

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (профиль) 18.03.01 «Химическая технология» (Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование группового состава углей Раковского и Павловского месторождения

УДК 553.94:550.84(571.63)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Михалицына Наталья Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Маслов Станислав Григорьевич	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Трубникова Наталья Валерьевна	д.и.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	к.т.н.		

Томск – 2019

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии
P4	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, выводить на рынок новые материалы , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P9	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве , ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.

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

Школа Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 18.03.01. «Химическая технология»
(Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)
Отделение школы (НОЦ) Отделение химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Кузьменко Е.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д43	Михалицыной Наталье Сергеевне

Тема работы:

Исследование группового состава углей Раковского и Павловского месторождения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 20.03.19 г. № 2136с.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.19 г.
--	--------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	<i>Пробы углей Раковского и Павловского месторождения. Дать характеристику углей по данным технического анализа и группового состава. Определить состав минеральных примесей. Использовать стандартные и оригинальные методы</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<i>Введение: Литературный обзор: - Минеральная часть углей и направления ее использования; - Постановка задачи исследования; - Результаты работы и их обсуждение; Финансовый менеджмент. Социальная ответственность. Заключение. Список использованных источников.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	<i>- Характеристика объекта исследования; - Результаты работы.</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор ОСГН Трубникова Наталья Валерьевна
Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП Немцова Ольга Александровна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.01.19 г.
---	--------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Маслов С.Г.	К.х.н., доцент		14.01.19 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Михалицына Наталья Сергеевна		14.01.19 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д43	Михалицыной Наталье Сергеевне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ ИШПР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: 151219,5руб Человеческие ресурсы: 3 человека Руководитель: 32729руб.; Студент: 5911 руб.; Лаборант: 2818 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: – Временные – материально-технические – финансовые – человеческие	Коэффициент выполнения нормы = 1; Число календарных дней в году – 365; Продолжительность выполнения проекта – 3 месяца; Должностные оклады, тарифы на электроэнергию, справочники нормативов и т.п.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г. Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 27,1%; Налог на добавленную стоимость 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности.	Проведение оценки ресурсной, финансовой и экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
5. Сравнительная эффективность разработки

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Михалицына Наталья Сергеевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Д43	Михалицыной Наталье Сергеевне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОХИ ИШПР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является исследование группового состава углей. Рабочее место: лаборатория. Область применения – Используется в основном в энергетике и для получения кокса и в других областях.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы	- Условия труда - Медицинские осмотры - Гарантии и компенсации - Обеспечение сиз
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ вредных и опасных факторов 2.2. Мероприятия по снижению воздействия	- Анализ факторов производственной среды - Вредные вещества - Микроклимат рабочего места - Освещенность рабочего места - Повешенный уровень шума - Повышенный уровень вибрации - Психофизиологические производственные факторы - Пожаробезопасность - Электробезопасность
3. Экологическая безопасность	- Защита атмосферы - защита гидросферы
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Техногенные аварии - Стихийные аварии

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Немцова О. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Д43	Михалицына Наталья Сергеевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 95 страницы, 8 рисунков, 34 таблицы, 28 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: бурый уголь, групповой состав, гуминовые кислоты, битумы, летучие вещества, элементы-примеси, масс-спектрометрия.

Объектом исследования являются угли Павловского и Раковского месторождения.

Цель работы - разработка рекомендаций для наиболее оптимального промышленного использования углей на основании данных полученных в результате исследований.

Исследования проводились стандартными методами.

По результатам исследования проведенного технического анализа было предложено наиболее подходящие варианты технологического использования углей. Также было выявлено содержание элементов-примесей в углях.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ГК – гуминовые кислоты;

ФК – фульвокислоты;

ИСП-МС – масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

Аналитическое состояние топлива (верхний индекс а) – состояние топлива, характеризующееся подготовкой пробы, в которую включается размол до крупности зерен менее 0,2 мм (или до крупности, предусмотренной специальными методами анализа), и доведением влажности топлива до равновесного состояния с влажностью лабораторного помещения.

Сухое состояние топлива (верхний индекс d) – состояние топлива, не содержащего общей влаги (кроме гидратной).

Сухое беззольное состояние топлива (верхний индекс daf) – условное состояние топлива, не содержащей общей влаги и золы.

W – влажность угля;

A – зольность угля;

(НА)_t – общий выход гуминовых кислот

B – выход битумов;

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 342-77 Реактивы. Натрий дифосфат 10-водный. Технические условия.

ГОСТ 4328-77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия.

ГОСТ 5789-78 Реактивы. Тoluол. Технические условия

ГОСТ 9517-94 Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот. - ИПК Издательство стандартов, 1996 г. – 8 с.

ГОСТ 6382-2001. Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 2002.- 10 с.

ГОСТ 10969-74 Угли бурые. Метод определения выхода бензольного экстракта. - М.: Изд-во стандартов, 1992, - 8 с.

ГОСТ 11022-95 Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. - М.: Изд-во стандартов, 1992, - 7 с.

ГОСТ 23932-90 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Общие технические условия.

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры.

ГОСТ 27314-91. Топливо твердое минеральное. Методы определения влаги. М.: Изд-во стандартов, 1992. – 14 с.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96).

Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах (СН 2,2.4.562-96)

Санитарные нормы вибрации на рабочих местах (СН 2.2.4.566-96)

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение

ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

НПБ 105-95 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности»

ГОСТ 17.2.3.02-78 «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями»

ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности»

Оглавление

Реферат	7
Введение.....	11
1 Минеральная часть углей.....	13
1.1 Классификация минеральных компонентов	15
2 Направление использования минеральной части угля	17
2.1 Полукоксование бурых углей.....	20
2.2 Газификация	20
2.3 Углеродистые наполнители.....	21
2.4 Углеродистые восстановители	22
3 Постановка задачи исследования.....	23
4 Экспериментальная часть	25
4.1 Характеристика объекта исследования	25
4.2 Методика проведения исследования	25
4.3 Результаты работы и их обсуждения.....	27
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	38
5.1 Предпроектный анализ.....	38
5.2 Инициация проекта.....	42
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом	43
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	50
5.5 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	53
6 Социальная ответственность	57
6.1 Правовые и организационные вопросы.....	57
6.2 Производственная безопасность	59
Заключение	72
Список источников	73
Приложение А	76
Приложение Б.....	82
Приложение В.....	88
Приложение Г	91

Введение

Уголь является благоприятной средой для концентрирования токсичных и ценных элементов-примесей. Вопросам формирования металлоносных углей традиционно, начиная с начала 20-го века, уделяется повышенное внимание многими исследователями различных областей науки и производства. Наибольший интерес проявлен к германию в бурых углях, так как германий-угольные месторождения в настоящее время – основной сырьевой источник промышленного извлечения этого металла. Существует несколько точек зрения на условия формирования этих месторождений: гидротермальная (эксфильтрационная), водородная сингенетическая и гидротермально-осадочная [1].

Угли низких стадий метаморфизма представляют собой объекты, сочетающие разнообразные свойства, благодаря которым они являются сырьем для производства монтан-воска и другой продукции. К числу таких свойств следует отнести битуминозность углей. Основное природное сырье для получения буроугольного воска — так называемые землистые бурые угли, обычно содержащие повышенное количество экстрагируемых различными растворителями битумов.

Следует обратить внимание на уголь как к сырью для производства жидких моторных топлив и газа. Наибольшее распространение получили следующие направления выработки синтетических топлив из ископаемых углей: гидрогенизационное ожижение, газификация (получение жидких топлив и продуктов химии через синтез-газ), пиролиз.

Выявлено, что угли могут быть также источником ценных химических элементов в качестве нетрадиционного сырья для получения германия, лантаноидов и других ценных элементов-примесей: урана, галлия, молибдена, вольфрама, селена, свинца, цинка. Содержания этих элементов в углях могут достигать сотен, а в расчете на золу – тысяч грамм на тонну.

В настоящее время появляется значительное число работ, посвященных элементному анализу угольных материалов современными аналитическими методами и комплексной оценке металлоносности месторождений угля.

Метод ИСП-МС является одним из наиболее часто используемых в современной аналитической практике при определении элементного состава различных типов геологических образцов: горных пород (как кислого, так и основного состава), минералов, вулканических стекол, почв, природных вод, рассолов – т.е. объектах с различными по составу и уровнями содержаний химических элементов. Перспективны эти методы и для определения элементного состава углей и продуктов их переработки.

Запасы угля на Дальнем Востоке составляют свыше 20 млрд т, из которых почти половина приходится на Республику Саха (Якутия), а остальные распределены между небольшими бассейнами. Значение угля для района остается очень большим, так как он пока не имеет альтернативы: к масштабной добыче углеводородов на шельфе еще только приступают, а развитие гидроэнергетики практически приостановлено из-за нехватки средств [2].

1 Минеральная часть углей

Все твердые горючие ископаемые содержат большее или меньшее количество минеральных веществ. Минералы, входящие в состав горючих ископаемых [3]:

Кремний	Силикаты – вместе с алюминием, магнием, калием и другими элементами входят в состав минералов каолина, мусковита, ортоклаза и пр. Кремнезем – кварцевый песок.
Алюминий	Глинистые материалы и силикаты
Железо	Сульфиды – пирит, марказит; карбонаты – сидерит, желтый камень; сульфаты и окислы железа – гематит, магнетит, лимонит
Кальций	Карбонаты – кальцит, анкерит; сульфаты – ангидрит, гипс, силикаты и окись кальция
Магний	Карбонаты и силикаты
Натрий и калий	Силикаты; карбонаты и хлориды
Тяжелые металлы	Свинец – галенит; медь – халькопирит; а также соединения никеля, марганца и пр.
Редкие элементы	Соединения бериллия, германия, ванадия, молибдена, палладия, радия, золота и пр.

Некоторые из этих минералов встречаются в крайне малых количествах.

Минеральная часть углей представляет собой совокупность минеральных включений, таких как окислы, глинистые минералы, карбонаты, сульфиды и другие, и минеральных элементов собственно угольного органического вещества [3].

Минеральные примеси углей состоят на 95% из соединений кремния, алюминия, железа, кальция и магния, калия и натрия. Остальные 5% приходятся на долю соединений ванадия, цинка, марганца, рассеянных редких элементов и др. в некоторых углях концентрация этих и им подобных соединений оказывается настолько высоко, что позволяет рассматривать минеральные примеси углей как источник сырья для попутного их извлечения [4]. В минеральных веществах твердого топлива найдены многие редкие и рассеянные элементы. Гольдшмид установил, что в углях содержится до 30 редких элементов (бериллий, бор, скандий, иттрий, палладий, радий и др.) и что в угольной золе происходит естественное накопление некоторых из них (германий, бериллий, мышьяк, галлий и др.), в результате чего их содержание во много раз (10-100) больше, чем в земной коре [5].

Минеральные вещества постоянно присутствуют во всех твердых горючих ископаемых, причем определение их количества и состава имеет большое научное и практическое значение [6]. Прямое определение содержания и состава минеральных примесей в углях представляет собой сложный химический анализ, основанный на последовательном разделении минеральных веществ обработкой кислотами и щелочами; для этой цели предложены разные методы химического анализа, не всегда, однако, дающие удовлетворительные результаты, особенно при исследовании каменных углей [7].

1.1 Классификация минеральных компонентов

В твердых горючих ископаемых обнаружены практически все элементы периодической системы Д.И.Менделеева. Их концентрации изменяются в очень широких пределах - как меньше, так и значительно больше кларка. Целесообразно, применяя принцип, предложенный В.И. Вернадским, разделить их на следующие группы, отличающиеся значениями концентрации элементов в углях.

1. Главные элементы - содержание их в углях превышает 0,1% или 1000 г/т (в зарубежных источниках чаще применяется единица «часть на миллион частей» - ppm). К этим элементам относят углерод, водород, кислород, азот, серу, кремний, алюминий, железо, магний, натрий, калий, титан, кальций. Вышеперечисленные элементы называют макрокомпонентами минеральной части или, за исключением серы, основными золообразующими элементами, так как они образуют основную массу золы (остатка после окисления твердого топлива в определенных условиях).

2. Малые элементы - содержание их в углях не превышает 1000 г/т. Эту группу принято подразделять еще на три подгруппы: **Собственно малые элементы** — содержание колеблется от 1000 до 10 г/т. К ним относятся бор, фтор, фосфор, хлор, иногда титан, ванадий, хром, марганец, никель, медь, цинк, мышьяк, свинец, барий, цирконий. **Редкие элементы** - содержание их чаще всего составляет от 0,1 до 10 г/т угля. К этим элементам относят литий, бериллий, скандий, кобальт, галлий, германий, селен, стронций, бром, рубидий, иттрий, ниобий, молибден, кадмий, олово, сурьму, йод, цезий, лантан, вольфрам, висмут, уран, иттербий. **Ультраредкие элементы** - их содержание не превышает 0,1 г/т угля. К этим элементам относятся золото, серебро, индий, рений, ртуть, иридий, платина [8].

Малые элементы изучаются в целях установления возможности их попутного извлечения и народнохозяйственного использования, а так же при

оценке значения этих элементов как токсичных, технологически вредных или полезных компонентов, в частности как микроэлементов полезных или вредных при использовании углей в сельском хозяйстве.

Ценные компоненты. Промышленное значение в твердых горючих ископаемых в настоящее время имеют германий и уран. Запасы этих элементов при содержаниях, соответствующих кондициям, подсчитываются и утверждаются в установленном порядке. Одновременно, при необходимости (при наличии и совместном извлечении с германием или ураном) подсчитываются запасы галлия, свинца, цинка, молибдена, силена. Имеются предпосылки для выявления повышенных (потенциально пригодных для извлечения) концентрации золота, серебра и платиноидов, ванадия, хрома, никеля (в комплексе), вольфрама, бора, ртути. Эти элементы рассматриваются как потенциально ценные.

