

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки  
 (Геофизические методы исследования скважин)  
 Отделение геологии

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
<b>ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ РАЗВЕДКИ БЕРЕЗОВСКОГО ШАХТНОГО ПОЛЯ БЕРЕЗОВО-БИРЮЛИНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b>

УДК 553.94:550.832-047.74(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2231	Китайгора Денис Александрович		

Руководитель ВКР

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

Консультант

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева В.Н.	К.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	К.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Геофизические методы исследования скважин	Ростовцев В.В.	К.Г.-М.Н.		

Томск – 2019 г.

## Планируемые результаты обучения

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

В организационно-управленческой деятельности необходимо научиться эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности (P10), проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных (11).

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки  
 (Геофизические методы исследования скважин)  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2231	Китайгора Денис Александрович

Тема работы:

<b>ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ РАЗВЕДКИ          БЕРЕЗОВСКОГО ШАХТНОГО ПОЛЯ БЕРЕЗОВО-БИРЮЛИНСКОГО          УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2019 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Геолого-геофизические материалы преддипломной практики (геология, данные работ ГИС, результаты интерпретации), цифровые материалы ГИС для специальной главы
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования,</i>	Географо-экономическая характеристика Березово-Бирюлинского угольного месторождения; геолого-геофизическая характеристика месторождения и его геофизическая изученность; петрографический состав и степень метаморфизма углей; зольность углей месторождения; построение физико-геологической модели месторождения; выбор методов и обоснование геофизического комплекса; методика проведения работ геофизических работ; интерпретация каротажного материала; методики

проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	определения зольности угольных пластов в их естественном залегании по данным ГИС.
---	---

<b>Перечень графического материала</b>  (с точным указанием обязательных чертежей)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Положение Березово-Бирюлинского и «Березовский Глубокий» лицензионных участков на фрагменте карты (вне масштаба)</li> <li>2. Пример искажение кривых ГИС за счет влияния каверны</li> <li>3. Пример интерпретации пласта сложного строения по ГИС</li> <li>4. Определение верхней границы пласта на контакте с углистой породой</li> <li>5. Пример выделения конкреции по каротажу</li> <li>6. ФГМ шахты Березово-Бирюлинского угольного месторождения</li> <li>7. Связь относительных геофизических параметров с зольностью</li> <li>8. Пример определения зольности угольного пласта сложного строения по диаграмме кажущегося сопротивления</li> <li>9. Пример определения зольности угольного пласта сложного строения по диаграмме кажущейся электропроводности <math>\sigma_k</math></li> <li>10. Пример определения зольности угольного пласта по диаграмме <math>J_{\gamma\gamma c}</math></li> <li>11. Пример палетки для определения поправочных коэффициентов учета влияния мощности пласта и параметра регистрации <math>K_{hw}</math>, диаметра скважины и радиоактивности бурового раствора <math>K_{др}</math> на величину аномалий. Шифр кривых: а - <math>w=v\tau</math>, б – П</li> </ol>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Геологическая часть	Колмаков Ю.В.
Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность	Фадеева В.Н.
Социальная ответственность	Белоенко Е.В.

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

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2231	Китайгора Денис Александрович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 89 с., 11 рис., 18 табл., 29 источников.

*Ключевые слова:* геофизические методы исследования скважин (ГИС); Березово-Бирюлинское месторождение, оценка зольности угольных пластов, оценка запасов каменного угля, проектирование геофизических методов ГИС, интерпретация данных.

*Объектом исследования являются* угольные пласты Березово-Бирюлинского месторождения.

*Цель работы* – проект на проведение геофизических исследований в скважинах на Березово-Бирюлинском месторождении Кемеровской области.

*В процессе исследования проводился* анализ геологического строения Березово-Бирюлинского месторождения; результатов ранее проведенных ГИС; составлен проект геофизических работ с целью решения разведочных задач на месторождении.

*В результате исследования* был составлен проект геофизических исследований для доразведки Березово-Бирюлинского месторождения, определен метод исследования скважин.

*Область применения:* геофизические исследования в скважинах на уголь.

*В будущем планируется:* использовать выбранный комплекс ГИС для последующей разведке угольных месторождений Кузбасса.

## ESSAY

The final qualifying work contains: 89 p., 11 pic., 18 tab., 29 sources,.

Key words: geophysical well survey methods; Berezovo-Biryulinskoye deposit, evaluation of the ash content of coal seams, evaluation of coal reserves, design of geophysical methods of GIS, data interpretation.

The object of the study are coal seams of the Berezovo-Biryulinsky deposit.

The aim of the work is a project to conduct geophysical studies in wells at the Berezovo-Biryulinsky field in the Kemerovo Region.

In the course of the study, an analysis of the geological structure of the Berezovo-Biryulinsky field was carried out; results of previously conducted GIS; A project of geophysical work was drawn up with the aim of solving exploration tasks at the field.

As a result of the study, a project of geophysical studies was drawn up for supplementary exploration of the Berezovo-Biryulinsky field, and a well survey method was determined.

Scope: geophysical surveys in coal wells.

In the future it is planned to use the selected geophysical well survey complex for further exploration of the Kuzbass coal deposits.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СОКРАЩЕНИЙ .....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	11
1.1 Географо-экономический очерк .....	11
1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность .....	14
2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	19
2.1 Литолого-стратиграфический разрез .....	19
2.2 Тектоника .....	27
2.3 Угленосность .....	29
2.4 Качество угля и его технологические свойства .....	32
2.4.1 Петрографический состав и степень метаморфизма углей .....	32
2.4.2 Марочный состав.....	33
2.4.3 Зольность углей .....	34
2.4.4 Обогащаемость углей .....	34
2.5 Гидрогеологические условия .....	35
3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАННЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	37
4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	44
4.1 Задачи геофизических исследований.....	44
4.2 Обоснование объекта исследований .....	44
4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования .....	44
4.4 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса .....	45
5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ .....	47
5.1 Методика проектных геофизических работ .....	47
5.2 Метрологическое обеспечение .....	48
5.3 Интерпретации каротажных материалов.....	49

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ИХ ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАЛЕГАНИИ ПО ДАННЫМ ГИС .....	53
6.1 Определение зольности угольных пластов по данным кажущихся сопротивлений .....	54
6.2 Определение зольности угольных пластов по данным кажущейся электропроводности.....	57
6.3 Определение зольности угольных пластов по данным селективного гамма-гамма-метода .....	58
6.4 Определение зольности угольных пластов по данным естественной радиоактивности.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	64
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	66
7.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту .....	66
7.2 Расчет финансовых расходов на проектируемые работы.....	69
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	74
8.1 Введение.....	74
8.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	74
8.3 Производственная безопасность.....	76
8.3.1 Анализ вредных производственных факторов.....	77
8.3.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению .....	81
8.4 Экологическая безопасность.....	83
8.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
8.6 Заключение по разделу .....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

## **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СОКРАЩЕНИЙ**

Абс. - абсолютная отметка горизонта

б/н - без названия

Гор. - горизонт

ГИС - геофизические исследования в скважинах

Грр- геологоразведочные работы

ГР- горные работы

ГРП - геологоразведочная партия

КСГк, КСпз, ТК, БТК(БК-3Т), ГК, ГГК, КМ и ГБС – комплекс методов каротажа

м – метр

п.м.- погонный метр

Р. - реки

Р.л. - разведочная линия

Скв. - скважина

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью дипломного проекта является выбор рационального комплекса геофизических исследований для доразведки Лицензионных участков недр Березово-Бирюлинского и «Березовский Глубокий» каменноугольных месторождений Кемеровской области, который позволит провести литологическое расчленение разрезов скважин с определением литологической принадлежности слоев пород, их мощности и границ залегания.

В процессе разведки месторождения будет проведен комплекс геологических, геофизических, гидрогеологических, лабораторных и других исследований, на основе которых выполняется подсчет запасов угля, оцениваются условия отработки пластов.

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 1.1 Географо-экономический очерк

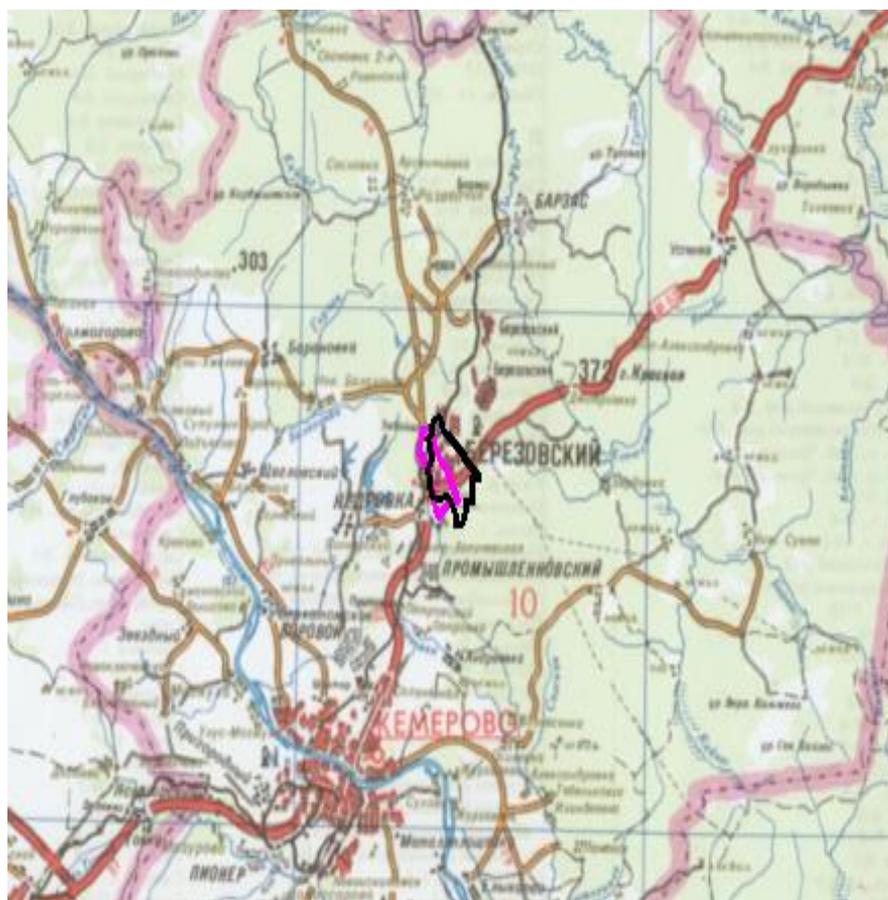
Лицензионные участки недр Березово-Бирюлинское месторождение (далее участок «Поле шахты Березовская») и «Березовский Глубокий» расположены в северо-восточной части Кемеровского геолого-экономического района Кузбасса и являются частью Березово-Бирюлинского месторождения.

Правом пользования недрами на лицензионные участки «Поле шахты Березовская» и «Березовский Глубокий» обладает АО «Угольная компания «Северный Кузбасс» на основании лицензий: КЕМ 14884 ТЭ на право пользования недрами с целью добычи каменного угля, КЕМ 14900 ТЭ на право пользования недрами с целью разведки и добычи каменного угля, в 2017 году лицензии КЕМ 14884 ТЭ и КЕМ 14900 ТЭ актуализированы. Срок окончания лицензий 10.04.2028г.

Площадь участка недр месторождения на дневной поверхности с учетом проекции составляет 23,13 км<sup>2</sup>.

По административному делению лицензионные участки недр входят в состав муниципальных образований «Кемеровский район» и «Город Березовский» Кемеровской области. Областной центр г. Кемерово расположен в 20-25 км юго-западнее границ лицензионных участков.

Климат района резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. Зима длится 5 месяцев, холодные месяцы – декабрь и январь, абсолютный минимум температуры достигает в это время минус 43,9 °С. Среднесуточные колебания температуры в районе доходят до 22 °С. Средняя минимальная температура самого холодного месяца (января) минус 23,8 °С, средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца (июля) плюс 25,1 °С.



- АО «Угольная компания «Северный Кузбасс» КЕМ 14900 ТЭ
- АО «Угольная компания «Северный Кузбасс» КЕМ 14884 ТЭ

Рисунок 1 – Положение Березово-Бирюлинского и «Березовский Глубокий» лицензионных участков на фрагменте карты (вне масштаба)

Снеговой покров появляется в октябре и, так как местность залесенная, держится до середины мая. Число дней со снегом в году – 186. Снеговой покров, благодаря наличию сильных ветров, распределяется крайне неравномерно: в логах снежный покров достигает от полутора до двух метров, на равнинных местах от 0,80 до одного метра. Глубина промерзания почвы от 0,4 метра (в низинах) до 2,5 метров (на водоразделах). Весна отличается быстрым таянием снежного покрова и бурным половодьем. Среднегодовое количество осадков равно 619,5 мм: на летний период приходится 227 мм, на зимний 392 мм. Господствующие направления ветров – юго-западное и южное. Наибольшие скорости ветра (3,0-3,5 м/сек) наблюдаются в зимнее и весеннее время, уменьшаясь летом до 1,6-2,8 м/сек. Максимальное количество дней с метелями наблюдается в январе-марте и достигает 8-9 дней/мес.

Шахтное поле приурочено к водоразделу между реками Томь и Барзас. Поверхность шахтного поля залесена и расчленена многочисленными реками, ручьями и логами. Высотные отметки в пределах участка изменяются от 195 м (абс.) в долине реки Полуденный Шурап до 300 м (абс.) на водоразделе между речками Долгополиха, Верхний Шурап и Конюхта.

В пределах шахтного поля берут свое начало речки Березовая, Верхний Шурап, Северная Конюхта, Южная Конюхта и Долгополиха. Границу шахтного поля пересекает речка Полуденный Шурап, которая образуется от слияния двух речек: Северный Шурап и Южный Шурап. Непосредственно на площади работ протекает р. Южный Шурап.

Земли участка по целевому назначению относятся к категориям земель лесного фонда и землям промышленности. Лесной фонд находится в государственной собственности, принадлежит Барзасскому и Кемеровскому лесхозам, земли промышленности принадлежат г. Березовскому и частично Кемеровскому району.

Шахта «Березовская» связана с городами Березовский и Кемерово асфальтированной дорогой и имеет выход на железнодорожную ветку Кемерово-Барзас. В центральной части поле шахты пересекает федеральная трасса М-53. Шахта «Березовская» связана с городами Кемерово, Березовский и Анжеро-Судженск асфальтированными шоссейными дорогами. Подъездной железнодорожный путь шахты примыкает к железнодорожной ветке Кемерово-Барзас Западно-Сибирской железной дороги.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения является вода из горводопровода. Для целей технического водоснабжения используются очищенные воды шахтного водоотлива.

Согласно действующей в настоящее время карте сейсмического районирования рассматриваемые участки находятся на территории с нормой сейсмичности в шесть баллов.

## 1.2 Краткая геолого-геофизическая изученность

Первые исследования месторождения комплексами ГИС производились в 1955-1957 годах. На тот момент комплекс ГИС был несовершенным, так как состоял только из электрических методов: в масштабе 1:200 – каротаж кажущегося сопротивления (КС), токовый каротаж (ТК), каротаж методом самопроизвольной поляризации (ПС), электролитический каротаж (ЭК). Детальное исследование в масштабе 1:50 выполнялось в ограниченном объеме. Отсутствие радиоактивных методов не позволяло уверенно разделять угли и углистые породы, угли и песчаники, минерализованные породы. Для проверки правильности интерпретации проводились прострелочные работы, но в небольшом объеме. Каротаж проводился на разборных установках с полуавтоматической записью кривых.

В 1961-1967 годах при производстве геофизических работ, кроме электрических методов, начали применяться радиоактивные методы ГК и ГГК, что позволило однозначно выделять в разрезе угольные пласты. Недостатком комплекса ГИС, применяемого с 1965 года по 1967 год является то, что детализация пластов выполнялась только методами КС и ТК, что не позволяло более детально расчленивать породы непосредственной почвы и кровли пластов и выделить углистые породы. В небольшом объеме проводились отборы проб грунтоносами ГМК-50 с целью определения литологической принадлежности пород, но без лабораторных исследований образца. В этот период для выполнения каротажа КС начал применяться стандартный подошвенный градиент-зонд А2,95М0,1N, разработанный Опытно-методической партией КГЭ, что позволило привести диаграммы КС к единым условиям записи. Каротажные работы проводились на полуавтоматических станциях.

С помощью такого комплекса подтверждалось наличие угольных пластов, выявленных при бурении, определялись их глубины залегания, мощности и строение. Недостатком комплекса является то, что в масштабе 1:50

радиоактивные методы не выполнялись, что не давало возможности более точного определения строения и мощности пластов.

На 3 этапе, в 1966-1978 годах, широко применялись методы ГК и ГГК (радиометр ДРСТ-2), с 1968 года токовый каротаж начал заменяться методом каротажа КСпз, так как его кривая не подвержена экранному эффекту и масштабируется, а также начал внедряться метод ГГКС. В скважинах глубже 300 м выполнялась инклинометрия приборами ИШ-2. В 2 скважинах была проведена резистивиметрия. Геофизические исследования стали выполняться с помощью автоматических каротажных станций АЭКС-900.

В задачи ГИС стали входить:

- а) выделение угольных пластов, определение их мощности, строения и глубины залегания;
- б) литологическое расчленение пород разреза;
- в) корреляция разрезов скважин и установление синонимии угольных пластов;
- г) выделение тектонических нарушений и определение их характера и амплитуды;
- д) определение искривления скважин;
- е) изучение гидрогеологических условий месторождения;
- ж) определение технического состояния скважин.

На 4 этапе работ, в 1983-1988 годах, стала применяться кавернометрия в масштабах 1:200 и 1:50. Комплекс ГИС стал состоять из методов КСгз, КСпз, (или  $\rho_k$  и  $\sigma_k$ ), ГК, ГГК, кавернометрии в поисковом (1:200) и детализационном (1:50) масштабах. В масштабе 1:50 или 1:20 (для тонких пластов) в обязательном порядке выполнялся метод ГГКС. При выполнении метода ГГКС использовался прибор РУР-1 с источником  $Tu^{170}$ . Проводилось грунтоносное опробование. Кавернометрия производилась каверномерами КМ-1 или КМ-2. Включение в комплекс ГИС кавернометрии позволило более достоверно определять мощность и строение пластов за счет учета влияния каверн на искажение кривых КС ( $\rho_k$ ), БК-3Т ( $\sigma_k$ ), ГГК. Также появилась возможность выделять зоны

повышенной кавернозности, часто сопровождающие тектонические нарушения, и в результате более точно определять их местоположение и амплитуду. В скважинах глубиной свыше 500м выполнялась термометрия. Проводились гидрогеофизические исследования методами резистивиметрии и расходомерии.

