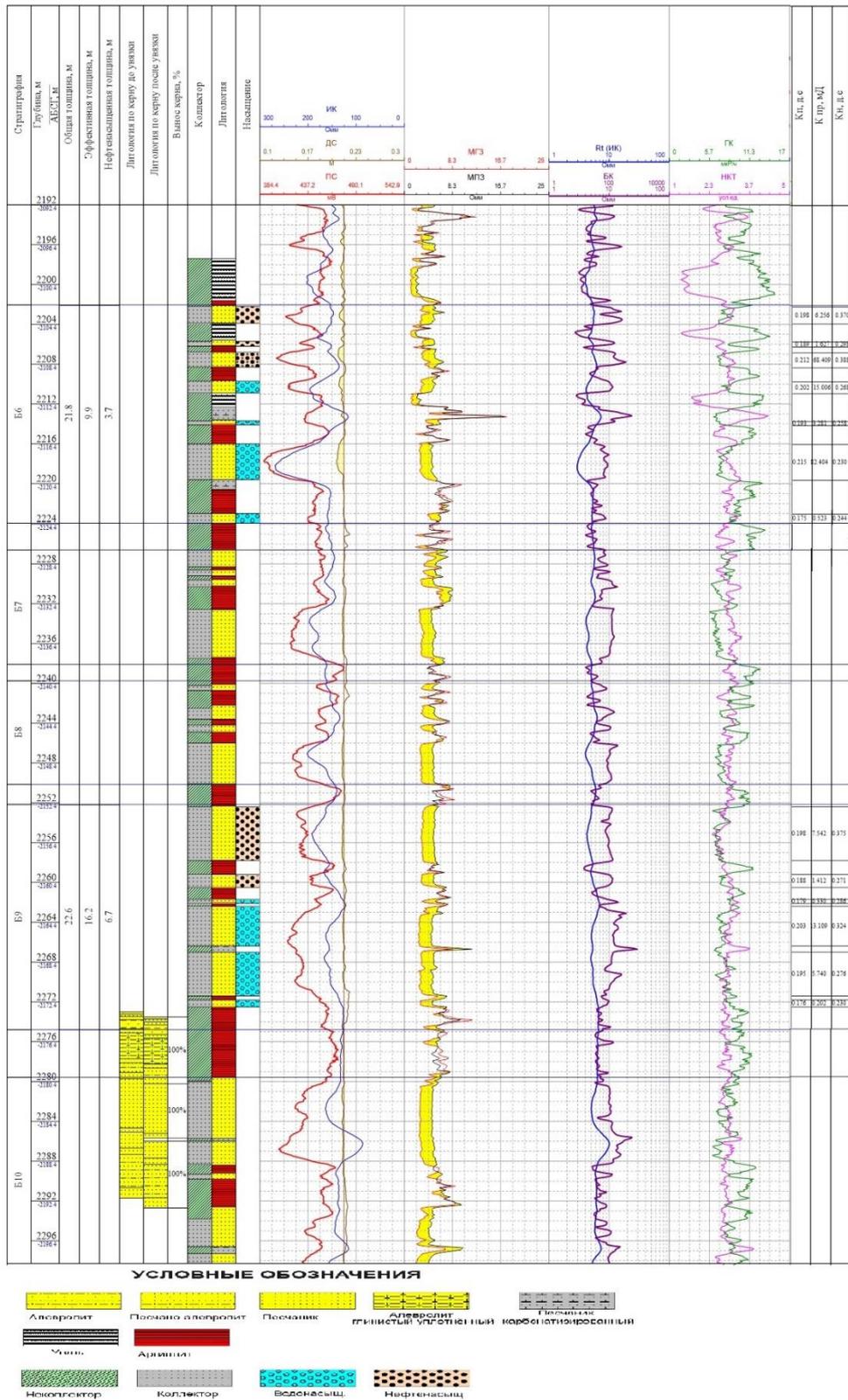


Рисунок 4 – Геолого-геофизическая характеристика скважины №361

## **4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **4.1 Задачи геофизических исследований**

Целевое назначение работы – определение профиля притока и оценка технического состояния ствола скважины.

На данном этапе решается следующий перечень задач [3]:

1. Выделение отдающих и поглощающих флюиды интервалов пласта, определение профиля притока;
2. Определение состава флюида в стволе скважины;
3. Контроль технического состояния скважины и глубины спуска оборудования.

Исходя из поставленных задач, для получения качественных и информативных результатов нужно выбрать экономически и геологически обоснованный комплекс геофизических исследований.

### **4.2 Обоснование объекта исследований**

В процессе эксплуатации действующего фонда всех категорий скважин возникает необходимость постоянного контроля технического состояния скважины и ее оборудования (определение целостности эксплуатационной колонны и НКТ, герметичность цементного моста, определение мест поглощения в открытом стволе и в колонне, определение толщины труб и т.д.).

Профиль притока регулярно изучается с момента перевода скважины в режим эксплуатации. Согласно РД 153-39.0-109-01 [4] определение профиля притока, источников и интервалов обводнения в действующих добывающих скважинах должно происходить не реже, чем один раз в год. В проектной скважине №365 (рис. 5) необходимо плановое проведение всех мероприятий, направленных на определение профиля притока и оценку ее технического состояния.

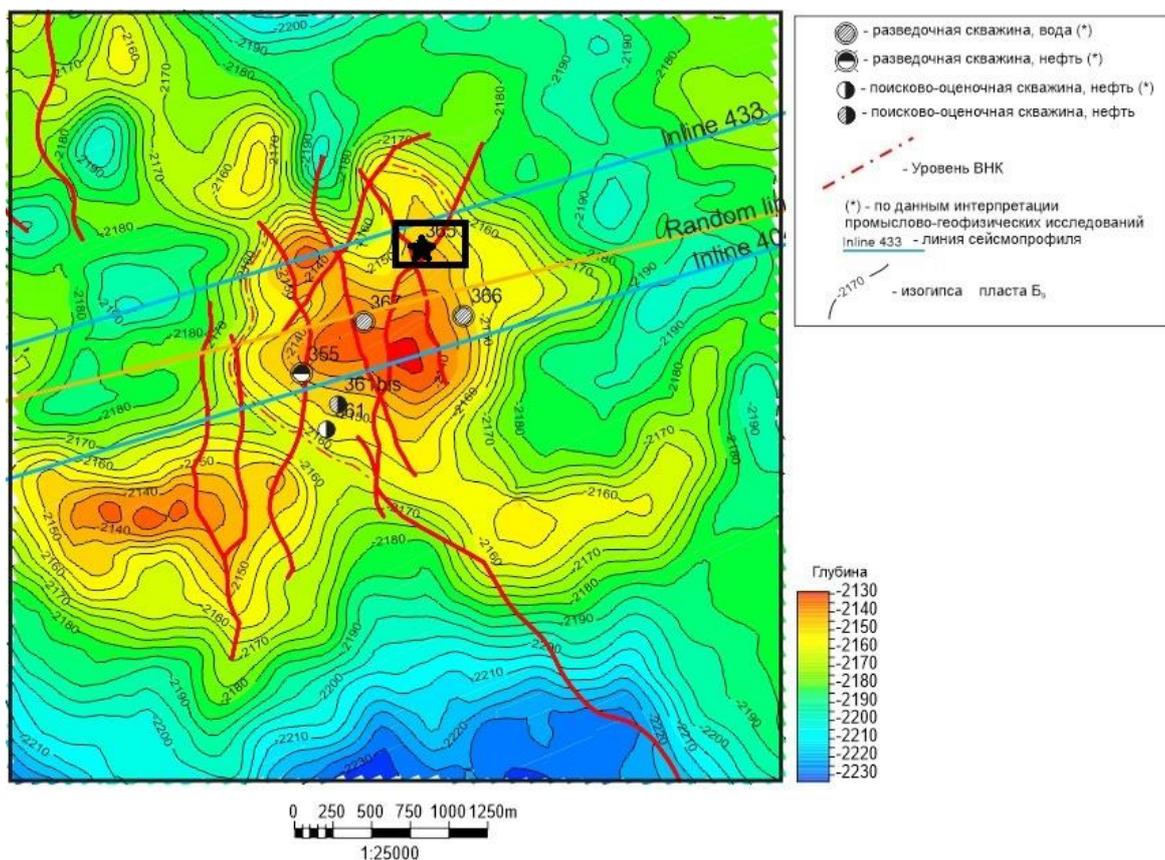


Рисунок 5 – Проектируемая скважина №365 на структурной карте кровли пласта Б<sub>9</sub>

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

Для решения поставленных задач будет применяться следующий комплекс геофизических исследований:

- Механическая расходометрия;
- Термокондуктивная расходометрия;
- Термометрия;
- Резистивиметрия;
- Влагометрия;
- Гамма-каротаж;
- Шумометрия;
- Магнитный локатор муфт.

