

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

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»  
Отделение геологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Ртуть в углях Кузбасса</b>

УДК 546.49.553.94(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Ваганов Артем Михайлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов С.И.	Доктор геолого-минералогических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	Доктор биологических наук, профессор		

## СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБ УГЛЕЙ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Ваганову Артему Михайловичу

<b>Школа</b>	Природных ресурсов	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

#### 1. Характеристика объекта исследования

Рабочее место инженера, выполняющего Геохимическое исследование проб угля с Кузнецкого угольного бассейна.  
Работы проводятся в два этапа: лабораторный и камеральный

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

#### 1. Производственная безопасность

1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения
2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

*Анализ выявленных вредных факторов:*  
-ненормированные параметры микроклимата;  
-действие фактора на организм человека;  
*Анализ выявления опасных факторов:*  
- вероятность поражения электрическим током

#### 2. Экологическая безопасность

- защита селитебной зоны □
- анализ воздействия объекта на ; □
- анализ воздействия объекта на гидросферу;
- анализ воздействия бъекта на литосферу); □

*Экологическая безопасность рассматривается в контексте анализа воздействия объектов на элементный состав волос человека и его здоровье*

#### 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС
- выбор наиболее типичной ЧС; □
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;

*Выбор наиболее типичных ЧС:*  
- вероятность возникновения пожара,  
*Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС.*

#### 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

*В качестве правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности рассматриваются организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Ваганов Артем Михайлович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Ваганову Артему Михайловичу

<b>Институт</b>		<b>Кафедра</b>	
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.06 Экология и природопользование

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 2 «геолого-экологические работы»</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы-30% НДС-18%</i>

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

<i>1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Технико – экономическое обоснование проведения исследований Линейный график выполнения работ</i>
--	---

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

<i>1. Линейный календарный график выполнения работ</i>
--

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

--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ61	Ваганов Артем Михайлович		

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки: 05.04.06 «Экология и природопользование»  
Отделение школы (НОЦ): отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Барановская Н.В.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Ваганову Артему Михайловичу

Тема работы:

Ртуть в углях Кузбасса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.03.2018, №1980/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	Материалы научно-исследовательской работы
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Влияние ртути на окружающую среду;</li><li>2. Кузнецкий угольный бассейн;</li><li>3. Методы и объемы исследований;</li><li>4. Геохимия ртути в углях Кузбасса;</li><li>5. Геоэкологические проблемы при использовании углей Кузбасса</li><li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li><li>7. Социальная ответственность при изучении проб углей Кузнецкого угольного бассейна</li></ol>
<b>Перечень графического материала</b>	

<i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Геохимия ртути в углях Кузбасса	Арбузов Сергей Иванович, профессор, д. г.-м. н.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Макашева Юлия Сергеевна, ассистент отделения социально-гуманитарных наук
Социальная ответственность	Абраменко Никита Сергеевич, ассистент отделения контроля и диагностики
Раздел на иностранном языке	Барановская Наталья Владимировна, профессор отделения геологии ИШПР, д.г.-м.н. Матвеевко Ирина Алексеевна, доцент отделения иностранных языков, д-р. филол. наук
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
На английском: Влияние ртути на окружающую среду	
На русском:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Влияние ртути на окружающую среду;</li> <li>2) Кузнецкий угольный бассейн;</li> <li>3) Методы и объемы исследований;</li> <li>4) Геохимия ртути в углях Кузбасса;</li> <li>5) Геоэкологические проблемы при использовании углей Кузбасса</li> <li>6) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>7) Социальная ответственность при изучении проб углей Кузнецкого угольного бассейна</li> </ol>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Арбузов Сергей Иванович	д. г.-м. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Ваганов Артем Михайлович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 85 с., 10 рис., 10 табл., 96 источников, 1 прил.

Ключевые слова: уголь, ртуть, теплоэлектростанция, Кузнецкий угольный бассейн, Кузбасс.

Объектом исследования является территория Кузнецкого угольного бассейна, предмет исследования – ртуть в пробах угля.

Цель работы – определить содержание, а также изучить закономерности распределения ртути в углях Кузнецкого угольного бассейна для прогнозирования ее влияния на окружающую среду и здоровье населения.

В процессе исследования проводились: литературный обзор по изучению ртути, ее нахождения в природе, формы. Кузнецкий угольный бассейн его ресурсы, анализирование отобранных проб в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры ГЭГХ ИПР (н.в. отделение геологии ИШПР), анализ данных.

В результате исследования выявлена закономерность распределения ртути на территории Кузнецкого угольного бассейна.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: нет

Область применения: результаты могут использоваться при проведении экологического мониторинга, а также в учебных занятиях для студентов, обучающихся по направлению «Экология и природопользование».

Экономическая эффективность/значимость работы: экономическая эффективность не является целью данной работы. Значимость работы заключена в анализе содержания ртути в углях Кузбасса.

## Содержание

Введение .....	9
Глава 1. Влияние ртути на окружающую среду.....	10
1.1. Источники поступления ртути в среду обитания человека	10
1.2 Влияние ртути на среду и организм человека.....	12
Глава 3 Методы и объемы исследований .....	25
3.1 Опробование угленосных отложений.....	25
3.2 Аналитические методы определения ртути в углях .....	27
Глава 4. Геохимия ртути в углях Кузбасса.....	29
Глава 5. Геоэкологические проблемы при использовании углей Кузбасса .....	36
5.1. Эмиссия ртути при сжигании углей Кузбасса .....	39
5.2 Влияние сжигания угля на здоровье населения.....	41
6 Социальная ответственность при оценке и анализе проб углей Кузбасса. ....	52
6.1 Производственная безопасность	53
6.1.1 Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды .....	54
6.1.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды .....	58
6.2 Экологическая безопасность.	61
6.3 Безопасность в чрезвычайной ситуации	61
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	64
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение .....	65
Заключение.....	44
Список литературы .....	45



## **Введение**

**Актуальность исследований.** Кузнецкий угольный бассейн обладает уникальными угольными ресурсами. Является одним из самых крупных угольных бассейнов мира. Ежегодно Кузбасс обеспечивает около 70 % российского угольного экспорта. С нынешним ростом угледобычи возникает вопрос о разработке высокоэффективных технологий утилизации отходов добычи и использования угля с целью минимизации воздействия этих процессов на окружающую среду [14].