Токсичными (с позиций создания при сжигании твердого топлива опасных концентраций в атмосфере, водах и почвах) в настоящее время считаются сера, ртуть, мышьяк, бериллий, фтор при концентрациях выше предельных. Эти же элементы, а так же свинец, ванадий, никель, хром и марганец при концентрациях ниже предельных, относятся к потенциально токсичным.

2 Направление использования минеральной части угля

Действующие сегодня классификации рассматривают уголь в основном как энергетическое топливо, поэтому в них недостаточно отражены свойства, важные для процессов химико-технологической переработки. В настоящее время во многих странах ведутся исследования по разработке методов однозначной оценки пригодности любого угля для различных направлений его технологического использования, в том числе и для переработки в моторные топлива.

В сравнительно небольших объемах уголь применяется для специальных технологических целей [9]: производства термоантрацита и термографита, углеграфитовых изделий, углеродных адсорбентов, карбидов кремния и кальция, углещелочных реагентов, горного воска.

Направление использования различных технологических марок, групп и подгрупп приведено в таблице 2.1.

На уголь приходится около 35% мирового потребления энергоресурсов. В 2007 г. в России около 28% добытых углей использовалось в энергетических целях, 22,8 — для производства кокса, 25,6 — в других отраслях промышленности, 23,8% — для бытовых нужд [9].

Бурый уголь — не только энергетическое топливо, но и ценное сырье для технологической переработки. Буроугольный кокс используется для замены мсталлургического кокса при получении ферросплавов, фосфора, карбида кальция. Большое значение имеют полученные на базе бурых углей гранулированные адсорбенты, полукокс. Разработаны процессы гидрогенизации бурых углей, новые методы их газификации и производства химических продуктов. Бурые угли технологической группы 1Б — сырье для получения горного воска, используемого в бумажной, текстильной, кожевенной, деревообрабатывающей промышленности, дорожном строительстве.

Таблица 2.1 – Направления использования углей [9]

Направление использования	Марки, группы и подгруппы
1. Технологическое	
1.1. Слоеое коксование	Все группы и подгруппы марок: ДГ, Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС, СС
1.2. Специальные процессы подготовки к коксованию	Все угли, используемые для слоеого коксования, а также марки Т и Д (подгруппа ДВ)
1.3. Производство генераторного газа в газогенераторах стационарного типа:	
смешанного газа	Марки КС, СС, группы: 3Б, 1ГЖО, подгруппы – ДГФ, ТСВ, 1ТВ
водяного газа	Группа 2Т, а также антрациты
1.4. Производство синтетического жидкого топлива	Марка ГЖ, группы: 1Б, 2Г, подгруппы – 2БВ, 3БВ, ДВ, ДГВ, 1ГВ
1.5. Полукоксование	Марка ДГ, группы: 1Б, 1Г, подгруппы – 2БВ, 3БВ, ДВ
1.6. Производство углеродистого наполнителя (термоантрацита) для электродных изделий и литейного кокса	Группы 2Л, 3А, подгруппы – 2ТФ и 1АФ
1.7. Производство карбида кальция, электрокорунда	Все антрациты, а также подгруппа 2ТФ
2. Энергетическое	
2.1. Пылевидное и слоеое сжигание в стационарных котельных установках	Все бурые угли и антрациты, а также неиспользуемые для коксования каменные угли. Для факельно-слоеого сжигания антрациты не используются
2.2. Сжигание в отражательных печах	Марка ДГ, группы – 1Г, 1СС, 2СС
2.3. Сжигание в подвижных теплоустановках и использование для коммунальных и бытовых нужд	Марки Д, ДГ, Г, СС, Т, А, бурые угли, антрациты и неиспользуемые для коксования каменные угли
3. Производство строительных материалов	

3.1. Известь	Марки Д, ДГ, СС, А, группы 2Б и 3Б; неиспользуемые для коксования марки ГЖ, К и группы 2Г, 2Ж
3.2. Цемент	Марки Б, ДГ, СС, ТС, Т, Л, подгруппа ДВ и неиспользуемые для коксования марки КС, КСН, группы 27, 1ГЖО
3.3. Кирпич	Неиспользуемые для коксования угли
4. Прочие производства	
4.1. Углеродные адсорбенты	Подгруппы: ДВ, 1ГВ, 1ГЖОВ, 2ГЖОВ
4.2. Активные угли	Группа 3СС, подгруппа 2ТФ
4.3. Агломерация руд	Подгруппы: 2ТФ, 1АВ, 1АФ, 2АВ, 3АВ

Полукоксы бурых углей применяются как наполнители пластмасс, различных композиционных материалов, в качестве сорбентов, ионнообменников, катализаторов. Из углей технологических групп 2Б и 3Б получают термоуголь [9].

Более 80% каменноугольного кокса идет для выплавки чугуна. Другие продукты коксования, газ, смола используются в химической промышленности (35%), цветной металлургии (30%), сельском хозяйстве (23%), строительной индустрии, железнодорожном транспорте, дорожном строительстве (12%). Из продуктов коксования получают около 190 наименований химических веществ. Около 90% изготавливаемого волокна, 60 — пластмасс, 30 — синтетического каучука производится на основе соединений, получаемых при переработке каменного угля. Коксохимическая промышленность — основной поставщик бензола, толуола, ксилола, высококипящих ароматических, циклических, азот- и серосодержащих соединений, фенолов, непредельных соединений, нафталина, антрацена [9].

Высокая электропроводность, сравнительная устойчивость к процессам окисления, повышенная устойчивость к воздействию агрессивных сред и истиранию определяют широкий диапазон использования

антрацита в различных отраслях. Он является высокосортным топливом, а также исходным сырьем для получения термоантрацита, термографита, карбонизаторов, карбюризаторов, карбидов кальция и кремния, электродов для металлургической промышленности, углеродных адсорбентов, коллоидно-графитовых препаратов.

2.1 Полукоксование бурых углей

Современная наука и техника позволяет производить из твердых видов топлива, так называемое искусственное жидкое топливо.

Полукоксование твердого топлива производится путем нагревания его до температуры 500-600° без доступа воздуха, т.е. в условиях, исключающих горение. При этом происходит более или менее глубокое разложение топлива с образованием летучих и нелетучих продуктов. Характер разложения для одного и того же угля зависит от температуры нагрева и условий ведения процесса [10].

Количество и качество продуктов полукоксования зависит от условий ведения процесса и исходного сырья. Показателями процесса являются: температура, скорость нагрева угля, время пребывания его в том или ином температурном интервале, условия и скорость отвода летучих продуктов и др.[10]

2.2 Газификация

Необходимость развития этого направления в условиях России обуславливается наличием многобаластных углей, сжигание которых в натуральном виде связано с определенными трудностями теплотехнического и экологического характера. В частности, наличие золы в энергетических углях снижает к.п.д. энергетических установок, вызывает преждевременный износ некоторых узлов оборудования и приводит к загрязнению окружающей среды пылью. Сера в углях, независимо от направлений их использования – это вредная смесь [11].

Улучшение качественных параметров угольного топлива может быть достигнуто на основе переработки многобалластных углей в газ очищенный от пыли и сернистых соединений. Техническая возможность решения этой задачи подтверждена работой опытной установки газификации углей в кипящем слое под давлением. В этом случае сжигание электрического газа, очищенного от пыли и сернистых соединений, приведет к улучшению экологической обстановки в районах размещения электростанций. Важно отметить, что производство газа из углей по технологии ИГИ и сжигание его на электростанциях с экономических позиций вполне оправдано. При этом затраты на производство электроэнергии оказываются ниже по сравнению с использованием углей [11].

2.3 Углеродистые наполнители

Одно из важнейших направлений использования высокометаморфизованных углей и антрацитов в промышленности – получение на их основе углеродистых наполнителей для электродного производства и футеровочных материалов. Углеродистые наполнители являются основным сырьем для производства широкого класса изделий, которые в значительной степени определяют эффективность и стабильность работы целого ряда отраслей [12].

В связи с большим разнообразием сфер применения термоантроцитов они должны характеризоваться стойкостью по отношению к различным средам и термическому воздействию в широком интервале температур (150-2000°C). Основные требования, предъявляемые к качеству термоантроцитов в зависимости от условий их использования [12].

В существующей практике для получения всех видов электродных изделий на основе термоантроцита применяются в основном витринитовые антрациты высокой степени метаморфизма.

2.4 Углеродистые восстановители

Углеродистые восстановители (карбовосстановители) находят свое применение главным образом в производстве ферросплавов, химической отрасли промышленности, цветной металлургии и других электротермических производствах. До последнего времени в качестве карбовосстановителей используются полукокс, так называемый коксовый орешек и даже металлургический кокс, производимый из углей дефицитных марок [12].

Доказана возможность получения углеродистых восстановителей из углей практически всех марок – от бурых до антрацитов или их смесей и созданы специальные технологии применительно к требованиям конкретных процессов.

3 Постановка задачи исследования

Уголь является одним из основных энергоносителей, а также альтернативным источником сырья для химической промышленности органического происхождения. Разнообразие углей по структуре и свойствам ставит перед исследователями задачу поиска путей оптимального использования их энергохимического потенциала, что, в свою очередь, определяет круг научных исследований, направленных на процессы переработки углей топливного и нетопливного назначения.

В качестве объекта исследования выступает ряд специальных бурых углей. Показано, что наличие редких металлов в углях рассмотренных участков месторождений Дальнего Востока: Павловского и Раковского, является определяющим для их эффективной разработки. Почти все участки Дальнего Востока достигают уровня крупных месторождений по запасам германия. Извлечение остальных металлов рентабельно как попутных.

Ранее проведенными исследованиями показано, что металлоносный потенциал Павловского буроугольного месторождения по содержанию Ge в угле - 580,9 г/т, содержанию Sc в угле – 6,8 г/т, содержанию Ga в угле -33,2 г/т и по извлекаемым запасам Ge - 584,8 т, извлекаемым запасам Sc – 8,3 т, извлекаемым запаса Ga – 16,4 т, потенциал Раковского буроугольного месторождения по содержанию Ge в угле составляет 19,0 г/т, содержанию Ga в угле – 48,1 т и по извлекаемым запасам Ge – 33,8 т, извлекаемым запаса Ga – 66,2 т [13]

Представляет интерес рассмотреть, как распределяются выше указанные элементы по групповым составляющим угли.

Целью данной работы является выявить какие групповые составляющие углей концентрируют те или иные элементы. Для этого проведено определение группового состава образцов бурых углей Павловского и Раковского месторождения.

В ходе работы применялись стандартные методики технического и группового анализа твердых горючих ископаемых. Исследование содержания элементов-примесей проводилось с применением масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

4 Экспериментальная часть

4.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследований являются пробы угля Павловского и Раковского месторождения (СУ 56-18 и РК 14-18)

Павловское месторождение расположено на наиболее обжитой территории Приморья в 30 км к северу от Уссурийска. Общая площадь месторождения 500 км². Представлена отдельными угленасыщенными структурами (мульдами), выделенными в виде самостоятельных участков [14].

Месторождение расположено на Уссури-Ханкайской равнине с мелкосопочным холмистым рельефом, имеющим мелкие округлые очертания с небольшой крутизной склонов. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 90 до 280 м, а относительные превышения составляют 50 м в южной части и достигают 60-100 м в северной [14].

Раковское месторождение расположено в экономически развитом районе на южной окраине Приханкайской низменности в 8 км северо-восточнее г. Уссурийска-крупного промышленного центра приморского края [14].

Район месторождения является частью западных отрогов гор Пржевальского с преобладанием холмисто-увалистых форм рельефа. Максимальные абсолютные отметки достигают 154 м при относительных превышениях до 55 м. склоны сопков пологие, долины рек и распадков сглаженные и частозаболоченные [14].

4.2 Методика проведения исследования

На каждом этапе группового анализа проводилось определения влажности по ГОСТ 27314-91, зольности углей по ГОСТ 11022-95 и выхода летучих веществ по ГОСТ 6382-2001. Так же для выполнения поставленных задач в ходе работы был определен выход гуминовых кислот по ГОСТ 9517-

94 и выход бензольного экстракта по ГОСТ 10969-87 для образцов угля Павловского и Раковского месторождения.

4.2.1 Определение влажности угля [15]. *Сущность метода* заключается в высушивании навески аналитической пробы топлива (максимальный размер зерен не более 0,2 мм) в сушильном шкафу в течение 60 минут при температуре 105-110°C до постоянного веса и вычислении массовой доли влаги по потере в массе.

4.2.2 Определение зольности угля [16]. *Сущность метода* заключается в нагревании пробы угля в муфельной печи в течении 60 минут при температуре 815 ($\pm 10^\circ\text{C}$) с определенной скоростью и вычислении зольности пробы угля в процентах по массе остатка после прокаливании.

4.2.3 Определение выходы летучих веществ [17]. *Сущность метода.* Навеску пробы нагревают без доступа воздуха при температуре 900°C в течение 7 минут. Выход летучих веществ в процентах рассчитывают по потере массы навески за вычетом потери массы, обусловленной влажностью пробы.

4.2.4 Определение выхода бензольного экстракта [18]. *Сущность метода* заключается в экстрагировании битума из бурого угля бензолом, отгонки последнего из раствора и высушивании полученного экстракта до постоянной массы.

4.2.5 Определение общего выхода гуминовых кислот [19]. *Сущность метода* заключается в обработке аналитической пробы топлива щелочным раствором пирофосфата натрия, осаждение гуминовых кислот избытком минеральной кислоты и определении массы полученного осадка.

4.2.6 Определение выхода свободных гуминовых кислот [19].

Сущность метода заключается в однократной экстракции гуминовых кислот из аналитической пробы угля после удаления битумов 1%-ным раствором гидроксида натрия при нагревании, последующем осаждении гуминовых кислот избытком соляной кислоты и определении массы полученного осадка.

4.2.7 Определение остаточного угля. *Сущность метода*

заключается в промывании водой не растворившихся остатков угля после осаждения свободных и общих гуминовых кислот, и высушивании полученных остатков до постоянной массы.