Данный комплекс методов во многом определяется возможностями выбранной скважинной аппаратуры. Рассмотрим каждый метод более подробно.

**Механическая расходомерия** используется для выделения интервалов притока и приемистости, распределения общего дебита или расхода по отдельным пластам, оценки профиля притока или приемистости пластов по отдельным интервалам и выявления мест негерметичности обсадной колонны. Основной измеряемый параметр – скорость движения жидкости в стволе скважины. Метод наиболее эффективен при высоких скоростях потока.

**Термокондуктивная расходомерия** также применяется для выделения интервалов притока, приемистости пластов и выявления мест негерметичности обсадной колонны. В сравнении с механическими расходомерами термокондуктивные более чувствительные в диапазоне низких и средних дебитов, что позволяет фиксировать малые притоки.

**Термометрия** является одним из основных методов в комплексе планируемых промыслово-геофизических исследований, поскольку любое изменение режима работы скважины (уменьшение или увеличение давления, промывки, нарушение целостности колонны) приводит к изменению температуры. Метод решает широкий спектр задач, таких как выделение интервалов притока (приемистости), выделение отдающих (поглощающих) пластов, установление интервалов обводнения, выявление затрубных циркуляций, определение мест негерметичности обсадной колонны и др. К достоинствам термометрии также можно отнести возможность исследования объектов, перекрытых НКТ, выявление слабо работающих перфорированных пластов, а также выделение интервалов обводнения независимо от минерализации воды, обводняющей пласт.

**Резистивиметрия** основана на использовании электрических свойств водонефтяной смеси – удельного электрического сопротивления или проводимости. Метод применяют для определения местоположения ВНР в скважине, установления структуры потока гидрофильной смеси с различным

содержанием нефти, а также выделения в гидрофильной среде мест поступления в колонну воды с различной степенью минерализации.

**Влагометрия** основана на изучении относительной диэлектрической проницаемости флюидов в стволе скважины. Метод применяют для определения состава флюида в стволе скважины, выявления интервалов притоков в скважину воды, нефти и газа, для выделения притока из мест негерметичности обсадной колонны. Конструкция прибора представляет собой LC-генератор, в колебательный контур которого включен измерительный конденсатор проточного типа. Между обкладками конденсатора проходит газ, вода или водонефтяная смесь.

**Гамма-каротаж** основан на определении естественной радиоактивности горных пород. В скважинном приборе имеется встроенный детектор гамма-излучения, преобразующий попадающие на него гамма-кванты в электрический сигнал, который по геофизическому кабелю передается на поверхность. Максимальной радиоактивностью обладают глины, минимальной – чистые кварцевые песчаники.

**Шумометрия** основана на регистрации шумов, возникающих в пластах, в стволе скважины и в заколонном пространстве при движении нефти, воды и газа в диапазоне частот от 100 Гц до 60 кГц. Предназначена для выделения интервалов притоков газа и жидкости в ствол скважины, выявления интервалов заколонных перетоков газа, а также выявления типа флюидов и количественной оценки их дебитов.

**Магнитный локатор муфт** представляет собой устройство, состоящее из двух постоянных магнитов, разделенных измерительной катушкой, навитой на стальной сердечник. Метод применяется для привязки кривых по глубине, контроля интервалов перфорации и определения местоположения в скважине технических элементов и глубинного оборудования: воронки НКТ, муфт, пакера, фильтра и др.

Объединенный комплекс методов как физико-технологическая модель представлен на рисунке 6.

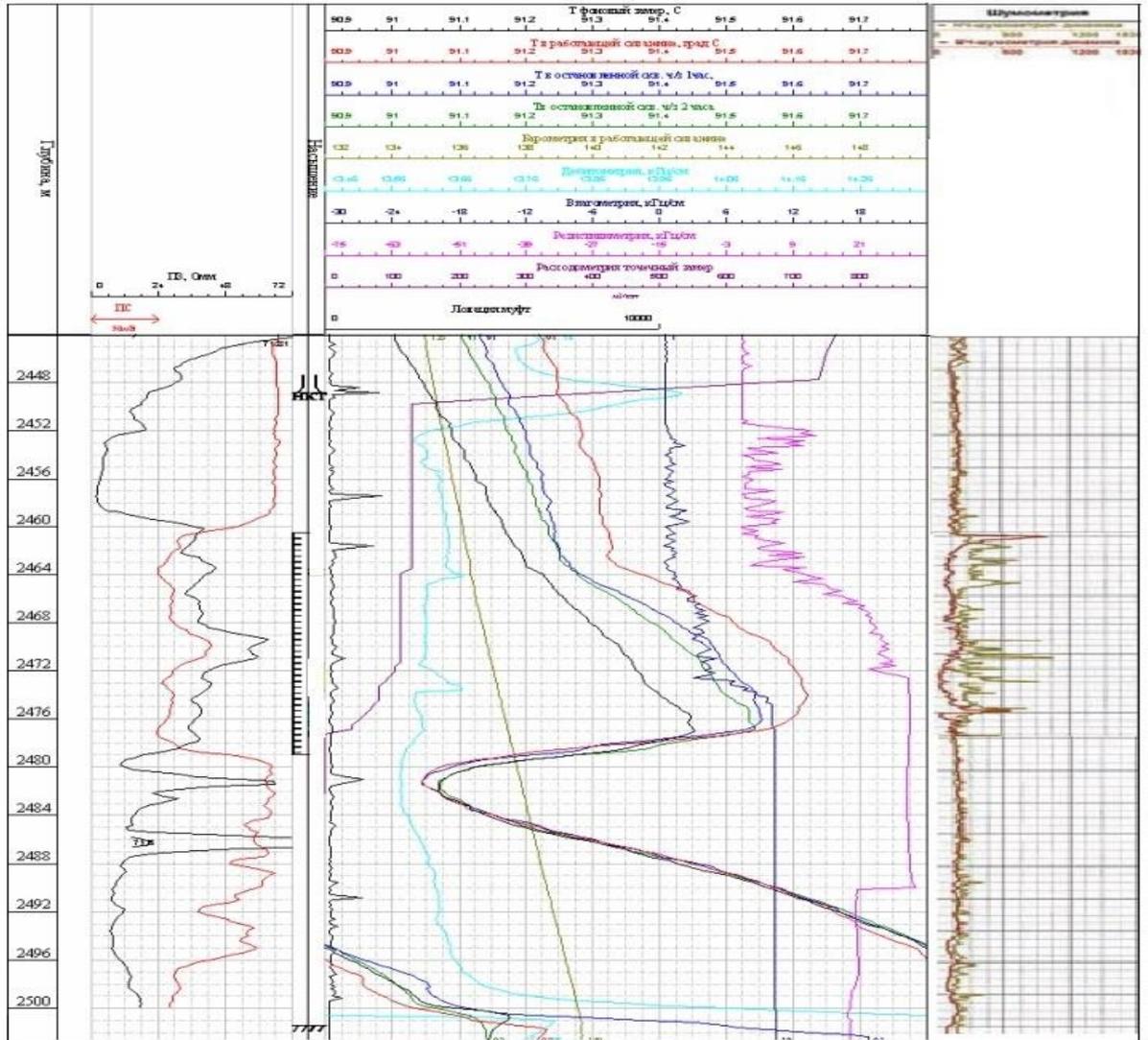


Рисунок 6 – Физико-технологическая модель скв. №365 Киев-Еганского месторождения

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

### 5.1 Методика проектных геофизических работ

Для выполнения геофизических работ будет использоваться каротажная станция на базе «Вулкан V3», предназначенная для предварительной обработки сигналов от скважинных приборов и преобразования их в цифровую форму [32]. Сигнал поступает через USB-кабель на персональный компьютер или ноутбук. Набор функциональных блоков типичен для всех каротажных лабораторий. Кроме того, каротажная станция укомплектовывается дополнительным оборудованием, таким как:

- модемное передающее устройство – для оперативной передачи информации в пункты обработки диаграмм;
- термоплоттер – для вывода каротажных диаграмм на бумажный носитель;
- блок бесперебойного питания – для сохранения файла в случае внезапного отключения электроэнергии.



Рисунок 7 – Каротажная станция «Вулкан V3»

Для осуществления спуско-подъемных операций на геофизическом кабеле при проведении работ используется каротажный подъемник ПКС-5, (смонтированный на автомобильном шасси УРАЛ-375А), блок-баланс и кабель.

Передача информации от геофизического кабеля к лаборатории идет по жилам, подключенным к коллектору. Коллектор позволяет подсоединить

геофизический кабель, находящийся на вращающемся барабане лебедки с неподвижными жилами, идущими в лабораторию.