В вертикально запроектированных скважинах глубже 200м и во всех наклонных скважинах, согласно «Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах» 1985 года выпуска, выполнялась инклинометрия. Геофизические исследования производились на автоматических каротажных станциях СК-1.

Этот комплекс позволял решать следующие задачи:

а) выявление в разрезах скважин угольных пластов, определение их мощности, строения и глубины залегания;

б) литологическое расчленение разрезов скважин;

в) выявление в пластах, а также в их непосредственной кровле и почве конкреционных образований;

г) корреляционная увязка разрезов скважин и определение синонимии угольных пластов;

д) выявление тектонических нарушений с определением их амплитуды;

е) определение геотермического градиента;

ж) выявление водоносных горизонтов, определение их мощности, дебита и фильтрационных свойств;

В 1989-1991 годах стандартный комплекс ГИС состоял из методов рк, ск, ГК, ГГК (одновременная запись), кавернометрии в 1:200 и 1:50 масштабах. В масштабе 1:50 комплекс включал также метод ГГКС. Измерения проводились комплексной геофизической скважинной аппаратурой БКР-3М с аналоговой записью, одновременно записывающей 4 параметра - рк, ск, ГК и ГГК, что позволило сократить время на производство каротажа и повысить качество интерпретации.

В 2005-2006 годах комплекс ГИС не изменился.

Таблица 1 – Сводная таблица объемов выполненных каротажных работ

Годы разведки	Примененный комплекс геофизических исследований и способ регистрации	Количество скважин			Кол-во пластопересечений			Примечание
		Пробурено	Прокаротировано		Перебурено	Прокаротировано		
			Кол-во	%		Кол-во	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1955-1957гг. Детальная разведка уч. Конохтинского	М 1:200 - КС, ТК, ЭК, ПС. М 1:50 (выборочно) - КС, ТК, в небольшом объеме - прострелочные работы.	130	36	28	289	129	45	Разборные установки, полуавтоматическая запись.
1961-1967гг. Детальная разведка уч. Восточно-Бирюлинского и п.ш.Березовской	М 1:200 - КС, ТК, внедрение ГК, ГГК; Инклинометрия. Термометрия. Резистивиметрия. М 1:50 (по всем рабочим пластам) - КС, ТК, БТК(БК-3Т), в небольшом объеме - прострелочные работы.	109	85	78	444	370	83	Полуавтоматические станции ПКС-400 и ПКС-750. Для КС потенциометр ЭП-1. Для ГК, ГГК – радиометр РК-60Л. Фотоинклинометр ИФ-6. Электротермометр ЭТС. Резистивиметр РСМ. Боковые стреляющие грунтоносы ГМК-50 через 10см без определения зольности. С 1960 года стандартный зонд А2,95М0,10N. Для ТК зонд А∞В.
1966-1979гг. Доразведка поля шахты Березовской	М 1:200 - КСгз, ТК (или КСпз), ГК, ГГК, кавернометрия. Инклинометрия. Термометрия. Резистивиметрия М 1:50 – КСгз, БТК(или КСпз),ГК, ГГК, кавернометрия, на стадии внедрения ГГКС, в небольшом объеме - прострелочные работы.	481	440	92	1528	1504	98	Автоматические станции АЭКС-900. Потенциометр ПАСК-8, радиометр ДРСТ-2, каверномер КМ-1. прибор для ГГКС – ПРК-62. Инклинометр КИТ-2. Электротермометр ЭТС. Резистивиметр РСМ. Грунтоносы ГМК-50 через 10см.
1983-1988гг. Предварительная разведка ниж. гориз. Березовского ниж. гор. Бирюлинского мест-я мест. уч.Конохтинский 1, уч. Уклонное поле 16, доразведка сев. части, эксплуатац. ск	М 1:200 – КСгз, КСпз (или рк, ск), ГГК, ГК, кавернометрия. Термометрия. АК ( $\Delta T_p$ , $\alpha_p$ ).ГГКП. Инклинометрия. М 1:50 – рк, ск, ГГК, ГК, ГГКС, кавернометрия, грунтоносное опробование. Определение ФМС образцов керна в полевой лаборатории.	68	61	90	532	489	92	Каротажные станции СК-1 с автомат. аналоговой записью. Комплексный скважинный прибор БКР-3, зонд 0,40м, источник $Co^{60}$ активность 2,2мг/экв.Ра, $\tau = 3$ сек. Инклинометр КИТ-2. Каверномер КМ-1, КМ-2. Для АК прибор ПАРУС-1. Для ГГКП прибор КУРА-3. Для ГГКС прибор РУР-1. Электротермометр ТЭГ. Грунтоносы ГМК-50, ГМС-40.

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1989-1991гг. Предварительная разведка глубоких горизонтов Березовского мест-я	М 1:200 - рк, ск, ГК, ГГК (одновременная запись), кавернометрия; Инклинометрия. Термометрия. Резистивиметрия, расходомертия. АК ( $\Delta T_p$ , $\alpha_p$ ), ГГКП. М 1:50-, рк, ск, ГК, ГГК (одновременная запись), ГГКС, кавернометрия.	7	7	100	71	71	100	Автоматические каротажные станции СК-1 с аналоговой записью, Комплексный скважинный прибор БКР-3М. Каверномер КМ-2. Инклинометр КИТ. Электротермометр ТЭГ-36. Резистивиметр РС -0,1-36. Расходомер РЭТС. Для АК прибор ПАРУС-4. Для ГГКП прибор КУРА-3. Для ГГКС прибор РУР-2.
2005-2006гг. Детальная разведка участка Конюхтинского Западного	М 1:200 - рк, ск, ГК, ГГК (одновременная запись), кавернометрия; Инклинометрия. Термометрия. Резистивиметрия, расходомертия. М 1:50- рк, ск, ГК, ГГК (одновременная запись), кавернометрия, ГГКС.	11	11	100	89	89	100	Автоматические каротажные станции СК-1 с аналоговой записью. Комплексный скважинный прибор. БКР-3М. Для ГГКС прибор РУР-2. Каверномер КМ-2. Инклинометр КИТ-60. Электротермометр ТЭГ-36. Резистивиметр РС -0,1-36. Расходомер РЭТС.
	ИТОГО:	810	644		2953	2668		

## 2 ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Литолого-стратиграфический разрез

На площади лицензионных участков развиты угленосные отложения мазуровской, алыкаевской, промежуточной и частично ишановской свит.

*Мазуровская свита* ( $C_2mz$ ) вскрыта в восточной части участка «Поле шахты Березовская», верхняя граница свиты проходит по почве пласта XXXIII. Мощность вскрытой части в границах лицензионного участка составляет 135-160 м, и лишь в юго-восточной части шахтного поля достигает 260-330 м.

Свита представлена мелкозернистыми песчаниками (до 73 %), чередующимися с алевролитами (25 %), реже аргиллитами и угольными пластами, в основном мощностью менее одного метра. Встречаются и прослои конгломератов мощностью менее одного метра.

Для отдельных литологических разностей пород свиты характерна большая фациальная устойчивость. В ней много маркирующих горизонтов. Для всех пород, слагающих свиту характерна мелкослоистая текстура, мелко- и среднезернистая структура, почти полное отсутствие тонких глинистых пород – аргиллитов. Переходы от одного слоя в другой неотчетливые, постепенные. Очень характерно наличие в отложениях сидеритизированных конкреций.

Повторяемость отдельных литологических разностей очень частая. Также часто в свите повторяются угли, однако промышленная угленосность свиты очень невелика.

В границах лицензионных участков свита вмещает три угольных пласта: XXXIX, XXXVI, XXXV, два из которых – XXXIX, XXXV – кондиционные. Общая угленосность свиты составляет 1,8 %, рабочая угленосность – 1,1 %.

Для каждого из пластов свиты есть свои маркирующие горизонты, позволяющие коррелировать разрез.

Нижнему в разрезе пласту угля XXXIX постоянно сопутствует комплекс пород: крупный черный алевролит, углистый алевролит, алевролит

неяснополосчатый средний, трещиноватый, часто комковатой текстуры с иголочками и желваками пирита. К этой пачке приурочены все находки фауны и флоры. Это такие виды, как: *Lingula*, *Chonetes spirifer*, *Angaridium Demetria*, *Neuropteris*, *Korethophyllites*. Ее сменяет такой же устойчивый по мощности и составу слой очень крепкого кремнистого, неслоистого песчаника.

Толща пород, залегающих в кровле пласта XXXV, не похожа на нижележащую. Она представлена среднезернистым песчаником, который принято называть «полосчатым» за его мелкослоистую текстуру, обусловленную наличием большого количества углистого детрита. Этот горизонт песчаника нередко перекрывается тонкими прослойками алевролита и углистого алевролита.

Песчаники в основном мелкозернистые алевритистые, редко среднезернистые, еще реже крупнозернистые, сложенные обломками от 0,05 до 0,33 мм. Сортировка обломочного материала средняя, окатанность слабая. Состав песчаников преимущественно полимиктовый, кварцево-полевошпатовый. Обломочный материал сложен преимущественно зернами полевых шпатов (16-30 %), представленными ортоклазом, микроклином, плагиоклазом; зернами кварца (13-22 %); обломками микрокварцитов, кварцитов (7 %) и кремнистых пород (6-15 %). В таком же количестве присутствуют осадочные (3-15 %), эффузивные (6-15 %) породы. В незначительном количестве присутствуют обломки метаморфических пород (1-4 %), карбонатов (1,5-4 %), гранитов (2 %), слюд (1-4 %), редко - единичные зерна циркона. Цемент контактово-поровый, преимущественно слюдисто-кремнистый, иногда карбонатизирован. Он занимает 15-43 % состава породы. Иногда в песчаниках встречаются брекчиевидные обломки среднезернистого углистого алевролита. Очень широко в разрезе представлены породы типа переслаивания. Слоистость параллельная, редко косопрерывистая.

Алевролиты крупнозернистые, средние и мелкозернистые. Обычно слоистые, за счет более светлого алевролита или песчаника. Размер алевритового материала варьируется от 0,01 до 0,15 мм. Сортировка обломочного материала

средняя, окатанность слабая. Состав обломочного материала следующий: кварц – 21 %, полевые шпаты – 9 %, обломки кварцитов и кремнистых пород – 13 %, обломки осадочных пород – 13 %, эффузивов – 6 %, метаморфических пород – 9 %, листочки мусковита, биотита и хлорита – 6 %. Цемент в количестве 23 % преимущественно поровый, глинисто-слюдисто-кремнистого состава, нередко карбонатизированный. Многочисленны пятнистые и древовидные включения сидерита.

Прослойки конгломерато-брекчии, редко встречающиеся в разрезе, состоят из обломков мелкого алевролита и темно-серого аргиллита мощностью от 5 мм до 5 см (окатанных и неокатанных). Обломки сцементированы песчаником мелкозернистым, часто вскипают в HCl. Состав песчаника – обломки величиной 0,1-0,22 мм. Сортировка зерен средняя, обломочный материал окатан слабо. Состав полимиктовый, кварцево-полевошпатовый. Карбонаты (кальцит) присутствуют в составе минеральных зерен очень редко.

В составе обломков горных пород преобладают эффузивы, достаточно развиты обломки кремнистого состава, осадочные породы. Метаморфические породы, такие как слюды, мусковит, биотит, хлорит встречаются редко. Цемент контактово-поровый слюдисто-кремнистого, местами карбонатного состава. В качестве компонентов присутствуют: кварц – 9 %, полевые шпаты – 30 %, осадочные – 15 %, кремнистые – 12 % породы, эффузивы – 17 %, карбонаты – 1,5 %, метаморфические породы – 0,5 %, слюды – 2,5 %, цемент – 14 %.

*Алыкаевская свита (C<sub>3al</sub>)* согласно залегает на отложениях мазуровской свиты. Верхняя граница свиты проходит по почве первого мощного слоя песчаников, залегающего в кровле пласта Семеновского. Мощность свиты в границах лицензионных участков составляет 530-610 м.

По литологическому составу алыкаевскую свиту можно разделить на три части.

Нижняя часть свиты мощностью 220-250 м включает в себя угольные пласты XXXIII, XXXII, XXVII, XXVI (из которых к кондиционным относятся пласты XXXIII, XXVII, XXVI) и большое количество тонких и невыдержанных

пропластков. Она представлена чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углистых аргиллитов. При этом 52 % от состава толщи принадлежит песчаникам, 46 % – алевролитам и аргиллитам и примерно 2 % – углям.

Песчаники преобладают мелкозернистые, часто на известковом цементе, с мелкой пологоволнистой, косою и прерывистой слоистостью. Нередки породы переходного типа от песчаника к алевролиту крупнозернистому.

Алевролиты в основном крупные и средние, с прерывистой или горизонтальной слоистостью, с прослойками сидерита.

Растительный и животный мир этой части разреза небогат и тем самым подчеркивает промежуточное положение осадочной толщи между отложениями алыкаевской и мазуровской свит. Фауна отмечена лишь в горизонтах углистых аргиллитов почвы пласта XXVII и относится к виду *Mrassiella umbonata*. Отпечатки флоры ограничиваются видом *Neuropteris*.

Следующий комплекс пород мощностью 160-180 м включает угольные пласты XXV и XXIV (кондиционный – пласт XXIV) и почти полностью сложен песчаниками. На их долю приходится около 80 % от состава толщи, алевролиты составляют 15 %, угли – 1,3 %, углистые аргиллиты – 3 %.

Песчаники этого разреза светлые среднезернистые, неслоистые, либо с прерывистой косою слоистостью, со следами взмучивания, завихрения у почв отдельных слоев. Очень часто в песчаниках присутствуют обломки аргиллитов и алевролитов. Мощности отдельных слоев песчаников достигают 60-90 м (в кровле XXVI, XXV и XXIV пластов). Цемент песчаников часто известковый, они бурно вскипают при реакции с HCl.

Алевролиты в основном тонкие и неслоистые, как и аргиллиты, и углистые аргиллиты, с раковистым и полуугловатым изломом. В этих породах захоронено большое количество растительных и животных остатков.

Верхняя часть алыкаевской свиты мощностью 150-180 м сложена породами песчано-глинистого комплекса с преобладанием алевролитов (60 %). По своему внешнему облику, по текстурным признакам эти породы близки к

таковым из нижней толщи, но по структуре отличаются в сторону более тонкоотмученных пород.

Данная толща включает угольные пласты: XXI, Спутник XXI и Семеновский, из них XXI, Спутник XXI кондиционные пласты. В этом межпластье заключено большое разнообразие и обилие фауны и флоры. В кровле пластов XXI и Семеновский растительные остатки залегают в виде лесной подстилки. Определены такие растительные отпечатки: *Koretrophyllites*, *Gondwanidium*, *Pecopteris*, *Annularia*, *Neuropteris*, *Paracalamites* и др. Из фауны найдены: *Kinerkaella*, *Mrassiella*, *Antrocouanta* и др.

В результате литолого-петрографического изучения отложений *алыкаевской свиты* выделены следующие типы пород: песчаники, алевролиты, аргиллиты.

Песчаники в основном мелкозернистые алевритистые, редко среднезернистые, сложенные обломками от 0,05 до 0,42 мм. Сортировка обломочного материала от средней до хорошей, окатанность слабая. Состав песчаников преимущественно полимиктовый, кварцево-полевошпатовый. В образцах часто отмечается субпараллельная ориентировка некоторых компонентов. Обломочный материал сложен преимущественно зернами полевых шпатов (10-26 %), представленными ортоклазом, микроклином, плагиоклазом; зернами кварца (11-32 %); обломками микрокварцитов (1-5 %), кварц-полевошпатовых (2-4 %) и кремнистых пород (7-13 %). Присутствуют осадочные (2-6 %), эффузивные (8-22 %) породы. В незначительном количестве присутствуют обломки метаморфических пород (1-4 %), карбонатов (1-4 %). Отмечаются листочки хлорита, мусковита, биотита, гидрослюд, редко - циркон. Состав цемента, занимающего 12-21 % состава пород, кремнисто-гидрослюдистый, реже кремнисто-глинисто-гидрослюдистый, кремнистый, очень редко карбонатизирован. Тип цементации контактово-поровый, пленочный. Слоистость обычно параллельная за счет включений глинистого, гидрослюдистого состава, редко косая, обусловленная прослойками углистого аргиллита.

Алевролиты крупнозернистые, средние и мелкозернистые. Параллельно или волнисто слоистые за счет смены гранулометрического состава, слоев растительного детрита, слюдистого материала. Размер алевролитового материала варьируется от 0,01 до 0,13 мм. Сортировка обломочного материала средняя, окатанность слабая. Состав обломочного материала следующий: кварц – 12-38 %, полевые шпаты – 10-20 %, обломки микрокварцитов – 2-5 % и кремнистых пород – 6-12 %, обломки осадочных пород – 2-13 %, эффузивов – 7-16 %, метаморфических пород – 2-4 %, карбонатов (кальцит, сидерит, доломит) – 1-11 %, растительный детрит – 2-5 %. Отмечаются единичные листочки гидроокислов железа, мусковита, биотита, глауконита и хлорита. В качестве аксессуарных минералов присутствуют рутил, турмалин, редко циркон. Цемент в количестве 14-41 % преимущественно контактово-поровый, пленочный, кремнисто-гидрослюдисто-глинистого состава, нередко карбонатизированный, сидеритизированный, с примесью углистого вещества.

Аргиллиты, обычно переслаивающиеся с алевролитом мелкозернистым, содержат частицы обломочного материала размером до 0.008 мм. Слоистость параллельно-волнисто-прерывистая. Состав глинистый, либо кремнисто-глинисто-карбонатный. В нее погружены многочисленные мельчайшие частички растительного детрита, зернышки кварца, полевых шпатов. Отмечается наличие пирита в виде слоев и пятен, состоящих преимущественно из округлых зерен 0,01-0,025 мм в диаметре.

Общая угленосность *алыкаевской* свиты составляет 1,6 %, рабочая угленосность – 1,3 %.

*Верхнебалахонская подсерия (C<sub>1</sub>-P<sub>1</sub>bl<sub>2</sub>)* в границах лицензионных участков представлена *промежуточной (P<sub>1</sub>pr)* и частично *ишановской (P<sub>1</sub>iš)* свитами.

Верхняя граница *промежуточной свиты (P<sub>1</sub>pr)* проводится по почве мощного слоя песчаников в кровле пласта Выклинившегося. В границах участков свита достигает мощности 640-720 м.

Свита сложена песчано-глинистым комплексом пород, среди которых выдержанными в разрезе являются мощные пачки песчаников. Песчаникам свиты принадлежит около 60 % от состава, алевролиты, аргиллиты и пласты угля занимают подчиненное положение.

По литологическому составу отложения свиты можно разбить на два цикла: нижнепромежуточный и верхнепромежуточный.