Динамично развивающаяся угледобывающая, а как следствие и теплоэнергетическая промышленность России обеспечивает стабильный рост добычи и потребления угля. Значительная доля высококачественных каменных и дешевых бурых углей вывозится за пределы региона. Растет экспорт угля в другие страны. Начиная с 4 квартала 2017 г. экспорт угля превосходит предыдущие отчетные 2016 и 2015 не менее чем на 2-5% [14].

Вместе с тем, рост угледобычи и потребления сырья сопровождается усилением антропогенного воздействия на окружающую среду. Минимизация этого воздействия – одна из существенных задач современной угольной промышленности региона и страны в целом.

Особая роль в этом процессе принадлежит ртути, как одному из наиболее опасных для здоровья человека элементов. Высокая токсичность ртути, ее подвижность при сжигании угля наряду со сложностью оценки ее содержания в природных объектах определяют актуальность исследования.

**Цель исследований** – определить содержание, а также изучить закономерности распределения ртути в углях Кузнецкого угольного бассейна для прогнозирования ее влияния на окружающую среду и здоровье населения.

### **Задачи исследований:**

1. Оценить средние содержания ртути в углях Кузбасса;
2. Изучить закономерности распределения ртути в угольных пластах, месторождениях;

3. Оценить эмиссию ртути в окружающую среду от сжигания углей добываемых на Кузбассе.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Проведена оценка средних содержаний ртути в углях Кузнецкого угольного бассейна, основанные на результатах количественного анализа проб углей разрезов Междуреченский, Красногорский, Кийзасский, Черниговский и опубликованных данных;
2. Выявлены закономерности распределения ртути в углях Кузбасса;
3. Дана оценка эмиссии ртути при сжигании углей добытых на территории Кузнецкого угольного бассейна.

**Практическая значимость** работы определяется необходимостью получения достоверных сведений о содержаниях опасных элементов-примесей в углях, особенно таких супертоксиантов, как ртуть. Полученные данные могут быть использованы как угледобывающими предприятиями для оценки качества углепродукции, так и ее потребителями для прогнозирования эмиссии ртути в окружающую среду и оценки ее влияние на здоровье человека.

## **Глава 1. Влияние ртути на окружающую среду**

### **1.1. Источники поступления ртути в среду обитания человека**

Ртуть – занимает особое место в ряду тяжелых металлов. Этот химический элемент является токсикантом и относится к первому классу опасности. Этот элемент характеризуется низкой температурой плавления ( $-38.9^{\circ}\text{C}$ ) и высокой упругостью паров (кипит уже при  $T=356,66^{\circ}\text{C}$ ). Испаряемость ртути ведет к тому, что элемент, поступающий на поверхность земли из природных или антропогенных источников, в значительной мере уходит в атмосферный воздух. Процесс

исследования и изучения этого уникального элемента затрудняется тем, что ртуть – технофильное вещество, которое присутствует во всех компонентах биосферы, имеет разнообразные формы нахождения[1].

Как уже было отмечено ранее - ртуть поступает в окружающую среду в результате как естественных, так и антропогенных процессов. К естественным процессам относится, во-первых, дегазация земной коры, или, как называют это явление «ртутное дыхание Земли» – процесс естественного испарения ртути из земных недр( горных пород, почв, вод). Процессы эти идут постоянно, но активизируются при извержениях вулканов, землетрясениях, геотермальных явлениях и т. п. Во-вторых, ртуть поступает в окружающую среду из рудных месторождений, что тоже является естественным процессом. Антропогенное загрязнение биосферы ртутью является результатом выбросов ртути в атмосферу от промышленных и других (в т.ч. мелких) источников.

В биосфере ртуть не концентрируется, и организмы не приспособились к повышенным количествам этого металла. Ртуть является сверттоксичным и суперпатологичным металлом даже в очень низких концентрациях, она обладает высокой деструктивной биологической активностью, может давать скрытые антропогенные скопления. Попадая в воздушное пространство с выбросами, ртуть выпадает на земную или водную поверхность как вблизи источников загрязнения, так и на большом расстоянии от них в результате атмосферного переноса.

В водных экосистемах микроорганизмы превращают данный элемент в метилртуть ( $[CH_3Hg]^+$ ) — соединение ртути, которое в малых дозах гораздо токсичнее элементарной ртути. В этой форме ртуть способна проникать в пищевые цепи и накапливаться в различных водных организмах, рыбе и моллюсках, а также птицах, млекопитающих и, непосредственно, в организме человека, который ими питается. В некоторых видах рыб концентрация метилртути может быть в миллионы раз выше, чем ее концентрация в воде, где обитает эта рыба. Также, в процессе воспроизводства метилртуть передается от материнского организма

развивающемуся плоду, в котором она накапливается, и может достигать высоких концентраций[22].

## 1.2 Влияние ртути на среду и организм человека

Проблемы, обусловленные поступлением ртути в окружающую среду, известны человечеству с давних пор. Ртуть является одним из самых опасных загрязняющих окружающую среду металлов. Проблема загрязнения окружающей среды ртутью и ее соединениями по существу приобрела мировой характер, во всех странах мира на этот элемент наложен ярлык крайне опасного токсического элемента, в связи, с чем изучение ее пагубного влияния на человеческий организм приобретает огромное значение.

Особую опасность ртуть представляет, прежде всего, для развития детского организма, так как она непосредственно влияет на его неврологическое развитие. Исследования показывают, что концентрация метилртути у плода выше, чем у матери. Кроме того, ртуть присутствует в грудном молоке, проникая в организм ребенка на раннем этапе его развития. Дети, которые едят загрязненную ртутью пищу в раннем возрасте, также подвержены опасному влиянию этого вещества. Воздействие метилртути также приводит к поражению мозговой функции, вызывая при этом нарушения речи, памяти, внимания, двигательных функций и зрительного восприятия[21].

На практике данный химический элемент в полной мере продемонстрировал свои способности в различных странах мира. Наиболее известным примером масштабного ртутного загрязнения стал случай с рыболовецкими поселками на побережье залива Минамата в Японии: Chisso — химическая компания, располагающаяся рядом с городом Минамата, осуществляла регулярный сброс отходов. Загрязнение залива со стоками предприятия компании Chisso происходило непрерывно со времени запуска технологического процесса производства ацетальдегида в 1932 г. и до 1968 г., когда на заводе от его применения отказались.