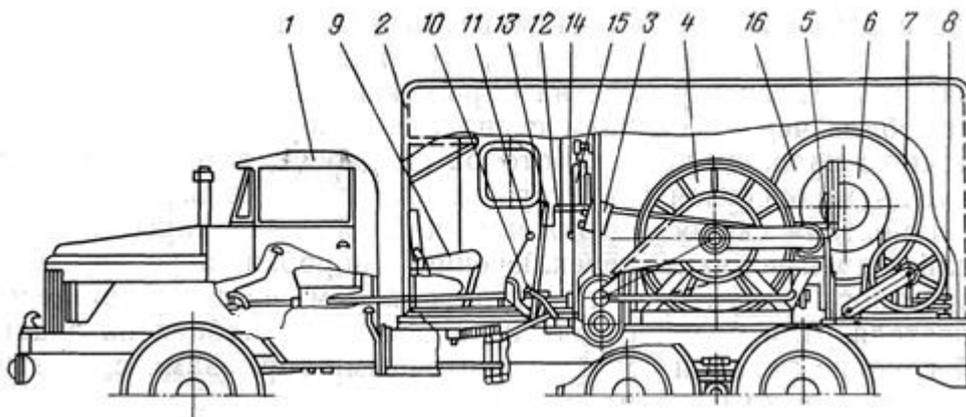


Рисунок 8 – Подъемник ПКС-5 [5]

1 – шасси автомобиля УРАЛ-375А; 2 – кузов, 3 – пульт лебедчика; 4 – спуско-подъемный агрегат; 5 – блок направляющий; 6 – блок роторный; 7 – блок подвесной; 8 – каротажные грузы; 9 – диван; 10 – педаль дублера управления сцепления; 11 – рычаг переключения КПП; 12 – рукоятка корректора кабелеукладчика; 13 – рычаг ручного тормоза барабана; 14 – рычаг управления редуктором; 15 – огнетушитель; 16 – запасное колесо

Лебедка с укладчиком кабеля и коллектором приводится во вращение от двигателя автомашины через коробку передач, раздаточную коробку, коробку отбора мощности, вспомогательный карданный вал и двухскоростной редуктор, с которым барабан лебедки соединен двухрядной цепью через зубчатую муфту. Пять ступеней коробки передач и две ступени редуктора позволяют производить спуск кабеля с двумя скоростями и подъем с десятью скоростями [5].

Блок-баланс, состоящий из подставки и ролика, необходим для направления и измерения длины кабеля, спускаемого в скважину. На нем крепится датчик глубины и скорости, магнитных меток.

Для спуска и подъема скважинного прибора используется геофизический одножильный бронированный кабель типа КГл-1х0,75-30-150. Бронированные кабели обладают повышенной прочностью и долговечностью.

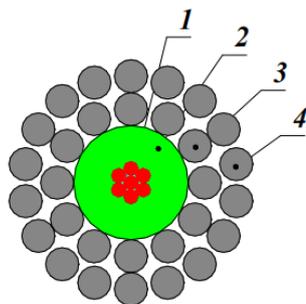


Рисунок 9 – Геофизический кабель КГл-1х0,75-30-150 [33]

1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция; 3 – 1-й повив брони; 4 – 2-й повив брони

Запроектированные исследования планируется выполнять при помощи специальной аппаратуры, а именно скважинного прибора АГАТ-КСА-К9-120/60 диаметром 36 мм, предназначенного для исследования скважин в процессе контроля за разработкой нефтегазовых месторождений. Прибор применяется в составе компьютеризованной каротажной станции, снабженной одножильным бронированным кабелем длиной не более 5000 м при температуре в скважине от 0 до 120 °С и давлении 60 Мпа [34]. Технические характеристики прибора представлены в таблице 4.



Рисунок 10 – Скважинный прибор АГАТ-КСА-К9-120/60

Комплексный скважинный прибор содержит 10 различных датчиков и состоит из 4 модулей, базового модуля, модуля расходомера малого диаметра, модуля индукционного резистивиметра и модуля высокочувствительного расходомера со складывающейся турбиной. Базовый модуль содержит датчики давления, температуры, влажности термоиндикатора потока, ГК, гидроакустический датчик и локатор муфт. Базовый модуль может применяться самостоятельно. Телесистема скважинного прибора представляет собой 15-канальное программно-управляемое устройство на базе микроконтроллера с цифровой передачей информации в виде кодоимпульсной модуляции,

позволяющей производить каротаж с высокой скоростью. Привязка по глубине осуществляется с помощью мерного ролика и корректируется показаниями ГК и локатора муфт.

Таблица 4 – Основные технические характеристики скважинного прибора АГАТ-КСА-К9-120/60 [34]

<b>Общие требования к аппаратуре</b>	
Номинальное постоянное питающее напряжение, В	30 ±1
Время установления рабочего режима аппаратуры, не более, минут	30
Средний срок службы до списания, не менее, лет	5
Диаметр со сложенными рычагами расходомера Гранат-Р, не более, мм	38
Диаметр с раскрытыми рычагами расходомера Гранат-Р, не более, мм	130
Длина аппаратуры в полном сборе, мм	2780
Масса, кг	15
<b>Основные параметры и технические характеристики базового модуля</b>	
Диапазон измерения температуры, °С	от +0 до +120
Диапазон индикации радиального притока воды в колонне диаметром 150 мм, м <sup>3</sup> /ч	от 0,1 до 10
Диапазон измерения давления, МПа	от 0 до 60
Диапазон индикации влагосодержания, %	от 0 до 100
Динамический диапазон индикации шума, не менее, дБ	50
<b>Основные параметры и технические характеристики приставок к базовому модулю</b>	
Диапазон измерения расхода в колонне 130 мм, м <sup>3</sup> /ч	от 1,5 до 100
Диапазон частот выходного сигнала, Гц	от 0,1 до 60
Диапазон измерения удельной электропроводимости, См/м	от 0,1 до 30

Все исследования проводятся скважинным прибором АГАТ-КСА-К9-120/60. В таблице 5 рассмотрена методика проведения каждого метода.

Таблица 5 – Нормативные правила записи

Метод	Масштаб записи	Скорость записи, м/ч	Интервал, м
Механическая расходометрия	1:200	500, 800, 1100	2580-2720
Термокондуктивная расходометрия	1:200	500	2580-2720
Термометрия	1:200	500	2580-2720
Резистивиметрия	1:200	500	2580-2720
Влагометрия	1:200	500	2580-2720
Гамма-каротаж	1:500	500	0-забой
Шумометрия	1:200	500	2580-2720
Магнитный локатор муфт	1:200	500	0-забой

## 5.2 Интерпретация геофизических данных

Интерпретация геофизических данных проводится в программе GeoPoisk. GeoPoisk – инструмент промышленной геофизики, в области применения которого не только поддержка бурения и обработка открытого ствола, но и оценка технического состояния скважины и контроль за разработкой.

Файлы формата las являются основными для работы в программе.

Для построения профиля притока необходимо разобрать технологию интерпретации данных механической расходомерии. Она состоит из трех этапов [6]:

1. Определение приемистости по РГД;
2. Расчет общего дебита по аппаратурному коэффициенту расходомерии;
3. Построение профиля притока.

### *Приемистость по РГД*

После загрузки файла с данными о скважине и ввода данных РГД от скорости спуска (подъема) строится график линейной регрессии (рис. 11). Этот график строится по нескольким (не меньше трех) замерам.

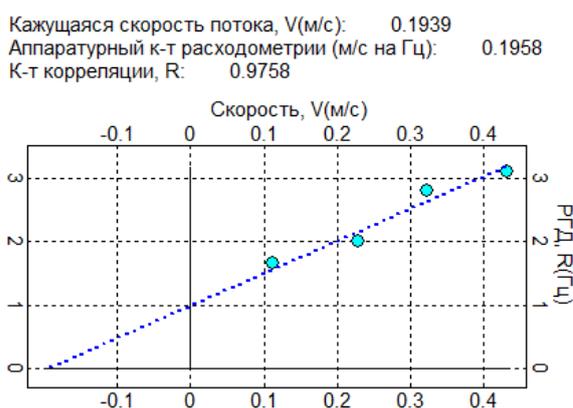


Рисунок 11 – График линейной регрессии

Построение графика линейной регрессии необходимо для получения двух важных параметров – кажущейся скорости потока и аппаратурного коэффициента расходомерии.

## Определение дебита по данным расходомерии

GeoPoisk автоматически рассчитывает дебит, но для выполнения этой операции необходимо указать характер притока (жидкость или газ) и найденные значения кажущейся скорости потока и аппаратурного коэффициента расходомерии. В выбранных интервалах используются данные средних температур и давлений (рис. 12).