4.2.8 Метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) является комбинацией индуктивно связанной плазмы и масс-спектрометра. Он основан на использовании индуктивно связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-анализатора для их разделения и детектирования по отношению массы к заряду (m/z). Применение метода

ИСП-МС обеспечивает уникальную возможность одновременного прямого определения широкого спектра элементов в динамическом диапазоне концентраций до 9 порядков и более. Представляется возможным определять следовые содержания элементов в самых различных по химическому и минеральному составу образцах. При этом относительное стандартное отклонение, как правило, не превышает 5-10 % [20].

4.3 Результаты работы и их обсуждения

Полученные результаты представлены в приложениях А, Б, В и в сводных таблицах 4.1 и 4.2.

Технический анализ дает первое, хотя и не совсем точное, представление о составе и технических качествах твердого топлива.

Из данных технического анализа можно получить некоторое представление о ряде свойств твердого топлива, от которых зависит его использование для нужд энергетики или в химической промышленности. Кроме того, большинство полученных показателей закономерно связано с природой, зрелостью и составом топлива [5].

Таблица 4.1 — Сводная таблица технического анализа

Объект	W^a , %	A^a , %	A^d , %	V^a , %	V^{daf} , %	Отвердый остаток
СУ 56-18	9,7	7,8	8,6	44,8	51,0	порошкообразный
РК 14-18	7,3	2,5	2,7	50,6	53,6	спекшийся, не сплавленный

В соответствии с Ароновым С.Г., Нестеренко Л.Л. [22] по содержанию аналитической влаги бурые угли можно отнести к следующим маркам: землистые угли ($W^a = 12,2 - 25,4$ %); плотные матовые угли ($W^a = 6,0 - 10,0$ %); плотные полублестящие угли ($W^a = 5,0 - 8,0$ %).

Следовательно, исходя из таблицы 4.1, исследованные угли можно отнести к следующей марке: СУ 56-18 и РК 14-18 — плотные матовые угли.

Согласно данным из таблицы 4.1 зольность углей находится в пределах от 2,5 до 7,8 %, тогда по данным [22] ($A^d < 10$) уголь проб СУ 56-18 и РК 14-18 можно отнести к малозольному.

По данным таблицы 4.1 выхода летучих веществ по данным [22] уголь пробы СУ 56-18 можно отнести к порошкообразным, а уголь пробы РК 14-18 к спекшимся, не сплавленным.

Вопрос о минеральных веществах и золе твердых горючих ископаемых связан с их практическим использованием. Эти вещества — балласт, уменьшающий горючую массу. При использовании угля в энергетике минеральные примеси понижают его тепловой эффект за счет уменьшения горючей массы, а также вследствие расхода тепла для их нагревания, разложения и шлакования. Большие затруднения вызывает и удаление

образовавшегося шлака. Кроме того, в золе всегда остается некоторое количество несгоревшего угля [5].

В таблице 4.2 приведены данные о групповом составе проб угля, согласно результатам группового анализа.

Таблица 4.2 - Результаты определения группового состава бурых углей

Шифр угля	Выделение ГК	Битумы Б, %	Гуминовые кислоты, ГК %	Остаточный уголь, ОУ %	Фульфокислоты (ФК) и потери, %
РК 14-18	Общие	0,2	4,8	86,5	8,5
РК 14-18	Свободные	0,2	3,8	88,4	7,6
СУ 56-18	Общие	1,3	12,2	86,7	0,2
СУ 56-18	Свободные	1,3	10,7	85,5	2,5

Оценка углей как сырья для извлечения буроугольного воска производится по выходу бензольного экстракта (битума) по ГОСТ 10969-74. В настоящее время для производства буроугольного воска используются угли с показателями, удовлетворяющими следующим значениям: влажность (W^t) 55 – 58 %, зольность (A^d) не более 32 %, средний выход битума (по бензолу) (B^d) не менее 6% [23].

Таким образом, учитывая вышеприведённые данные, для исследуемых образцов бурых углей можно заключить, что для получения буроугольного воска не пригодна ни одна из исследуемых проб, так как выход битумных веществ в этих пробах изменяется в интервале от 0,22 до 1,28 %.

На рисунках в виде диаграмм представлен материальный баланс проб угля РК 14-18 и СУ 56-18.

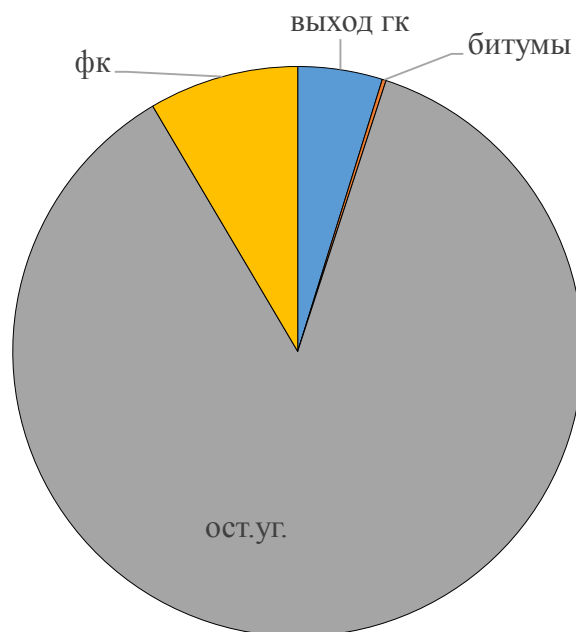


Рисунок 1 – Материальный баланс пробы РК 14-18 выхода общих ГК

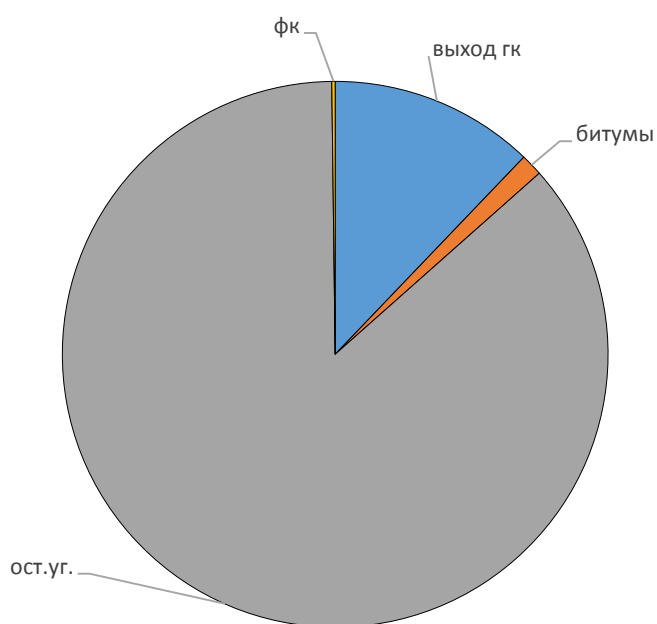


Рисунок 2 – Мматериальный баланс пробы СУ 56-18 выхода общих ГК

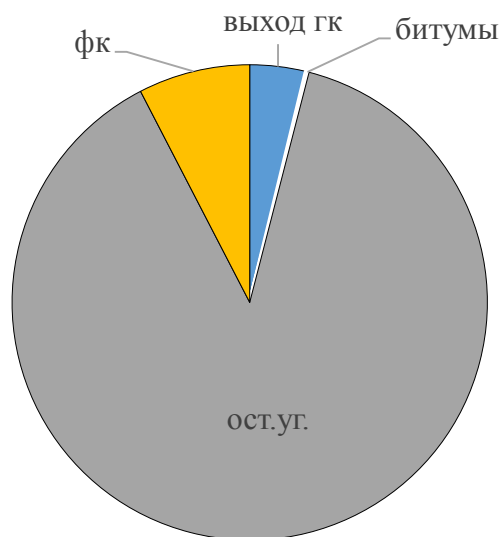


Рисунок 3 – Материальный баланс пробы РК 14-18 выхода свободных ГК

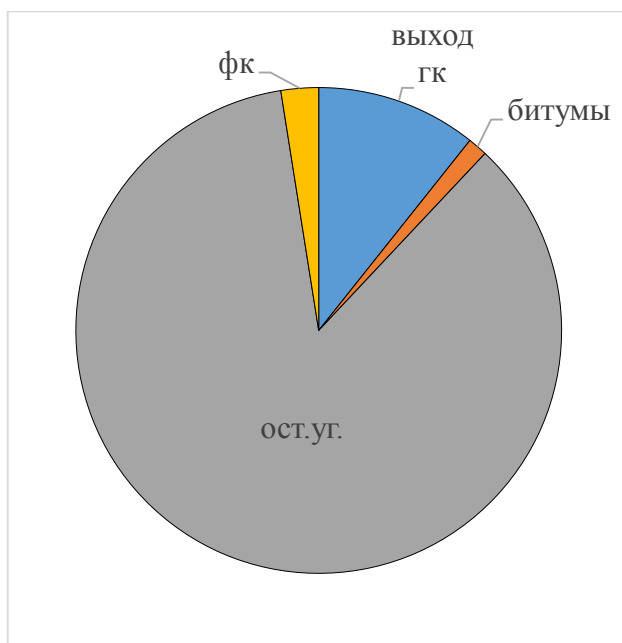


Рисунок 4 – Материальный баланс пробы СУ 56-18 выхода свободных ГК

Согласно полученным данным (таблица 4.2) значения выхода общих гуминовых кислот для проб углей Павловского и Раковского месторождения лежат в малых пределах 3,8-12,2%.

Для промышленного получения гуминовых стимуляторов роста и других гуминовых препаратов выход гуминовых кислот должен составлять не менее 30 % при однократном извлечении [12]. Для этого направления промышленного использования угли РК 14-18 и СУ 56-18 не подходят.

В таблице 4.3 представлены критерии оценки пригодности углей для получения углещелочных реагентов (УЩР).

Таблица 4.3 – Критерии оценки пригодности углей для производства УЩР [12]

Критерии	Обозначение	Предпочтительные значения
Гуминовые кислоты общего сухого топлива	$(\text{HA})^d_t, \%$	≥ 35
Зола сухого топлива	$A^d, \%$	≤ 25

Таким образом, можно сделать вывод, что для производства УЩР также угли РК 14-18 и СУ 56-18 не подходят.

В соответствии с мировыми стандартами зольность углей, используемых в промышленной энергетике не должна превышать 15 % [12]. В связи с этим для использования в качестве энергетического топлива угли РК 14-18 и СУ 56-18 пригодны для использования. Для использования в коммунально-бытовом секторе зольность углей не должна превышать 8 % [12]. Для использования в качестве топлива коммунально-бытового назначения угли РК 14-18 и СУ 56-18 пригодны, так как их зольность составляет 2,5-7,8 %.

Для производства угольных брикетов без применения связующего пригодны угли со значением зольности не выше 19,9 % [12], отсюда следует, что для использования по данному направлению пригодны угли всех проб.

В таблице 4.4 приведены требования к бурым углям для некоторых технологических направлений использования.

Таблица 4.4 – Примеры оценки возможностей технологического использования бурых углей [12]

Вид технологического использования	Технологические показатели	
	A ^d , %	Q ^r _i , МДж/к
Высокотемпературное коксование	<10	-
Газификация брикетов под давлением	≤19,9	-
Газификация в куске	≤29,9	-
Сжигание в топке с колосниковой решеткой	≤29,9	≥8
Сжигание в пылеугольной топке	<39,9	≥8
Сжигание в кипящем слое	≤70	≥8

По данным полученных по результатам исследования проб и данным таблицы 4.4 можно сказать, что угли всех проб, могут быть использованы во всех технологических процессах, приведенных в таблице.

4.3.1 Обсуждение результатов масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Из данных таблицы 4.5 показана роль пород фундамента и эпигенетических процессов в формировании высокого уровня накопления германия, урана, лантаноидов и иттрия. Эти комплексные аномалии представляю большой интерес в промышленности.

В таблице 4.5 полужирным шрифтом выделены концентрации элементов превышающие кларк для углей.

Таблица 4.5 - Элементный состав углей Павловского и Раковского месторождения

Код пробы	Содержание элементов в пробах угля, г/т										
	Cd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	W	U	Ge	Y
СУ 56-18	7,13	1,36	9,43	2,09	5,86	5,38	0,80	507,56	3,42	1621	62,81
РК 14-18	0,85	0,14	0,93	0,22	0,7	0,67	0,10	6,85	4,1	3,6	6,28
Кларк для угля	0,24	0,32	2,0	0,55	0,85	1,0	0,19	1,2	2,9	2,0	7,0

Из приложения В, концентрации Sb, Cs, Ba, Ce, Sm, As, Se, Sr, Mo превышающие значение кларка обнаружены в пробах Павловского месторождения и концентрации Nb, Ta в пробах Раковского месторождения.

Среднее содержание всех элементов в целом для углей Павловского и Раковского месторождений близки к угольному кларку (Приложение В).

Рассмотрим распределение по фракциям наиболее значимых элементов: Be, Sc, Ge, Y, Mo, Sb, La, Gd, Yb, W, Th.