Всего за это время в залив поступило более 300 т. ртути. Производство винилхлорида на предприятии с применением ртутного катализатора продолжалось до 1971 г., но после 1968 г. стоки отводили в специальный пруд. Вторая вспышка болезни минамата произошла в 1965 г. также в Японии в бассейне р. Агано. Другая химическая компания, производящая ацетальдегид с применением сульфата ртути в качестве катализатора, сбрасывала свои стоки в реку Агано. Японское правительство присвоило 690 заболевшим официальный статус пострадавших от ртутного загрязнения. В данных случаях ртуть накапливалась в воде и донных отложениях, включалась в морскую пищевую цепь, концентрируясь в моллюсках и рыбе. В водной среде начинали активизироваться процессы метилирования неорганической ртути, что еще больше увеличивало опасность. Большинство жителей города и окрестных деревень существовали за счет морского промысла, а морепродукты были их основной пищей. Так, метилртуть попадала в организм людей (и животных), вызывая страшные отравления, вплоть до смертельных исходов. Еще одна вспышка болезни Минамата произошла в начале 1970-х годов в Ираке. В этой стране около 10 тыс. человек погибли и у еще примерно 100 тыс. человек наблюдалось острое и необратимое повреждение головного мозга после употребления в пищу пшеницы, обработанной метилртутью.

Само по себе заболевание Минамата характеризуется поражением центральной нервной системы, расстройством речи, ухудшением зрения и слуха. У детей, рожденных от считавшихся здоровыми матерей, через некоторое время после рождения развивались симптомы поражения центральной нервной системы – от легких спастических параличей до тяжелого психического поражения и слабоумия.

Таким образом, говоря о воздействии такого токсичного вещества, как ртуть на организм человека, необходимо подчеркнуть серьезность и необратимость последствий для человеческого организма в целом.

### **1.3. Ртуть в углях**

По мнению многих исследователей одним из существенных источников поступления соединений ртути в атмосферу являются продукты переработки углей. Очевидно, объемы поступления ртути в окружающую среду во многом зависят от ее содержаний в исходном сырье и ее количества, не улавливаемых при добыче углей. Сжигание угля, в целом, является ключевым источником антропогенной эмиссии ртути в атмосферу[3].

История исследований и обнаружений ртути в углях берет свое начало с 20-х годов двадцатого века. В 1927 году англичанин В. Киркби обнаружил каменноугольной смоле ртуть в концентрации около 0.15 г/т[22]. В дальнейшем Ф.Кукюль и А.Шток обнаружили Hg в угольной саже дымоходов 28г/т и определили концентрацию ртути в углях Англии - 0,012 г/т; Саарского - 0,008 г/т; Рурского - 0,010 г/т[23].

В 1946 году советский ученый А.А. Сауков обнаружил в саже дымохода московской котельной около 41 г/т ртути, данная котельная работала на донецких углях. Это высокая цифра осталась незамеченной, проблема ртутеносности углей Донбасса привлекла внимание только через два десятка лет.

На данный момент, изученность ртути в углях остается на довольно низком уровне, так как основные исследования начались в последней декаде XX века. Дело в том что, анализ золы углей на Hg не имеет смысла, так как до 90% ртути улетучивается при озолении. Также, по мнению основателя геохимии ртути СССР А.А. Саукова, эмиссионно-спектрографический анализе углей на Hg без озоления, также приводит к большей потере ртути [14].

В 2004 году М.П. Кетрис произвела расчет угольных кларков Hg на основании около 90 выборок (48.6 тыс. анализов), и 48 выборок для бурых углей (около 3.6 тыс. анализов). Для каменных углей: 0,10г/т  $\pm$  0,01 г/т; золы каменных углей: 0,88г/т  $\pm$  0,08г/т. Для бурых углей 0,10г/т  $\pm$  0,01; золы бурых углей 0,58г/т  $\pm$  0,6г/т[18].

#### **1.4. Формы нахождения и распределение ртути в углях**

В углях с фоновыми (или, как иногда говорят, кларковыми) содержаниями этого металла доминируют две формы: ртуть, связанная с пиритом ( $Hg_{\text{пир}}$ ) и ртуть, связанная с органическим веществом ( $Hg_{\text{орг}}$ ). Обычно тяжелые фракции углей в 6-7 раз богаче ртутью, чем легкие. В составе  $Hg_{\text{орг}}$ , по-видимому, имеется две формы ртути: физически сорбированная и в соединениях с органическим веществом типа гуматов. В более сернистых углях (с повышенным содержанием пирита) вклад  $Hg_{\text{пир}}$  в баланс ртути более значителен. В углях, аномально обогащенных ртутью, встречаются также металлическая ртуть и киноварь. Такие формы нахождения ртути в углях определяют ее распределение по продуктам обогащения углей: обеднение товарных продуктов и накопление в богатых пиритом хвостах (отходах).[4]

Основными факторами распределения ртути в углях являются: сернистость углей и их зольность. Вид зависимости "зольность - содержание Hg в угле" определяется балансом виртуальных (генетических) фракций ртути. Если доминирует ртуть в составе кластогенной золы, то зависимость в угле близка к линейной, а если существенен вклад аутигенной сорбционной фракции (имеющей модальные формы  $Hg_{\text{орг}}$  или  $Hg_{\text{сульф}}$ ), то линейная зависимость ослабевает, осложняясь сорбционным оптимумом, а для золы проявляется характерная для всех углефильных элементов негативная корреляция в координатах "зольность - содержание Hg в золе"[18]. При прочих равных условиях проявлена закономерность: чем выше сернистость в углях, тем выше концентрация Hg. Данная связь обусловлена тем, что минерал пирит( $FeS_2$ ), который является наиболее распространенным минералом в углях, является не только концентратом, но и главным носителем ртути. Поэтому пиритная ртуть дает наибольший вклад в содержание ртути в углях[18].