Расходомерия на скоростях

Скважина: 5002 / Расходомерия

Номер (дата) испытания: 0

Характер притока: жидкость

Интервала обработки: Кровля (м) 3013, Подошва (м) 3023.9

Аппаратурный к-т расходомерии: 0.1953 м/с на гц

Кажущаяся скорость потока: 0.193 м/с

Фактическая скорость потока: 0.193 м/с

Средняя температура: 0 град.

Давление в кровле: 0 МПа

Среднее давление: 0 МПа

Давление в подошве: 0 МПа

Внутренний диаметр: 0.146 м

Диаметр прибора: 0 м

Поправка за вязкость: 1

Дебит: 279.16 м3/сут

Отчет: TXT, HTML

Записать в базу, Подготовка отчета для WORD

Преобразование единиц, Единицы измерения, Выход

Рисунок 12 – Ввод данных для определения дебита

Результат можно сохранить в формате txt или HTML.

### Построение профиля притока

Необходимо создать поле «Кривая» с кривой РГД, на котором будет строиться профиль притока. После выбора режима построения профиля притока Данные/Расходомерия/Расчет профиля притока в появившемся диалоге расходомерия на скоростях нужно выбрать кривую РГД.

На кривой РГД мышкой выделяются интервалы притока и смещается приток на стабильных участках (вертикальные участки линии профиля).

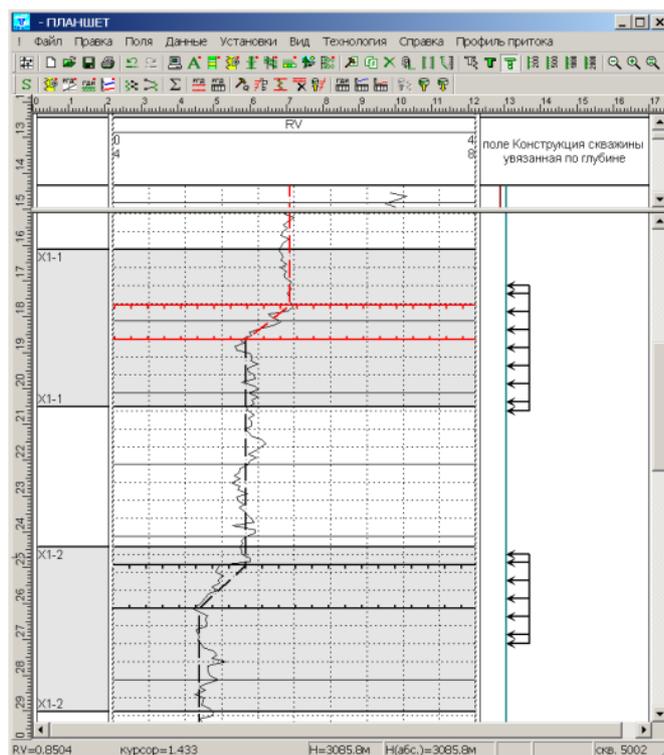


Рисунок 13 – Результат построения профиля притока

После построения профиля притока в диалоге Расходомерия на скоростях (профиль притока) устанавливаем аппаратный коэффициент расходомерии, внутренний диаметр скважины и другие параметры. Результат записывается в базу. По результатам расчета заполняется таблица Приток в объекте Скважина и создаются четыре кривые дебита. Текстовый отчет по профилю притока также можно сохранить в нескольких форматах.

Пласт	Интервал перфорации	Работающий интервал	Работающая толщина	Дебит	Дебит	Удельный дебит	Крбв толщина
	м	м	м	м <sup>3</sup> /сут	%	м <sup>3</sup> /сут/м	
X1-1	Σ=6.80 м		1.90	134.9	48.0	70.98	0.28
	3026.00-3033.00		1.90	134.9	48.0	70.98	0.27
		3027.10-3029.00	1.90	134.9	48.0	70.98	
X1-2	Σ=5.00 м		2.40	146.1	52.0	60.87	0.48
	3041.00-3046.00		2.40	146.1	52.0	60.87	0.48
		3041.60-3044.00	2.40	146.1	52.0	60.87	

Рисунок 14 – Отчет по профилю притока

## **6 СПЕЦИАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

Уже много лет нефтегазовая промышленность является важнейшей отраслью мировой экономики. Однако, с каждым годом сокращается доля легко извлекаемых запасов УВ, и нефтяные компании все чаще вынуждены разрабатывать «сложные» месторождения. Но вместе с этим необходимо применять и новые технологии, потому что старые, которые служат уже не один десяток лет, не удовлетворяют современным требованиям разработки нефтегазовых месторождений. Усложнение процесса добычи УВ и внедрение новых технологий, в том числе и в промыслово-геофизические исследования – неизбежный этап развития нефтегазового сектора.

Спектральную шумометрию нельзя назвать очень молодым методом. Данный метод для оценки технического состояния скважин и определения работающих интервалов пласта активно применялся и раньше, но интерес к этой технологии постепенно угасал, поскольку шумомеры обладали довольно низкой чувствительностью, а диапазон частот был сильно ограничен [7]. Эти недостатки приводили к ошибкам в интерпретации, и геофизические компании все чаще стали пренебрегать спектральной шумометрией, используя в своих исследованиях для решения тех же задач более понятные и точные методы.

### **6.1 Прибор SNL-HD**

Появление на рынке скважинного высокочувствительного широкополосного спектрального шумомера (Spectral Noise Log High Definition – SNL-HD) вновь вызвало интерес геофизических компаний к шумометрии. Работа прибора сводится к определению акустических шумов, анализ которых позволяет определить потоки жидкости/газа в породе и по трещинам, места негерметичности обсадной колонны и НКТ, работающие зоны перфорации и заколонные перетоки [8].

Акустические шумы в диапазоне частот от 8 Гц до 60 кГц регистрируются гидрофоном и через усилитель преобразуются в цифровой поток для дальнейшей обработки. На поверхности производится анализ данных в частотной и временной области [9].



Рисунок 15 – Прибор SNL-HD [8]

Расширенный динамический диапазон до 90 дБ позволяет прибору регистрировать даже очень тихие шумы, при этом возможность регистрации интенсивных шумов, вызванных, например, турбулентным потоком жидкости, также имеется [8].

Таблица 6 – Технические характеристики прибора SNL-HD

Максимальная рабочая температура	150 °С
Максимальное рабочее давление	60 МПа
Рабочий диапазон частот	НЧ панель 8 Гц – 5 кГц
	ВЧ панель 3 кГц – 60 кГц
Время автономной работы	72 часа
Динамический диапазон	90 дБ
Материал корпуса	Бронза/титан
Диаметр	42 мм
Длина	816 мм
Масса	7 кг

Для получения качественных и точных результатов при использовании SNL-HD необходимо четко придерживаться инструкции по эксплуатации. Прибор ведет запись с остановками через 1 м длительностью 1 мин. Если интервалы исследований достаточно протяженные, расстояние между остановками может быть увеличено до 3 м.

Прибор собран из высококачественных и прочных материалов, позволяющих проводить исследования в скважинах при давлениях до 100 МПа и температурах до 150 °С.

В корпусе прибора находится специальный блок батарей, рассчитанный на 72 ч непрерывной работы.

## 6.2 Применение и преимущества

Любое движение жидкости или газа в пласте или скважине генерирует шум, причем интенсивность шума растет с увеличением линейной скорости потока. Спектральная шумометрия позволяет различать акустические шумы по спектральному составу. Например, шумы, генерируемые при движении потока жидкости по стволу скважины или по заколонному пространству, сосредоточены в более низкой области частот по сравнению с шумами от движения флюида по пласту-коллектору [10].

Рассмотрим применение SNL-HD при выделении активных участков движения жидкости в заколонном пространстве.