Нижнепромежуточный цикл состоит из мощной пачки песчаников (до 100-115 м) и пачки переслаивания. Песчаники слагают нижнюю часть разреза, залегают в почве пласта Бирюлинский. Породы светлые, плохо сортированные – разнозернистые с многочисленными прослойками гравелитов и конгломератов. Пачка переслаивания представлена равномерным чередованием слоистых песчаников, алевролитов, углистых аргиллитов и углей, слагающих комплекс угольных пластов Спутник Двойного, Двойной (верхняя и нижняя пачки), Верхний, Кумпановский, Конгломератовый. В ней найдено множество отпечатков фауны и флоры хорошей сохранности. Флора представлена хвощами и папоротниками. Фауна остатками *Antrocouanta*, *Spirorbis* и ходами илоедов.

Верхнепромежуточный цикл начинается пачкой песчаника, часто имеющего в основании гравелиты, что свидетельствует о начале нового этапа в формировании свиты. В пачке песчаника прослеживаются пласты угля Лыжинский и Надлыжинский. Вышележащая толща, включающая пласты угля Абрамовский, Надабрамовский I, Надабрамовский II, Надартельный II, Проводник, Выклинившийся представлена песчаниками и алевролитами.

Промежуточная свита имеет характерные для нее маркирующие горизонты, к которым, прежде всего, относятся пласты угля Двойной, Верхний, Конгломератовый и Абрамовский. Мощные, выдержанные по площади слои песчаников, которые залегают выше пластов Конгломератового, Надлыжинского и Надабрамовского II, достигающие 30, 40 и 70-90 м, соответственно, так же являются характерными маркирующими горизонтами.

Песчаники свиты обычно светло-серые, реже темно-серые, мелкозернистые до среднезернистых. По вещественному составу полимиктовые.

Зерна представлены полевыми шпатами, кварцем, халцедоном, карбонатами. Цемент песчаников слюдисто-глинисто-кремнистый и глинисто-известковый.

Алевролиты имеют темно-серую окраску, чаще горизонтально-слоистые, реже неслоистые или микрослоистые. Микрослоистость обусловлена чередованием слойков, обогащенных углистыми веществами со слойками, не содержащими углистого вещества. В вещественном составе их преобладают обломки кремнистых пород и полевые шпаты, в меньшей степени присутствуют пластинки слюд, зерна карбонатов. Цемент глинисто-кремнистый.

Аргиллиты серые и темно-серые с угловатым и раковистым изломом. Состав зерен: кварц, полевые шпаты, обломки эффузивов.

Углистые аргиллиты черного цвета, чаще приурочены к почве или кровле угольных пластов или внутрипластовым прослоям.

Из 15 угольных пластов, содержащихся в *промежуточной свите*, 7 пластов – Бирюлинский, Спутник Двойного, Двойной в.п., Двойной н.п., Верхний, Кумпановский, Лыжинский – являются кондиционными. Общая угленосность промежуточной свиты составляет 3,3 %, рабочая угленосность – 1,2 %.

*Ишановская свита (P<sub>1i</sub>š)* на участках изучена слабо и вскрыта в юго-западной части лицензионных участков на мощность 80-100 м. Отложения свиты представлены песчано-глинистым комплексом пород с преобладанием песчаников, редко встречаются пропластки угля.

Пластов рабочей мощности во вскрытой части разреза свита не включает.

Палеозойские отложения повсеместно перекрыты рыхлыми четвертичными отложениями, представленными желто-бурыми и бурыми суглинками мощностью от 2 м на склонах логов до 35-40 м на водоразделах. В долинах рек прослеживается горизонт синих иловатых суглинков.

## 2.2 Тектоника

Общее тектоническое строение лицензионных участков обусловлено их расположением в восточном крыле Кемеровской синклинали – Бирюлинском моноклиналие.

Угленосные отложения в границах участков характеризуются моноклиналильным западным залеганием пород под углом от 3-10° до 20-30°, в юго-восточной части – до 40-50°. Простираение отложений юго-восточное – 130-140°, в юго-восточной части – близкое к меридиональному. Общее моноклиналильное залегание угленосных отложений осложнено разрывами, пологими складками и мелкой волнистостью.

Пликативные структуры в виде антиклиналильной и синклиналильной складок отчетливо проявляются в юго-восточной части участка «Поле шахты Березовская» на угольных пластах XXXV и XXXIX и имеют названия «Антиклиналиль 1», «Синклиналиль 1», соответственно. Осевые плоскости этих складок практически вертикальны и простираются в юго-восточном направлении. Углы падения крыльев складок изменяются от 15° до 30°.

Кроме того, пликативная тектоника выражена в дополнительной волнистости угольных пластов.

Геологоразведочными и горно-эксплуатационными работами выявлено порядка 30 дизъюнктивных нарушений, по типу относящихся к согласным взбросам. Простираение взбросов от юго-восточного до юго-западного, азимут простираения от 145 до 210°, углы падения от 15 до 70°, амплитуды от первых метров до 305 м.

Самым крупным является нарушение II, установленное в западной части лицензионных участков. Оно протягивается от II<sup>a</sup> Северной до IV Южной разведочной линии более чем на 7 км и далее выходит за границы участков. В северном направлении нарушение переходит на поле шахты «Бирюлинская».

Положение и характер взброса II на всем протяжении устанавливается в разрезах скважин по сдвоению отдельных пластов угля или групп пластов,

увеличению межпластового расстояния, наличию в керне перемятых пород, большому количеству зеркал скольжения и резкому изменению углов падения пород. Нарушение представлено зоной раздробленных пород мощностью от 3 до 30 м. Падение плоскости сместителя нарушения западное, юго-западное под углами 25-45°. Амплитуда нарушения непостоянна и возрастает в направлении с севера на юг, минимальная амплитуда взброса 80 м отмечена на I Северной разведочной линии, максимальная 305 м – на IV Южной разведочной линии.

Нарушение III – самое протяженное (более 12,9 км), прослеживается по всему полю от II<sup>a</sup> Северной до Боевской разведочной линии. Падение плоскости сместителя западное, юго-западное под углами 20-45°. В южной части участков отмечается уменьшение угла падения 25-20°. В области от I Северной, I Промежуточной, II<sup>a</sup> Южной, V Южной – VII Южной, IX Южной разведочной линии нарушение имеет зоны раздробленных пород мощностью от 3 до 18 м. Амплитуда нарушения непостоянна, минимальное значение 6 м имеет на V Промежуточной, III Южной разведочной линии, на IX Южной разведочной линии отмечается значительное увеличение амплитуды нарушения с глубиной от минимального значения 6 м – в привоверхностной области до максимального – 150 м.

Нарушение II<sup>a</sup> прослеживается от Перспективной до IX<sup>a</sup> Южной разведочной линии, южнее которой сливается с нарушением III. К северу от Перспективной разведочной линии сливается с нарушением II. Протяженность его в плане 7,4 км, углы падения плоскости сместителя составляют 20-45°. В области VII Южной, IX<sup>a</sup> Южной разведочных линий нарушение представлено зоной раздробленных пород мощностью 6 м, на II Южной разведочной линии мощность зоны нарушенных пород достигает 26 м. Максимальная амплитуда нарушения отмечена на VII Южной разведочной линии и составляет 120 м, минимальная – на V<sup>a</sup> Южной, V Южной разведочной линии – 8 м.

Кроме того, горными работами по всем отработываемым пластам встречено множество мелких разрывных нарушений, как правило, ориентированных параллельно основной серии крупных.

Угольные пласты в разрезе участков приурочены к крупноблоковым структурам, осложненным разрывными нарушениями, незначительной складчатостью.

### 2.3 Угленосность

Угленосные отложения участков «Поле шахты Березовская» и «Березовский Глубокий» относятся к мазуровской ( $C_2mz$ ), алыкаевской ( $C_3al$ ) свитам нижнебалахонской подсерии ( $C_1-P_1bl_1$ ) и промежуточной свите ( $P_{1pr}$ ) верхнебалахонской подсерии ( $C_1-P_1bl_2$ ) балахонской серии ( $C_1-P_1bl$ ) среднего, верхнего карбона и нижней перми.

В отложения мазуровской свиты ( $C_2mz$ ) в границах участков входит угольный пласт XXXVI.

Алыкаевская свита ( $C_3al$ ) в границах участков включает 8 пластов угля: XXXII, XXVII, XXVI, XXV, XXIV, Спутник XXI, XXI, Семеновский нижний пласт.

Промежуточная свита ( $P_{1pr}$ ) в границах участков включает 15 угольных пластов: Спутник Двойного, Бирюлинский, Двойной нижний пласт, Двойной верхний пласт, Кумпановский, Верхний, Конгломератовый, Надлыжинский, Лыжинский, Надабрамовский I, Надабрамовский II, Абрамовский, Надартельный II, Выклинившийся, Проводник.

Всего в границах лицензионных участков насчитывается 24 угольных пластов. В настоящее время горные работы ведутся по пластам: XXVI и XXVII.

Согласно протоколу 402-к ГКЗ Роснедра от 04.06.2015 г., запасы по пластам: Выклинившийся, Проводник, Надартельный II, Надабрамовский I, Надабрамовский II, Абрамовский, Надлыжинский, Конгломератовый, Семеновский, XXV, XXXII, XXXVI исключены из подсчета, что связано со значительной тектонической нарушенностью, расположением значительных площадей пластов в опасной зоне работ и незначительным количеством запасов

Для характеристики угольных пластов, использованы данные по всем разведочным скважинам и горным выработкам.

Угольные пласты: Кумпановский, Спутник Двойного, относятся к тонким по мощности. Пласты: Лыжинский, Верхний, Двойной верхний пласт, Двойной нижний пласт, Бирюлинский, XXI н.п, Спутник XXI, XXIV, XXVI, XXVII – средней мощности.

По степени выдержанности мощности и строения пласты: Верхний, XXI нижний пласт, Бирюлинский, относятся к относительно выдержанным. Пласты: Лыжинский, Кумпановский, Двойной верхний пласт, Двойной нижний пласт, Спутник Двойного, Спутник XXI нижний пласт, XXIV, XXVI, XXVII относятся к невыдержанным.

Основные характеристики угольных пластов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика угольных пластов

Название пласта	Мощность пласта, от-до	Средняя мощность, м		Количество породных прослоев	Мощность породных прослоев, м	Строение пласта	Группа по мощности	Расстояние от вышележащего пласта, м	Степень выдержанности
		Чистых угольных пачек	Обще-пластовая						
Пласт Абрамовский	0,72 - 2,12	0,97	1,47(7)	1 - 3	0,08-0,58	Простое - сложное	Средней Мощности	160,0	относительно выдержанный
Пласт Лыжинский	0,37-1,08	0,70	0,76(15)	0 - 3	0,09-0,14	Простое - сложное	Тонкий	54,0	невыдержанный
Пласт Кумпановский	0.29-1.47	0,68	0,69(18)	0 - 1	0,0-0,25	Простое - сложное	Тонкий	40,0	невыдержанный
Пласт Верхний	1,21-3,76	2,68	2.70(24)	0 - 1	0,10-0,13	Простое - сложное	Средней мощности	18,0	относительно выдержанный
Пласт Двойной	в.п.0,53-1,93 н.п.0,86-1,72	0,91 0,86	0,98(13) 1,17(18)	0 - 1 1 - 2	0,07-0,17 0,04-0,38	Простое - сложное	Тонкий Тонкий	40,0	невыдержанный невыдержанный
Пласт Бирюлинский	0.36-2.91	0,88	0.88(11)	0 - 1	0,0-0,14	Простое - сложное	Тонкий	170,0	невыдержанный
XXI	0,60-3,30	1,64	1,78(25)	0 - 1	0,10-0.29	Простое - сложное	Средней мощности	130,0	невыдержанный
Спутник XXI	0.67-1.61	1,06	1.07(20)	0 - 1	0,05-010	Простое - сложное	Тонкий	20,0	невыдержанный
XXIV	0,58-2,13	1,03	1,31(10)	0 - 2	0,10-0,60	Простое - сложное	Средней мощности	125,0	невыдержанный
XXVI	0,58-1,71	0,97	0,98(16)	0 - 1	0,10	Простое - сложное	Тонкий	130,0	невыдержанный
XXVII	1,08-2,25	1,76	1,77(17)	0 - 1	0,05-0,06	Простое - сложное	Средней мощности	20,0	относительно выдержанный

## **2.4 Качество угля и его технологические свойства**

### **2.4.1 Петрографический состав и степень метаморфизма углей**

Качество, петрографический состав и степень метаморфизма углей изучались во все периоды геологоразведочных и эксплуатационных работ.

Угольные пласты шахтного поля имеют ярко выраженное тонкополосчатое строение, которое обусловлено чередованием блестящих, полублестящих, матовых и полуматовых литотипов. Для углей пластов Лыжинский, XXI, XXIV, прослеживается преобладание полублестящих разностей. Для углей пластов Спутник XXI, XXVII, характерно преобладание полуматовых литотипов. Угли пластов Двойной верхней и Двойной нижней находятся в переходной стадии от полуматовых к полублестящим.

Среднее содержание компонентов группы витринита в углях пластов по данным разведочных работ изменяется от 13 до 69 %, семивитринита – от 2 до 49 %, инертинита – от 2 до 48 %, липтинита – от долей 1 % до 17 %. Минеральные примеси в углях пластов представлены большей частью глиной, сульфидами железа, карбонатами, в меньшей степени кварцем.

Петрографический состав и стадии метаморфизма угольных пластов по данным разведочных работ подтверждаются данными горно-эксплуатационных работ.

По данным горных работ среднее содержание компонентов группы витринита в углях пластов изменяется от 38 до 61 %, семивитринита – от 13 до 25 %, инертинита – от 17 до 42 %, липтинита – до 2%. Минеральные примеси в углях пластов так же представлены большей частью глиной, сульфидами железа и карбонатами.

По содержанию отошающих компонентов угли пластов Бирюлинский, XXIV относятся к категории 2; пластов Лыжинский, Двойной Верхний, Спутник Двойного, XXVI, XXVII – к категории 3; пластов Кумпановский, Верхний, Двойной нижней, XXI, Спутник XXI – к категории 4. Показатель отражения

витринита в среднем по пластам составляет 0.87-1.29 % (по горным работам 0.84-1.17 %), что соответствует классам 08-12 по ГОСТ 25543 – 2013.

Для углей балахонской серии в лицензионных границах участков установлено закономерное увеличение содержания фюзенизированного компонента в углях пластов, заключенных в отложениях промежуточной свиты, к углям пластов, включенных, в отложения мазуровской свиты.

В целом, установленные закономерности изменения метаморфизма каменных углей лицензионных участков, согласуются с общими изменениями метаморфизма на Березово-Бирюлинском месторождении.

#### **2.4.2 Марочный состав**

Марочный состав углей выполнен в соответствии с ГОСТ 25543-2013.

Угли пластов отнесены к маркам:

– КЖ – пласт Лыжинский характеризуется выходом летучих в среднем 29,5 %, толщиной пластического слоя 19 мм;

– Ж – пласт Лыжинский, Кумпановский, Двойной верхний, Двойной нижний, Бирюлинский характеризуются выходом летучих в среднем 27,6-32,6 %, толщиной пластического слоя 14-21 мм;

– ГЖО – пласт Лыжинский, Кумпановский, характеризуются выходом летучих в среднем 30,8-33,7 %, толщиной пластического слоя 11-12 мм;

– КО – пласт Верхний, Двойной верхний, Двойной нижний, Спутник Двойного, XXI, Спутник XXI, XXVI, XXVII, характеризуются выходом летучих в среднем 20,2-28,8 %, толщиной пластического слоя 10-12 мм;

– К – пласт XXIV, XXVI, XXVII характеризуются выходом летучих в среднем 22,4-26,6 %, толщиной пластического слоя 14-17 мм;

Марочные угли участков характеризуют следующие средние показатели: аналитическая влага 0,77-1,10 %, максимальная влагоемкость 1.3-2,5 %, характер коксового королька от слабоспекшегося до сплавленного сильно вспученного, индекс Рога 35-74 ед., индекс свободного вспучивания 2-8 ед.

Смена марочного состава на месторождении идет в том же направлении, что и изменение стадии метаморфизма, то есть, с северо-запада на юго-восток и со стратиграфической глубиной. В этом же направлении происходит уменьшение отражательной способности витринита, одного из основных показателей качества угля.

### 2.4.3 Зольность углей

Зольность угольных пластов изучалась по керновым пробам и пробам из горных выработок при проведении всех разведочных и горно-эксплуатационных работ на площади лицензионных участков.

Зольность углей по данным разведочных работ в среднем по пластам изменяется от 9,2 до 13,0 %, зольность пласта от 9,2 до 24,9 %, по данным горных работ зольность угольных пачек от 8,8 до 13,7 %, зольность пласта – 10,3-32,7 %.

Таблица 3 – Средние значения зольности внутрислоевых породных прослоев

Литологический состав породных прослоев	Зольность, %
Алевролиты	80,1
Алевролит углистый	66,6
Аргиллит углистый	55,0
Переслаивание алевролитов и песчаника	75,0
Песчаник	90,3

### 2.4.4 Обогащаемость углей

Обогащаемость угольных пластов лицензионных участков изучалась по керновым пробам и пробам из горных выработок, по данным фракционного и ситового анализов, а также петрографическим анализом по методу А.Б. Травина (ГОСТ 18384-73) во все периоды разведочных.

Оценка обогащаемости углей проведена в соответствии с ГОСТ 10100-84.

По данным разведочных работ пласты Двойной верхней, Двойной нижней, Бирюлинский, XXI нижней, Спутник XXI, XXVI, XXVII

характеризуются в основном очень трудной обогатимостью, выход концентрата по данным пластам преимущественно 29,7-95,2 %. зольностью 7,9-32,8 %, выход промпродукта 6,6-55,8 %.

По данным горных работ пласты Верхний, XXIV характеризуются в основном очень трудной обогатимостью. Пласт Лыжинский характеризуется средней обогатимостью, пласт Кумпановский и Спутник XXI – трудной и очень трудной, пласт Двойной верхний, Двойной нижний – легкой и средней обогатимостью, XXI нижний – в основном легкой, пласт XXVI – от легкой до трудной, XXVII – легкой до очень трудной обогатимостью.

Обогатимость угольных пластов Лыжинский, Верхний, XXI, XXVI изучалась так же методом А.Б.Травина. Степень обогатимости угля по ГОСТ 18384-73 по пластам Лыжинский, Верхний, XXI нижний, XXVI – средняя, по пластам XXVII – трудная.

Исследования обогатимости углей по керновым пробам и пробам из горных выработок свидетельствуют о том, что угли характеризуются обогатимостью от легкой до очень трудной, а также обогатимость по одному пласту в пределах шахтного поля может изменяться, например, обогатимость по пластам XXVI, XXVII изменяется от легкой до очень трудной.