### **1.5. Ртуть при сжигании углей**

При горении угля, ртуть находится в виде паров элементарной ртути ( $Hg_0$ ) конденсация паров данной ртути ниже  $357^\circ C$ . Из данной информации можно сделать

следующий вывод, что одной из главных особенностей ртути является ее летучесть. Согласно экспериментальным данным (Юдович.Я.Э.,Кетрис.) выброс ртути в аэрозольную + газовую фазы из высокотемпературной топки составляет для топок с сухим шлакоудалением (Кш - 0.07) 98-99%. Для других видов топок данные отсутствуют, можно предположить, что независимо от конструкции сжигания угля, вся ртуть уходит в летучие продукты[18]. Дальнейшая судьба ртути в топках определяется особенностями сжигания и составом Hg в углях.

Также, необходимо знать важные сведения при сжигании углей:

1) преобладающим способом сжигание угля на ТЭС является пылеугольный. При пылеугольным способе - уголь измельчается до 0.05 мм, вдувается в топку разогретого воздуха и за очень короткое время сгорает. При данном способе в золе доминирует летучая зола, на долю которой приходится 75-80% всего исходного неорганического вещества угля, а 20-25% это золошлак угля. Золошлак - смесь золы и шлака (расправленная зола) который остается в топке. Золошлак содержит ряд новообразованных оксидных и силикатных фаз;

2) зольные уносы на 96-98% улавливаются в системах золоочистки дымовых газов (электростатические фильтры, рукавные фильтры, циклоны). В дальнейшем зольные отходы отправляют на золохранилища. И в данном случае вся экологическая проблема переносится на землю и воду. Так как ртуть, уловленная в "прудах отстойниках", может отравлять почвы, воды и растительность;

3) на современных ТЭС системы очистки оборудуются системами подавления оксидов азота и сероочистки дымовых газов - скрубберами с (CaO),( CaCO<sub>3</sub>). В скрубберах оксид серы (SO<sub>2</sub>) из газа связывается в полугидрат или гипс. То есть скрубберы весьма способствуют переводу ртути из газовой фазы в гипсовые отходы [7,8].

Необходимо отметить, что общая глобальная антропогенная нагрузка ртути на окружающую среду ежегодно увеличивается быстрыми темпами. Сжигание угля рассматривается сегодня в качестве крупнейшего отдельно взятого глобального источника выбросов ртути в атмосферу.



## Глава 2. Кузнецкий угольный бассейн

### 2.1. Общая характеристика кузнецкого угольного бассейна

Кузнецкий угольный бассейн является крупнейшей сырьевой базой топливно-энергетической промышленности. По запасам угля он занимает первое место в России[3].

Кузнецкий угольный бассейн представляет собой крупный синклинорий, имеющий в плане форму неправильного четырехугольника, длинная ось которого, ориентирована в направлении северо-запад – юго-восток. В геоморфологическом отношении исследуемый регион представляет собой котловину, окруженную горными сооружениями: с востока – Кузнецким Алатау, юга – горной Шорией, юго-запада и запада – Колывань-Томской складчатой зоной. Кузнецкий Алатау на общем фоне Алтае-Саянской складчатой области представляет совокупность горных массивов, отчетливо выраженных в рельефе в виде отдельных выступов. Салаирский кряж в геоморфологическом отношении представляет древнюю пенепленизированную поверхность с абсолютными отметками 380–420 м. Колывань-Томская складчатая зона в рельефе не выделяется. Для Кузнецкого угольного бассейна в целом характерно пологое погружение с востока и юго-востока на север и северо-запад. Холмисто-увалистый рельеф пользуется широким распространением в юго-западной части бассейна на территории развития угленосных отложений.

На формирование климатических условий Кузнецкого угольного бассейна большое влияние оказывает его положение в системе Саяно-Алтайской складчатой области. Защищенность бассейна со стороны колкого Алатау, Горной Шории и Салаирского кряжа препятствует проникновению влажных воздушных масс, а открытость со стороны Колывань-Томской складчатой зоны способствует вторжению на его территорию арктического воздуха с Ледовитого океана. Анализ климатических данных по 12 метеостанциям за последние 10 лет показал, что климат

Кузбасса резко континентальный с суровой, довольно продолжительной зимой и жарким коротким летом. Среднегодовая температура воздуха с севера на юг закономерно возрастает. Если в районе ст. Яя она составляет  $-0,7^{\circ}\text{C}$ , то в Кемерово и Топках повышается до  $-0,1^{\circ}\text{C}$ , в Ленинске-Кузнецком увеличивается до  $+0,6^{\circ}\text{C}$ , а в Киселевске достигает  $+1,2^{\circ}\text{C}$

Максимальное количество атмосферных осадков выпадает в предгорной юго-восточной и южной частях Кузбасса. Так, среднее годовое количество атмосферных осадков в районе Междуреченска составляет 870 мм, а максимум достигает в отдельные годы 1517 мм. Исследованиями установлено закономерное уменьшение количества атмосферных осадков в направлении с юго-востока на северо-запад. По сезонам года атмосферные осадки также распределяются неравномерно. Наибольшее их количество (51 %) выпадает летом; на осень, зиму и весну соответственно приходится 21, 8 и 20 %, также, следует подчеркнуть, что господствующими направлениями ветров в северной части бассейна являются юго-западное и южное.

Гидрографическая сеть принадлежит системе р. Оби с юга на север бассейн пересекается транзитной р. Томь, которая служит основным источником питьевого и технического водоснабжения бассейна.

Кузнецкий угольный бассейн характеризуется довольно сложным геологическим и тектоническим строением. Формирование физико-механических свойств горных пород угленосных отложений Кузбасса тесным образом связано с историей его геотектонического развития и существенно зависит от различных факторов:

1) физико-географических условий, характера и интенсивности тектонических движений в период осадконакопления, обеспечивающих различную интенсивность выветривания материнских пород областей сноса, перенос и отложение материала в конечных водоемах стока;

2) особенностей диагенетического преобразования осадков;

3) вторичных (катагенетических) изменений, протекающих в горных породах;

4) направленности и интенсивности тектонических движений в горных породах;

5) интенсивности проявления процессов выветривания горных пород в зоне гипергенеза;

6) инженерной деятельности человека.