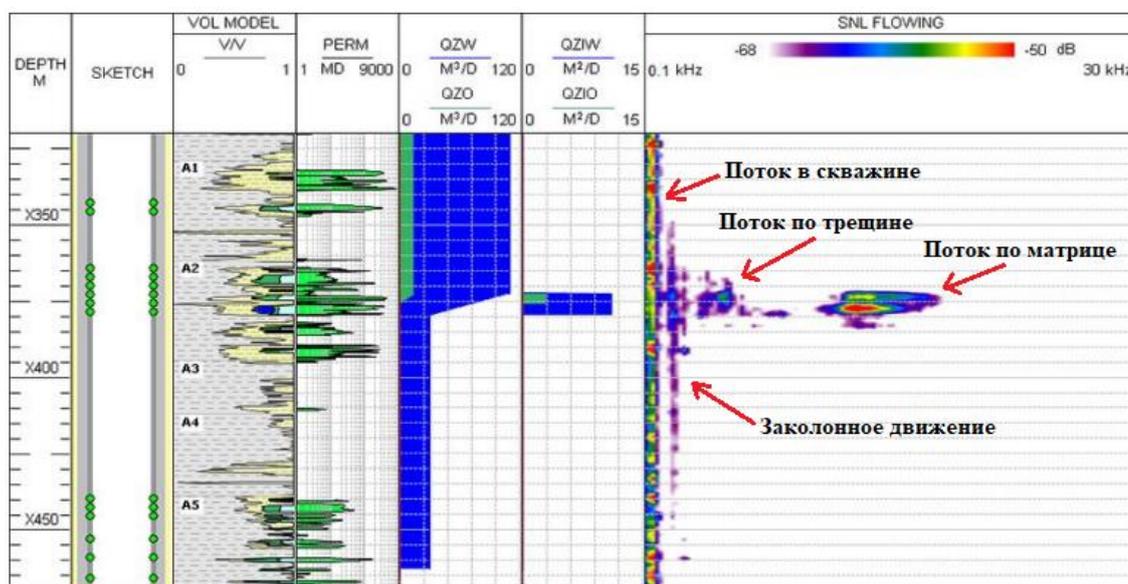


Рисунок 16 – Пример исследования SNL-HD

Красный цвет соответствует максимальной амплитуде шума, а желтый, зеленый, синий и фиолетовый – более низкой амплитуде.

В левой части панели вдоль всего интервала виден отчетливый шум движения жидкости в стволе скважины. Вертикальная полоса рядом с ним, проходящая через интервалы перфорации – заколонный переток.

Движение жидкости в пласте через верхний интервал перфорации образует три полосы шума. Полоса с более низкой частотой справа от заколонного движения вызвана потоком жидкости по трещине, а полоса с более высокой частотой в середине панели – движением по матрице.

Стоит отметить, что в данном случае спектральная шумометрия хорошо коррелирует с расходометрией, дополняя ее данными о заколонном перетоке. Тем не менее, расходомер не зафиксировал небольшой приток из верхних перфораций, который виден на данных спектральной шумометрии в верхней части заколонного перетока.

На фоне крупных цветных деталей мелкие спектральные особенности могут быть плохо различимы, что можно исправить при помощи визуализации спектральных панелей с использованием рельефного представления (когда каждая спектральная особенность отбрасывает искусственную тень), как показано на рисунке 17. Подобные изображения позволяют сделать некоторые особенности сигналов более отчетливыми.

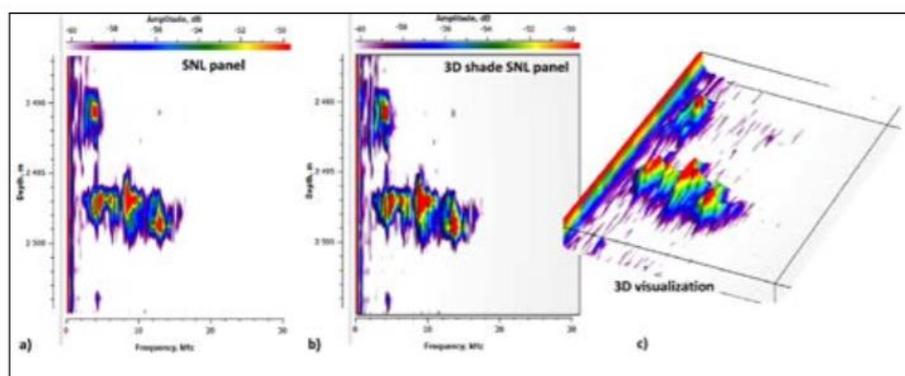


Рисунок 17 – (a) стандартная панель данных SNL; (b) панель данных с объемным затенением, вид сверху; (c) объемная визуализация панели данных SNL, вид сбоку.

К преимуществам спектральной шумометрии в целом и использовании прибора SNL-HD в частности можно отнести:

1. Энергоэффективность. Благодаря возможности контроля эффективно работающей мощности пластакратно снижаются расходы как на воду, закачиваемую в пласт, так и на необходимую для этого электроэнергию.
2. Универсальность. Прибор решает целый ряд важнейших промыслово-геофизических задач – определение профиля притока/закачки, мест негерметичности обсадных колонн и НКТ, заколонных перетоков и др.

3. Удобность. Прибор позволяет проводить исследования как в вертикальных, так и в горизонтальных скважинах.
4. Надежность. Прибор выполнен из прочных материалов. Для скважин с высоким содержанием сероводорода предусмотрена версия в титановом корпусе. Емкость батарей способна обеспечить длительную непрерывную работу прибора.
5. Автономность. Все измерения можно проводить на скребковой проволоке, а все регистрируемые данные записываются во внутреннюю память прибора.

Все указанные преимущества подчеркивают, насколько эффективно проведение спектральной шумометрии прибором SNL-HD. Некоторые крупные нефтегазовые компании (например, «Газпром») активно используют данную аппаратуру в комплексе с отечественными многодатчиковыми скважинными приборами. Комплексование спектральной шумометрии с другими методами позволяет получить качественные и точные результаты при решении промыслово-геофизических задач, поскольку методы хорошо дополняют друг друга.

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

### **7.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **7.1.1 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.

Таблица 7 – Сегментирование рынка услуг

Размер компании	Отрасль	
	Нефтедобывающие предприятия	Нефтеперерабатывающие предприятия
Большие	«Газпром» «Роснефть» «Роспан»	«Газпром» «Роснефть» «Роспан»
Средние	Региональные фирмы «Арктикгаз» «Ачимгаз»	Дочерние компании «Газпром» «Роснефть» «Сургутнефтегаз»
Малые	<b>Региональные фирмы</b>	<b>Частные небольшие компании</b>

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

#### 7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для данных работ будет использоваться скважинный прибор АГАТ-КСА-К9-120/60, содержащий 10 различных датчиков и состоящий из 4 модулей: базового модуля, модуля расходомера малого диаметра, модуля индукционного резистивиметра и модуля высокочувствительного расходомера со складывающейся турбиной. Максимальная рабочая температура – 120 °С, давление – 60 МПа, диаметр скважинного прибора – 36 мм.

Одним из конкурентов технического решения является геофизический прибор КСА-Т5-38, предназначенный для геофизических исследований с целью контроля технического состояния эксплуатационных нефтяных и газоконденсатных скважин. Скважинное оборудование работает с одновременной регистрацией восьми геолого-технических параметров и передачей информации в цифровом коде по одножильному кабелю. Максимальная рабочая температура составляет 120 °С, давление – 60 МПа, прибор рассчитан на диаметр скважин 38 мм и более.

Еще одно конкурентное решение – прибор ПИК-38, предназначенный для геофизических исследований эксплуатационных скважин при контроле

разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений с внутренним диаметром не меньше 38 мм, позволяет вести регистрацию 8-и каналов одновременно. Прибор конструировался с учетом лучших российских и импортных наработок в данной области, в результате чего может работать при температуре до 150 °С и давлении до 80 МПа.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения целесообразно проводить с помощью оценочной карты, которая представлена в таблице 8.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (7.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность скважинного прибора;

$B_i$  – вес показателя (в долях единиц);

$B_i$  – бал  $i$ -го показателя. Здесь  $B_{1/2/3}$  и  $K_{1/2/3}$  – баллы и конкурентоспособность АГАТ-КСА-К9-120/60, КСА-Т5-38 и ПИК-38 соответственно.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	$K_{\phi}$	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Максимально допустимая рабочая температура	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
2. Максимально допустимое рабочее давление	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
3. Количество доступных каналов (канальность)	0,15	5	4	5	0,75	0,6	0,75
4. Диаметр прибора	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
5. Универсальность применения на разных месторождениях УВ	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
6. Масса прибора	0,1	3	4	5	0,3	0,4	0,5
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена прибора	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
2. Сложность и стоимость ремонта/ замены модулей	0,1	3	5	3	0,3	0,5	0,3
3. Износостойкость	0,2	3	3	5	0,6	0,6	1
<b>Итого</b>	1				4,1	3,97	4,33

Из таблицы видно, что выбранный для проведения работ геофизический прибор АГАТ-КСА-К9-120/60 по своим возможностям и техническим характеристикам не уступает прибору КСА-Т5-38, но является предпочтительнее из-за самого важного экономического показателя – цены. Что касается прибора ПИК-38, то он стоит намного дороже и также дорог в обслуживании, но более износостойкий, что является очень важным критерием при закупке оборудования. По своим характеристикам он также превосходит два вышеупомянутых прибора. Возможно, при соответствующем финансировании в будущем целесообразнее будет использовать именно ПИК-38, но в данный момент именно АГАТ-КСА-К9-120/60 отдает предпочтение большая часть компаний на рынке геофизических услуг.