Таблица 4.6 - Выход берилия по фракции группового состава бурого угля Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Be, г/т	Доля Be, масс. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	68.35	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	5.16	7,55
		Остаток после битумов	98,7	63.19	92,45
		ГК	12,2	12,32	18,03
		ГК своб	10,7	6,22	9,10

Таблица 4.7 - Выход скандия по фракции группового состава бурого угля Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Sc, г/т	Доля Sc, масс. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	2,68	100
	Компоненты угля	битум	1,3	22,7	10,97
		Остаток после битумов	98,7	2,42	89,05
		ГК	12,2	3,7	16,64
		ГК своб	10,7	0,92	3,68

Таблица 4.8 - Выход германия по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Ge, г/т	Доля Ge, масс.. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	1621	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	33551	27
		Остаток после битумов	98,7	1200	73
		ГК	12,2	2607	20
		ГК своб	10,7	3822	25

Таблица 4.9 - Выход молибдена по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Mo, г/т	Доля Mo, масс.. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	5,95	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	25	5,51
		Остаток после битумов	98,7	5,69	94,49
		ГК	12,2	43	88,31
		ГК своб	10,7	49	88,15

Таблица 4.10 - Выход сурьмы по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Sb, г/т	Доля Sb, масс.. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	43,39	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	135	4,04
		Остаток после битумов	98,7	42,19	95,96
		ГК	12,2	257	72,3
		ГК своб	10,7	275	67,74

Таблица 4.11 - Выход лантана по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание La, г/г	Доля La, масс.. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	7,25	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	48	8,59
		Остаток после битумов	98,7	6,72	91,42
		ГК	12,2	10	16,57
		ГК своб	10,7	6	8,18

Таблица 4.12 - Выход гадолиния по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Gd, г/г	Доля Gd, масс.. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	7,96	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	75	12,22
		Остаток после битумов	98,7	7,08	87,78
		ГК	12,2	8	12,40
		ГК своб	10,7	6	7,52

Таблица 4.13 - Выход иттербия по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы		Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Yb, г/г	Доля Yb, масс.. %
СУ 56-18	Уголь исходный		100	6,03	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	55	11,86
		Остаток после битумов	98,7	5,39	88,14
		ГК	12,2	7	15,01
		ГК своб	10,7	4	6,63

Таблица 4.14 - Выход вольфрама по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы	Объект исследования	Выход масс. %	Содержание W, г/т	Доля W, масс. %
СУ 56-18	Уголь исходный	100	606,78	100
	Компоненты угля	битум	1,3	7,16
		Остаток после битумов	98,7	92,84
		ГК	12,2	92,40
		ГК своб	10,7	92,16

Таблица 4.15 - Выход тория по фракции группового состава бурого угля
Павловского месторождения

Шифр пробы	Объект исследования	Выход масс. %	Содержание Th, г/т	Доля Th, масс. %
СУ 56-18	Уголь исходный	100	2	100,00
	Компоненты угля	битум	1,3	8,69
		Остаток после битумов	98,7	91,31
		ГК	12,2	17,45
		ГК своб	10,7	12,07

Как видно из таблиц 4.6 – 4.15 содержание скандия, германия, лантана, гадолиния, иттербия, тория в основном сосредотачиваются в битумах, молибдена, сурьмы, вольфрама в основном сосредотачиваются в свободных ГК.

В образцах углей СУ 56-18 наблюдается аномально высокое содержание германия (1621,0 г/т).

Показатели содержания Ge превышают кларковое (2.0 г/т), следовательно, данный уголь может быть направлен на промышленное получение германия.

Германий широко применяется в ядерной физике в качестве материала для детекторов гамма-излучения, для химических катализаторов, в оптике, в электронике и в небольшие количества германия потребляет металлургия.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Предпроектный анализ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования и коммерциализации результатов такого исследования [20].

Проект составляется на основании решения следующих задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно–исследовательскому проекту;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно–исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования. Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. Для данного проекта целевым рынком являются предприятия углеперерабатывающей, а также сельскохозяйственной отраслей.

Продуктом (результат НИР) – результаты технического, группового и нейтронно-активационного анализа, по которым выдаются рекомендации по направлениям использования бурых углей.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода. Сегментируем рынок услуг по разработке метода анализа масел можно по следующим критериям: размер компании-заказчика, вид метода анализа (рисунок 11).

Размер компании	Вид метода анализа			
	Извлечение редкоземельных элементов	Энергетическое	Выход битумов	Выход гуминовых кислот
Крупные				
Средние				
Малые				

Рисунок 11 – Карта сегментирования рынка услуг:



Фирма А



Фирма Б



Фирма В

Фирма А – углехимия и извлечение редкоземельных и рассеянных элементов;

Фирма Б – котельное топливо;

Фирма В – получение бензина (гидрогенизация).

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

Таблица 5.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) представлена в приложение Г.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

КБф=

Разрабатываемая компьютерная моделирующая система является конкурентоспособной на рынке, главным преимуществом которой является учет влияния межмолекулярных взаимодействий углеводородов, вовлекаемых в процесс смешения.

5.1.3 SWOT-анализ. Таблица 5.2 - Матрица SWOT представлена в приложении Г.

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации. Таблица 5.3 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в приложении Г.

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i ,$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Значение степени проработанности научного проекта составило 63, что говорит о перспективной разработке, а знания разработчика достаточны для успешной ее коммерциализации. Значение уровня имеющихся знаний у разработчика составило 53 – перспективность выше среднего.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования. Методом коммерциализации научной разработки был выбран инжиниринг. Данный метод как самостоятельный вид коммерческих операций предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

5.2 Инициация проекта

Таблица 5.4 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Углекислотная промышленность	Результаты технического, группового анализа, по которым выдаются рекомендации по направлениям использования бурых углей.

Таблица 5.5 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследование распределения минеральных примесей в групповых составляющих бурых углей ряда месторождений Забайкалья
Ожидаемые результаты проекта:	Результаты технического, группового анализа, по которым выдаются рекомендации по направлениям использования бурых углей.
Критерии приемки результата проекта:	Наличие сертификации и соответствие стандарту

Таблица 5.6 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте(Функции)	Трудовые затраты, час.
1	Маслов Станислав Григорьевич, НИ ТПУ, ОХИ ИШПР, доцент	Координирует деятельность участников проекта	30
2	Михалицына Наталья Сергеевна, НИ ТПУ, ОХИ ИШПР, бакалавр	Выполняет отдельные работы по проекту	70
3	Петров Иван Сидорович, НИ ТПУ, ОХИ ИШПР	Лаборант химического анализа	6
ИТОГО:			106

Таблица 5.7 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	200000 рублей
Источник финансирования	заказчик
Сроки проекта:	25.03.2014-01.06.2104
Дата утверждения плана управления проектом	25.03.2014
Дата завершения проекта	01.06.2014

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

5.3.1 План проекта. Таблица 5.8 - Календарный план проекта представлена в приложении Г.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 5.9 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме представлена в приложении Г.

5.3.2. Бюджет научного исследования. Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. Результаты по данной статье заносятся в табл. 5.10.

Таблица 5.10- Стоимость расходных материалов

Наименование сырья и материалов	Затраты, руб		
	Количество	Цена	Стоимость
1.Бумага для принтера(уп.)	1	150	150
2.Картридж для принтера(шт.)	1	920	920
3.Папки для бумаг(шт.)	2	25	50
4.Ручки (шт.)	8	10	80
5.Тетради (шт.)	2	12	24
6. Уголь бурый(кг)	0,5	65	32,5
7. Бензол (л)	1	60	60
8. Соляная кислота (л)	0,5	20	10
9. гидроокись натрия (кг)	0,1	40	4
10.масс-спектрокопия	9	1000	9000
Итого:	10330,5		

Таблица 5.11 - Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость ¹ , руб.	Амортизация, %	Амортизационные отчисления, руб.
1	Весы лабораторные аналитические ²	1	35800		
2	Весы лабораторные технические ³	1	9000	15	9000
3	Муфельная печь ⁴	1	15570	15	15570
04	Сушильный шкаф ⁵	1	29700		
5	Баня песчаная ⁶	1	31200		
6	Баня водяная ⁷	1	5555		
7	Эксикатор ⁸	1	767		
8	Шаровые обратные холодильники ⁹	4	5600		
9	Бутыль стеклянная ¹⁰	3	3000		
10	Колба коническая ¹¹	6	4158		
11	Колба круглодонная ¹²	6	318		
12	Бюретка с краном ¹³	1	221		
	ИТОГО		140889,00		24570
	За период выполнения НИР				6143

1 - Стоимость с учетом НДС

2 - http://www.tehves.ru/catalog/detail_5560.html

3 - http://www.tehves.ru/catalog/detail_5438.html

4 - <http://www.daihan-ltd.ru/index.php?categoryID=249>

5 - http://www.protehnology.ru/shkaf_sushilnyy_ekros_es-4620

Таблица 5.12 - Группировка затрат по статьям

Вид работ	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Энергопотребление	Основная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого плановая себестоимость
1.	10330,5	140889,10	481,5	35080	10648	197429

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.13.

Таблица 5.13 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс.руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Руководитель	21	1440	25080
2	Бакалавр	49	160	7840
3	Лаборант химического анализа	6	360	2160
Итого: 35080				

Таблица 5.14 - Баланс рабочего времени одного исполнителя НИР

Показатели рабочего времени	Исполнитель
Календарное число дней	92
Количество нерабочих дней	
- выходные дни	13
- праздничные дни	6
Номинальный фонд рабочего времени	73
Потери рабочего времени	
- отпуск	-
- невыходы по болезни	-
Эффективный фонд рабочего времени	79

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

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб},$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 19);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

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

$$З_{\text{дн.н.рук}} = \frac{30243 \cdot 1}{21} = 1440 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн.н.исп}} = \frac{3900 \cdot 2}{49} = 160 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{дн.н.лаб}} = \frac{13000 \cdot 0,17}{6} = 360 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_б \cdot (k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p,$$

где $З_б$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$$З_{m(\text{рук})} = 23264,86 \cdot 1,3 = 30243 \text{ руб.},$$

$$З_{m(\text{исп})} = 3000 \cdot 1,3 = 3900 \text{ руб.}$$

$$З_{m(\text{лаб})} = 10000 \cdot 1,3 = 13000 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда.

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}$$

$$З_{\text{осн}} = 1400 * 21 = 25080 \text{ руб}$$

$$З_{\text{осн.н.исп}} = 160 * 49 = 7840 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн.н.исп}} = 360 * 6 = 2160 \text{ руб.}$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 14);

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Таблица 5.15 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$, руб.	k_p	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23264,86	1,3	33873,6	1140	22	25080
Бакалавр	3000	1,3	4368	160	22	3520
Лаборант хим. анализа	10000	1,3	13000	360	6	2160

Рассчитываем отчисления на социальные нужды (30,5%):

$$C_{\text{осн}} = 0,305 * 25080 = 7649 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{осн.н.исп}} = 0,305 * 7840 = 2391 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{осн.н.исп}} = 0,305 * 2160 = 658 \text{ руб.}$$

Таблица 5.16 – Заработанная плата исполнителей НИР

	Заработная плата, руб	Социальные отчисления, руб
Руководитель	25080	7649
Исполнитель	3520	2391
Лаборант хим. анализа	2160	658
ИТОГО	30760	10648

5.3.3 Энергопотребление. Расчет затрат на электроэнергию научного оборудования приведен в таблице 5.17 (при средней стоимости 1 кВт электроэнергии в Томске – 2,7 руб. на 2017 год)

Таблица 5.17 - Затраты на электроэнергию

№	Наименование прибора	Количество, штук	Потребляемая мощность, кВт/ч	Т приб., ч	Е, кВт*	Стоимость, руб.
1	Лабораторные весы аналитические	1	0,015	0,5	0,0075	0,02
2	Муфельная печь	1	2,6	35	91	246,7
3	Сушильный шкаф	1	0,85	56	47,6	125,5
4	Песочная баня	1	2,5	12	30	81
5	Водяная баня	1	1,5	7	10,5	28,3
ИТОГО						481,5

5.3.4 Организационная структура проекта. В практике

используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная.

Наиболее подходящей организационной структурой данной работы является проектная, представленная на рисунке 5.1

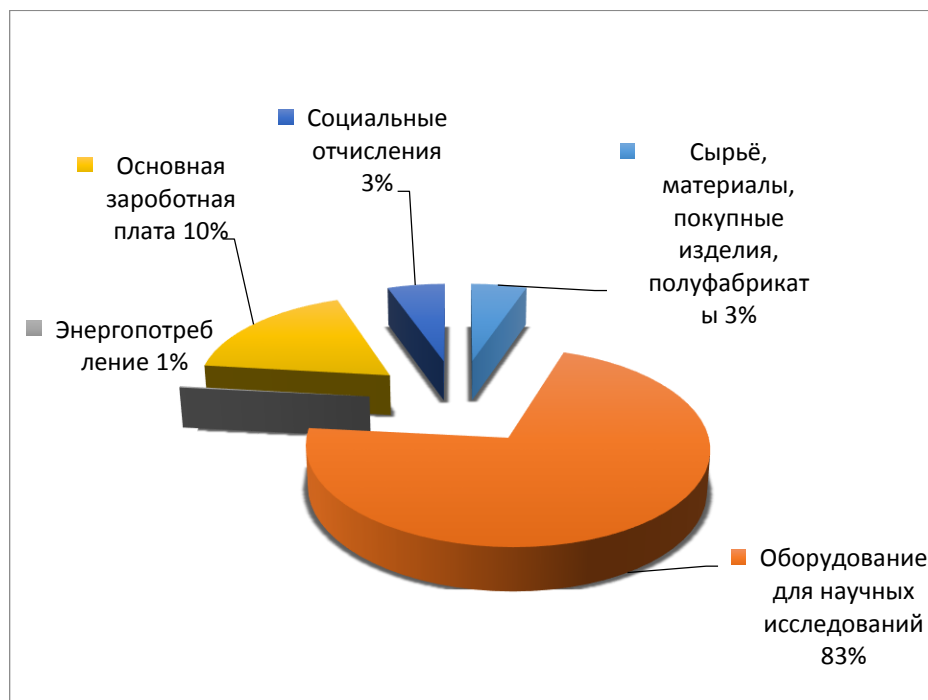


Рисунок 5 – Диаграмма затрат научного проекта

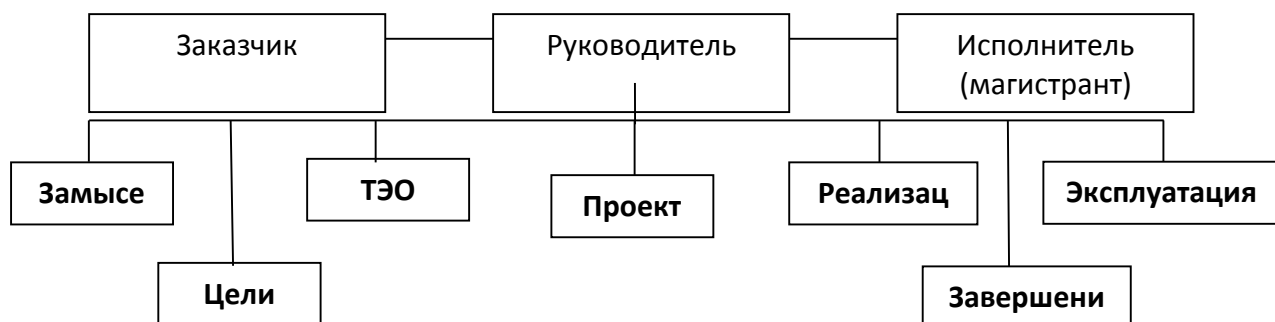


Рисунок 6 – Организационная структура проекта

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

Таблица 5.18. Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

Наименование показателя	0	1	2	3	4
Выручка от реализации, руб	0	200000	200000	200000	200000
Приток	0	200000	200000	200000	200000
Инвестиционные издержки, руб	-197429	0	0	0	0
операционные затраты/4	0	35222,3	35222,3	35222,3	35222,3
Налоги(20% от налогооблагаемой прибыли) Пдоналог=Вреал-Опер.затраты	0	32955,55	32955,55	32955,55	32955,55
Итого 3+4+5	-197429	68177,8	68177,8	68177,8	68177,8
ЧДП ЧДП=Пчист+Ам, Пчист=Пдоналог-Налог	-197429	131822,2	131822,2	131822,2	131822,2
Коэффициент дисконтирования	1	0,909	0,826	0,751	0,683
Дисконтированный ЧДП (с7*с8)	-197429	119826,4	108885,1	98998,47	90034,56
Тоже нарастающим итогом	-197429	-77602,62	31282,52	130281	220315,6

NPV равен 220315,6 руб.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 220315,6 руб., что свидетельствует о его эффективности. Так как $NPV > 0$, следовательно, проект эффективен.