Существенное влияние на изменение физико-механических свойств горных пород угленосных отложений Кузбасса оказывает процесс выветривания. В результате геотектонических движений значительная часть горных пород угленосных отложений Кузбасса оказалась в зоне гипергенеза и была подвержена в течение длительного времени влиянию агентов выветривания. Тщательный учет влияния степени выветрелости пород имеет исключительно большое значение для угленосных отложений Кузбасса, поскольку на его территории ведется проектирование мощных углеразрезков.

Для всестороннего изучения данной проблемы необходимо выделить два ключевых аспекта:

1. Изменение состояния и физико-механических свойств горных пород в естественном залегании в зоне гипергенеза под влиянием длительных процессов выветривания.

2. Выветривание горных пород в бортах действующих карьеров Кузбасса в процессе разработки их открытым способом.

Интенсивность и направленность процессов выветривания в Кузбассе во многом определяются исходным минералогическим составом горных пород, наличием нескольких климатических и ландшафтных зон на территории, геоморфологическим и тектоническим строением региона.

Таким образом, процессы выветривания играют важнейшую роль при формировании физико-механических свойств горных пород.

Также, необходимо отметить, что условия разработки угольных месторождений Кузбасса открытым способом во многом определяют морфогенетические типы рельефа, ландшафтные и климатические зоны.

Промышленная угленосность в бассейне связана в основном с верхнепалеозойскими отложениями Алтае-Саянской складчатой области. Угли балахонской и кольчугинской серии разнообразны по вещественно петрографическому составу, степени метаморфизма, что определило многообразие технологических свойств добываемого полезного ископаемого[3].

На территории Кузнецкого бассейна выделяются следующие геолого-генетические комплексы пород:

- 1) четвертичного возраста;
- 2) палеогена и неогена;
- 3) континентальных отложений мезозоя;
- 4) континентальных угленосных отложений кольчугинской серии;
- 5) лагунно-континентальных угленосных отложений балахонской серии;
- 6) морских отложений;
- 7) магматических горных пород (базальты, долериты, граниты, диабазы).

Для бассейна характерна горизонтальная и вертикальная зональность тектонического строения.

## **2.2 Ресурсы Кузнецкого угольного бассейна**

Кузнецкий угольный бассейн обладает уникальными запасами каменных углей различных марок, которые являются объектом промышленной добычи. Высокое качество кузнецких углей определило широкую сферу их применения. Они используются как энергетическое топливо, для производства металлургического кокса и как технологическое сырье. Общие ресурсы кузнецких углей до глубины 1800 м составляют 693 млрд тонн, из них 207 млрд т – коксующиеся угли. На сегодняшний день более 80 % коксующихся углей России добывается в Кузбассе. Необходимо также подчеркнуть уникальное качество углей Кузбасса. Они представлены практически всеми технологическими марками и группами от бурых

до антрацитов. Но самое главное их преимущество перед углями других бассейнов – это сочетание таких показателей качества, как: высокая теплота сгорания (6250 ккал/кг), низкое содержание серы (0,4-0,6 %) и средняя зольность (15,3-23,2 %)

В настоящее время в Кузбассе действует более 20 углеразрезов, ведется проектирование новых мощных угольных карьеров глубиной свыше 500 м.

По качественному составу изученные угли отнесены к 16 маркам по ГОСТ 25543-88, среди них 15 марок (Д, ДГ, Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС, СС, Т) отвечают каменным углям; А – антрациту. Бурый уголь (группа 2Б) добывают в северной части Кемеровской области, в частности на небольшом разрезе «Итатский». В Кузнецком бассейне изменения метаморфизма являются главной причиной многообразия марочного состава углей. Большинство исследователей, ведущее место отводят региональному метаморфизму, т.е. изменениям качества углей, вызванным различной глубиной погружения пластов и воздействием на них возрастающего с глубиной тепла земных недр.

Известные на территории Кузбасса ископаемые угли связаны с четырьмя региональными этапами углеобразования:

- 1) среднепалеозойским (девонским);
- 2) позднепалеозойским (каменноугольно-пермским);
- 3) среднемезозойским (юрским);
- 4) кайнозойским (палеоген-неогеновым).

Отвечающие этим этапам угленосные формации различаются характером и масштабом угленосности, качеством углей, геологическими особенностями и экономическим значением месторождений. Практический интерес в настоящее время представляют только угли каменноугольного и пермского возрастов, которые детально изучены и интенсивно разрабатываются.