## **7.2 Планирование исследовательских работ в рамках ВКР**

### **7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Исследовательские геофизические работы для построения профиля притока методами ПГИ являются частью нефтегазовой промышленности. Данные работы будут выполняться на территории Киев-Еганского нефтяного месторождения, которое в административном отношении расположено в Каргасокском районе Томской области. Для выполнения исследований для определения профиля притока и оценки технического состояния скважины формируется рабочая группа, в составе которой научный руководитель и студент.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, студент

	4	Календарное планирование работ по исследованию	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение района исследования	Студент
	6	Анализ ранее проведенных работ на территории исследования	Студент
	7	Построение физико-технологической модели	Студент
	8	Выбор методики и техники исследования	Студент
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка качества полученных результатов	Руководитель, студент
	10	Определение целесообразности проведения исследования	Руководитель, студент
	11	Оформление пояснительной записки	Студент
	12	Разработка презентации и раздаточного материала	Студент

### 7.2.2 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:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (7.2)$$

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%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_i}, \quad (7.3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

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

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

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

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 12}{5} = 9,6 \text{ чел. –дн}$$

$$T_{pi} = \frac{9,6}{1} = 9,6$$

### 7.2.3 Разработка графика проведения 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (7.4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  
 $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  
 $k_{кал}$  – коэффициент календарности. Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (7.5)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} = T_{pi} \cdot \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = 9,6 \cdot \frac{366}{366 - 118} = 14,1$$

Значения с расчетами заносим в таблицу 10.

Таблица 10 – Временные показатели проведения исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители, количество	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$				
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ож}$ , 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									
Составление и утверждение технического задания	8	7	5	12	11	10	9,6	8,6	7	1	2	1	9,6	4,3	7	14,1	6,3	10,3
Подбор и изучение материалов по теме	6	10	13	8	12	20	6,8	10,8	15,8	1	2	2	6,8	5,4	7,9	10,06	7,9	11,6
Выбор направления исследования	5	11	10	6	10	13	5,4	10,6	11,2	2	1	2	2,7	10,6	5,6	3,9	15,6	8,2
Календарное планирование работ по теме	11	14	14	14	17	16	12,2	15,2	14,8	1	2	2	12,2	7,6	7,4	18,05	11,2	10,9
Изучение района исследования	10	12	14	14	15	16	11,6	13,2	14,8	1	2	1	11,6	6,6	14,8	17,1	9,7	21,9
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	15,6	21,01	24,8
Составление физико-технологической модели	11	7	6	16	12	10	13	9	7,6	1	2	1	13	4,5	7,6	19,24	6,6	11,24

Продолжение таблицы 10

Выбор методики и техники исследования	5	7	8	9	13	15	6,6	9,4	10,8	1	1	2	6,6	9,4	5,4	9,7	13,9	7,9
Оценка качества 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	2	1	1	8,8	20,8	21,8	13,02	30,78	32,26
Оформление пояснительной записки	4	6	9	5	8	10	4,4	6,8	9,4	1	1	1	4,4	6,8	9,4	6,51	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, раб. дн.													97,6	100,5	117,9			
Итого, руководитель раб. дн.													36,8					
Итого, студент раб. дн.													75,8					

Таблица 11 – Календарный план-график

№ ра б.	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ кал. дней	Продолжительность выполнения работ														
				январь			февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	14,1	■														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	10,06		■	■												
3	Выбор направления исследований	Руководитель, студент	3,9			■												
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	18,05				■	■										
5	Изучение района исследования	Студент	17,1					■	■									
6	Анализ ранее проведенных ГИС	Студент	15,6							■	■							
7	Построение физико-технологической модели	Студент	19,24								■	■	■	■				
8	Выбор методики и техники исследования	Студент	9,7											■	■			
9	Оценка качества полученных результатов	Руководитель, студент	5,18												■	■		
10	Определение целесообразности проведения процесса	Руководитель, студент	13,02													■	■	
11	Оформление пояснительной записки	Студент	6,51															■
12	Разработка презентации и раздаточного материала	Студент	11,54															■



– Руководитель



– Студент

## 7.2.4 Бюджет научно-технического исследования

### 7.2.4.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат производится по действующим ценам с учетом затрат на транспортные расходы (15-25 % от цены). Результаты в таблице № 12.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество			Цена за ед. руб.			Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп.1	Исп. 2	Исп.3
Ручка	шт.	3	3	3	25	40	45	75	120	135
Тетрадь	шт.	2	2	2	20	40	55	40	80	110
Карандаш	шт.	3	3	3	15	25	20	45	60	60
Картридж для принтера	шт.	1	1	2	700	700	700	700	700	700
Миллиметровая бумага	уп.	1	1	1	60	80	90	60	80	90
Белая бумага, А4	уп.	2	2	2	315	300	320	630	600	640
Транспортно-заготовительные расходы 15%								232,5	246	260,25
Итого								<u>1782,5</u>	1886	1995,25

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

Для успешного выполнения данного проекта необходимо приобретение ноутбука для исполнителя проекта, принтера, ПО Microsoft Office для создания документов, лицензионного программного пакета CorelDraw X8 для просмотра каротажных диаграмм и компьютерной оцифровки структурных карт.

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научной-технической организации, рассчитывается в виде амортизационных отчислений. Например, стоимость ноутбука при сроке амортизации 25 месяцев и его использовании в течение 9 месяцев составит 30 тысяч рублей.

Таблица 13 – 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
Ноутбук	1	2	2	30	32	24	30	64	48
Принтер	1	1	1	3,1	5,9	6,7	3,1	5,9	6,7
ПО Microsoft Office	1	2	2	8	9	11	8	18	22
CorelDraw X8	1	2	2	11	11	11	11	22	22
Итого:							<b>52,1</b>	109,9	98,7

### 7.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7.6)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (7.7)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл.);

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (7.8)$$

где  $Z_m$  – 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;

$F_D$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные /праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

$$Z_{\text{дн}}(\text{руководитель}) = \frac{35130 \cdot 10,4}{199} = 1835,94 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}}(\text{дипломник}) = \frac{12790 \cdot 10,4}{199} = 668,42 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (7.9)$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, 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 15 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{р}}$	$K_{\text{пр}}$	$K_{\text{д}}$	$Z_m$	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн.}}$ , руб.
Руководитель	35 130	1,3	0,3	0,2	68 503,5	1 835,94	36,8	67 562,59
Дипломник	12 790	1,3	-	-	16 627	668,42	75,8	50 666,24
Итого:								<b><u>118 228,83</u></b>

#### 7.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (7.10)$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15);

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 16 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 16 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Дипломник	Итого
Основная зарплата	67 562,59	50 666,24	118 228,83
Дополнительная зарплата	10 134,39	7 599,94	<b><u>17 734,33</u></b>
Итого по статье С <sub>зп</sub>	77 696,98	58 266,18	135 963,16

#### 7.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (7.11)$$

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

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	67 562,59	10 134,39
Дипломник	50 666,24	7 599,94
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	27,1%	
Итого отчисления, руб.	<b><u>36 846,02</u></b>	

#### 7.2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, например, затраты на печать, ксерокопирование и прочих услуг связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (7.12)$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 16 %.

Рассчитаем накладные расходы на выполнение проекта:

$$Z_{\text{накл}} = (1\,782,5 + 52\,100 + 118\,228,83 + 17\,734,33 + 36\,846,02) \cdot 0,16 = 36\,270,67 \text{ руб.}$$

#### 7.2.4.7 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 18 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Материальные затраты НИИ	1782,5	1886	1995,25
2. Специальное оборудование для научных работ	52 100	109 900	98 700
3. Основная заработная плата	118 228,83	118 228,83	118 228,83
4. Дополнительная заработная плата	17 734,33	17 734,33	17 734,33
5. Отчисления во внебюджетные фонды	36 846,02	36 846,02	36 846,02
6. Накладные расходы	36 270,67	45 535,23	43 760,71
Бюджет затрат	262 962,35	330 130,41	317 395,69

### 7.3 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (7.13)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (7.14)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – базисная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	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. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,2	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

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

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

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

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т. д.} \quad (7.15)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (7.16)$$

Таблица 20 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,80	1	0,96
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	3,3	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	6,06	3,3	3,96
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,84	0,83	0,65

**Вывод:** по результатам проведенных расчетов были определены следующие показатели: интегральный финансовый показатель разработки; интегральный показатель ресурсоэффективности, интегральный показатель эффективности. При помощи полученных показателей была определена средняя эффективность трех вариантов исполнения исследования. Основываясь на полученных данных, геофизические работы, направленные на определение профиля притока, будет выгоднее сделать по первому варианту исполнения.