В настоящее время угли, добываемые шахтой «Березовская» подвергаются обогащению на ОФ «Северная».

## **2.5 Гидрогеологические условия**

Исследовательские гидрогеологические работы на поле шахты «Березовская I» проводились при детальном разведках 1936-39 г. и 1955-58 г. совместно с геологоразведочными работами. В процессе бурения велись гидрогеологические наблюдения: замеры динамических уровней, наблюдения за поглощением промывочной жидкости, восстановление статистических уровней после закрытия скважин. Для определения степени водообильности водоносных толщ было пробурено 12 гидрогеологических скважин с проведением в них пробных откачек. В период доразведок 1962-1967 г. пробурены 2

гидрогеологические скважины. Проводились наблюдения за притоками в уклоны, горные выработки шахт «Березовская I» и «Бирюлинская I».

В период доразведки в 1972-1978 г. на поле шахты проведены две кустовые откачки из скважин 7085 и 7054, а в скважине 7085 поинтервальное опробование водообильности угленосных отложений, проведены гидрогеофизические исследования расходомерии, резистивиметрии в 40 скважинах, режимные наблюдения за расходом речек Шурап, Березовка, Конюхта и их притоков.

Рыхлые отложения характеризуются незначительной обводненностью. Грунтовые воды в основном сдренированы горными выработками и на водоприток в шахту заметного влияния не оказывают.

Коренные породы отличаются неравномерной, но в целом повышенной водоносностью. Наиболее обводнены породы в зоне выветривания до глубины 95-170 м, в депрессиях рельефа. Повышенной водоносностью характеризуются песчаники над пластами XXII, XXIV, XXVI, XXVII. На водоразделах водоносная толща обводнена слабо.

По химическому составу воды, в основном, гидрокарбонатно-кальциевые агрессивная углекислота в воде не обнаружена.

Средние водопритoki в шахту при отработке угля на горизонтах +100 м, -100 м, соответственно составляют 1265 и 1870 м<sup>3</sup>/час. Максимальные – 1590 и 2120 м<sup>3</sup>/час.

### 3 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Начиная с 1960 года, интерпретация геофизических данных с целью определения мощности и строения угольных пластов выполнялась по методике, предложенной для Кузбасса Опытной-методической партией Кузбасской геофизической экспедиции, которая дорабатывалась и совершенствовалась в более поздние годы. Согласно этой методике, границы угольных пластов определялись по точкам интерпретации, установленным для каждого метода ГИС в результате опытно-методических работ. При этом наиболее точными методами являлись ГГКС, БК-3Т (или  $\sigma_k$ ), КС (или  $\rho_k$ ), ГК с привлечением ГГК и кавернометрии.

Таблица – 4 Приемы интерпретации методов ГИС при пологом залегании угольных пластов

Методы	Точки интерпретации
КСгз	1/2 касательных к ветвям аномальных пик
КСпз, ТК	1/3 или ближе к основанию
ЭК, ПС	1/2 амплитуды аномалии;
$\rho_k$	Приближенный способ по $\rho_k$ $\rho_k^{ГР} = 1,8 - 2,0 \rho_k^{ВМ}$
$\sigma_k$	Приближенный способ по $\sigma_k$ $\sigma_k^{ГР} = 0,4 - 0,6 \sigma_k^{ВМ}$ , что соответствует 1/2 ветви аномалии
ГК	1/2 амплитуды аномалии
ГГК	Точка «входа» у начала подъема кривой в почве пласта и точка «выхода» на 1/3 от начала спада в кровле
ГГКС	Точка «входа» у начала подъема кривой в почве пласта и точка «выхода» от 1/3 до 1/2 на спаде в кровле

Для более точного установления границ угольных пластов производились прострелочные работы боковыми стреляющими грунтоносами (сокращенно ГБС) типа ГМК-50 и ГМС-40. По ГБС контакты угля с породой определялись

методом «вилки», то есть контакт находился между двумя бойками, один из которых с углем, другой с породой.

При наличии в самом угольном пласте или в его почве или кровле больших каверн происходит осложнение контактов угля с породой. Контакты становятся нечеткими, кривые КС ( $\rho_K$ ), БК-ЗТ ( $\sigma_K$ ), ГГК искажаются, что вызывает трудности в определении границ угольных пластов. Пример представлен на рисунке 2.

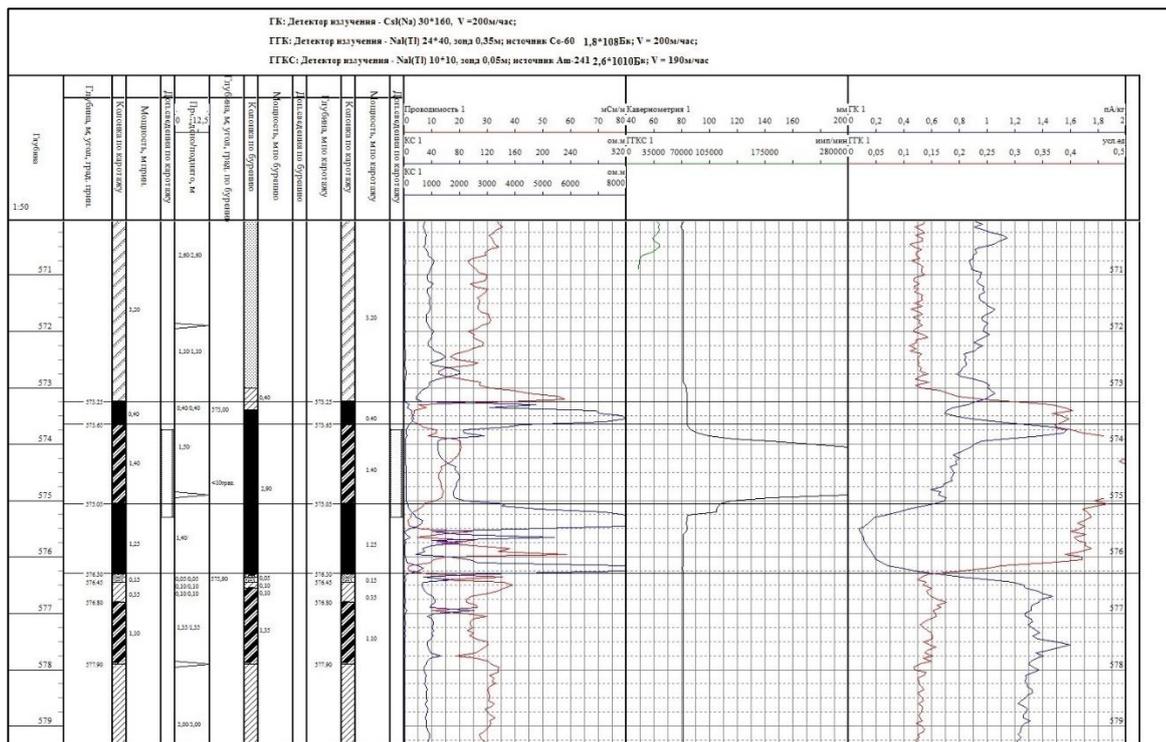


Рисунок 2 – Пример искажение кривых ГИС за счет влияния каверны

Тогда основным методом для определения границ становился метод ГК, менее всех других подверженный влиянию кавернозности и позволяющий в этом случае наиболее достоверно определять контакты угля с породой. В угольных пластах по данным каротажа выделялись прослой алевролитов, песчаников, углистых пород и конкреционные включения – «колчеданы» мощностью в пределах скважины от 0,05 м и более. При определении мощности породных прослоев учитывались их амплитудные признаки на диаграммах ГИС.

В 1983-1988 г. для детализации тонких угольных пластов и пластов средней мощности, но сложного строения на участке применялась запись

каротажных диаграмм в масштабе 1:20. Детализация таких пластопересечений в масштабе 1:20 позволила более точно определять по ГИС глубину их залегания и мощность, более детально давать строение с выделением породных прослоев мощностью 0,02 м. Недостатком такой записи была некоторая растянутость кривых.

Прослой мощностью более 0,15 м однозначно выделялись на диаграммах масштаба 1:50 и 1:20 по четким аномалиям на всех кривых комплекса: насыщенным над алевролитовыми прослоями и до 1/2 от максимальной амплитуды – над углистыми породами. Прослой алевролита и углистой породы мощностью 0,10 м четко выделялись на всех кривых при наличии достаточно заметных соответствующих аномалий на КС, ГК и ГГК как на диаграммах масштаба 1:20, так и масштаба 1:50. Породные прослой мощностью 0,05 м выделялись по хорошо заметным аномалиям на кривых ГГКС и БК-3Т ( $\sigma_k$ ), а на кривых КС, ГК и ГГК - заметно выделяющимся в масштабе 1:20 и едва намечающимся в масштабе 1:50. Породные прослой мощностью 0,02 м на диаграммах масштаба 1:20 заметно выделялись на кривых ГГКС и БК-3Т, а на кривых КС, ГК и ГГК только намечались. Пример представлен на рисунке 3.

Иногда на сводных диаграммах трудно разделить уголь и углистую породу, залегающую непосредственно в почве или кровле пласта. В таких случаях основное внимание обращалось на амплитуду диаграмм методов ГГКС, ГГК и ГК.

Если их амплитуда была меньше 1/2 от максимальной амплитуды над углем, то интервал интерпретировался углистой породой. Пример представлен на рисунке 4.

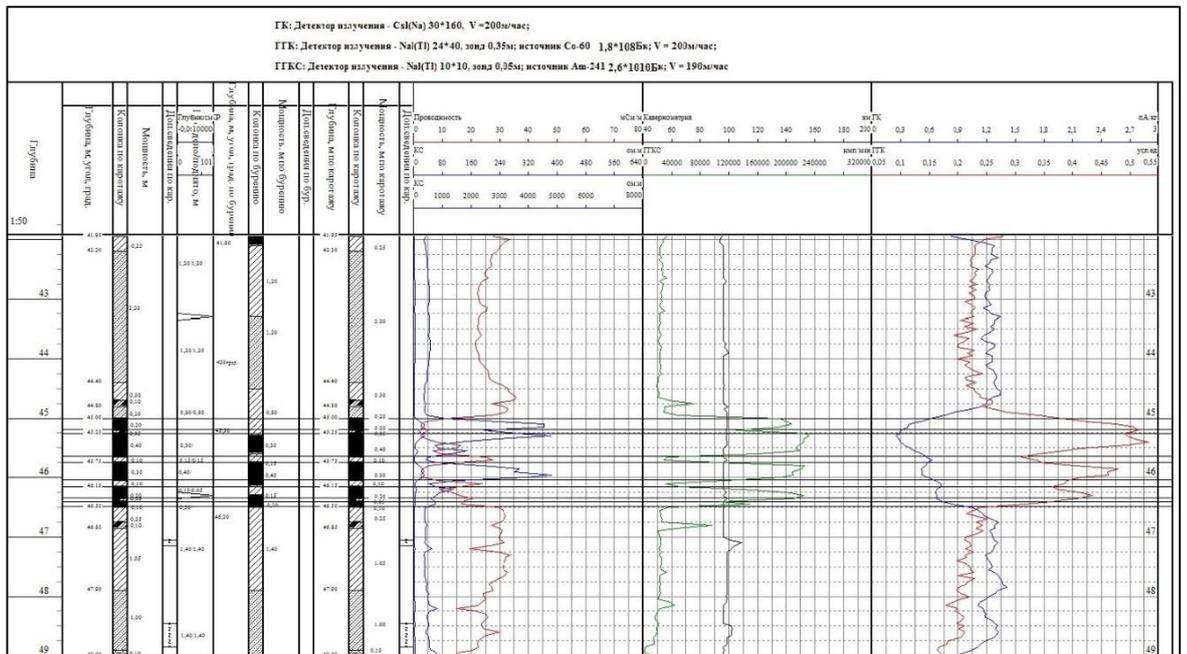


Рисунок 3 – Пример интерпретации пласта сложного строения по ГИС.

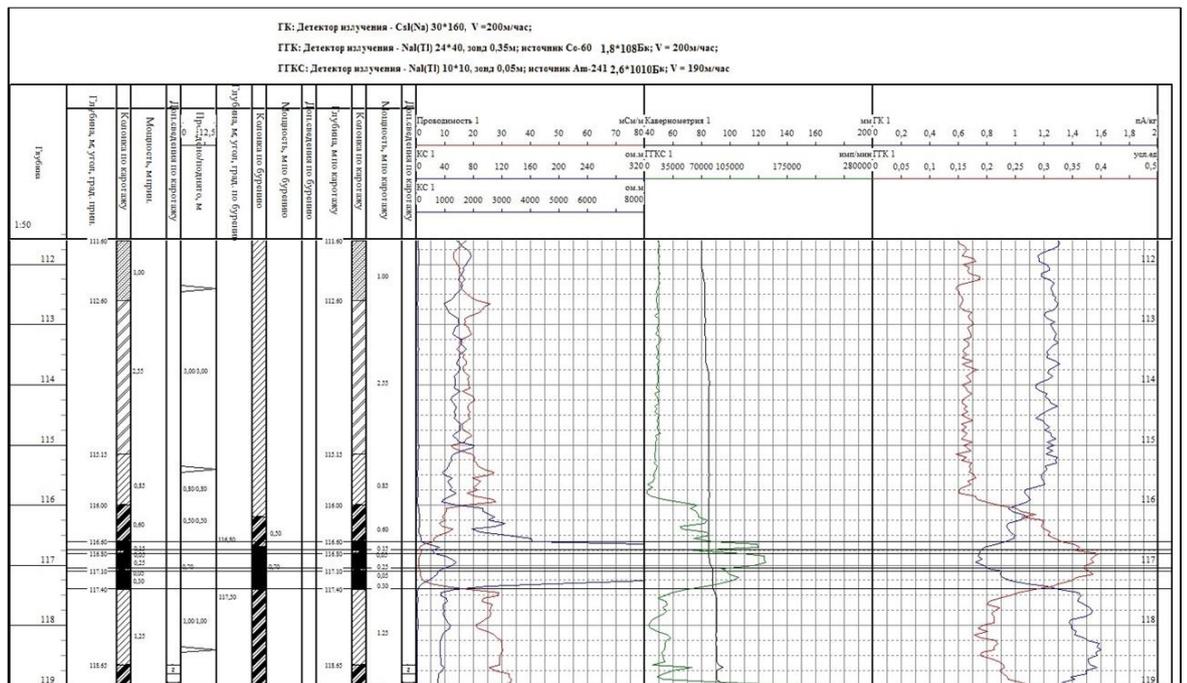


Рисунок 4 – Определение верхней границы пласта на контакте с углистой породой

Минерализованные включения (конкреции) мощностью более 0,15м на сводных диаграммах в масштабе 1:50 и мощностью от 0,10м – на диаграммах 1:20 выделялись по наличию минимума на ГГКС (до фона пород и ниже) и четкой аномалии на ГГК амплитудой меньше 1/2 от максимальной. Включения видимой мощностью 0.10м (на диаграммах масштаба 1:20 – 0,05 м) выделялись по наличию аномалии на ГГКС амплитудой от 1/2 до 1/3 от аномалии над углем и на ГГК – до 2/3 от максимума. Пример представлен на рисунке 5.

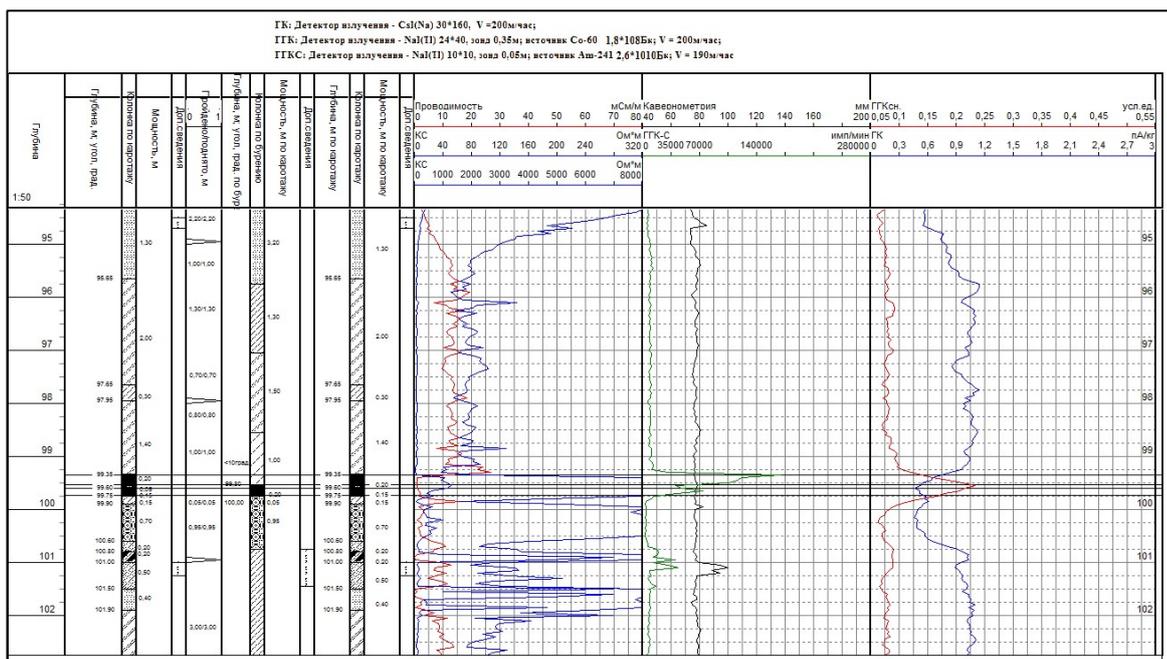


Рисунок 5 – Пример выделения конкреции по каротажу

При литологическом расчленении выделялось 8 литотипов пород, отмеченных геологами при макроскопическом описании керна. Сначала в разрезе выделялись угли и крайние литологические различия – алевролиты и песчаники, затем промежуточные различия, минерализованные и нарушенные породы. Минимальная мощность выделяемых слоев в масштабе 1:200 – 0,20 м, в масштабе 1:50 – 0,05 м, в масштабе 1:20 – 0,02 м.

Участок разведки характеризуется четким прослеживанием по диаграммам ГИС даже весьма тонких угольных пластов благодаря выдержанности конфигурации кривых над ними, к тому же залегание пластов в основном пологое и наклонное. Поэтому корреляция разрезов скважин и

установление синонимии угольных пластов на площади участка трудностей не вызывали кроме интервалов, приуроченных к разрывным нарушениям.