Дисконтированный срок окупаемости

Одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени. Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости.

Срок окупаемости определяется по следующей формуле:

$$PP = \text{число лет предшествующих сроку окупаемости} + \frac{\text{невозмещенная сумма на начало года окупаемости}}{\text{приток наличности в течение года окупаемости}}$$

$$PP = 2 + \frac{77602,62}{108885,1} = 3 \text{ год}$$

Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 5.19 и графика, представленного на рисунке 5.3.

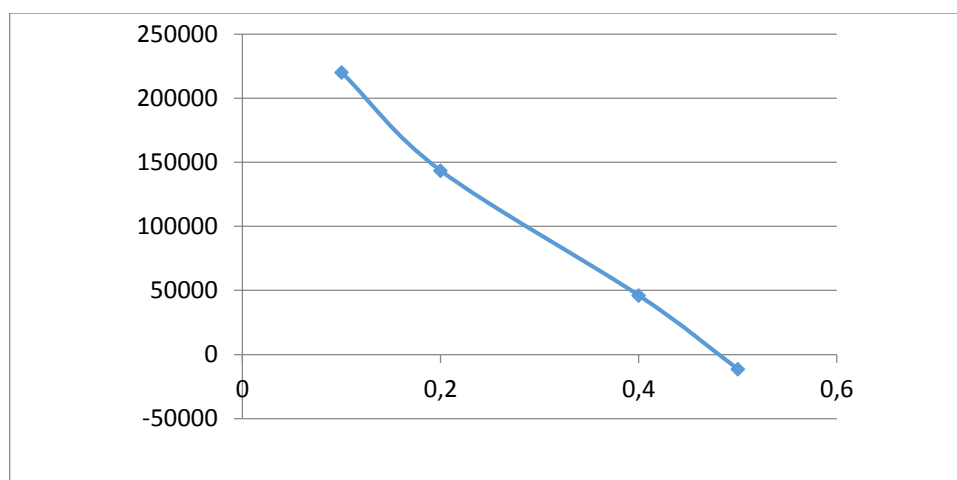


Рисунок 5.3 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Таблица 5.19 - Зависимость **NPV** от ставки дисконтирования

Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV
Чистые денежные потоки	-197429	131822,2	131822,2	131822,2	131822,2	
коэффициент дисконтирования						
i=0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
i=0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
i=0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
i=0,6	1	0,625	0,391	0,244	0,153	
Дисконтированный денежный поток						
i=0,1	-197429	119826,4	108885,1	98998,47	90034,56	220315,6
i=0,2	-197429	109807,9	91484,61	76193,23	63538,30	143595
i=0,4	-197429	94121,05	67229,32	47983,28	34273,77	46178,42
i=0,6	-197429	82388,88	51493,05	32183,15	20114,47	-11249,45

Из графика видно, что IRR составляет 0,47

Индекс доходности (рентабельности) инвестиций (**PI**)

Индекс доходности показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

Расчет этого показателя осуществляется по формуле

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧПД_t}{(1+i)^t} / I_0,$$

где I_0 – первоначальные инвестиции.

$$PI = \frac{119826,4 + 108885,1 + 98998,47 + 90034,56}{197429} = 2,11$$

$PI=2,11>1$, следовательно проект эффективен при $i=0,1$; $NPV=220315,6$

5.5 Оценка сравнительной эффективности исследования

Таблица 20 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки

Вариант исполне ния аналога №	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикат ы	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработна я плата	Отчислени я на социальны е нужды	Итого плановая себестоим ость
1	11245	310000	48707	14070	384022
2	8590	270000	34800	12331	325721

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{336659}{336659} = 1$$

$$I_{\Phi}^{p^1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{384022}{336659} = 1,1$$

$$I_{\Phi}^{p^2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{325721}{336659} = 1$$

где I_{Φ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы.

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

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

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 21 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	3
4. Энергосбережение	0,20	5	4	2
5. Надежность	0,25	5	5	5
6. Материалоемкость	0,15	2	3	4
ИТОГО	1	25	22	20

$$I_m^p = 5 * 0,1 + 5 * 0,15 + 5 * 0,15 + 5 * 0,20 + 5 * 0,25 + 2 * 0,15 = 4,55$$

$$I_1^A = 4 \times 0,1 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,15 + 4 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 3 \times 0,15 = 4,1$$

$$I_2^A = 3 \times 0,1 + 5 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 2 \times 0,20 + 5 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 3,75$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a}$$

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} = \frac{4,55}{1} = 4,55$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{4,11}{1,1} = 3,72$$

$$I_{финр}^{a2} = \frac{3,75}{1} = 3,75$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\text{Эср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a1}} = \frac{4,55}{3,72} = 1,2$$

$$\text{Эср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a2}} = \frac{4,55}{3,75} = 1,2$$

где Эср – сравнительная эффективность проекта; $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 22 - Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Разработка
Интегральный финансовый показатель разработки	1,1	1,0	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,1	3,75	4,55
Интегральный показатель эффективности	3,72	3,75	4,55
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2	1,2	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что существующий вариант решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым.

Проведя анализ показателей эффективности инвестиций, получили чистую текущую стоимость (NPV) – 220315,6. Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, NPV является положительной. Срок окупаемости проекта (PP) составил 3 месяца. Внутренняя ставка доходности (IRR) – 0,47, что позволяет признать инвестиционный проект экономически оправданным, так как выполнение неравенства $IRR > i$. Индекс доходности (PI) – 2,11, что больше единицы, такая инвестиция приемлема.

6 Социальная ответственность

Целью данной работы является выявление причин опасности и разработка мероприятий снижающих фактический уровень риска. Данный раздел для подготовки специалистов, способных обеспечить безопасность и защищенность человека и окружающей природной среды от негативного воздействия антропогенных и природных факторов.

Одной из основных задач безопасности жизнедеятельности и отношений к химическим производствам является внедрение на всех рабочих местах совершенных средств техники безопасности и безвредных условий труда, а также обеспечение санитарно-гигиенических условий, устраняющих производственный травматизм и профессиональные заболевания.

6.1 Правовые и организационные вопросы

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности является одним из национальных приоритетов в целях сохранения человеческого капитала [24]. Для этого применяется комплекс мер, содержащий правовые, социально–экономические, организационно–технические, санитарно–гигиенические, лечебно–профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [24]. В статье 37[24] изложены требования безопасности, обеспечивающие охрану здоровья и условий труда на предприятии. На основании Конституции РФ базируется ряд законов и нормативных актов, уточняющих и расширяющих понятие охраны и защиты труда. Трудовой кодекс [24], охватывает вопросы от правового возникновения трудовых отношения, до детального рассмотрения трудового договора, времени отдыха и профессиональной подготовки работника, охраны труда, разрешения трудовых споров и т.д. Для обеспечения соблюдения требований охраны труда на предприятии существует ряд служб, в качестве которых выступают федеральные органы и органы исполнительной власти субъектов РФ [24]. Государственный надзор за исполнением трудового

законодательства и иных нормативных правовых актов, осуществляют Генеральный прокурор Российской Федерации и подчиненные ему прокуроры в соответствии с федеральным законом. Согласно [25] непосредственно на предприятии проводится социальная оценка условий труда уполномоченной организацией.

Кроме того возможно создание на предприятии внутренних комиссий или комитетов на базе профсоюзов. Правовые аспекты взаимоотношений работодателей и работников в области охраны труда (гарантии, права и обязанности работников; обязанности работодателей; полномочия органов государственной власти в области охраны труда и т.д.) изложены в правовом документе [26]. При выполнении бакалаврской работы наиболее важными являются разделы, посвященные рабочему месту. Работник должен быть проинформирован об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, также о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов [26]. Согласно Статье 8 [26], рабочее место должно соответствовать требованиям охраны труда и быть защищенным от влияния вредных и (или) опасных производственных факторов и её организация должна соответствовать правовым нормам, а также антропометрическим, социальным, психофизическим данным работника. Так документ [27] является межгосударственным стандартом, и содержит практические рекомендации, предназначенные для использования всеми, на кого возложена ответственность за управление охраной труда [24].

Для выполнения задачи сохранения жизни и здоровья работника, согласно приказу [28], при поступлении на работу проводится медосмотр, с целью проверки здоровья кандидата на соответствие. Согласно Приложению N1 данного документа, во время работы проводятся плановые медосмотры с участием врачей и проведением лабораторных исследований, для выявления воздействия вредных факторов и вероятности развития профессиональных заболеваний.

6.2 Производственная безопасность

6.2.1 Анализ факторов производственной среды. Вредные производственные факторы –повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, повышенные уровни шума и вибрации на рабочем месте, недостаточная освещенность рабочих зон, взрывы, пожары и др.– могут возникнуть при обслуживании технологического процесса.

6.2.2 Химические вещества. Сырьем является бурый уголь ряда месторождений Забайкалья. Опасные и вредные свойства бурого угля обусловлены его пылящей способностью при непосредственном измельчении и попадании угольных частиц в дыхательные пути человека, а также способностью проникать в закрытые полости и пространства, здания и сооружения, скапливаться в различных углублениях и распространяться на значительные расстояния и площади по воздуху, земле и водной поверхности.

Также при проведении группового анализа применяют следующие химические вещества: бензол, концентрированная серная и соляная кислота, концентрированная гидроокись натрия, этанол.

Таблица 6.1 — Характеристика, ПДК и класс опасности веществ.
 ("Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в
 атмосферном воздухе населенных мест" ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование	Агрегатное состояние	Класс Опасности (ГОСТ 12.1.005-88)	Характеристика токсичности	ПДК веществ в воздухе рабочей зоны производственного помещения (ГОСТ 12.005-88), мг/м ³
1.Бурый уголь	твердое	—	Не токсичен	—
2.Соляная Кислота (к)	жидкость	2	Токсичная	1
3.Гидроокись натрия (к)	Жидкость	2	Токсичная	0,5
4.Бензол	Жидкость	2	Токсичная	0,5

Угольная пыль, распространяющаяся при дроблении и измельчении угля, в основном, оказывает своё действие на слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, вызывая слезоотделение и кашель.

Для предотвращения попадания угольной пыли в глаза и дыхательные пути используют средства индивидуальной защиты (респиратор, противогаз).

6.2.3 Микроклимат рабочего места. Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также

температуры окружающих поверхностей.

Микроклиматические условия регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96). К показателям, характеризующим микроклимат относятся:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения

Работы, выполняемые при проведении группового анализа углей, относятся к следующим категориям (Таблица 2):

-категория Ib (работы с интенсивностью энергозатрат организма 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением)-преимущественно ИТР;

-категория IIa (работы с интенсивностью энергозатрат организма 151-200 ккал/ч, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения).

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используются следующие защитные мероприятия:

- системы местного кондиционирования воздуха;
- воздушное душирование;
- спецодежда и другие средства индивидуальной защиты;
- помещения для отдыха;
- регламентация времени работы (перерывы в работе);
- организация и регулирование обмена воздуха в помещении.

Таблица 6.2 - Оптимальные параметры микроклимата в рабочей зоне
производственных помещений

Период года	Категория работ	Оптимальная температура, °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая -Iа	22-24	40-60	0,1
	Легкая -Iб	21-23	40-60	0,1
	Средней тяжести - IIа	18-20	40-60	0,2
	Средней тяжести - IIб	17-19	40-60	0,2
Теплый	Легкая -Iа	23-25	40-60	0,1
	Легкая -Iб	22-24	40-60	0,2
	Средней тяжести - IIа	21-23	40-6	0,3
	Средней тяжести - IIб	20-22	40-6	0,3

6.2.4 Повешенный уровень шума. Допустимые шумовые характеристики рабочих мест регламентируются «Санитарными нормами допустимых уровней шума на рабочих местах» (СН 2.2.4.562-96).

Согласно принятой классификации эксплуатация дробильных машин осуществляется в условиях широкополосного постоянного шума, уровень которого достигает 80 дБ.