## **8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

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

Проектируемые геофизические работы для построения профиля притока будут проводиться осенью на Киев-Еганском месторождении нефти.

В административном отношении месторождение расположено в северной части Томской области в Каргасокском районе.

В географическом отношении район исследования находится в центральной части Западно-Сибирской низменности, на правом берегу реки Обь.

Климат района континентальный. Среднегодовая температура отрицательная, январь – до  $-50^{\circ}\text{C}$ , июль – до  $+36^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков составляет 400-500 мм, максимум отмечается в июле-августе и декабре-январе.

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

#### **8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Согласно перечню мероприятий на объектах (месторождениях) компании применяется вахтовый метод работы: 30/30, дневная смена – с 8:00 до 20:00, ночная смена с 20:00 до 8:00. Время для отдыха и приёма пищи – с 12:30 до 14:00. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ [11]). Согласно статье 168.1 ТК РФ [12], работникам, работающим в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по проезду; расходы по найму жилого помещения; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне

места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д. Размеры и порядок возмещения указанных расходов могут также устанавливаться трудовым договором. На работах с вредными или опасными условиями труда работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ [13]). Для сотрудников компании предусмотрено добровольное медицинское страхование. Сотрудник, имея полис ДМС на определенную сумму, получает возможность обратиться в медицинское учреждение за оказанием платных медицинских услуг. Также сотрудникам, работающим на объектах компании в районах Крайнего севера, предоставляется отпуск длительностью в 52 дня.

### **8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

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

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

При размещении скважинного оборудования на искусственных сооружениях геофизическое оборудование, аппаратура и материалы размещаются согласно схемам, совместно разработанным и утвержденным «заказчиком» и геофизическим предприятием с учетом размеров и конструктивных особенностей куста эксплуатационных скважин.

Обустройство устья скважины должно обеспечивать удобство монтажа лубрикаторного оборудования, спуска, замены и извлечения скважинных приборов.

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

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

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

предупредительного сигнала запрещается нахождение людей в пределах опасных зон.

## 8.2 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы, представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-15)	Этапы работ		Нормативные документы
	полевой	камеральный	
1. Неудовлетворительные метеорологические условия	+	-	ГОСТ 12.1.005-88 [14] ГОСТ 12.1.029-80 [15]
2. Неудовлетворительные показатели микроклимата	-	+	СанПиН 22.4.548-96 [16] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [17] СП 60.13330.2012 [18]
3. Поражение электрическим током	+	+	ГОСТ 12.1.019-79 [19] ГОСТ 12.1.030-81 [20] ГОСТ 12.1.038-82 [21] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [17]
4. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	-	ГОСТ 12.1.005-88 [14] ГОСТ 12.1.038-82 [21]
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	СП 52.13330.2016 [22] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [23]
6. Повышенный уровень шума	+	-	ГОСТ 12.1.003-83 [24] ГОСТ 12.4.125-83 [25] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [26]

### 8.2.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

#### Полевые работы

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

#### 1. Неудовлетворительные метеорологические условия

На территории Киев-Еганского месторождения планируется вести работы в осенний период, соответственно, необходимо рассмотреть

воздействие факторов микроклимата на организм человека в прохладное время года.

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

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

При отрицательных температурах и осадках следует ограничивать время нахождение работников на открытом воздухе, а также применять средства защиты от дождя и холода в виде дождевиков и термобелья. Также следует поддерживать постоянную температуру тела путем организации оптимального режима труда и отдыха.

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

## *2. Повышенный уровень 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 (ППУ), дизельная электростанция.

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

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом:

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

### **Камеральные работы**

#### *1. Неудовлетворительные показатели микроклимата*

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

Особенно большое влияние на микроклимат оказывают источники теплоты, находящиеся в помещении передвижной каротажной лаборатории. Источниками теплоты здесь являются ЭВМ и вспомогательное оборудование, приборы освещения.

В помещениях, должны соблюдаться следующие параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96 [16] (Табл. 22).

Таблица 22 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

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

## *2. Недостаточная освещенность рабочей зоны*

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

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

По нормам освещенности при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами рекомендуется освещенность 300-500 лк рабочей поверхности при общем освещении (СП 52.13330.2016 [22]).

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

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

### **8.2.1.1 Расчет искусственного освещения**

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами (рис. 18):  $H$  – высота помещения;  $h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);  $h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;  $h_{pn}$  – высота рабочей поверхности над полом;  $h = h_n - h_{pn}$  – расчетная высота, высота светильника над рабочей поверхностью;  $L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине ( $A$ ) и ширине ( $B$ ))

помещения расстояния различны, то они обозначаются  $L_A$  и  $L_B$ ),  $l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены. Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ .

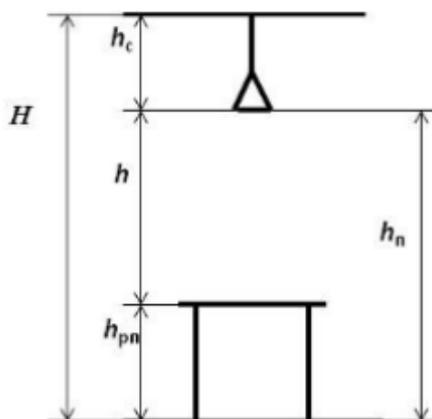


Рисунок 18 – Основные расчетные параметры

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda = L/h$ , уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведет к резкой неравномерности освещенности.

Размеры помещения, в котором ведется работа: длина  $A = 10$  м; ширина  $B = 6$  м; высота  $H = 3,5$  м. Высота рабочей поверхности  $h_{pn} = 0,8$  м.

Согласно СП 52.13330.2016 [22] необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с характеристикой зрительной работы.

Коэффициент отражения стен  $R_c = 50$  %, потолка  $R_n = 70$  %.

Необходимо провести расчёт системы общего люминесцентного освещения в соответствии с [27].

В качестве осветительного прибора был выбран светильник с люминесцентными лампами типа ОД,  $\lambda = 1,4$ .

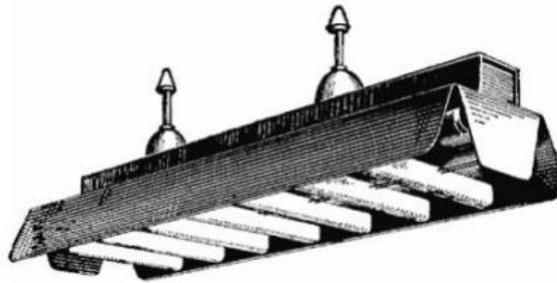


Рисунок 19 – Светильник подвесной с люминесцентными лампами

Расстояние светильников от перекрытия  $h_c = 0,5$  м

$$h = H - h_c - h_{pn} = 3,5 - 0,5 - 0,8 = 2,2 \text{ м} \quad (8.1)$$

$$L = 1,4 \cdot 2,2 = 3,08 \quad (8.2)$$

$$\frac{L}{2} = \frac{3,08}{2} \approx 1 \text{ м} \quad (8.3)$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду можно установить 6 светильников типа ОД мощностью 30 Вт (с длиной 0,933 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 48 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 20). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 24$ . План помещения и размещения на нем светильников приведен на рисунке 3.

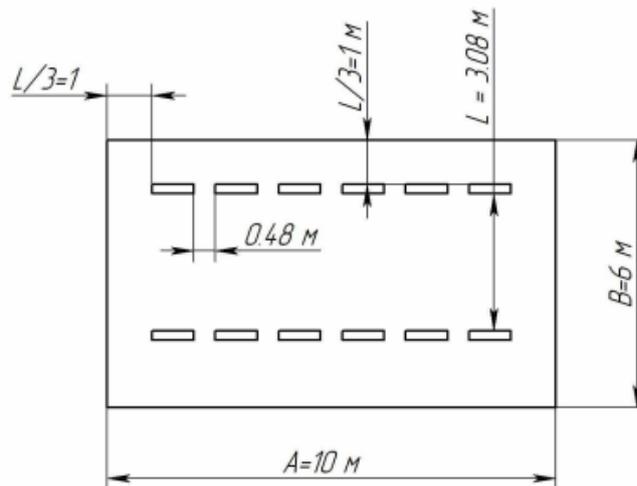


Рисунок 20 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{AB}{h \cdot (A+B)} = \frac{6 \cdot 10}{2,2 \cdot (10+6)} = 1,7 \quad (8.4)$$

Требуемый световой поток:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (8.5)$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СП 52.13330.2016 [22], лк;  $S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;  $K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли. Для помещений с малым выделением пыли равен 1,5.  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp} / E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчетах берется равным 1,1;  $N$  – число ламп в помещении;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока. Коэффициент использования светового потока  $\eta = 0,58$ .

$$\Phi = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,58} = 2133 \text{ лм.} \quad (8.6)$$

Выберем ближайшую стандартную лампу ЛТБ 30 Вт с потоком 2020 лм.