Увязка разрезов скважин производилась по диаграммам КСгз ( $\rho_k$ ), ГК, ГГК и кавернометрии. В качестве геофизических реперов использовались угольные пласты, которые резко отличаются по своим физическим свойствам от вмещающих пород.

Угольные пласты опознавались по конфигурации кривых ГИС, характерной для каждого пласта, в основном по кривым ГК и КСгз ( $\rho_k$ ).

Тектонические нарушения на участке устанавливались по следующим признакам: повторению угольных пластов, резкому изменению межпластового расстояния, отсутствию корреляции и резкому изменению углов падения. В случае сопровождения нарушения кавернозными интервалами, отмечающимися повышенными значениями на кривых ГГК и кавернометрии, его местоположение устанавливалось точно. Если кавернозные интервалы не отмечались на геофизических диаграммах (например, в песчаниках), то местоположение нарушения устанавливалось ориентировочно. Амплитуда взбросов определялась по расстоянию между повторенными одноименными пластами или по увеличению межпластового расстояния. В случае отсутствия корреляции в пределах скважины установить амплитуду нарушения было невозможно.

Физико-механические свойства пород участка определялись в параметрических скважинах по образцам керна, а в рядовых скважинах по результатам обработки диаграмм акустического каротажа.

По данным изучения образцов керна в полевой лаборатории определялись следующие параметры: объемная плотность  $\delta_{об}$ , скорости продольной  $V_p$  и поперечной  $V_s$  волн, модуль Юнга  $E$ , модуль сдвига  $G$ , объемной упругости  $K$ , предел прочности на одноосное сжатие  $\sigma_{сж}$ , интервальное время  $\Delta T$ .

Обработка диаграмм акустического каротажа (методов  $\Delta T$  и  $\alpha$ ) заключалась в выделении на них интервалов, заметно различающихся по

значениям этих параметров. По параметрам  $\Delta T$  и  $\alpha$  для каждого интервала  $K_{п}$ , скорости продольной  $V_p$  и поперечной волны  $V_s$ , коэффициенты: Пуассона  $\nu$ , объемной упругости  $K$ , модуль сдвига  $G$ , модуль Юнга  $E$ , предел прочности на сжатие  $\sigma_{сж}$ . Объемная плотность  $\delta_{об}$ , необходимая для расчетов модуля сдвига, модуля Юнга и коэффициента объемной упругости, определялась по кривой ГГК, преобразованной в единицы плотности. После обобщения полученных значений определялись средние значения и диапазон изменения каждого параметра для основных литологических разностей пород участка.

Обработка материалов инклинометрии сводилась к расчету величин пошагового отклонения (между двумя соседними точками измерений) по замерам угла наклона, затем построению горизонтальных проекций искривления скважин (инклинограмм) согласно замерам азимута и определению по ним величины и азимута отклонения забоя скважины от вертикали. Инклинограммы строились при углах наклона свыше  $3^\circ$  для инклинометра КИТ-60, так как при меньших углах возрастает и не нормируется погрешность измерений азимута, значения азимута становятся недостоверны.

Интерпретация диаграмм гидрогеофизических исследований заключалась в выделении водоносных зон и определении их параметров. Водоносные зоны по расходомерии определялись по заметному изменению расхода воды по стволу скважины с введением поправок за диаметр. На диаграммах резистивиметрии водоносные зоны выделялись по изменению минерализации подземных вод во времени. При наличии горизонтального потока определялась скорость фильтрации.

## **4 ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **4.1 Задачи геофизических исследований**

Геофизические исследования на участке будут выполняться для решения следующих задач:

1. Выделение в разрезах скважин угольных пластов, определение их мощности, строения и глубины залегания.
2. Литологическое расчленение разрезов скважин с выделением основных литотипов.
3. Увязка разрезов скважин, определение синонимии угольных пластов, выявление тектонических нарушений.
4. Определение пространственного положения стволов скважин.
5. Определение технического состояния скважин и их диаметра.
6. Выделение водоносных зон, определение глубины залегания пласта и его мощности.

### **4.2 Обоснование объекта исследований**

По результатам работ прошлых лет видно, что Лицензионные участки недр Березово-Бирюлинского месторождения и «Березовский Глубокий» хорошо изучены. По данным этих работ имеются каротажные диаграммы, тектоническая карта и ФГМ месторождения.

В настоящее время Лицензионные участки находятся на стадии доразведки и эксплуатации.

На основании предоставленных данных и изучения тектонического строения территории, проектом предусматривается доизучение месторождения комплексом методов ГИС.

### **4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования**

Физико-геологическая модель (ФГМ) объекта исследования позволяет получить первоначальную информацию об объекте исследования,



решено провести дополнительное бурение двух скважин глубиной по 810м (до горизонта – 600м) на р.л. 9 и IXа с последующим их изучением комплексом ГИС.

Проведение комплекса ГИС предусматривается на скважинах группы 0-800. Расстояние от базы организации (г. Ленинск-Кузнецкий) до участка работ в одну сторону 125 км. Работы планируется проводить в сентябре 2019 года. Геофизический отряд будет состоять из трех человек.

На проектируемом участке работ для решения перечисленных задач предусматривается принятый в Кузнецком угольном бассейне рациональный комплекс ГИС, включающий в себя в поисковом масштабе 1:200 каротаж сопротивлений (КС), боковой каротаж по трем точкам (БК-3Т), гамма - каротаж (ГК), гамма – гамма каротаж (ГГК), кавернометрия (КМ) и в детализационном масштабе 1:50 предусматриваются методы КС, БК-3Т, ГК, ГГК, селективным гамма-гамма каротажем (ГГКС) и кавернометрия. Для определения пространственного положения стволов скважин, во всех скважинах будет проведена инклинометрия.

Для решения гидрогеологических задач предусматриваются методы расходомерии, резистивиметрии, кавернометрии.

Обоснованием для применения выбранного комплекса является большой опыт работ на угольных месторождениях Кузбасса с использованием данного комплекса.

## 5 МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

### 5.1 Методика проектных геофизических работ

Геофизические исследования в скважинах будут проводиться каротажной станцией СК-1-74, оборудованной лабораторией Геофит 1003, геофизическим кабелем КГ-3-60х90, на базе автомобиля ЗИЛ-131 с применением следующей скважинной геофизической аппаратуры:

– БКР-3М	КС, БК, ГК, ГГК
– КУРА-2	ГГКС, ГК, ГГК
– КМ-2	кавернометрия
– КИТ – 60	инклинометрия
– РЭТС – 2	расходомерия
– РС – 01 – 36	резистивиметрия.

Для записи и визуализации каротажного материала используется компьютер с установленным соответствующим ПО.

Скорость подъема каротажного снаряда при записи каротажа масштаба 1:200 снарядами БКР-3М и КУРА-2 составляет 600 м/час, масштаба 1:50 – 120 м/ч. Снарядом КМ-2 – 900 м/час в масштабе 1:200, 120 м/час в масштабе 1:50. Метод ГГКС записывается со скоростью 120 м/час в масштабе 1:50.

Скорость записи резистивиметрии определяется экспериментальным путем непосредственно на скважине в связи с гидрогеологическими условиями.

Методы инклинометрия и расходомерия снимаются точечными замерами с обязательным временем успокоения снаряда.

Процент охвата каротажом пробуренного метража должен составлять 95% (1539 м). Интервал детализации определен как суммарная мощность угольного пласта плюс 5 м кровли и 3м почвы.

Проведение стандартного каротажа на скважинах группы 0-800 предусматривается за шесть выездов.

При резистивиметрии будут регистрироваться 10 кривых, включая кривую естественной минерализации; шаг съемки расходомером – 10 метров со сгущением до 1-2-х метров в интервалах притоков.

Гидрогеофизические исследования проектируется проводить по всей глубине скважины независимо от интервала исследования, как для выделения водоносных зон, так и для определения герметичности обсадной колонны.

Перед проведением гидрогеофизических исследований скважина должна быть очищена от бурового раствора и шлама и проведена откачка-прокачка.

Дополнительные сведения по условиям записи кривых (скорости, размеры зондов, мощности источников и др.) будут выноситься на подлинники и копии сводных диаграмм.

## **5.2 Метрологическое обеспечение**

Метрологические измерения проводятся на базе ООО «Ленинск-Кузнецкой геофизической партии».

Метрологическое обеспечение аппаратуры гамма-каротажа базируется на проведении измерений мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, создаваемой эталонным источником ЕР-14 ( $Ra^{226}$ ). Порядок подготовки аппаратуры и проведение измерений в скважинах определены соответствующей НТД.

Метрологическое обеспечение аппаратуры селективного гамма-гамма-каротажа (КУРА-2) осуществлялось путем привязки эталонов сравнения для каждого прибора к стандартным образцам предприятия.

Метрологическое обеспечение аппаратуры селективного гамма-гамма-каротажа базируется на применении стандартных рабочих образцов.

Настройка аппаратуры и измерения в скважинах производится в соответствии с действующей НТД.

Метрологическое обеспечение аппаратуры электрокаротажа производится проверкой работоспособности аппаратуры в контрольно-

поверочной скважине (КПС) методом сравнения записанных кривых с эталонными.

Таблица 5 – Метрологическое обеспечение ГИС

Измеренная величина	Размерность	Характеристика рабочих средств измерений				Периодичн. проверок
		Наименование рабочих средств измерений	Тип	Диапазон измер.	Получен. точность	
2	3	6	7	9	10	11
Мощность экспозиционной дозы естественного излучения	пА/кг	Комплексный прибор Радиометр	БКР-3М	0 – 4	10 %	1 раз в полгода
Мощность экспозиционной дозы рассеянного гамма-излучения ГГК	Усл. ед.	Комплексный прибор Радиометр	БКР-3М	0 – 1	10 %	1 раз в полгода
Кажущееся удельное электрическое сопротивление	ом*м	Комплексный прибор Градиент-зонд	БКР-3М	5-10000	10%	1 раз в полгода
Зенитный угол скважины	град.	Инклинометр	КИТ-60	0-45	±0,5°	1 раз в полгода
Азимут скважины	град.	Инклинометр	КИТ-60	0-360	±5°	1 раз в полгода
Диаметр скважины	мм	Каверномер	КМ-2	40-400	±4 мм	1 раз в полгода в полгода
Мощность экспозиционной дозы рассеянного гамма-излучения ГГК-С	имп/мин	Аппаратура радиоактивного каротажа	КУРА-2	До 160000	10%	1 раз в полгода
Удельное электрическое сопротивление	Ом*м	Резистивиметр	РС-01-36	2-50	± 10 %	1 раз в полгода
Расход воды	л/с	Расходомер	РЭТС-2	0.01-2.5	± 10%	1 раз в полгода

Проверка и градуировка каверномеров осуществляется по калибровочным кольцам, имитирующим изменение диаметра скважины. Точность измерений геофизических параметров в целом соответствовала требованиям проекта.

### 5.3 Интерпретации каротажных материалов.

Методика интерпретации каротажных материалов основывается на отличиях физических свойств вмещающих пород и углей, представленных в таблице.

Таблица 6 – физические свойства вмещающих пород и углей

Название породы (количество определений)	Кажущееся удельное сопротивление, ом*м	Естественная радиоактивность, пА/кг	Объемная плотность, г/см <sup>3</sup>
Песчаник	(25-750) / 80	(0,45-0,80) / 0,60	(2,50-2,85) / 2,69
Алевролит крупнозернистый	(24-70) / 48	(0,78-1,00) / 0,80	(2,42-2,85) / 2,66
Алевролит мелкозерный	(12,5-75) / 25	(0,80-1,2) / 0,90	(2,22-2,73) / 2,57
Уголь	(175-2500) / 500	(0,15-0,45) / 0,15	(1,19-1,70) / 1,30
Углистая порода	(50-200) / 150	(0,6-0,9) / 0,75	(1,09-2,34) / 2,22
Минерализованная порода	(500-1250) / 600	(0,30-0,45) / 0,35	(2,64-2,94) / 2,75

Угольные пласты однозначно выделяются в разрезе скважин, когда в одном и том же интервале глубин наблюдаются максимумы КС ( $\rho_k$ ), ГГК, ГГКС и минимум на ГК и БК-3Т ( $\sigma_k$ ). Далее по диаграммам детализационного масштаба 1:50 определяются границы пласта, его мощность и строение, при этом основными методами были ГГКС, КС ( $\rho_k$ ), БК-3Т ( $\sigma_k$ ), ГК с привлечением ГГК и кавернометрии. Положение почвы и кровли определяется следующим образом:

- по диаграмме КС ( $\rho_k$ ) – приближенный способ по  $\rho_k$ :  $\rho_k^{ГР} = 1,8 - 2,0 \rho_k^{ВМ}$ ;
- по диаграмме БК-3Т ( $\sigma_k$ ) – Приближенный способ по  $\sigma_k$ :  $\sigma_k^{ГР} = 0,4 - 0,6 \sigma_k^{ВМ}$ , что соответствует 1/2 ветви аномалии;
- по диаграммам ГГК и ГГКС Точка «входа» у начала подъема кривой в почве пласта и точка «выхода» на 1/3 от начала спада в кровле;
- по диаграмме ГК почва и кровля определяется по точкам, делящим нижнюю и верхнюю ветви аномалии пополам;

Породные прослои в угольных пластах выделяются в случае присутствия аномалий на диаграммах всего комплекса, при этом учитываются амплитуды этих аномалий. Породные прослои 0,15 м и более уверенно выделяются по насыщенным аномалиям на кривых всего комплекса, прослои 0,10 м выделяются по выразительным аномалиям на кривых ГГКС, КС ( $\rho_k$ ), и БК-3Т ( $\sigma_k$ ) заметным аномалиям на кривых ГК и ГГК. Маломощные породные прослои выделяются четкими аномалиями на кривых ГГКС, КС ( $\rho_k$ ) и БК-3Т ( $\sigma_k$ ) и только намечаются на кривой ГК.

В случае, когда в одном и том же интервале наблюдаются одновременно минимальные значения на ГГКС, аномалии амплитудой около 1/2 от максимума на ГК, а на других кривых сохраняются аномалии, характерные для угля, этот интервал считается минерализованным углем.

При осложненных контактах (наличие на границе уголь-порода углистых) особое внимание уделяется амплитуде аномалий ГГКС, ГК и в некоторой степени КС ( $\rho_k$ ). Если амплитуда их аномалий против рассматриваемого интервала составляет  $\geq 1/2$  от амплитуды соответствующих аномалий над мощными угольными пачками, то этот интервал интерпретируется углем, если меньше 1/2 максимальной амплитуды, в этом интервале дается углистая порода.

При наличии в кровле или почве пласта каверны, а также при нахождении всего пласта в каверне, основным методом для определения границы угля с породой и строения пласта становится метод ГК, как наименее подверженный влиянию кавернозности, с привлечением других методов и кавернометрии.

При интерпретации пластопересечений, исследованных неполным комплексом, проводится сопоставление с пластопересечениями по соседним скважинам, охваченными полным комплексом ГИС.

Основными методами для литологического расчленения разрезов скважин служат методы КС ( $\rho_k$ ) и ГК привлечением ГГК. Каждый литотип характеризуется определенными признаками на кривых, обусловленными их физическими свойствами. Корреляция разрезов скважин проводится для опознавания угольных пластов, прослеживания их залегания и выявления тектонических нарушений. Для этого используются кривые КС ( $\rho_k$ ) и ГК, с привлечением ГГК и кавернометрии. Реперами при увязке являются угольные пласты, как имеющие наиболее характерные конфигурации геофизических кривых.

При литологическом расчленении по данным каротажа учитывались данные геологического описания керна и его выход. Полученные данные каротажа в скважинах, пробуренных с подъемом керна, использовались для

уточнения мощности и границ литологических разностей при создании геологической колонки, а в бескерновых или с низким выходом керна, мощность и литологическая принадлежность слоев пород принимались по каротажу.

При интерпретации гидрогеофизических диаграмм выделяются водоносные интервалы и определяются их параметры. Водоносные интервалы по расходомерии определяются по приращению скорости движения воды по стволу скважины с введением поправок за диаметр. По резистивиметрии водоносные интервалы выделяются по изменению сопротивления скважинной воды с течением времени.

Интерпретация материалов инклинометрии заключается в построении проекций искривлений скважин (инклинотраграмм) с определением азимута и линейной величины отклонения забоя.

## 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ИХ ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАЛЕГАНИИ ПО ДАННЫМ ГИС

При разведке и разработке угольных месторождений одним из важных показателей качества угольных пластов, определяющих их кондиционность при подсчете запасов, является зольность.

Зольностью угля определяется как выраженное в процентах отношение массы негорючего остатка к исходной массе угля после его сжигания при температуре 800 °С. Выделяют внутреннюю (материнскую) и внешнюю зольность угольного пласта. Внутренняя зольность зависит от минеральных примесей угольного пласта. Внешняя зольность зависит от минеральных примесей внутрипластовых породных прослоев. При разведке месторождений угля изучается средняя зольность угольных пластов, а именно зольность пласта с учетом засорения внутрипластовыми породными прослоями.

Буроугольные пласты отличаются от вмещающих пород песчано-глинистого состава низкими значениями плотности, высокими удельными электрическими сопротивлениями, естественной радиоактивностью, скоростью распространения упругих волн, эффективным атомным номером. Все методы ГИС, основанные на измерении этих параметров, могут быть использованы при определении зольности углей.

Исследованиями установлена тесная корреляционная связь между величинами относительных геофизических параметров и зольностью. В качестве параметров связи используются отношения величины амплитуды аномалии против угольной пачки или породного прослоя к среднему значению этого параметра против пласта, выраженные в процентах.

$$A_{от} = \frac{A_{хп}}{A_{х.ср.пл.}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $A_{от}$  – относительный параметр,  $A_{хп}$  – значение регистрируемого параметра, отсчитанное на соответствующей диаграмме против угольного или породного прослоя,  $A_{х.ср.пл.}$  – среднее значение этого параметра против угольного пласта.

По материалам опорных пластопересечений, по которым проведено определение зольности по керну или грунтоносным пробам, составляются графики корреляционной связи относительных параметров с зольностью. В дальнейшем они используются в качестве палеток для определения зольности пачек и прослоев угольных пластов. Если угольный пласт содержит хотя бы одну пачку с точно определенной зольностью, то можно определить зольность всех остальных пачек.

Если по грунтоносным пробам была достоверно определена зольность нескольких угольных пачек, то за опорную можно принять любую из них. Остальные пачки будут использованы для контроля определения зольности.

### **6.1 Определение зольности угольных пластов по данным кажущихся сопротивлений**

Больше всего связаны с зольностью приведенные кажущиеся сопротивления и асимптотические кажущиеся сопротивления. Приведенные кажущиеся сопротивления  $\rho_k^{пр}$  – это кажущиеся сопротивления пластов  $\rho_k^п$ , измеренные градиент-зондом, приведенные к некоторым стандартным условиям – к одному значению мощности пласта  $h$ , диаметра скважины  $d$ , угла падения  $\alpha$ , а также к отношению сопротивлений вмещающих пород и бурового раствора  $\rho_{вм}/\rho_p$ .