6.2.5 Повешенный уровень вибрации. Допустимые вибрационные характеристики рабочих мест регламентируются «Санитарными нормами вибрации на рабочих местах» (СН 2.2.4.566-96).

В данных условиях преобладают постоянные широкополосные локальные и общие технологические вибрации на постоянных рабочих местах

лабораторных помещений преимущественно средних частот (8-63 Гц).

Для снижения вредного воздействия вибраций проводится ряд мероприятий:

1. изоляция источников вибраций (применение вибропоглощающих материалов-резины, войлока; размещение оборудования на фундаментах;
2. рациональная планировка помещений;
3. применение средств, снижающую вибрацию на пути их распространения;
4. балансировка вращающихся и движущихся деталей и узлов;
5. применение средств индивидуальной защиты (антифоны, беруши, виброзащитные перчатки и обувь);

6.2.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны. Для создания благоприятных условий труда важное значение имеет рациональное освещение. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет проведение работ, ведет к снижению производительности труда и может явиться причиной несчастных случаев.

Работы, проводимые при выполнении группового анализа выполняются в помещении, поэтому применяется естественное и искусственное освещение.

Нормирование освещенности производится в соответствии со СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение” в зависимости от характера зрительной работы (наименьший размер объекта различения), системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Характер работ, производимых в лабораторном помещении, сводится к отслеживанию параметров процесса и относится к зрительным работам IV категории подразряда а(работы средней точности). Нормирование естественного освещения лабораторных помещений сводится к нормированию коэффициента естественного освещения(КЕО). КЕО-отношение освещенности в данной точке помещения к наблюдаемой освещенности в помещении. КЕО должен составлять не менее 1.5%. а освещенность в

помещении - не менее 300лк. При этом используются люминесцентные лампы типа ЛБ-V. Они позволяют создать освещение близкое к естественному, а также экологичны и гигиеничны по сравнению с другими лампами.

Так как работа производится, в основном, в светлое время суток, то основным является естественное освещение. В помещениях, в которых недостаточно естественного света, и для освещения помещений и оборудования в темное время суток. Предусмотрено искусственное освещение.. По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, дежурное и аварийное. Рабочее оборудование оснащено взрывозащитными светильниками типа НОБ-300.

6.2.6 Психофизиологические производственные факторы.

Основным показателем трудовой деятельности человека принято считать его *работоспособность*, т.е. способность производить действия, характеризующиеся количеством и качеством работы за определенное время. С физиологической точки зрения это способность человеческого организма выдерживать в ходе трудового процесса заданную физическую и эмоциональную нагрузки.

Показатели трудового процесса, характеризующие его тяжесть и снижающие работоспособность человека регламентируются согласно руководству Р 2.2.2006-05 «Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса».

В целях компенсации влияний условий труда на работоспособность и здоровье персонала проводится мероприятие: регламентация времени работы (перерывы в работе).

6.2.7 Средства индивидуальной защиты. Все работающие в лаборатории должны быть обеспечены необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. В соответствии с ГОСТ 12.4.103-83:

1. При работе в химической лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани.
2. При выполнении работ, связанных с выделением ядовитых газов и пыли, для защиты органов дыхания следует применять респираторы или противогазы и другие средства защиты.
3. При работе с едкими и ядовитыми веществами дополнительно применяют фартуки, средства индивидуальной защиты глаз и рук.
4. Для защиты рук от действия кислот, щелочей, солей, растворителей применяют резиновые перчатки.

На перчатках не должно быть порезов, проколов и других повреждений. Надевая перчатки, следует посыпать их изнутри тальком.

5. Для защиты глаз применяют очки различных типов, щитки, маски. Помимо обеспечения персонала средствами индивидуальной защиты влияние вредных и опасных производственных факторов в течение рабочего времени ослабляют путем обеспечения (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 17 декабря 2010 г. N 1122н "Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи работникам смывающих и (или) обезвреживающих средств и стандарта безопасности труда "Обеспечение работников смывающими и (или) обезвреживающими средствами):

- твердое туалетное мыло или жидкие моющие средства-200 г (мыло туалетное) или 250 мл (жидкие моющие средства в дозирующих устройствах) на человека;

- кремом защитным для рук гидрофильного действия-100 мл на человека.

6.2.8 Электробезопасность. Все помещения лаборатории должны

соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-2009.

Все электрооборудование с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены.

Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником.

В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

О всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику.

В случае перерыва в подаче электроэнергии электроприборы должны быть немедленно выключены.

Запрещается использование в пределах одного рабочего места электроприборов класса "О" и заземленного электрооборудования.

Категорически запрещается прикасаться к корпусу поврежденного прибора или токоведущим частям с нарушенной изоляцией и одновременно к заземленному оборудованию (другой прибор с исправным заземлением, водопроводные трубы, отопительные батареи), либо прикасаться к поврежденному прибору, стоя на влажном полу.

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение производится с помощью отключателя или рубильника.

При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от токоведущих частей деревянным или другим не проводящим ток предметом источник поражения.

Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

6.2.9 Пожаробезопасность. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения.

В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара.

Распоряжением по лаборатории из числа сотрудников назначается группа (3 - 5 человек), которая организует все противопожарные мероприятия, получив инструктаж местной пожарной команды.

Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противоголозом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории.

В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения.

Куриль разрешается только в отведенном и оборудованном для этой цели месте.

Куриль в помещениях лаборатории строго запрещается!

Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки.

Все нагревательные приборы должны быть установлены на термоизолирующих подставках.

Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов.

После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, газ и воду во всех помещениях.

Каждый сотрудник лаборатории, заметивший пожар, задымление или другие признаки пожара обязан:

- немедленно вызвать пожарную часть по телефону;
- принять меры по ограничению распространения огня и ликвидации пожара;
- поставить в известность начальника лаборатории, который в свою очередь должен известить сотрудников, принять меры к их эвакуации и ликвидации пожара.

6.3 Экологическая безопасность

Воздействие угольной пыли и продуктов горения угля на окружающую среду обусловлено:

- загрязнением атмосферы выбросами вредных веществ;
- сбросом загрязненных вод а поверхностные и подземные воды, на рельеф местности;

6.3.1 Защита атмосферы. Основными источниками вредных выделений являются емкости и резервуары, содержащие химически агрессивные вещества.

Определение и контроль предельно допустимых выбросов вредных

веществ в атмосферу осуществляется согласно ГОСТ 17.2.3.02-78 «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» и ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

С целью охраны атмосферы в лаборатории выполняются следующие технологические мероприятия, обеспечивающие минимальные выбросы вредных веществ:

- слив химически агрессивных агентов в специально отведенную тару с целью дальнейшей их утилизации;
- установка специальных воздушных фильтров в вентиляционной системе вытяжных шкафов;
- установка специальных гидрофильтров в трубопроводной системе.

6.3.2 Защита гидросферы. В лаборатории предусматривается герметизированная система водоснабжения и водоотведения, исключающая попадания загрязняющих веществ в подземные воды и в почву при нормальной работе оборудования.

В целях охраны поверхностных и подземных вод приняты инженерно-технические решения, направленные на минимизацию негативного воздействия от проводимых экспериментов:

- защита объекта от пожара обеспечивается системами автоматического, стационарного противопожарного водоснабжения;
- бытовые стоки выводятся на сооружения биологической очистки.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Техногенные аварии. К технологическому процессу в лаборатории применимы общие требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности».

Проведение группового анализа является периодическим и не сопряжено с применением больших количеств легковоспламеняющихся газов,

сжиженных газов и жидкостей, для переработки которых используется крупногабаритное, оборудование. Аварийная остановка одной единицы оборудования не влечет за собой остановку всего лабораторного оборудования. Для обеспечения безопасной работы лаборатории предусмотрено следующее:

- расположение оборудования обеспечивает свободный доступ к нему и удобное обслуживание;

- аппараты, трубопроводы, арматура выполнены герметичными;

- выбор материала оборудования и средств контроля и автоматики выполнен с учетом взрыво- и пожароопасности в лабораторном помещении;

- исполнение электрооборудования по взрывозащите соответствует категории и группе взрывоопасной смеси;

- для предотвращения ожогов выполнена изоляция оборудования;

- в соответствии с нормами и в зависимости от характеристик помещений и установок выполнено рабочее и аварийное освещение;

- для обеспечения нормальных условий труда в помещениях выполнена вентиляция;

- для защиты от статического электричества оборудование заземлено.

Для обеспечения безопасной эксплуатации производства необходимо соблюдать следующее:

- запрещена эксплуатация оборудования с неисправными средствами автоматизации, контроля и системы блокировок;

- запрещается ручное деблокирование в системах автоматического управления;

- к самостоятельной работе допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности и промсанитарии;

- все рабочие места обеспечиваются инструкциями по технике безопасности, соблюдение требований которых строго обязательно для всех сотрудников лаборатории;

- работать всему персоналу в спецодежде, каждому иметь при себе

средства индивидуальной защиты.

6.4.2 Стихийные бедствия. Аварии также могут быть вызваны внешними воздействиями природного или техногенного характера. К ним относятся:

- грозовые разряды и разряды от статического электричества;
- смерчи и ураганы;
- аномальное понижение воздуха;
- попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, происшедших в соседних помещениях.

Все вышеперечисленные факторы могут явиться причиной возникновения аварийных ситуаций различных масштабов.

Предугадать стихийные бедствия невозможно, однако необходимо предусматривать действия в случае их возникновения. В случае стихийного бедствия действуют следующим образом:

- проводят эвакуацию обслуживающего персонала;
- проводят спасательные и аварийно-восстановительные работы.

Заключение

В ходе проведения группового и технического анализа были получены следующие данные: влажность исследованных проб угля находится в интервале 6,0 – 7,3 %, зольность углей в пределах от 2,7 – 8,3 %, выход битумов составил 0,22 – 1,28 %, выход общих гуминовых 3,9 – 10,7%.

Угли непригодны для использования в качестве сырья для извлечения буроугольного воска и гуминовых кислот, так как значения выхода битумов слишком малы.

Для использования в промышленной энергетике пригодны угли проб СУ 56-18 и РК 14-18, так же для использования в качестве коммунально-бытового топлива все пробы пригодны.

Для производства угольных брикетов без применения связующего, высокотемпературного буроугольного коксования, получения брикетов для газификации под давлением, газификации в куске, сжигания в топке с колосниковой решеткой, пылеугольной топке и кипящем слое пригодны угли всех проб. Они могут использоваться во всех процессах, высокотемпературного буроугольного коксования.

Результаты масс-спектропии с индуктивной связанной плазмой показали содержание элементов по фракциям. Средневзвешенные значения содержания элементов-примесей близко к угольному кларку. Можно выделить несколько элементов, чье содержание значительно превысило значения кларка: германий, гадолиний, сурьма, вольфрам, иттрий, церий.

Отмечено высокое содержание промышленно-значимых элементов бериллия, скандия, германия, лантана, гадолиния и тория в битумах, а молибдена, сурьмы, вольфрама в свободных гуминовых кислотах.

Список источников

1. Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база России. Т. VI. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. М.: Геоинформмарк, 2004. 779 с.
2. «Дальний Восток» [электронный ресурс] – режим доступа: <http://5klass.net/geografija-9-klass/Dalnij-Vostok-9-klass.html>
3. Менковский М. А. Аналитическая химия и технический анализ углей.– М.: Недра, 1973. – 368 с.
4. Менковский М. А. Аналитическая химия и технический анализ углей.– М.: Недра, 1973. – 368 с.
5. Русчев Д. Д. Химия твердого топлива / Под ред. Д. А. Розенталя. – Л.: Химия, 1976. – 254 с.
6. Аронов С. Г. Химия твердых горючих ископаемых / Под ред. Брука А. С. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1960. – 372 с.
7. Шпирт М. Я. Неорганические компоненты твердых топлив. – М.: Химия, 1990. – 240 с.
8. Генезис и свойства минеральных компонентов углей/ Коробецкий И.А., Шпирт М. Я. – Новосибирск: Наука. Сиб.отделение, 1988. – 227 с.
9. Пресс-центр. РосУголь, [электронный ресурс] - режим доступа: <http://www.roscoal.ru/content/press-centr/informaciya-dlya-vas/oblasti-primeneniya-uglya>
10. Голованов Н.Г. Бурый уголь как химическое сырье для промышленности. Москва.: Углетехиздат 1955. – 57 с.
11. Потапенко И.О. Перспективы производства экологически чистого топлива для электростанций на основе газификации углей // Химия твердого топлива №6 – 2003. – с.85-91.

12. Угольная база России. Том VI. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 450 с.
13. И. А. Неженский, В. И. Вялов, Н. В. Мирхалевская (ВСЕГЕИ), Е. В. Кузеванова (МГУ) «Геолого-экономическая оценка редкоментальной составляющей бурогольных месторождений Приморского края». 2014. – 120 с
14. Угольная база России. Том V. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 514 с.
15. ГОСТ 27314-91 Топливо твёрдое минеральное. Методы определения влаги. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 16 с
16. ГОСТ 11022-95 (ИСО 1171-81) Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 6 с.
17. ГОСТ 6382-201 (ИСО 562-98 и ИСО 5041-1-97) Топливо твердое минеральное. Выход летучих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 10 с.
18. ГОСТ 10969-74 Метод определения выхода бензольного экстракта. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 5 с.
19. ГОСТ 9517-76 (ИСО 5073-85) Методы определения выхода гуминовых кислот. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 5 с.
20. Qi Liang, Hu Jing, Gregoire D.C. Determination of trace elements in granites by inductively coupled plasma mass spectrometry // Talanta. 2000. Vol. 51. P. 507-513.
21. Отто М. Современные методы аналитической химии: Часть 1. Основы аналитической химии. М.: Высш. Школа, 2004. 503 с.
22. Аронов С. Г., Нестеренко Л. Л. Химия твердых горючих ископаемых. Изд-во Харьковского университета, 1960. 371 с.