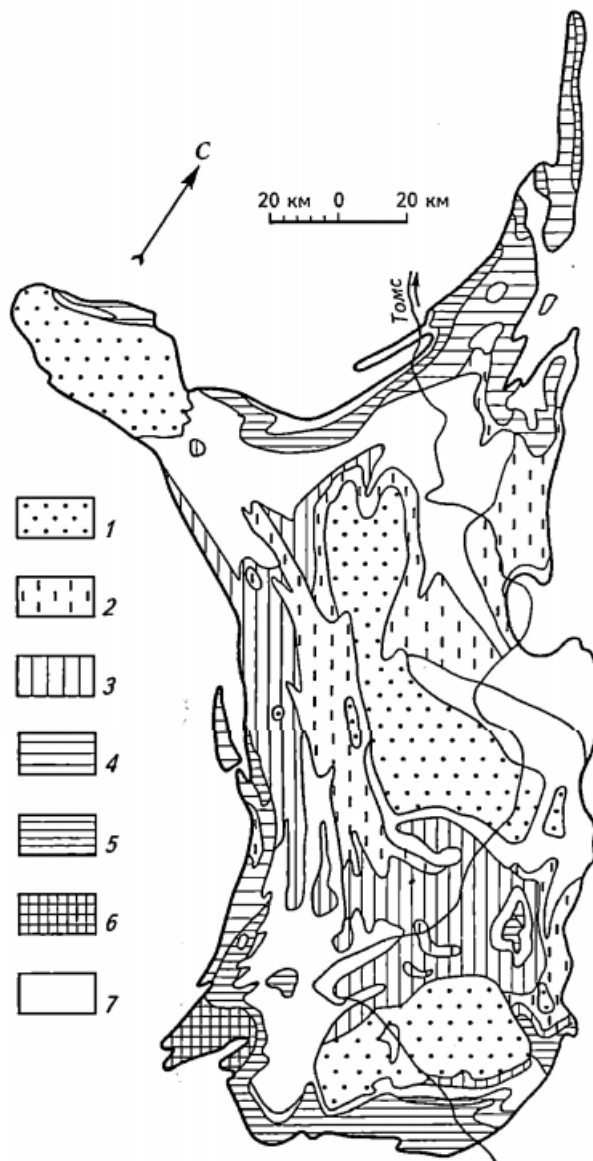


Рисунок – Карта марочного состава углей Кузбасса

1-юрские угли марок Л, ЛГ и групп ЗБ, 1Г; 2-энергетические верхнепалеозойские угли марок Л, ЛГ, ГЖО и групп 1Г, ИСС, 2СС; 3 – коксующиеся угли марок 2Г, ГЖ, Ж, КЖ с присутствием углей марки ГЖО; 4-коксующиеся угли марок К, КО, ОС, ТС с учетом слабоспекающихся углей марок СС<sub>1</sub>, КСН<sub>1</sub>, КС; 5 – энергетические угли марки Т<sub>1</sub> частично контактово-метаморфизованные; 6 – антрациты регионального метаморфизма; 7- площади неугленосные и с непромышленной угленосностью

### **2.3. Ценные и токсичные элементы в углях Кузбасса**

Высокое качество кузнецких углей предоставляет возможность широкого спектра их применения. Они используются не только в качестве энергетического топлива, но и как технологическое сырье.

Понятия о ценных и токсичных элементах, как примесях в углях, недостаточно полно формулируются. Обычно ассоциации этих элементов групп называют ценными и потенциально ценными, токсичными и потенциально токсичными. Не существует также в достаточной мере надежных критериев для комплексной оценки свойств ценности или токсичности естественных ассоциаций. Последнее для оценки токсичности элементной или минеральной (молекулярной) ассоциации весьма существенно.

В углях различных месторождений Кузбасса обнаружено более 60 химических элементов-примесей. Содержания некоторых из них иногда удовлетворяют современным постоянным или временным кондициям на извлечение из продукции и отходов. Наиболее значительными критериями потребительской ценности углей, пригодных для глубокой переработки, являются высокие (кондиционные) содержания главных или «малых» химических элементов для их комплексного или индивидуального извлечения, или пригодность вторичного сырья иные минеральные продукты.

Угли в целом можно ранжировать в соответствии с коэффициентами углефилльности. Выделены следующие группы элементов (перечислены в порядке увеличения зольных КК) [37]:

- а) неуглефильные (зольные  $КК < 1$ ): Cl, Mn, Br, Rb, Cs;
- б) слабо или умеренно углефильные ( $КК 1-2$ ): Ti, Zr, F, Cd, V, Ta, Cr, Y, Li, P;
- в) углефильные ( $КК 2-5$ ): Ni, Hf, Sn, La, Co, Ba, Sc, Nb, Sr, Th, Ga, Cu, Zn, W, Au, In, Pb, U, B, Be;

г) высоко углефильные ( $КК > 5$ ): Ag, Sb, Tl, As, Mo, I, Ge, Hg, Bi, Se. В настоящее время особое внимание уделяется исследованию потенциально токсичных элементов углей (Hg, As, Sb, Se, Be, F, Pb, V, Ni, Cr, Mn), в том числе и радиоактивных (U, Th) [41, 42].

Отмечено также, что для всей массы углей Кузнецкого бассейна степени концентрирования микроэлементов невелики, однако угли отдельных пластов или участков пластов могут характеризоваться высокими величинами степени концентрирования для многих микроэлементов.

Токсичные элементы представляют собой приоритетные загрязнители, в связи с чем, необходимо обязательное наблюдение за ними во всех средах. К токсичным элементам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. По классификации Н. Реймерса [190], тяжелыми металлами следует считать металлы с плотностью более 8 г/см<sup>3</sup>: Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. В прикладных работах к их числу чаще всего добавляют Pt, Ag, W, Fe, Au, Mn. В России в настоящее время принята следующая классификация элементов по степени токсичности для почв [191, 192]: 1 класс – вещества высоко опасные (Hg, As, Se, Cd, Pb, Zn); 2 класс – вещества умеренно опасные (Cr, Co, Mo, Ni, Cu, Sb); 3 класс – вещества мало опасные (Ba, V, W, Mn, Sr).

Вскрышные и вмещающие породы угольных месторождений Кемеровской области содержат валовые формы токсичных элементов в количествах, не превышающих нормируемые показатели для основных типов почв, характерных



для региона. Для вмещающих пород характерно максимальное валовое содержание ртути (7,1 мг/кг) которые являются углефильными элементами и содержатся в большей степени в их органической части[21,22].

### **Глава 3 Методы и объемы исследований**

#### **3.1 Опробование угленосных отложений**

Основные задачи опробования - получение представительного материала для достоверности оценки содержания ртути в угольных пластах и углевмещающих породах, изучения изменчивости ее содержания в стратиграфическом разрезе и по латерали, а также отбор представительных проб для определения форм нахождения элементов.

Многообразие решаемых задач и неодинаковая доступность угольных пластов для исследования обусловили применение различных методов опробования: бороздового, кернового, валового и штуфного.

На угольных разрезах, в подземных горных выработках и в естественных обнажениях отбор геохимических проб производился бороздовым методом. Опробование углей и углевмещающих пород осуществлялось вкрест простирания угольных пластов по направлению от кровли к почве. Сечение борозды в основном, выдерживалось  $0,05 \times 0,03$  м, но на участках детализации увеличивалось до  $0,25 \times 0,05$  м. длина секций опробования также изменялась весьма существенно и зависела как от мощности изучаемого пласта, так и от решаемых задач. При рядовом опробовании она варьировала от 0,2 до 5,0 м (рис 3.2 ). при детальном изучении

изменчивости распределения элементов, особенно в контактовых зонах, размер секции мог уменьшаться вплоть до 0,5 см (рис 3.3). аналогично выполнялось опробование и по керновому материалу.

Вес геохимических проб при рядовом опробовании изменялся от 0,5 до 5 кг, в среднем 2 кг. При специализированном детальном исследовании вес проб обычно составлял 0,1 – 0,5 кг.