Проведем проверку правильности выбранного освещения:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{л.станд.} - \Phi_{л.расч.}}{\Phi_{л.станд.}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (8.7)$$

$$-10\% \leq -5,6\% \leq 20\%$$

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P = 24 \cdot 30 = 720 \text{ Вт.}$$

Таким образом, можно сказать, что выбранное освещение соответствует требованиям нормативной документации.

### 8.2.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

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

## **Полевые работы**

### *1. Поражение электрическим током*

В полевых условиях электричеством снабжаются: машины, жилой передвижной вагончик, геофизическое оборудование, сварочные работы при различном ремонте оборудования, электричество поступает с дизельной электростанции, мощностью 12 кВт, напряжение которой не превышает 380 В.

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

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [19] защита от поражения электрическим током, используются следующие технические мероприятия:

- 1) Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:
  - защитные оболочки;
  - защитные ограждения (временные или стационарные);
  - безопасное расположение токоведущих частей;
  - изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную);
  - изоляцию рабочего места;
  - малое напряжение;
  - защитное отключение;
  - предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.
- 2) Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетокведущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:
  - защитное заземление;
  - систему защитных проводов;

- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- контроль изоляции;
- компенсация токов замыкания на землю;
- средства индивидуальной защиты.

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

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

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

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

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

средства индивидуальной защиты. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) содержится в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках. Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на рабочих местах, обязаны предупреждать всех проходящих об опасности и запрещать им подходить к аппаратуре, проводам и заземлениям.

### **Камеральные работы**

#### *1. Поражение электрическим током*

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

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

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

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

Основные меры защиты:

- защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, блокировка, сигнализация, знаки безопасности и плакаты);
- защиты от поражения электрическим током при контакте человека с металлическими корпусами, оказавшимися под электричеством (защитное заземление, защитное отключение).

При работе с компьютером соблюдаются требования безопасности согласно нормативным документам (ГОСТ 12.1.030-81 [20], ГОСТ 12.1.038-82 [21]).

### **8.3 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.

#### *Влияние на литосферу*

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

Так, загрязнение почвы сводится к процессам, связанным со спуско-подъемными операциями с прибором. Небольшое количество бурового раствора из скважины попадает непосредственно на почву во время записи каротажных диаграмм, так как лубрикаторное оборудование не обеспечивает

полную герметичность работающей скважины, а также во время замены скважинного прибора с него стекает жидкость.

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

#### *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, 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. Автомобили должны поддерживаться в исправном состоянии.

#### *Влияние на атмосферу*

Источником загрязнения атмосферы будут являться выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора, которые содержат в себе оксид азота ( $\text{NO}_2$ ), 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.).

По ГН 2.2.5.1313-03 [28] 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, чтобы минимизировать выбросы природных углеводородов (согласно типовым инструкциям по безопасности геофизических работ).

#### **8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Основное и самое опасное чрезвычайное происшествие, которое может случиться на кусте, это пожар. Основные причины возникновения пожаров:

- неосторожное обращение с огнем;
- неисправность или эксплуатация электрооборудования без соблюдения правил техники безопасности;
- неисправность и перегрев отопительных электрообогревателей;
- разряды статического электричества, чаще всего происходящие при отсутствии заземлений;
- неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

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

Ответственные за пожарную безопасность обязаны:

– не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности;

– разъяснять подчиненным порядок действий в случае загорания или пожара;

– обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара принять меры по его ликвидации.

Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения:

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

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

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

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) [29].

По пожарной и взрывной опасности (согласно НПБ 105-03 [30]), помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или

обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

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

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

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

### **Выводы по разделу «Социальная ответственность»**

В ходе выполнения раздела социальной ответственности дипломного проекта были продуманы и предложены несколько вариантов решений уменьшения вредных и опасных факторов как на самого работника, так и на окружающую среду на всех этапах проекта.

Также были получены практические знания по поиску и применению региональных стандартов ГОСТов в разных областях безопасности жизнедеятельности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведение промыслово-геофизических исследований позволяет не только получить огромное количество полезной информации об объекте при разработке нефтегазовых месторождений, но и помогает снизить риски возникновения аварийных ситуаций и чрезвычайных происшествий при работе на скважине.

В ходе выполнения ВКР были проанализированы геофизические исследования прошлых лет, выполненные на территории Киев-Еганского нефтяного месторождения. На основании анализа была построена физико-технологическая модель скважины №361 и предложен комплекс методов для построения профиля притока в проектной скважине №365, а также определена методика и техника проектируемых работ.

В качестве специального исследования была рассмотрена аппаратура SNL-HD, применяемая при проведении спектральной шумометрии и позволяющая решить целый ряд задач, таких как определение профиля притока, выявление мест негерметичности обсадных колонн и НКТ, обнаружение заколонных перетоков и др.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был рассчитан общий бюджет затрат на научное исследование, который составил 262 962,35 руб.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрен перечень опасных и вредных производственных факторов и даны рекомендации по снижению их влияния на организм человека. Кроме того, были предложены мероприятия по охране окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оперативный подсчет запасов нефти и растворенного газа пластов Б<sub>6</sub> и Б<sub>9</sub> на Киев-Еганском месторождении Томской области,-М., 2010 г., 131 с.
2. Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т. 2 / Под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 477 с.
3. Выпускная квалификационная работа: методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 21.05.06 Технология геологической разведки специализации «Геофизические методы исследования скважин». Составители Г.Г. Номоконова, А.А. Лукин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 50 с.
4. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах.
5. Аппаратура и оборудование для геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: Справочник/А.А. Молчанов, В.В. Лаптев, В.Н. Моисеев, Р.С. Челокьян.– М.: Недра, 1987.– 263 с., с ил.
6. Основная инструкция пользователя ГеоПоиск 9, 2020, 1172 с.
7. McKinley R.M. Temperature, Radioactive Tracer, and Noise Logging for Well Integrity. Ada Oklahoma, Exxon Production Research, 1994, 160 pp.
8. Асланян А.М., Волков М.В., Сорока С.В., Арбузов А.А., Нургалиев Д.К., Гришин Д.В., Никитин Р.С., Малев А.Н., Минахметова Р.Н. Выявление негерметичности муфтовых соединений насоснокомпрессорных труб, обсадных и технических колонн для скважин ПХГ в соляных кавернах методом спектральной шумометрии. Георесурсы. 2016. Т. 18. № 3. Ч. 1. С. 186-190. DOI: 10.18599/grs.18.3.7

9. Скважинная шумометрия как энергосберегающая инновационная технология / А.М. Асланян [и др.] // Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. №2. С. 8-12.
10. Ghalem S., Amr Mohamed Serry, Ali Al-felasi, Berrim A., Osama Mohamed Keshtta, Filenev M., Draoui E., A. Mohamed, Hicham Abu Chaker, Gabdrakhmanova A., Aslanyan A. Innovative Logging Tool Using Noise Log and High Precision Temperature Help to Diagnoses Complex Problems. Abu Dhabi International Petroleum Conference and Exhibition, 11–14 November 2012, Abu Dhabi, UAE. Access mode: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-161712-MS>. Date of access 19.05.2021.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
15. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
16. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
17. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.
18. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

19. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
20. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
21. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
22. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
24. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением №1).
25. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов.
26. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
27. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех направлений и специальностей ТПУ. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 20 с.
28. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
29. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
30. НПБ 105-03 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

31. Научное обобщение геолого-геофизических материалов и разработка концепции геолого-разведочных работ в зоне деятельности ОАО «Томскнефть» в Томской области: Отчет по договору № ИЦЮ – 0140/2000 от 3.07.2000 г. – Новосибирск, 2001 г. – 365 с.

32. ООО НПП «ИНГЕО-Сервис». Официальный сайт. [Электронный ресурс] – [http://www.ingeo41.ru/index.php?device=logging\\_stations&location=produce](http://www.ingeo41.ru/index.php?device=logging_stations&location=produce)

33. ООО «Псковгеокабель». Официальный сайт. [Электронный ресурс] – [http://pskovgeokabel.ru/products/1\\_12/](http://pskovgeokabel.ru/products/1_12/)

34. АО НПФ «Геофизика». Официальный сайт. [Электронный ресурс] – <https://npf-geofizika.ru/catalog/45/1056/>