23. Родэ В. В., Жарова М. Н., Костюков В. А. и др. Основные проблемы получения и использования буроугольного воска // Химия твердого топлива. – 1974. – №6. – С. 105-118
24. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426–ФЗ "О специальной оценке условий труда".
25. Приказ от 12апреля 2011г. N 302н “Об утверждении перечня вредных и(или)опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования),и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров(обследований) работников, занятых на тяжелых работах с вредными и (или) опасными условиями труда”.
26. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230–2007 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Общие требования.ILO–OSH2001 ».
27. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2009г. N 1213 “Об утверждении технического регламента о безопасности средств индивидуальной защиты”.
28. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 февраля 2009 г.N 45 "Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов, Порядка осуществления компенсационной выплаты в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, и Перечня вредных производственных факторов, при воздействии которых в профилактических целях рекомендуется употребление молока или других равноценных пищевых продуктов"

Приложение А

Таблица А1 - Определение влажности в углях

Наименование объекта	№ бюкса	Вес бюкса, г	Вес бюкса с навеской, г	Навеска, г	Вес после высушивания, г	Контр. Высушивание, г	Потеря влаги, г	W ^a , %	W ^a _{ср} , %
СУ 56-18	014	25,2993	26,9512	1,6519	26,8545	26,8534	0,0978	5,92	6,0
	025	25,6599	26,1614	1,4615	27,0746	27,0735	0,0878	6,01	
РК 14-18	014	25,3002	26,8878	1,5876	26,7719	26,7720	0,1159	7,30	7,3
	025	26,6597	27,3993	1,7396	27,2732	27,2736	0,1673	7,25	
Остаток после битумов СУ 56-18	005	25,5273	26,6271	1,0998	26,5756	26,5740	0,0531	4,82	4,8
	081	25,3719	26,4019	1,0300	26,3537	26,3516	0,0503	4,88	
Остаток после битумов РК 14-18	027	23,0872	24,1596	1,0724	24,1185	24,1168	0,0428	3,99	3,8
	034	25,3003	26,3712	1,0709	26,3343	26,3326	0,0386	3,60	
СУ 56-18 о.у. ГК	014	25,2975	26,4608	1,1633	26,3539	26,3520	0,1088	9,35	9,4
	025	25,6593	26,8828	1,2235	26,7681	26,7677	0,1151	9,41	
РК 14-18 о.у. ГК	014	25,3000	26,7227	1,4227	26,6156	26,6072	0,1195	8,06	8,1
	025	25,6607	26,8438	1,1831	26,7544	26,7485	0,1134	8,14	
СУ 56-18 о.у. св. ГК	062	25,1289	26,2100	1,0811	26,1089	26,1098	0,1002	9,27	9,3
	069	25,0794	26,3072	1,2278	26,1930	26,1934	0,1138	9,27	
РК 14-18 о.у. св. ГК	040	24,8562	26,2496	1,3934	26,1455	26,1362	0,1134	8,14	8,1
	081	25,3704	26,5684	1,1980	26,4791	26,4782	0,0962	8,03	

Таблица А2 - Определение зольности в углях

Наименование объекта	№ тигля	Вес тигля, г	вес тигля с навеской, г	Навеска, г	Вес после прокаливания, г	Контрольное прокаливание, г	Вес зольного остатка, г	A ^a , %	A ^a _{ср}	W ^a _{ср}	A ^d _{ср}
СУ 56-18	Б.н.	27,185 8	29,020 1	1,834 1	27,328 5	27,329 0	0,142 7	7,78	7,8	6,0	8,3
	26	34,462 2	36,325 0	1,862 8	34,598 1	34,598 4	0,135 9	7,30			
РК 14-18	Б.н	27,185 9	28,857 1	1,671 2	27,254 4	27,229 1	0,043 2	2,58	2,5	7,3	2,7
	26	34,457 4	35,860 8	1,403 4	34,490 8	34,491 4	0,034 0	2,42			
Остаток после битумов СУ 56-18	30	35,941 9	36,987 3	1,045 4	36,017 9	36,017 0	0,075 1	7,18	7,3	4,8	7,7
	8	37,786 6	38,809 8	1,023 2	37,864 1	37,863 5	0,076 9	7,51			
Остаток после битумов РК 14-18	28	34,302 7	35,440 1	1,137 4	34,322 8	34,320 9	0,018 2	1,60	1,8	3,8	1,9
	6	45,091 9	46,155 9	1,064 0	45,114 8	45,113 7	0,021 8	2,05			
СУ 56-18 о.у. ГК	25	35,144 8	35,853 1	0,708 3	35,258 7	35,255 7	0,110 9	15,6 5	15, 4	9,4	17, 0
	27	34,241 8	34,929 5	0,687 7	34,349 3	34,346 6	0,104 9	15,2 4			
РК 14-18 о.у. ГК	25	35,138 3	36,438 0	1,299 7	35,263 2	35,258 7	0,120 4	9,26	9,0	8,1	9,8
	27	34,233 4	35,315 1	1,081 7	34,330 8	34,327 1	0,093 7	8,66			
СУ56-18 о.у.св. ГК	28	34,312 7	35,193 7	0,881 0	34,455 9	34,451 8	0,139 1	15,7 9	15, 5	9,3	17, 1
	29	32,767 9	33,480 7	0,712 8	32,880 4	32,877 0	0,109 1	15,3 1			
РК 14-18 о.у.св. ГК	28	34,304 8	35,574 7	1,269 9	34,425 6	34,420 1	0,115 3	9,08	8,7	8,1	9,5
	29	32,767 4	33,859 0	1,091 6	32,861 3	32,850 4	0,091 0	8,34			

Таблица А3 - Определение выхода битумов

Объект исследования	Вес гильзы, г	Вес гильзы с навеской, г	Навеска, г	W ^a , %	A ^a , %	Сухая масса навески, г	Органическая масса навески, г	Вес чашечки, г	Вес чашечки с битумами		Вес сухих битумов, г	Выход битумов, % ,V ^a	Выход битумов на сухое топливо, %, V ^d	Средний выход битумов, %, V ^a _{ср}	Выход битумов на горючую массу, %, V ^{daf}
									1ое взвешивание	Контрольное взвешивание					
СУ 56-18	2,8902	20,2532	17,3630	7,3	2,5	16,0955	15,6614	61,0297	61,0652	61,0637	0,0340	0,20	0,21	0,2	0,22
	2,6305	19,2156	16,5851			15,3744	14,9598	61,5036	61,5441	61,5417	0,0381	0,23	0,25		
	2,6406	20,0704	17,6644			16,3749	15,9333	68,0663	68,1004	68,0982	0,0319	0,18	0,19		
РК 14-18	2,8246	17,5867	14,7621	6,0	7,8		12,1787	65,6126	65,7667	65,7656	0,1530	1,04	1,26	1,11	1,28
	3,0478	18,3828	15,3350				12,6514	61,0332	61,2064	61,2054	0,1722	1,22	1,36		
	2,7467	19,0755	16,3288				13,4713	77,0954	77,2713	77,2702	0,1748	1,07	1,30		

Таблица А5 - Определение летучих веществ

Наименование объекта	№ тигля	Вес тигля, г	Вес тигля с навеской, г	Навеска, г	Вес после нагрева, г	Убыль веса, г	V ^a , %	V ^a _{ср}	W ^a _{ср}	A ^a _{ср}	V ^{daf} _{ср}
СУ 56-18	1	45,6115	46,7504	1,1389	46,1835	0,5669	44,97	44,8	4,8	7,3	51,0
	9	41,3170	42,4614	1,1444	41,8954	0,5660	44,66				
РК 18-14	10	42,0060	43,1537	1,1477	42,5288	0,6249	50,65	50,6	3,8	1,8	53,6
	11	45,2177	46,3670	1,1493	45,7424	0,6246	50,55				

Таблица А4 - Определение выходы гуминовых кислот

СУ 56-18				Наименование объекта
0,2567	0,2559	0,2564	0,2559	Вес кальки, г
2,4755	2,4945	2,5303	2,5456	Вес кальки с навеской, г
2,2188	2,2383	2,2739	2,2897	Навеска, г
6,0			6,0	W^a , %
7,8			7,8	A^a , %
1,9126	1,9294	1,9601	1,9737	Органическая масса навески, г
0,91	0,98	1,34	1,28	Общий объем гуматов, л
0,1	0,1	0,1	0,1	Объем гуматов на осаждении
25,8412	23,8983	23,0958	26,0585	Вес бюкса с фильтром (ост.сух.)
25,8600	25,9216	23,1094	26,0734	Вес бюкса с фильтром ГК (абс.сух.)
45,5470	30,8597	28,1861	26,4183	Вес тигля, г
45,5460	30,8605	28,1876	26,4195	Вес тигля с золой ГК, г
0,0010	0,0008	0,0015	0,0012	Вес, г
9,63	11,83	9,30	9,66	Выход ГК. %
10,7		9,5		Выход ГК _{ср} , %
0,0188	0,0233	0,0136	0,0149	Вес ГК

Продолжение таблицы А4

РК 14-18				Наименование объекта
0,5963	0,5952	0,5956	0,5937	Вес кальки, г
2,3628	2,4742	2,4599	2,1887	Вес кальки с навеской, г
1,7665	1,8790	1,8643	1,5950	Навеска, г
4,6		4,6		$\sum a$, %
2,7		2,7		A_a , %
1,6375	1,752	1,7282	1,4786	Органическая масса навески, г
0,75	0,74	1,11	1,12	Общий объем гуматов, л
0,1	0,1	0,1	0,1	Объем гуматов на осаждении
25,8352	25,8915	23,0856	26,0516	Вес бюкса с фильтром (ост.сух.)
25,8448	25,8995	23,0931	26,0566	Вес бюкса с фильтром ГК (абс.сух.)
45,5473	30,8600	28,1860	26,4185	Вес тигля, г
45,5451	30,8595	28,1865	26,4188	Вес тигля с золой ГК, г
0,0025	0,0005	0,0005	0,0003	Вес, г
4,40	3,38	4,81	3,79	Выход ГК. %
3,9		4,3		Выход ГК _{ср} , %
0,0096	0,0080	0,0075	0,0050	Вес ГК

Приложение Б

Таблица Б1- Содержания элементов в пробах Раковского месторождения, г/т

Шифр	Проба		Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y	Zr
РК-14-18-1	уголь исх	сплав	-	1,26	0,50	5,29	1,15	0,51	3,16	1,93	1,80	1,76	-	-	-	0,73	20,10	6,43	23,75
РК-14-18-2	уголь после битумов	сплав	-	1,32	0,51	5,01	1,11	0,56	3,16	2,78	1,83	1,71	-	-	-	0,79	22,05	6,89	24,93
РК-14-18-3	уголь после ГК	сплав	-	0,88	0,47	1,50	1,47	0,37	1,95	7,03	4,24	0,87	-	-	-	0,64	25,13	4,74	20,60
РК-14-18-4	уголь после ГК своб	сплав	-	0,97	0,37	2,00	1,42	0,45	2,89	5,25	4,26	1,03	-	-	-	0,39	22,44	5,09	23,30
РК-14-18-1	уголь исх	кисл	1,24	1,08	0,65	4,73	1,42	0,43	2,97	2,07	2,13	1,42	3,60	5,61	0,28	0,81	18,65	6,13	100
РК-14-18-2	уголь после битумов	кисл	1,82	1,04	0,65	4,30	1,39	0,42	3,81	3,96	2,12	1,42	5,30	5,32	0,36	0,94	18,47	6,08	98,7
РК-14-18-3	уголь после ГК	кисл	0,93	0,98	0,54	1,32	1,51	0,35	1,55	8,10	5,04	0,91	3,21	1,83	0,34	0,63	25,19	5,41	86,5
РК-14-18-4	уголь после ГК своб	кисл	0,78	0,93	0,51	1,98	1,24	0,33	2,18	4,48	3,58	0,98	3,55	1,73	0,22	0,46	20,67	5,50	88,4

Продолжение таблицы Б1

Шифр	Проба		Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
РК-14-18-1	уголь исх	сплав	9,21	1,75	-	-	0,42	-	-	-	43,9	3,52	7,80	0,81	2,85	0,65	0,06
РК-14-18-2	уголь после битумов	сплав	10,11	1,81	-	-	0,44	-	-	-	49,1	3,89	8,59	0,92	3,24	0,72	0,07
РК-14-18-3	уголь после ГК	сплав	7,93	0,11	-	-	0,51	-	-	-	591,7	2,56	5,67	0,67	2,22	0,49	0,08
РК-14-18-4	уголь после ГК своб	сплав	8,45	0,09	-	-	0,39	-	-	-	240,0	2,71	5,46	0,65	2,21	0,42	0,04
РК-14-18-1	уголь исх	кисл	1,24	1,08	0,65	4,73	1,42	0,43	2,97	2,07	2,13	1,42	3,60	5,61	0,28	0,76	0,08
РК-14-18-2	уголь после битумов	кисл	1,82	1,04	0,65	4,30	1,39	0,42	3,81	3,96	2,12	1,42	5,30	5,32	0,36	0,75	0,08
РК-14-18-3	уголь после ГК	кисл	0,93	0,98	0,54	1,32	1,51	0,35	1,55	8,10	5,04	0,91	3,21	1,83	0,34	0,66	0,07
РК-14-18-4	уголь после ГК своб	кисл	0,78	0,93	0,51	1,98	1,24	0,33	2,18	4,48	3,58	0,98	3,55	1,73	0,22	0,68	0,08