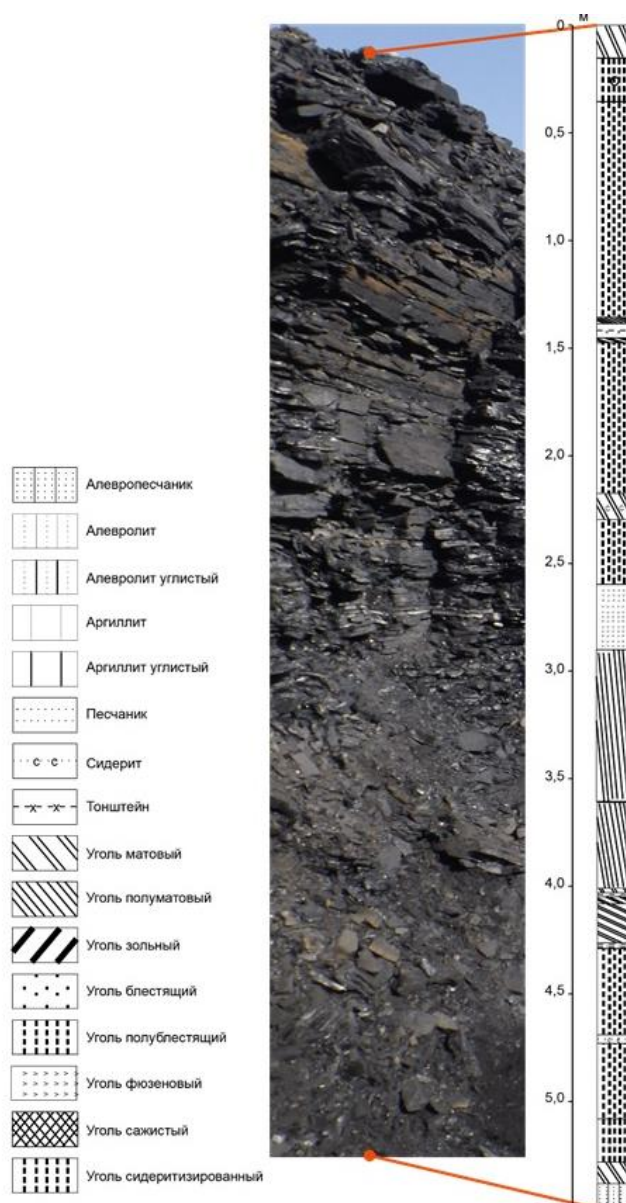


Рисунок 3.1 – Образец опробования пласта [7]

### 3.2 Аналитические методы определения ртути в углях

Исследование геохимии ртути в природных средах весьма затруднительно и ограничивается возможностями аналитических методик.

Существующие стандартные методы определения ртути в твердой фазе (ASTM D-3684) и в газовой фазе (EPA 28, EPA 101 A, Ontario Hydro Method, MESA, mercury speciation adsorbtion) недостаточно точны (ASTM) трудоемки и достаточно затратны (Ontario). Наилучшим считают метод определения ртути в твердых фазах (исходном угле и любых отходах, как зольных, так и сульфатных) - EPA-7473. Для анализа используют стандартный прибор - DMA-80 a (direct mercury analyser, Milstone, Inc.).

Но для анализа содержания ртути в углях на практике в условиях России обычно применяются эмиссионный спектральный и атомно – абсорбционный методы. В последние десятилетия разработана методика экспрессного атомно - абсорбционного определения ртути в горных породах, почвах и углях методом «холодного пара» на анализаторе ртути РА 915+ с приставкой ПИРО – 915+ (рисунок 3.2), позволяющая определять содержание ртути в пробах без специальной пробоподготовки.



Рисунок 3.2 - Анализатор ртути РА 915+ с приставкой ПИРО – 915+

Принцип действия приставки ПИРО – 915+ основан на восстановлении до атомарного состояния содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза и последующем переносе образовавшейся атомарной ртути из атомизатора в аналитическую кювету газом – носителем (воздухом).

Предварительными экспериментами в режиме «Форсаж» показано, что выбранный режим (скорость прокачки воздуха 0,8-1,2 л/мин., температура испарителя 680-740 °С) обеспечивает полноту выделения ртути. В качестве стандартного образца использовали угольный стандарт CLB-1 (U.S. Geological Survey) с содержанием ртути 0,116 г/т.

Навески предварительно измельченных и высушенных при комнатной температуре образцов угля составляли  $75,0 \pm 0,1$  мг. Границы относительной погрешности измерений составили 20-28 %, в зависимости от массовой доли ртути в образцах, при доверительной вероятности 0,95 и двух параллельных измерениях.

Таблица 3.2

Границы относительной погрешности измерений при числе параллельных измерений  $n = 2$  и доверительной вероятности  $P=0,95$

Диапазон измерений массовой доли общей ртути, мкг/кг	Навеска пробы угля, мг	Границы относительной погрешности $\square$ ( $P=0,95$ , $n=2$ ), %
От 5 до 100 включительно	от 200 до 300	$\pm 45$
Свыше 100 до 10000 включительно	от 20 до 200	$\pm 25$

#### **Достоинства и особенности комплекса:**

- уникальная возможность прямого определения (без пробоподготовки) содержания ртути в любом агрегатном состоянии;
- определение ртути без ее предварительного накопления на золотом сорбенте (традиционный атомно – абсорбционный метод);
- широкий динамический диапазон измерений (более трех порядков);
- эффективный выбор допустимой навески пробы путем контроля неселективного поглощения в процессе измерения позволяет избежать ошибок анализа;
- возможность выбора оптимальной температуры испарителя и функция «Форсаж» (ступенчатое увеличение температуры испарителя) позволяет снизить предел обнаружения;
- визуализация процесса выхода ртути из образца;

#### **Глава 4. Геохимия ртути в углях Кузбасса**

В кузнецких углях практически всегда присутствуют халькофильные элементы, в частности - ртуть . Частота встречаемости, в процентах, далее указана в

скобках в зависимости от результатов выявления в массиве анализов по 250 пробам кузнецких углей: с средней встречаемостью – Hg (100,00) Ртуть.