Вычисление приведенных сопротивлений осуществляется по среднему кажущемуся сопротивлению пласта  $\rho_k^{ср}$  по формуле:

$$\rho_{пр} = K_p \cdot K_h \cdot K_d \cdot K_\alpha \cdot \rho_k^{ср}, \quad (2)$$

где  $K_p$ ,  $K_h$ ,  $K_d$ ,  $K_\alpha$  – коэффициенты учета соответственно сопротивления бурового раствора и вмещающих пород, мощности пласта, угла падения и диаметра скважины. Значения этих коэффициентов определяются по специальным палеткам, которые составляются для конкретного градиент-зонда и принятых стандартных условий.

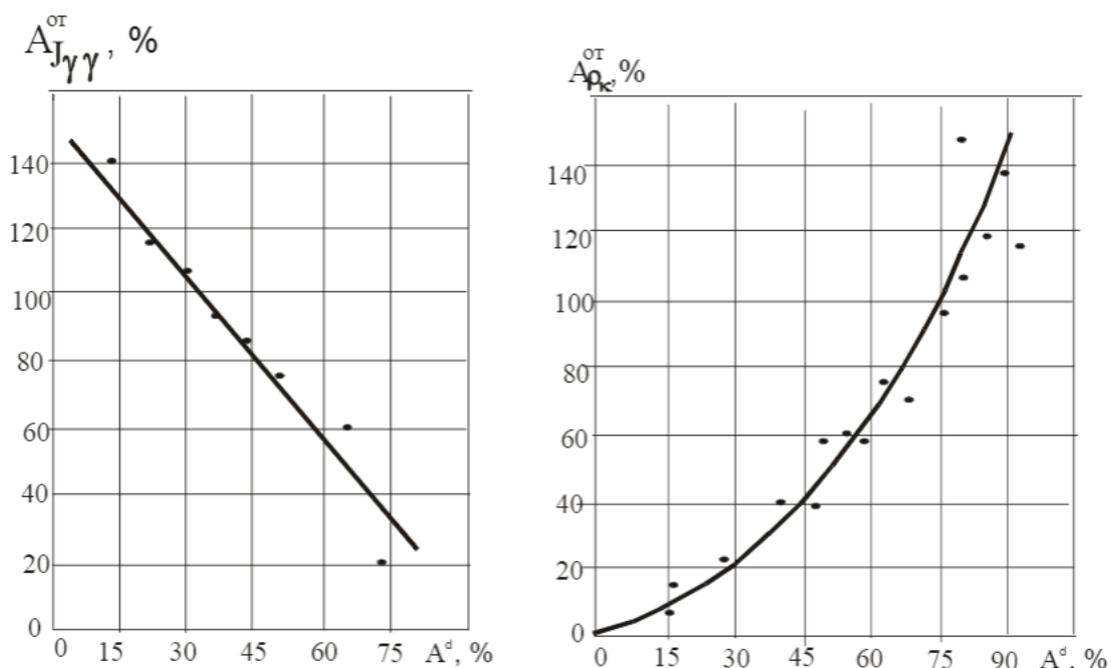


Рисунок 7 – Связь зольности с относительными геофизическими параметрами

При определении средней зольности угольных пластов чаще применяется корреляционная связь зольности и асимптотического сопротивления из-за простоты расчетов.

Асимптотическое кажущееся сопротивление – это сопротивление тонкого пласта при бесконечном уменьшении его мощности. При определении асимптотических сопротивлений для разных диаметров скважин рассчитываются специальные палетки среднего кажущегося сопротивления пласта от соотношения мощности пласта и размера зонда при фиксированных сопротивлениях вмещающих пород и бурового раствора.

Расчет асимптотического коэффициента приведен ниже.

$$B = \frac{\rho_k^a}{\rho_k^{cp}}, \quad (3)$$

где  $\rho_k^a$  – асимптотическое кажущееся сопротивления пласта,  $\rho_k^{cp}$  – среднее кажущееся сопротивление пласта,  $B$  – асимптотический коэффициент.

Палетки для коэффициента  $B$  составляются для разных диаметров скважины  $d$  и разных соотношений сопротивлений вмещающих пород к сопротивлению бурового раствора  $\rho_{вм}/\rho_б$ .

Поскольку по асимптотическим сопротивлениям определяется только средняя зольность пласта, то для установления связи могут использоваться данные керна, поднятого в нарушенном состоянии, по всей мощности пласта.

Пример определения зольности по диаграмме кажущегося сопротивления последовательного градиент-зонда показан на рисунке 8.

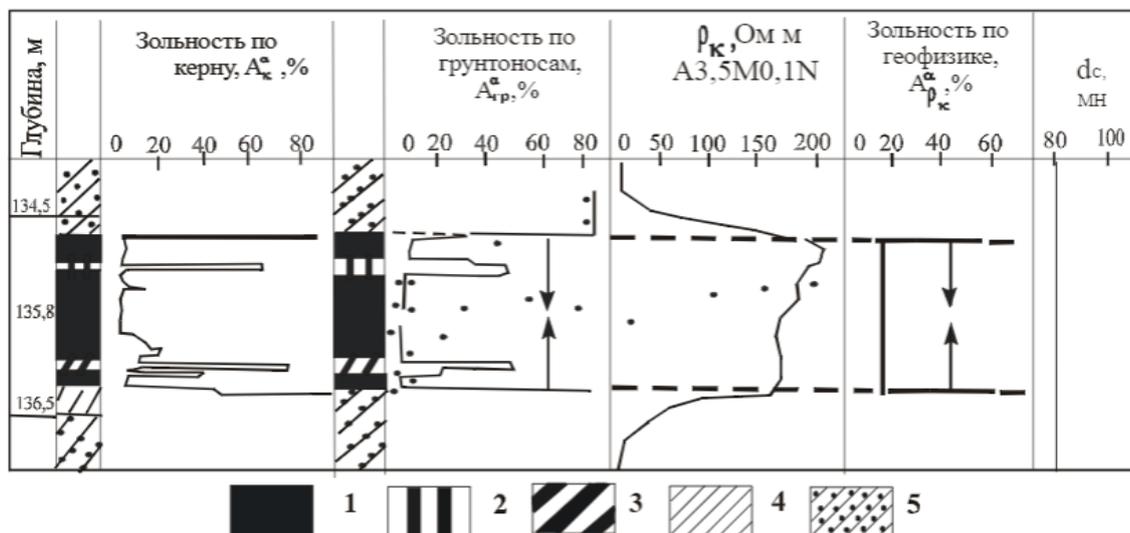


Рисунок 8 – Пример определения зольности угольного пласта сложного строения по диаграмме кажущегося сопротивления:

- 1 – низкозольный уголь; 2 – среднезольный уголь; 3 – аргиллит;  
4 – аргиллит; 5 – аргиллит алевролитовый;

На приведенном примере угольный пласт имеет сложное строение, а его общая мощность равна 1,13 м. На диаграмме кажущегося сопротивления тонкие породные прослои не выделяются, а сама кривая несколько искажена эффектами экранирования.

Исходя из опыта применения этой методики можно сказать, что наилучшие результаты получаются при определении зольности одиночных угольных пластов простого строения, мощность которых не превышает половины длины градиент-зонда, а погрешность определения зольности угольных пластов в благоприятных условиях применения методики составляет +3%.

Достоинствами данной методики являются: простота, небольшая трудоемкость и достаточно высокая точность. Но ее невозможно применять в

угольных пластах мощностью, равной или больше длины зонда, а также в угольных пачках и породных прослоях в пластах сложного строения.

## **6.2 Определение зольности угольных пластов по данным кажущейся электропроводности**

Установлено, что величина, обратная удельному электрическому сопротивлению углей – их удельная электропроводность ( $\sigma$ ), измеренная вдоль напластования пород, имеет близкую к линейной и тесную связь с зольностью в широком диапазоне изменения последней.

В скважинах аппаратурой бокового каротажа регистрируется вдоль напластования кажущаяся электропроводность, величина которой в реальных условиях зависит не только от удельной электропроводности, но и от электропроводности бурового раствора ( $\sigma_p$ ) и вмещающих пород ( $\sigma_{вм}$ ), а также от диаметра скважины ( $d_c$ ) и мощности пласта ( $h$ ).

Пример определения зольности угольного пласта сложного строения по диаграмме кажущейся проводимости показан на рисунке 9. В разрезе пласта по данным геофизики выделено большое количество углистых пород различной мощности. Практически по всему разрезу пласта поднят керн в основном хорошей сохранности, по результатам дифференциального опробования которого составлен детальный разрез зольности пласта.

Составляется диаграмма зольности угольных пачек и породных прослоев с использованием корреляционной связи углей, установленной по обобщенным данным грунтоносного и кернавого опробования угольных пластов с удельной электропроводностью углей. Средняя зольность пласта рассчитывается по формуле 1. При этом минералогическая плотность слоев определяется по ее связи с зольностью.

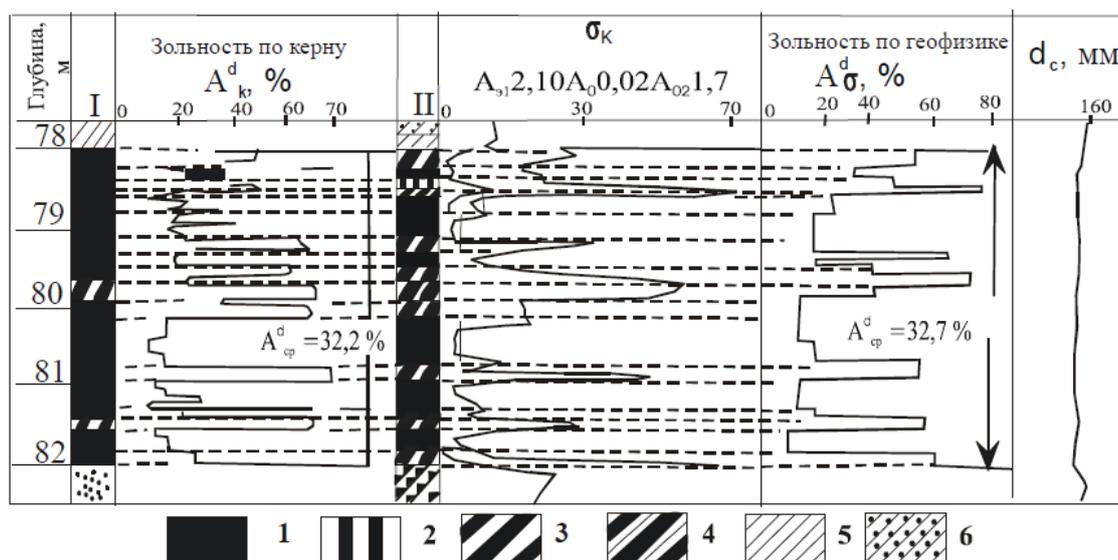


Рисунок 9 – Пример определения зольности угольного пласта сложного строения по диаграмме кажущейся электропроводности  $\sigma_k$ :

- 1 – уголь; 2 – высокозольный уголь; 3 – аргиллит высокоуглистый;
- 4 – аргиллит низкоуглистый; 5 – аргиллит;
- 6 – аргиллит алевролитовый;

### 6.3 Определение зольности угольных пластов по данным селективного гамма-гамма-метода

Физической основой для определения зольности угольных пластов по диаграммам ГГКС служит значительное различие эффективного атомного номера органического вещества и минеральных примесей. Высокая чувствительность диаграмм  $J_{\gamma\gamma c}$  к содержанию минеральных примесей и практически полное отсутствие влияния процессов метаморфизма углей на величину атомного номера обеспечили высокую эффективность этого метода.

Суть метода заключается в использовании корреляционных связей относительной амплитуды аномалии  $J_{\gamma\gamma c}$  с зольностью углей. За относительную величину аномалии следует принимать отношение скорости счета против искомого слоя и скорости счета в эталоне, т.е.  $J_{\gamma\gamma c}^{от} = J_{\gamma\gamma c}^y / J_{\gamma\gamma c}^{эт}$ . При этом за эталон принимается среда, эквивалентная зольность которой по скорости счета близка к беззольному углю. В качестве такого эталона используются графитовые или плексигласовые блоки, чистая вода, специальные блоки из полимеров и т.д.

Эквивалентная зольность эталона точно устанавливается по результатам измерений на моделях или по данным скважинных измерений на пластах, зольность которых достоверно известна.

Прежде чем приступить к определению зольности, диаграмму ГГКС необходимо разделить на отдельные интервалы (слои), в пределах которых величина интенсивности гамма-излучения принимается постоянной, и определить их мощность. Выделенные таким образом слои могут включать в себя несколько тонких пропластков углей и углистых пород различной мощности, которые из-за малой мощности не разделяются по диаграмме  $J_{\gamma_{\text{ГКС}}}$ , но выделяются на разрезе, составленном по данным геофизики. Поэтому правильность определения мощности слоев по диаграмме  $J_{\gamma_{\text{ГКС}}}$  надежно контролируется данными разреза пласта по геофизике. Отсчет показаний скорости счета против выделенных угольных пачек и породных прослоев проводится в сантиметрах от нулевой линии.

При мощности угольных пачек и прослоев более длины зонда селективного каротажа в полтора раза отсчет значений принимается равным среднему значению скорости счета. Если мощность пачки или прослоя меньше указанной величины, то отсчет значений принимается равным экстремальному. Величина поправок за влияние мощности пластов на величину аномалий находится с помощью специальных палеток, представляющих семейства графиков зависимости коэффициента учета мощности пласта (прослоя) от его истинной мощности.

Замер в эталоне должен проводиться на скважине перед началом и окончанием регистрации диаграмм.

По найденным значениям относительной интенсивности с помощью корреляционной связи  $J_{\gamma_{\text{ГКС}}}^{\text{от}} = f(A^{\alpha})$  определяется зольность угольных пачек и породных прослоев, а точнее, выделенных по диаграмме  $J_{\gamma}$  слоев. Средневзвешенная зольность угольных пластов рассчитывается по формуле 1, а необходимая для этих расчетов минералогическая плотность выделенных слоев – по связи ее с зольностью.

Пример определения зольности угольного пласта сложного строения по диаграмме селективного гамма-гамма-метода показан на рисунке 10.

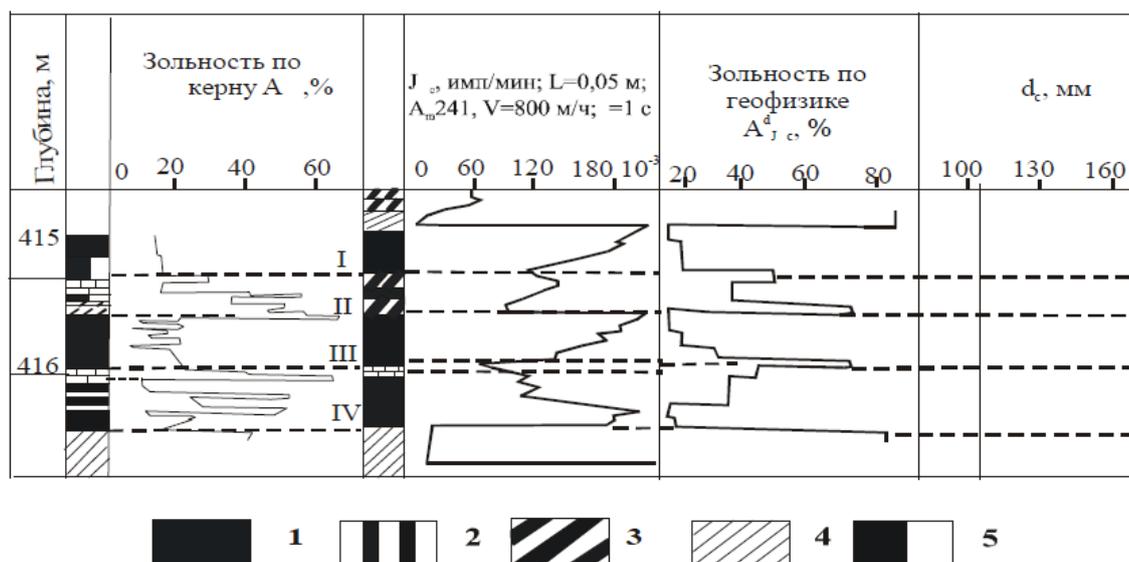


Рисунок 10 – Пример определения зольности угольного пласта по диаграмме  $J_{\gamma\gamma c}$ :

1 – низкозольный уголь; 2 – высокозольный уголь; 3 – высокоуглистый аргиллит; 4 – аргиллит; 5 - керн отсутствует.

#### 6.4 Определение зольности угольных пластов по данным естественной радиоактивности

Изучение зольности углей по их естественной радиоактивности основывается на корреляционной связи между этими параметрами. Эта связь объясняется прямой зависимостью обеих величин от содержания и состава минеральных примесей.

С увеличением зольности растет и естественная радиоактивность углей. Эта зависимость связана с повышением содержания радиоактивного изотопа  $K^{40}$ , находящегося в составах глинистых минералов, являющихся одним из главным компонентом минеральных примесей. Наибольшей естественную радиоактивностью среди углевмещающих пород обладает аргиллит.

Целью методики определения зольности угольного пласта по диаграмме естественной радиоактивности является нахождение истинного значения

естественной радиоактивности пласта, установлению между нею и зольностью корреляционных связей и использованию этих связей для определения зольности угольных пластов. Определение истинного значения естественной радиоактивности угольного пласта осуществляется путем введения специальных поправок на влияние вмещающих пород, скорость регистрации, мощность, диаметр скважины, инерционность применяемой аппаратуры, естественную радиоактивность бурового раствора и его плотность.

Существует методика, использующая относительное значение естественной радиоактивности. Для определения зольности по этой методике используется относительная радиоактивность  $J_{\gamma}^{от}$ , представляющая собой отношение средних значений  $J_{\gamma_{уу}}$  в угольном пласте или отдельных его пачках, исправленных за влияние бурового раствора, инерционности аппаратуры, мощности пласта и диаметра скважины к средним значениям вмещающих пород, непосредственно залегающих в кровле пласта  $J_{\gamma_{вм}}$ :

$$J_{\gamma}^{от} = \frac{J_{\gamma_{уу}}}{J_{\gamma_{вм}}} \quad (4)$$

Применение относительной интенсивности естественного гамма-излучения угольных пластов позволяет учитывать неоднородность радиоактивных минеральных примесей в различных угольных пластах. Это можно объяснить тем, что часть осадков, залегающих в кровле торфяника, попадает в него и при погружении под толщу покрывающих пород преобразуется вместе с торфяниками в угольное вещество с минеральными примесями. Радиоактивность минеральных примесей в угольных пластах можно часто отождествлять с радиоактивностью вмещающих пород, залегающих в их кровле. Поэтому относительная интенсивность естественного гамма-излучения угольных пластов дает более точное определение их зольности.