Продолжение таблицы Б1

Шифр	Проба		Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Tl	Pb	Th	U
РК-14-18-1	уголь исх	сплав	0,76	0,13	0,86	0,20	0,64	0,10	0,61	0,09	0,38	0,26	6,63	-	-	2,37	1,96	3,60
РК-14-18-2	уголь после битумов	сплав	0,81	0,14	0,92	0,22	0,73	0,10	0,67	0,10	0,41	0,28	7,22	-	-	2,74	2,12	3,78
РК-14-18-3	уголь после ГК	сплав	0,57	0,10	0,64	0,15	0,49	0,06	0,47	0,08	0,29	0,26	0,18	-	-	2,91	1,44	4,06
РК-14-18-4	уголь после ГК своб	сплав	0,55	0,09	0,64	0,16	0,56	0,06	0,41	0,07	0,29	0,24	0,51	-	-	3,12	1,50	2,72
РК-14-18-1	уголь исх	кисл	0,95	0,15	1,00	0,24	0,76	0,11	0,73	0,11	0,56	0,30	7,07	0,001	0,02	3,62	2,52	4,60
РК-14-18-2	уголь после битумов	кисл	0,90	0,15	1,01	0,22	0,73	0,11	0,73	0,11	0,55	0,30	6,94	0,001	0,03	3,26	2,51	4,39
РК-14-18-3	уголь после ГК	кисл	0,77	0,14	0,90	0,21	0,66	0,10	0,68	0,10	0,58	0,30	0,15	0,001	0,02	3,16	2,20	6,03
РК-14-18-4	уголь после ГК своб	кисл	0,78	0,13	0,85	0,21	0,63	0,10	0,70	0,10	0,53	0,30	0,30	0,001	0,02	4,02	2,12	3,48

Таблица Б2 - Содержание элементов в пробах Павловского месторождения, г/т

Шифр	Проба		Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Rb	Sr	Y
СУ-56-18-1	уголь исх	сплав	-	60,69	2,69	10,81	5,13	1,28	1,36	7,11	5,12	3,70	-	-	-	1,70	119,50	63,68
СУ-56-18-2	уголь после битумов	сплав	-	66,07	2,68	13,20	5,73	1,39	1,61	7,65	5,19	3,91	-	-	-	1,75	123,69	67,08
СУ-56-18-3	уголь после ГК	сплав	-	50,10	1,83	4,64	4,59	0,83	0,66	9,31	7,89	2,16	-	-	-	1,59	91,49	49,12
СУ-56-18-4	уголь после ГК своб	сплав	-	61,92	2,29	8,59	5,05	0,98	1,47	12,43	5,73	2,77	-	-	-	0,98	109,70	58,01
СУ-56-18-1	уголь исх	кисл	3,48	68,35	2,68	14,61	6,52	1,19	1,85	8,93	7,78	3,44	1621	22,16	2,02	2,10	133,97	61,94
СУ-56-18-2	уголь после битумов	кисл	3,03	64,02	2,42	13,62	7,09	1,14	2,04	10,69	7,04	3,17	1200	26,54	1,83	2,09	127,27	66,51
СУ-56-18-3	уголь после ГК	кисл	2,49	58,80	2,25	5,73	5,19	0,98	0,95	9,47	6,53	2,23	1001	17,79	1,56	1,62	107,20	54,88
СУ-56-18-4	уголь после ГК своб	кисл	2,83	64,74	2,60	8,86	6,45	1,06	2,10	9,54	4,95	2,64	1377	18,16	2,35	1,17	127,62	59,73

Продолжение таблицы Б2

Шифр	Проба		Zr	Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
СУ-56-18-1	уголь исх	сплав	11,41	0,93	4,956	-	-	0,30	-	-	-	170,8	7,98	18,75	2,29	10,45	3,57	0,83	6,31
СУ-56-18-2	уголь после битумов	сплав	12,61	1,05	5,59	-	-	0,29	-	-	-	153	8,62	20,16	2,46	11,14	3,81	0,85	6,78
СУ-56-18-3	уголь после ГК	сплав	10,53	0,79	0,31	-	-	0,60	-	-	-	485	5,97	13,50	1,76	7,52	2,70	0,61	4,71
СУ-56-18-4	уголь после ГК своб	сплав	14,66	0,98	0,29	-	-	0,73	-	-	-	305,1	7,09	16,12	2,00	9,23	2,96	0,72	5,79
СУ-56-18-1	уголь исх	кисл	9,12	0,89	5,95	0,03	0,20	0,29	43,39	0,033	1,55	164,80	7,25	16,46	2,41	12,30	4,00	0,99	7,96
СУ-56-18-2	уголь после битумов	кисл	9,47	0,82	5,69	0,04	0,07	0,34	42,19	0,046	1,49	158,15	6,72	15,04	2,19	11,34	3,98	0,92	7,08
СУ-56-18-3	уголь после ГК	кисл	9,13	0,83	0,42	0,04	0,11	0,40	11,87	<ПО	0,83	518,51	6,28	14,33	2,09	10,58	3,87	0,91	6,94
СУ-56-18-4	уголь после ГК своб	кисл	11,47	0,87	0,43	0,12	0,09	0,57	13,92	0,024	1,09	332,83	6,86	15,48	2,24	11,58	3,99	0,93	7,26

Продолжение таблицы Б2

Шифр	Проба		Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Tl	Pb	Th	U
СУ-56-18-1	уголь исх	сплав	1,22	8,59	1,88	5,65	0,77	4,73	0,70	0,24	0,07	408,35	-	-	1,15	1,52	2,54
СУ-56-18-2	уголь после битумов	сплав	1,29	9,18	1,98	5,96	0,81	5,06	0,73	0,27	0,08	498,23	-	-	1,42	1,60	2,34
СУ-56-18-3	уголь после ГК	сплав	0,86	6,56	1,40	4,47	0,60	3,62	0,53	0,17	0,06	14,03	-	-	2,36	1,12	15,67
СУ-56-18-4	уголь после ГК своб	сплав	1,09	7,78	1,81	5,47	0,70	4,20	0,64	0,27	0,07	8,21	-	-	1,33	1,34	5,07
СУ-56-18-1	уголь исх	кисл	1,50	10,28	2,31	6,08	0,95	6,03	0,90	0,32	0,07	606,78	0,011	0,05	1,87	2,00	3,42
СУ-56-18-2	уголь после битумов	кисл	1,32	9,37	2,12	6,34	0,86	5,39	0,81	0,25	0,07	570,74	0,009	0,04	5,17	1,85	2,78
СУ-56-18-3	уголь после ГК	кисл	1,25	9,07	2,02	5,93	0,84	5,10	0,79	0,30	0,08	3,08	0,001	0,05	6,58	1,70	24,57
СУ-56-18-4	уголь после ГК своб	кисл	1,36	9,50	2,10	6,35	0,90	5,59	0,83	0,38	0,08	4,64	0,001	0,04	0,95	1,80	7,00

Приложение В

Таблица В1 — Среднее содержание элементов-примесей в углях, Раковского месторождения, г/т

Элемент	Шифр пробы		Средневзвешенное значение	Кларк для угля
	РК 14-18 сплав	РК 14-18 кисл		
Li	1,24	0	1,24	20
Be	1,08	1,26	1,17	1,2
Sc	0,65	0,50	0,57	3,7
V	4,73	5,29	5,0	22
Cr	1,42	1,15	1,28	15
Co	0,43	0,51	0,47	4,2
Ni	2,97	3,16	3,06	9,0
Cu	2,07	1,93	2,0	15
Zn	2,13	1,80	1,96	18
Ga	1,42	1,76	1,59	7
Ge	3,60	0	3,60	2,0
As	5,61	0	5,61	7,6
Se	0,28	0	0,28	1,0
Rb	0,81	0,73	0,77	10
Sr	18,65	20,10	19,37	120
Y	6,13	6,43	6,28	7,0
Zr	23,99	23,75	23,87	35
Nb	9,80	9,21	9,50	3,3
Mo	2,05	1,75	1,9	2,2
Ag	0,09	0	0,09	0,9
Cd	0,05	0	0,05	0,24
Sn	0,51	0,42	0,46	0,79
Sb	1,03	0	1,03	0,84
Te	0,028	0	0,028	-
Cs	0,11	0	0,11	0,98
Ba	47,18	43,9	45,54	150
La	3,17	3,52	3,34	10
Ce	6,58	7,80	7,19	2,2
Pr	0,84	0,81	0,82	3,5
Nd	3,28	2,85	3,06	11
Sm	0,76	0,65	0,70	1,9
Eu	0,08	0,06	0,07	0,5
Gd	0,95	0,76	0,85	2,8
Tb	0,15	0,13	0,14	0,32

Продолжение таблицы В1

Элемент	Шифр пробы		Средневзвешенное значение	Кларк для угля
	РК 14-18 сплав	РК 14-18 кисл		
Dy	1,00	0,86	0,93	2,0
Ho	0,24	0,20	0,22	0,55
Er	0,76	0,64	0,7	0,85
Tm	0,11	0,10	0,10	0,33
Yb	0,73	0,61	0,67	1
Lu	0,11	0,09	0,10	0,19
Hf	0,56	0,38	0,47	1,2
Ta	0,30	0,26	0,28	0,26
W	7,07	6,63	6,85	1,2
Re	0,001	0	0,001	-
Tl	0,02	0	0,02	0,75
Pb	3,62	2,37	2,99	6,8
Th	2,52	1,96	2,24	3,3
U	4,60	3,60	4,1	2,9

Таблица В2 — Среднее содержание элементов-примесей в углях, Павловского месторождения, г/т

Элемент	Шифр пробы		Средневзвешенное значение	Кларк для угля
	СУ 56-18 сплав	СУ 56-18 кисл		
Li	0	3,48	3,48	20
Be	60,69	68,35	64,52	1,2
Sc	2,69	2,68	2,68	-
V	10,81	14,61	12,71	22
Cr	5,13	6,52	5,82	15
Co	1,28	1,19	1,23	4,2
Ni	1,36	1,85	1,60	9,0
Cu	7,11	8,93	8,02	15
Zn	5,12	7,78	6,45	18
Ga	3,70	3,44	3,57	7
Ge	0	1621	1621	2,0
As	0	22,16	22,16	7,6
Se	0	2,02	2,02	1,0
Rb	1,70	2,10	1,9	10
Sr	119,50	133,97	126,7	120
Y	63,68	61,94	62,81	7,0
Zr	11,41	9,12	10,26	35

Продолжение таблицы В2

Элемент	Шифр пробы		Средневзвешенное значение	Кларк для угля
	СУ 56-18 сплав	СУ 56-18 кисл		
Nb	0,93	0,89	0,91	3,3
Mo	4,956	5,95	5,45	2,2
Ag	0	0,03	0,03	0,9
Cd	0	0,20	0,20	0,24
Sn	0,30	0,29	0,29	0,79
Sb	0	43,39	43,39	0,84
Te	0	0,033	0,033	-
Cs	0	1,55	1,55	0,98
Ba	170,8	164,80	167,8	150
La	7,98	7,25	7,61	10
Ce	18,75	16,46	17,60	2,2
Pr	2,29	2,41	2,35	3,5
Nd	10,45	12,30	11,37	11
Sm	3,57	4,00	3,78	1,9
Eu	0,83	0,99	0,91	0,5
Gd	6,31	7,96	7,13	2,8
Tb	1,22	1,50	1,36	0,32
Dy	8,59	10,28	9,43	2,0
Ho	1,88	2,31	2,09	0,55
Er	5,65	6,08	5,86	0,85
Tm	0,77	0,95	0,86	0,33
Yb	4,73	6,03	5,38	1
Lu	0,70	0,90	0,80	0,19
Hf	0,24	0,32	0,28	1,2
Ta	0,07	0,07	0,07	0,26
W	408,35	606,78	507,56	1,2
Re	0	0,011	0,011	-
Tl	1,15	0,05	1,2	0,75
Pb	1,52	1,87	1,69	6,8
Th	2,54	2,00	2,27	3,3
U	0	3,42	3,42	2,9

Приложение Г

Таблица Г.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто–способность		
		Бф	Б _{к1}	Б _{к2}	Кф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности труда пользователя	0,09	5	2	2	0,45	0,18	0,18
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	5	3	3	0,35	0,21	0,21
Энергоэкономичность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Надежность	0,07	5	4	4	0,35	0,28	0,28
Безопасность	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
Уровень проникновения на рынок	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
Цена	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
Послепродажное обслуживание	0,07	5	5	2	0,35	0,35	0,14
Финансирование научной разработки	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
Срок выхода на рынок	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Наличие сертификации разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	63	51	46	4,9	3,73	3,23

Таблица Г.2 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: 1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. 2. Экологичность технологии. 3. Более низкая стоимость Производства по сравнению с другими технологиями. 4. Наличие бюджетного финансирования. 5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: 1. Отсутствие прототипа научной разработки 2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров 3. Отсутствие инженеринговой компании, способной построить производство «под ключ» 4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 5. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования
Возможности: 1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ 2. Использование инфраструктуры ОЭЗ ТВТ Томск 3. Появление дополнительного спроса на новый продукт 4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях 5. Повышение стоимости конкурентных разработок	1. Разработка рекомендации по улучшению СМК 2. Продвижение продукта 3. Разработка методических рекомендаций 4. Внедрение методических рекомендаций	1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей 2. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 3. Сокращение поставок или смена поставщика
Угрозы: 1. Развитая конкуренция технологий производства 2. Ограничения на экспорт технологии 3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции 4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	1. Продвижение программы с целью создания спроса 2. Сертификация и стандартизация продукта	1. Повышение квалификации кадров у потенциальных потребителей 2. Приобретения необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца 3. Сокращение поставок или смена поставщика 4. Продвижение программы с целью создания спроса 5. Сертификация и стандартизация продукта

Таблица Г.3 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	3	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	2
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	36	36

Таблица Г.4 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал.дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	6													
2	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр	8													
3	Подбор и изучение материала по теме	бакалавр	10													
4	Патентный обзор литературы	бакалавр	10													
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	3													
6	Проведение теоретических расчетов	Руководитель, бакалавр	14													
7	Оценка эффективности производства и применения разработки	Руководитель, бакалавр	8													
8	Разработка социальной ответственности по теме	Руководитель, бакалавр	8													
9	Разработка необходимых чертежей	Руководитель, бакалавр	13													
10	Составление пояснительной записки	бакалавр	6													

■ – руководитель ■ – бакалавр