Для нахождения исправленного значения  $J_{\gamma_{уу}}$  необходимо ввести поправки за влияние инерционности аппаратуры и мощности пласта  $K_{hw}$ , а также за влияние бурового раствора и диаметра скважины и  $K_{dp}$  в снятые с диаграммы

средние значения интенсивности естественного излучения пласта или его отдельных пачек  $J_{\gamma\gamma}$ . Параметр поправок определяется по специальным палеткам.

Палетка определения  $K_{hw}$  – это график зависимости  $K_{hw}=f(h)$  при различном значении параметра скорости регистрации  $w=v\tau$  (шифр кривых). Коэффициент  $K_{hw}$  равен отношению амплитуды аномалии интенсивности естественного гамма-излучения при бесконечной мощности пласта  $\Delta J_{\gamma\infty\gamma}$  к значению амплитуды аномалии, снятому с диаграммы  $\Delta J_{\gamma\gamma}^h$ .

$$K_{hw} = \frac{\Delta J_{\gamma\infty\gamma}}{\Delta J_{\gamma\gamma}^h} \quad (5)$$

Для внесения данной поправки необходимо определить на диаграмме значение интенсивности естественного гамма-излучения угольного пласта  $J_{\gamma\gamma}$  и вмещающих пород  $J_{\gamma\text{вм}}$  и вычислить амплитуду аномалии  $\Delta J_{\gamma\gamma}$  как разность этих величин:

$$\Delta J_{\gamma\gamma}^h = J_{\gamma\text{вм}} - J_{\gamma\gamma} \quad (6)$$

С помощью палетки по известной мощности пласта, определяемой по диаграмме, и известному значению параметра скорости регистрации  $w=v\tau$  находится значение коэффициента  $K_{hw}$ . По найденному значению  $K_{hw}$  можно рассчитать интенсивность естественного гамма-излучения пласта при его бесконечной мощности по формуле:

$$J_{\gamma\infty\gamma} = (J_{\gamma\text{вм}} - \Delta J_{\gamma\gamma}) \cdot K_{hw} \quad (7)$$

В исправленную за влияние инерционности аппаратуры и мощности пласта в интенсивность естественного гамма-излучения вводится поправка за влияние радиоактивности бурового раствора и диаметра скважины и находится величина исправленной интенсивности естественного гамма-излучения.

$$J_{\gamma\text{ис}} = J_{\gamma\infty\gamma} \cdot K_{\text{др}} \quad (8)$$

Значение коэффициента  $K_{\text{др}}$  определяется как ордината палетки по известным значениям диаметра скважины, определяемого по кавернограмме (абсцисса палетка), и параметра  $\Pi$  (шифр кривых).

Параметр  $\Pi$  равен отношению интенсивностей естественного гамма-излучения пласта  $J_{\gamma\infty\gamma}$  и бурового раствора  $J_{\gamma\text{р}}$ .

$$\Pi = \frac{J_{\gamma\infty y}}{J_{\gamma p}} \quad (9)$$

Интенсивность естественного гамма-излучения бурового раствора находится с помощью прямого замера в шурфе тем же скважинным прибором, которым регистрировалась диаграмма. Исправленное значение  $J_{\gamma y}$  пласта используется при вычислении параметра  $J_{\gamma\text{от}}$ . Зольность пласта определяют, используя корреляционную зависимость.

Метод естественной радиоактивности можно использовать наравне с другими геофизическими методами для изучения зольности угольных пластов простого строения и в качестве вспомогательного комплекса для изучения зольности угольных пластов сложного строения совместно с другими методами.

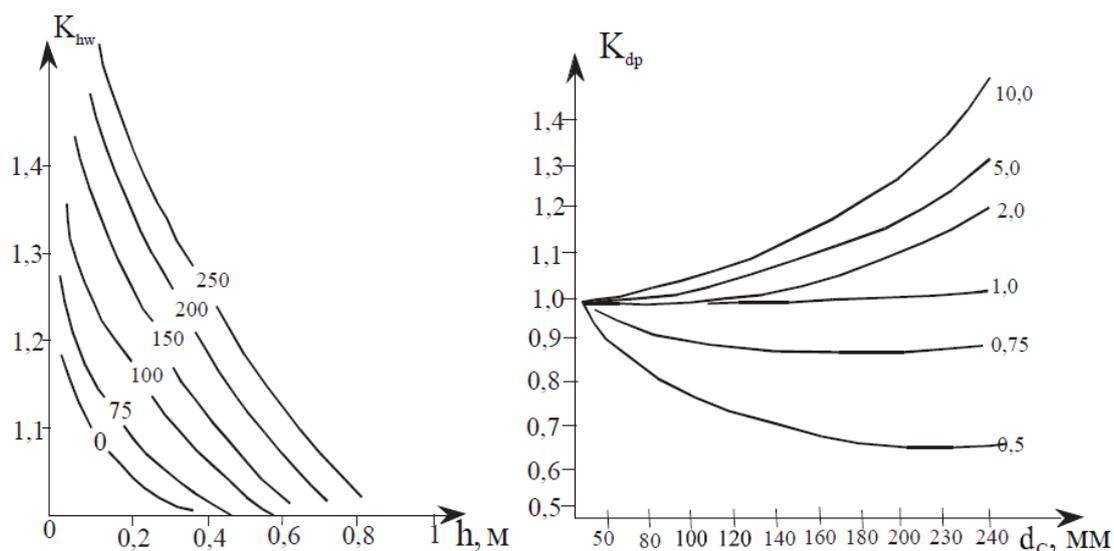


Рисунок 11 – Пример палетки для определения поправочных коэффициентов учета влияния параметра регистрации и мощности пласта  $K_{hw}$ , радиоактивности бурового раствора и диаметра скважины  $K_{dp}$  на величину аномалий. Шифр кривых: а -  $w=v\tau$ , б - П

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения дипломного проекта был проведен анализ и обзор информации по геологическому строению месторождения, геолого-геофизической изученности Березово-Бирюлинского угольного месторождения.

Для решения поставленных перед доразведкой задач, опираясь на анализ ранее проведенных геолого-геофизических работ на месторождении, был выбран рациональный комплекс ГИС, включающий в себя методы КС, БК-ЗТ, ГК, ГГК, ГГКС, кавернометрию и инклинометрию.

Применение запроектированного комплекса методов позволит дать качественную оценку изучаемому участку месторождения.

В качестве самостоятельно выполненных исследований представлен анализ методов определения зольности угольных пластов в их естественном залегании по данным ГИС.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-2231	Китайгора Денису Александровичу

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость ресурсов на выполнение геофизических исследований</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>ССН-92; СНОР -93;</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Обеспечение системы налогообложений, Страховой взнос 30,5% (в том числе страхование от несчастных случаев), НДС 20%</i>

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Оценка стоимости геофизических работ на скважинах</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по геофизическому проекту</i>
<i>3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования на проведение геофизических исследований</i>
<i>4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Общий расчет сметной стоимости проектируемого комплекса ГИС</i>

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

*Отсутствует*

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Фадеева В.Н.	К.ф.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-2231	Китайгора Денис Александрович		

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

Проектируемые геофизические работы будут проводиться в осенний период (сентябрь) 2019 г. на Березово-Бирюлинском угольном месторождении в Кемеровской области входящей в состав АО «Угольная компания «Северный Кузбасс». Офис и база предприятия находится в Кемеровской обл., г. Ленинск-Кузнецкий ул. 8 Марта, д 59.

Проведение полевых работ будет осуществляться вахтовым методом.

Все работы будут осуществляться исходя из поэтапного плана работ.

Таблица 7 - Поэтапный план работ

Дата		Виды работ	Результаты работ
Начало	Конец		
01. 09. 19.	01. 09. 19.	Завоз крупногабаритного и тяжелого оборудования и организация полевых работ	Готовность проведения, организации полевых работ
02. 09. 19.	30. 09. 19..	Полевые работы	Получение геофизических данных
02. 09. 19.	30. 09. 19.	Контроль качества и интерпретация получаемых материалов	Получение геологических данных и свойств коллекторов по скважине
30. 09. 19.	30. 09. 19.	Ликвидация полевых работ Выдача заключения по скважине	Готовность к вывозу оборудования Выдача данных по скважине заказчику
31. 09. 19.	31. 09. 19.	Вывоз крупногабаритного и тяжелого оборудования по зимнику	Полное завершение работ на данной скважине

### **7.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту**

Для расчета затрат на выполнение геологического задания, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ и всего комплекса работ по проекту.

Виды и объёмы проектируемых работ на скважинах по данному проекту представлены в таблице 7, они определяются комплексом ГИС, количеством скважин и их забоем. В проекте заложено исследование двух скважин, глубиной

810 м. Процент охвата каротажем пробуренного метража должен составлять 95% (1539 м).

Расстояние от базы организации (г. Ленинск-Кузнецкий) до участка работ в одну сторону составляет 125 км.

Стоимость контрольно-интерпретационных работ составит 50 % от стоимости полевых работ.

Таблица 8 – Виды и объемы проектируемых работ на скважинах

№	Виды работ	Оборудование	Масштаб	Объём	
				Ед. изм.	Кол-во
1	Комплексный каротаж	Каротажная станция СК-1-74, оборудованная лабораторией Геофит 1003, геофизическим кабелем КГ-3-60х90, на базе автомобиля ЗИЛ-131			
		КС, БК, ГК, ГГК, КМ	1:200	м	1539
		Расходомерия	1:200	м	1539
		Резистивиметрия	1:200	м	1539
		КС, БК, ГК, ГГК, КМ, ГГКС	1:50	м	1539
		Инклинометрия	Через 20 м	м	1539
2	Контрольно-интерпретационные работы	Средства вычислительной техники Программное обеспечение: «МАХ»			

Расчеты затрат времени на проведение геофизических работ производятся исходя из ССН. вып. 3. ч. 5. таб 5.

Таблица 9 – Расчёт затрат времени на проведение геофизических работ в скважине

Виды работ	Затраты времени на проведение геофизических работ в скважине глубиной 0-800 м, отр.см.
1. КС+ГК+ГГК+БК+КМ 1:200 (табл.14)	
норма на единицу (гр.3+9+9)	2,23
число единиц	0,769
число отрядов-смен	1,715
2. Расходомерия 1:200 (табл.14)	
норма на единицу (гр.15)	2,80
число единиц	0,769
число отрядов-смен	2,15

Продолжение таблицы 9

3. Резистивиметрия 1:200 (табл.14)	
норма на единицу (гр.16)	2,13
число единиц	0,769
число отрядов-смен	1,63
4. КС+ГК+ГГК+БК+КМ+ГГКС 1:50 (табл. 16)	
норма на единицу (гр.5+7+9)	14,1
число единиц	0,048
число отрядов-смен	0,677
5. Инклинометрия (табл. 13)	
норма на единицу (гр.17)	0,42
число единиц	0,769
число отрядов-смен	0,323
Итого на 1 скважину	6,5
Число скважин	2
Итого	13

Нормализованные затраты времени на выполнение ГИС составят 13 отр/см.

Коэффициент отклонения от нормализованных условий труда ( $K_n$ ) на проведение геофизических работ составит 0,45 (ССН. вып. 3. часть 5. табл. 5).

Контрольно-интерпретационные работы проводятся на протяжении всего периода геофизических работ.

Затраты времени с учетом  $K_n$  составят:  $13/0,45 = 28,84$  отр/см.

Таблица 9 – Расчет затрат времени на переезды

Категория дорог	Расстояние до скважины км	Кол-во выездов	Общий пробег км	Норма времени на 100 км	Затраты времени
I категория	118	2	236	0,332	0,78
Бездорожье	7	2	14	1,120	0,15
Всего	125		250		0,93

Нормализованные затраты времени на переезды составят 0,93 отр/см.

Затраты времени с учетом  $K_n$  составят:  $0,93/0,45 = 2,06$  отр/см.

Таблица 10 – Расчет общих затрат времени на ГИС и переезды

Методы исследования	Затраты времени, отр/см	Затраты времени с учетом К <sub>н</sub> , отр/см
Общие затраты времени составили:	13,93	31
на ГИС	13	28,84
на переезды	0,93	2,06

Общие затраты времени на проведение геофизических работ на скважинах, с учетом переездов, составили 31 отрядо-смену.

*Расчет затрат на полевое довольствие.* Работникам полевых отрядов будет выплачиваться полевое довольствие за фактическое время нахождения в полевых условиях. Состав отряда-3 человека.

Нормализованные затраты времени на ГИС и переезды – 31 отр/см.

31 отр/см. \* 3 чел. = 93 ч/дн.

## 7.2 Расчет финансовых расходов на проектируемые работы

Таблица 11 – Сметные расчеты по видам работ (форма СМ-5), комплексной геофизической партии для одной скважины

№	Вид работ	Объем		Стоимость каротажа	Ед. изм.	Стоимость объема работ, руб	Повышающие коэф		Итого, руб
		Ед. изм.	Кол-во				Коэф. удор.	Коэф. норм.усл.	
1	КС 1:200	м	1539	120,91	руб/100м	1860,805	3,38	1,2	7547,4
2	Вспомогат. работы при КС	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
3	БК 1:200	тчк	1539	117,24	руб/100м	1804,324	3,38	1,2	7318,3
4	Вспомогат. работы при БК	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
5	ГК 1:200	м	1539	115,91	руб/100м	1783,855	3,38	1,2	7235,3
6	Вспомогат. работы при ГК	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
7	ГГК 1:200	м	1539	160,6	руб/100м	2471,634	3,38	1,2	10024,9
8	Вспомогат. работы при ГГК	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
9	КМ 1:200	м	1539	80,14	руб/100м	1233,355	3,38	1,2	5002,4
10	Вспомогат. работы при КМ	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
11	Расходомерия 1:200	м	1539	100,3	руб/100м	1543,617	3,38	1,2	6260,911
12	Вспомогат. работы при РМ	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963

Продолжение таблицы 11

13	Резистивиметр. 1:200	м	1539	99,4	руб/100м	1529,766	3,38	1,2	6204,7
14	Вспомогат. работы при резистивиметр.	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
15	КС 1:50	м	1539	130,1	руб/100м	2002,239	3,38	1,2	8121
16	Вспомогат. работы при КС	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
17	БК 1:50	тчк	1539	110,8	руб/100м	1705,212	3,38	1,2	6916,3
18	Вспомогат. работы при БК	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
19	ГК 1:50	м	1539	105,1	руб/100м	1617,489	3,38	1,2	6560,5
20	Вспомогат. работы при ГК	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
21	ГГК 1:50	м	1539	170,6	руб/100м	2625,534	3,38	1,2	10649,1
22	Вспомогат. работы при ГГК	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
23	КМ 1:50	м	1539	87,6	руб/100м	1348,164	3,38	1,2	5468,1
24	Вспомогат. работы при КМ	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
25	ГГКС 1:50	м	1539	170,6	руб/100м	2625,534	3,38	1,2	10649,17
26	Вспомогат. работы при ГГКС	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
27	Инклинометрия (тчк через 20 м)	тчк	77	50,1	руб/тчк	3857,7	3,38	1,2	15646,83
28	Вспомогат. работы при Инклинометр	опер	1	1470,19	руб/опер	1470,19	3,38	1,15	5963
29	Итого								197088,7

Итого стоимость комплекса геофизических работ, выполняемых комплексной геофизической партией на двух скважинах составит 394177,4 руб.

При использовании каротажной автомашины ЗИЛ-131 затраты на расход топлива при выполнении работ в двух скважинах составит 36874,5 руб. Расчёт проводится на основе нормы расхода горючего при переездах и при стационарной работе.

Контрольно интерпретационные работы оплачиваются в размере половины стоимости комплекса каротажных работ. Камеральные работы составят 197088,7 руб.

Расчет затрат труда выполняется по справочнику СНОР-93, берется типовой состав, который корректируется в соответствии с условием и опытом работ. Районный коэффициент ( $K_p$ ) – 1,3.

Таблица 12 – Расчет затрат на оплату труда промыслово-геофизической

партии

Статьи зарплат	Оклад	Районный коэф.	Итого с учётом коэф.	Премия	Итого (+премия) руб. (за 1 мес.)
				%	
Геофизик 1 категории	60000	1.3	78000	30	101400
Каротажник	48000	1.3	62400	30	81120
Машинист подъемника каротажной станции	45000	1.3	58500	30	76050
<b>ИТОГО основная зарплата</b>			198900		258570

Общая сметная стоимость работ по проекту (форма СМ1) рассчитывается в соответствие с инструкцией по составлению проектов и смет.

Таблица 13 – Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ (форма СМ-1)

№	Наименование работ и затрат	Объем		От суммы	Итого затрат на объем / руб.
1	Основные расходы				
	полевые каротажные работы		1		394177,4
	расход топлива		1		36874,5
	контрольно интерпретационные работы		1		197088,7
	оплата труда		1		258570
	отчисления на социальные страхования (30,5% в том числе страхование от несчастных случаев)	%	30,5	258570	78863,85
	полевое довольствие		93	700	65100
	<b>ИТОГО:</b>	<b>1030674,45</b>			
2	Накладные расходы	%	15	1030674,45	154601,1
3	Плановые накопления	%	20	1030674,45	206134,89
4	Резерв	%	10	1030674,45	103067,4
<b>Итого сметная стоимость</b>					<b>1494477,95</b>
Договорная цена с учетом НДС		%	20	1494477,95	1793373,54

На основе вышеперечисленных расчетов общая стоимость проекта на проведение комплексной геофизических исследований составит 1793373,54 руб.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2231	Китайгора Денису Александровичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки (Геофизические методы исследования скважин)

Тема ВКР:

Геофизические исследования скважин для разведки Березовского шахтного поля Березово-Бирюлинского угольного месторождения (Кемеровская область)	
<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 разведочные скважины на Березово-Бирюлинском угольном месторождении. Область применения: геофизические исследования в скважинах на уголь.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) ГОСТ 12.1.019-2017 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.012-90 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.2.062-81 ГОСТ 12.4.125-83 ГОСТ 12.1.004-91
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Среди вредных факторов были выявлены следующие: – отклонение показаний микроклимата на открытом воздухе; – тяжесть и напряженность физического труда; – повреждения в результате контакта с животными и насекомыми; – превышение уровня ионизирующих излучений;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> </ul> <p>Среди опасных факторов были выявлены следующие факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>– движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<p>Анализ негативных воздействий, такими являются: повреждение почвенного слоя; загрязнение производственными водами; выбросы вредных веществ; распугивание представителей животного мира, случайное уничтожение.</p> <p>Мероприятия по защите почвы от загрязнения и выброса вредных веществ в атмосферу.</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Наиболее вероятные ЧС: выброс газа и пожары.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	к. т. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2231	Китайгора Денис Александрович		

## **8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **8.1 Введение**

В рамках проекта предусмотрено выполнение комплекса геофизических работ в двух скважинах с целью доразведки Березово-Бирюлинского угольного месторождения.

Геофизические работы будут проводиться в осенний период (сентябрь) 2019 г. на Березово-Бирюлинском угольном месторождении в Кемеровской области входящей в состав АО «Угольная компания «Северный Кузбасс». В административном отношении Березово-Бирюлинское месторождение располагается в г. Березовский Кемеровской области. Офис и база предприятия находится в Кемеровской обл., г. Ленинск-Кузнецкий ул. 8 Марта, д 59.

Областью применения проекта являются геофизические исследования в скважинах на уголь.

Геофизические работы будут проходить в 3 этапа: проектно-сметные работы; полевые работы; камеральные работы.

Климат в районе проведения работ резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. Среднесуточные колебания температуры в районе доходят до 22 °С. Средняя минимальная температура самого холодного месяца (января) минус 23,8 °С, средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца (июля) плюс 25,1 °С. Среднегодовое количество осадков равно 619,5 мм: на летний период приходится 227 мм, на зимний 392 мм. Господствующие направления ветров – юго-западное и южное. Наибольшие скорости ветра (3,0-3,5 м/сек) наблюдаются в зимнее и весеннее время, уменьшаясь летом до 1,6-2,8 м/сек.

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

В компании ООО «Ленинск-Кузнецкой геофизической партии», предусмотрен вахтовый график работы. Оплата труда работников, занятых на

тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ).

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).

В компании сотрудникам, работающим вахтовым методом, предусмотрен отпуск в 40 календарных дней. Раз в три года предоставляется санаторно-курортное лечение.

Согласно статье 168.1. ТК РФ («Возмещение расходов, связанных со служебными поездками работников, постоянная работа которых осуществляется в пути или имеет разъездной характер, а также с работой в полевых условиях, работами экспедиционного характера»), 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);
- иные расходы, произведенные работниками с разрешения или ведома работодателя.

Геофизические работы в скважинах должны производиться в присутствии представителя АО «Угольная компания «Северный Кузбасс» под руководством ответственного специалиста ООО «Ленинск-Кузнецкой геофизической 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.

При размещении скважинного оборудования на искусственных

сооружениях геофизическое оборудование, аппаратура и материалы размещаются согласно совместно разработанным и утвержденным схемам.

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

Выполнение геофизических работ должно быть приостановлено при:

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

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

### **8.3 Производственная безопасность**

Проектируемые работы предусматривается проводить в полном соответствии с Правилами безопасности при геологоразведочных работах ПБ[08-37-2005].

Для целостного представления обо всех выявленных вредных и опасных факторах при геофизических исследованиях скважин на Березово-Бирюлинском угольном месторождении и связи их с запроектированными видами работ составлена обобщающая таблица 14. Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проведена с использованием «Классификации вредных и опасных производственных факторов по ГОСТ

12.0.003–74 (с измен. № 1, утвержденным в октябре 1978 г., переиздание сентябрь 1999 г.)».

Таблица 14 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при проведении геофизических исследований скважин

Факторы (ГОСТ 12.0.003.-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Полевой	Камеральный	
1	2	3	4
1. Отклонения показателей микроклимата на открытом воздухе	+	-	ГОСТ 12.1.019-2017 ГОСТ 12.1.030-81
2. Тяжесть и напряженность физического труда	+	-	ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.012-90
3. Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми	+	-	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-2014
4. Превышение уровня ионизирующих излучений	+	-	ГОСТ 12.2.003-91 ГОСТ 12.2.062-81
5. Превышение уровней шума и вибрации	+	+	ГОСТ 12.4.125-83
6. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 ОСПО РБ – 99
7. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 23-05-95
8. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	СНиП 21-01-97 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
9. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	+	-	РД 153-39.0-072-01 Р 2.2.2006-05 ГОСТ 12.1.008-76

### 8.3.1 Анализ вредных производственных факторов

*Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.*

Проведение полевых работ на Березово-Бирюлинском месторождении запланировано в осеннее время года. Климатические условия в районе проведения работ можно охарактеризовать как умеренные, с температурой воздуха от плюс 20 до 0 °С и большим количеством осадков.

В качестве средств индивидуальной защиты при работе на открытом воздухе во время дождя применяется: водонепроницаемая спецодежда, прорезиненные перчатки, резиновые сапоги, каски.

*Тяжесть и напряженность физического труда.* Согласно Р 2.2.2006-05 класс условий труда оценен как «вредный». Работы, предусматриваемые данным проектом, будут выполняться полевой каротажной партией, состоящей из трех человек. Условия труда при проведении ГИС отличаются высокой сенсорной, монотонной и эмоциональной нагрузкой.

Персонал, занятый в данном виде исследований, работает вахтовым методом с ненормированным рабочим днем. Бытовые и природные полевые условия отражаются на физическом и нервно-эмоциональном состоянии рабочего персонала, приводит к нервному и физическому истощению. Для профилактики утомления должны быть предусмотрены технические, медико-биологические и организационные мероприятия.

*Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми* Профилактика природно-очаговых заболеваний имеет особое значение в полевых условиях. Разносят их насекомые, дикие звери, птицы и рыбы. Наиболее распространенные природно-очаговые заболевания весенне-летний клещевой энцефалит, туляремия.

При заболевании энцефалитом происходит тяжелое поражение центральной нервной системы. Основное профилактическое мероприятие – противэнцефалитные прививки, которые создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на весь год.

Для предотвращения укусов клещей все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами, индивидуальными медицинскими пакетами и средствами защиты (специальные мази, кремы, лосьоны, репелленты, спреи) (ГОСТ 12.1.008-76).

*Превышение уровня ионизирующих излучений.* При исследовании скважин применяются радиоактивные вещества (РВ) применяемые в радиоактивных методах, в данном комплексе методов используется прибор, комбинированный радиоактивного каротажа КУРА-2. Источниками излучения служат плутоний – бериллиевые сплавы и сплавы, содержащие радиоактивный изотоп цезия.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может

вызвать два вида эффектов: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой ожог) и стохастические (вероятностные) бес пороговые эффекты (злокачественные опухоли).

ГИС относится к 1 категории работ с привлечением радиоактивных веществ. Здесь возможно только внешнее облучение, поэтому необходима защита от гамма-излучения и нейтронного излучения. Для того чтобы обезопасить обслуживающий персонал от вредного действия радиоактивных веществ, необходимо организовать их правильное хранение, транспортировку и работу с ними на скважине, а также не допускать загрязнение этими веществами рабочих мест (таблица 15).

Таблица 15 - Мощность эквивалентной дозы, используемая при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения

Нормируемые документы	Пределы доз, мЗв	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза за год	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
В хрусталике глаза	150	15 мЗв
Коже	500	50 Зв
Кистях и сапогах	500	50000 Зв

Для защиты от гамма-излучения применяют свинец. Дозу гамма излучений за рабочий день определяют с помощью карманных дозиметров путём пересчета показаний радиометров. Мощность поглощенной дозы для каждого работника не должна превышать 50.02 Зв.

Радиоактивные вещества хранят и транспортируют в специальных хранилищах, в переносных контейнерах, которые находятся, в зависимости от активности радиоактивного вещества, в специальных колодцах. Для обозначения объектов, помещений, оборудования, устройств и материалов, внутри или на поверхности, которых возможна радиационная опасность, ставится специальный знак с надписью: «Осторожно радиоактивность!».

*Превышение уровней шума и вибрации.* Шум при проведении

геофизических работ создаётся работающим оборудованием: буровыми установками, машинами, лебедками и т.д. В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда и оказывает вредное воздействие на организм человека. Предельно допустимые значения (до 80 децибел), характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-2014.

Основные мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией: виброизоляция оборудования буровой установки; звукоизоляция кожухами механизмов буровой установки; использование звукопоглощающих материалов в рабочих помещениях; использование средств индивидуальной защиты (беруши, наушники).

*Недостаточная освещенность.* При проведении ГИС в ночное время суток рабочая зона (лебедка подъемника, мостки, лестницы и входы на буровую, роторная площадка) во избежание травматизма и аварийных ситуаций, должна искусственно освещаться. Необходимые нормы освещенности рабочей зоны приведены в таблице 16.

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

Таблица 16 - Нормы искусственного освещения [СП 52.13330.2011]

Места освещения	Освещенность, лк
Рабочие места у бурового станка (ротора, Лебедки)	40
Щиты контрольно-измерительных приборов	50
Площадка для кронблока	25
Двигатели, насосы	25
Лестницы, входы на буровую, приемный мост промывочной жидкости	10
На стенах	500
На рабочем столе	300

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Аварийное освещение разделяется на освещение

безопасности и эвакуационное.

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшими световой отдачей и сроком службы.

Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в таблице 17.

Таблица 17 – Норма значений при минимально допустимых индексах цветопередачи

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи $R_a$			
	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 60$	$R_a \geq 45$	$R_a \geq 25$
Люминесцентные лампы	65	75	-	-
Компактные люминесцентные лампы	70	-	-	-
Металлогалогенные лампы	75	90	-	-
Дуговые ртутные лампы	-	-	55	-
Натриевые лампы высокого давления	-	75	-	100

### 8.3.2 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

*Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.* При проведении полевых работ несут опасность поражения электрическим током токоведущие элементы каротажной станции (подъемник, лаборатория и скважинные приборы).

Причинами поражения электрическим током могут послужить: повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям (находящимся под напряжением). Поэтому работа на каротажных станциях требует помимо соответствующей квалификации персонала большого внимания и строгого соблюдения правил электробезопасности. При работе с электрооборудованием нужно соблюдать электробезопасность.

Соединительные провода, применяемые для сборки электросетей, не должны иметь обнаженных жил, ненадежную изоляцию, концы их должны

быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками. Подключать кабель к источнику питания разрешается только по окончании сборки всех коммуникаций каротажной станции.

Предупреждение электротравматизма на объектах достигается выполнением следующих мероприятий: устройством электроустановок (недоступность прикосновения человека к токоведущим частям, находящимся под напряжением); устройством защитного заземления; защитой от перехода высокого напряжения в сеть низкого напряжения; применением защитных средств при обслуживании электроустановок; проведением планово-предупредительных ремонтов; применением специальных схем защитного отключения электрооборудования, находящихся в эксплуатации; организационными и техническими мероприятиями по обеспечению безопасности при проведении переключений и ремонтных работ; специальным обучением лиц, обслуживающих электроустановки.

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.

*Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.* Возникает на всех этапах полевых геофизических работ, но возрастание риска подвергнуться механическому воздействию, а в следствии, получить травму можно при погрузочно-разгрузочных работах, монтаже-демонтаже оборудования на скважине и др.

Геофизическое оборудование и их эксплуатация должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 12.2.003-91). Меры безопасности, в большинстве, сводятся к неукоснительному соблюдению техники безопасности.

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

предупредительным меткам, чтобы не пропустить приближение скважинного прибора к устью скважины и своевременно подать соответствующие сигналы машинисту подъемной установки; машинист подъемной установки при управлении лебёдкой должен внимательно следить за движущимся кабелем, выходом предупредительных меток и сигналами, подаваемыми с устья скважины.

#### **8.4 Экологическая безопасность**

При производстве геофизических работ на Березово-Бирюлинском угольном месторождении необходимо учитывать пагубное влияние производственных факторов на окружающую среду. Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геофизических работах приведены в таблице 18.

Для предотвращения возможных экстремальных экологических и социальных ситуаций при освоении и решении следующих взаимосвязанных проблем необходимо: исключать загрязнение окружающей среды, обеспечивать экологическую сохранность территории месторождения и прилегающих к нему зон; обеспечивать экологическую безопасность местного населения и персонала, работающего на месторождении; проводить систематический производственный экологический мониторинг; оповещать о возникновении экологической опасности; управлять экологическим риском.

Основными видами негативного воздействия на животный мир при освоении месторождения могут являться: отчуждение земель и механическое нарушение растительности; шум от работающих машин и механизмов; загрязнение прилегающей территории отходами; браконьерство; фактор беспокойства (присутствие людей и собак).

Для снижения воздействия на животный мир необходимо: ограждать и оснащать оборудование звукоизолирующими устройствами; не допускать загрязнения прилегающей территории токсичными отходами; запретить персоналу, работающему на объектах, иметь огнестрельное оружие и охотиться

без соответствующей лицензии.

Для исключения вредного воздействия на гидрологические объекты месторождения необходимо предусмотреть следующие мероприятия: создать организованный поверхностный сток с территории других производственных объектов; исключить сброс сточных вод на поверхность земли и в водоемы.

Таблица 18 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при геофизических работах

Природные ресурсы и компоненты окружающей среды	Вредные воздействия	Предохранительные мероприятия
Земля и земельные ресурсы	Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, мусора, до ближайшего места переработки
	Засорение почвы производственными отходами и мусором	Вывоз и захоронение производственных отходов до ближайшего места переработки
Лес и лесные ресурсы	Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова	Мероприятия по охране почв
	Порубка древостоя при оборудовании буровых площадок, коммуникаций, посёлков	Соблюдение нормативов (ГОСТ 17.5.02 - 79, охрана земель) отвода земель в залесённых территориях
Вода и водные ресурсы	Загрязнение сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами и рассолами)	Отвод, складирование и обезвреживание сточных вод, сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение мусора
	Загрязнение бытовыми стоками	Очистные сооружения для буровых стоков (канализационные устройства, септики)
	Загрязнение подземных вод при смешении различных водоносных горизонтов	Ликвидационный тампонаж буровых скважин
Воздушный бассейн	Выбросы пыли и токсичных газов из подземных выработок. Выбросы вредных веществ при бурении с продувкой воздухом, работа котельных и др.	Полная герметизация всего технологического оборудования, запорной арматуры и трубопроводов

### 8.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На угольных месторождениях при нарушении технологии геофизических исследований и эксплуатации зачастую возникают непредвиденные чрезвычайные ситуации. К таким относятся незапланированные выбросы газов, которые могут спровоцировать пожар.

Основными причинами пожара являются: не соблюдение норм пожарной безопасности, выбросы газа, разлив горючих веществ, неисправности в

электрических сетях, нарушение технологического режима, статическое электричество. Основными опасными факторами пожара являются тепловое излучение, высокая температура, отравляющее действие дыма и снижение видимости при задымлении.

Существует две меры по обеспечению пожарной безопасности: организационная и техническая. К организационным мерам относятся мероприятия режимного характера – обучение и разработка планов эвакуации людей в случае пожара. К техническим мерам - современные и автоматические средства сигнализации, методы и устройства ограничения распространения огня, автоматические стационарные системы тушения пожаров, первичные средства пожаротушения.

Первичные средства пожаротушения: огнетушитель порошковый, ящик с песком, лопаты, ломы, топоры, ведра пожарные. Противопожарные инструменты должны находиться на щитах в специально отведенных местах.

При возникновении ЧС повлекшей за собой жертвы и материальные потери начальник партии обязан:

- немедленно организовать первую медицинскую помощь пострадавшим и при необходимости доставку в больницу;
- сообщить руководству о происшедшем несчастном случае и организовать расследование несчастного случая;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц;
- сохранять до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия (если это не угрожает жизни и здоровью других людей и не приведет к аварии), в случае невозможности её сохранения зафиксировать сложившуюся обстановку в виде схемы или фотографий.

Соблюдение технологических режимов производства, содержание оборудования, особенно энергетических сетей, в исправном состоянии позволяет, в большинстве случаев, исключить причину возгорания.

Нормативные документы, регламентирующие безопасность в чрезвычайных ситуациях, следующие: ГОСТ 12.1.004–91.

### **8.6 Заключение по разделу**

В процессе выполнения проекта были рассмотрены мероприятия по охране окружающей среды и действия при чрезвычайных ситуациях, а также техника безопасности при проведении геофизических исследований скважин на Березово-Бирюлинском угольном месторождении.

Выполнение норм и требований техники безопасности является одной из важных составляющих процесса ГИС. Нарушение правил техники безопасности может отразиться как на работоспособности и здоровье персонала, так и на качестве и конечной стоимости произведенных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бартель Т.Н. Геофизические методы исследования скважин: курс лекций / Т.Н. Баретель; Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе. – Старый Оскол, 2015.

2. Гречухин В.В., Бродский П.А., Климов А.А. и др. Геофизические методы изучения геологии угольных месторождений. М.: Недра, 1995. -477с.

3. Гриб Н.Н., Никитин В.М. Изучение показателей качества углей и горно-геологических условий разработки угольных месторождений по результатам геофизических исследований скважин // Наука и образование. 2015. №4. С. 34-40.

4. Десяткин А.С., Черников А.Г. Определение петрофизических параметров угольных пластов. // Южная Якутия новый этап индустриального развития. Материалы международной научно-практической конференции (Нерюнгри, октябрь 2007 г.) Т 1. 281 - 287 с.

5. Дьяконов Д. И., Леонтьев Е. И., Кузнецов Г. С. Общий курс геофизических исследований скважин. М., Недра, 1984.

6. Ежова А.В. Геологическая интерпритация геофизических данных: учебное пособие/ А.В. Ежова; Томский политехнический университет. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 116 с.

7. Климов В.В. Геофизические исследования скважин: учебное пособие / В.В. Климов, А.В. Шостак; ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2014. – 220 с

8. Селиванова Т.В. Изучение зольности угольных пластов по данным геофизических исследований скважин: Методическоеуказание. – Владивосток: Изд-воДВГТУ, 2005 с.

9. Геологический отчет с подсчетом запасов каменного угля в центральной части участка недр "Березовский Глубокий" Березово-Бирюлинского каменноугольного месторождения в Кемеровской области по пластам XXVI и XXVII до горизонта -300м (абс.) по состоянию на 01.08.2014г.

10. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999г.).

Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

11. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

12. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

13. ОСПОРБ-99 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.

14. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

15. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования

16. ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

17. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах, 2001. – 202 с.

18. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности

19. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 147.

21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.07.2015) // Собрание законодательства РФ. – 07.01.2002. - N1 (Ч. 1). – Ст. 168.1.

22. 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.

23. Правила безопасности при геологоразведочных работах ПБ 08-37-93
24. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. Москва, 2001 г.;
25. Перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда работников ОАО «Сургутнефтегаз».
26. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. с изм. и дополн. – Новос: Сибирс. универ. изд-во, 2006. – 512 с.
27. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.
28. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).