Ртутное оруденение рассматриваемой территории связано с двумя субмеридиональными зонами: 1) Кузнецкой, приуроченной к сочленению Кузбасса с Кузнецким Алатау, и 2) Салаирской, тяготеющей преимущественно к восточной и северной частям Салаирского кряжа. Кузнецкая рудная зона включает более десятка месторождений и проявления ртути, расположенных в узкой, по достаточно протяженной (не менее 150 км) зоне сочленения Кузбасса с Кузнецким Алатау. Наиболее значимые рудные объекты (Пезасское, Белоосиновское, Куприяновское месторождения) размещаются в висячих боках Пезасского и Белоосиновского пограничных взбросов. В аллювии современной речной сети повышенные содержания киновари встречаются и в прилегающей части Кузнецкого бассейна; наиболее заметны шлиховые ореолы в юго-восточной части бассейна, вблизи Восточно-Кузбасского взброса и в Терсинской антиклинальной подзоне.

Эмиссия ртути в окружающую среду при сжигании угля зависит от объема сжигаемого топлива, режима горения и содержания ртути в углях. Согласно приведенным в таблице данным, среднее содержание ртути в углях Кузбасса изменяется от 0,01 до 0,1, а в отдельных месторождениях – до 0,6 г/т и выше (таблица ).

Таблица 4.1 - Среднее содержание ртути в товарных углях Кузнецкого бассейна [18]

Угленосный р-н, месторождение, предприятие	Технологическая группа (марка) угля, сорт угля	Зольность A <sup>d</sup> , %	Влажность W <sup>r</sup> , % t	Hg, г/т угля
Кузнецкая шахта	Г кокс	18,2	8,2	0,01
Новосергеевский разрез	СС	8,8	5,2	0,01
Черкасская шахта	К	17,4	6,2	0,01

Шушталепская шахта	Т	23,5	8,2	0,01
Томь-Усинский, р-з Красногорский	Т	18,9	5,9	0,01
Шахта им. Калинина	К, КО, КС, СС	22,1	5,3	0,02
Шахта Зиминка	К, КО, КС	15,1	6,7	0,02
Шахта Бирюлинская	К, КО	32,2	7,4	0,03
Шахта Южная	СС	14,5	7,2	0,03
Шахта Тырганская	СС	10,4	6,5	0,03
Байдаевский, шахта Большевик	Г кокс	13,1	7,1	0,03
Шахта Новокузнецкая	Г кокс, ГЖ	14,9	7,1	0,03
Колмогоровский разрез, уч-к Колмогоровский-1	Д, Г эн.	13	16,8	0,03
Шахта Заречная	Г эн.	13,1	11	0,03
Прокопьевско-Киселевский, Киселевское, р-з Краснобродский	Т	10,5	4,7	0,03
Разрез Колмогоровский-2	Д	15,5	17,1	0,03
Араличевский, шахта им. Орджоникидзе	Т	27	6,5	0,03
Кондомский, шахта Северный Кандыш	Т	24,2	5,9	0,04
Шахта Высокая	Ж	32,5	5,9	0,04
Прокопьевско-Киселевский, Прокопьевское, ш. Центральная	Т	16,6	5,5	0,05
Прокопьевский разрез	СС	8,3	8,7	0,05
Шахта Зырянская	Г кокс, ГЖ	23,5	7,6	0,05
Ленинский, шахта Сигнал	Г эн.	13,9	1,4	0,05
Шахта Аларда	К, КО, КС	19,1	7	0,05
Терсинский, р-з Байдаевский	ДГ, Г эн.	16,2	9,6	0,05
Беловский, шахта Колмогосркая	ДГ, Г эн.	13,1	8,7	0,05
Шахта Березовская	К	26,1	5,4	0,06
Шахта им. Димитрова	Т	21,2	6,7	0,06
Кемеровский, шахта им. Волкова	ГЖ	26,5	7,5	0,08
Кедровский разрез	СС	13,1	8,7	0,08
Анжерский, шахта Судженская	ТС	18,1	2,3	0,08
Ш/у Кольчугинское	Д	17,8	8,6	0,08
Осиновский, Шахта Капитальная	Ж	27,9	5,9	0,08
Шахта им 7 Ноября	Г кокс	14,5	8,4	0,1
Шахта им. Шевякова	К, КО, КС, ОС	29,5	8,1	0,1
Шахта Распадская	ГЖ	19,4	5,6	0,2
Ольжерасский разрез	СС	22,5	6,4	0,3
Мрасский, разрез Междуреченский	К, КО, Т	18,4	4,2	0,5
Калтанский разрез	Т	19,8	7,6	0,6
Томусинский разрез	ОС	17,8	5,1	0,6





№ пробы	Порода	Интервал опроб.	Зольность %	Hg (г/т)
Меж-3	уголь на контакте с диабазом	1 см	38,9	1,7
Меж-4	уголь	1 см	17,2	2,1
Меж-5	уголь	2 см	11,7	0,7
Меж-6	уголь	2 см	10,29	0,1
Меж-7	уголь	2 см	9,59	0,7
Меж-8	уголь	2 см	7,7	0,2
Меж-9	уголь	3 см	9,39	0,2
Меж-10	уголь	3 см	7,54	1,0
Меж-11	уголь	3 см	5,72	1,2
Меж-12	уголь	3 см	5,54	0,6
Меж-13	уголь	3 см	7,25	0,9
Меж-14	уголь	3 см	5,18	0,4
Меж-15	уголь	3 см	5,9	0,2
Меж-16	уголь	5 см	6	0,4
Меж-17	уголь	5 см	13,3	0,4
Меж-18	уголь	5 см	8	0,8
Меж-19	уголь	5 см	7	0,3
Меж-20	уголь	5 см	7,3	0,5
Меж-21	уголь	5 см	7,8	0,3
Меж-22	уголь	5 см	7,8	0,6
Меж-23	уголь	5 см	7,9	0,9
Меж-24	уголь	5 см	10,8	0,4
Меж-25	уголь рассланцованный	4 см	32,3	1,0
Меж-26	уголь столбчатый	4 см	14,4	
Меж-27	конкреции сульфидов			
Меж-28	уголь	20 см	6,8	1,0
Меж-29	уголь	20 см	7,8	0,3
Меж-30	уголь	20 см	16,1	0,4
Меж-31	уголь	20 см	16,5	0,3
Меж-32	уголь	20 см	12,2	1,6
Меж-33	уголь	20 см	22	0,9
Меж-34	уголь	20 см	4,4	2,5

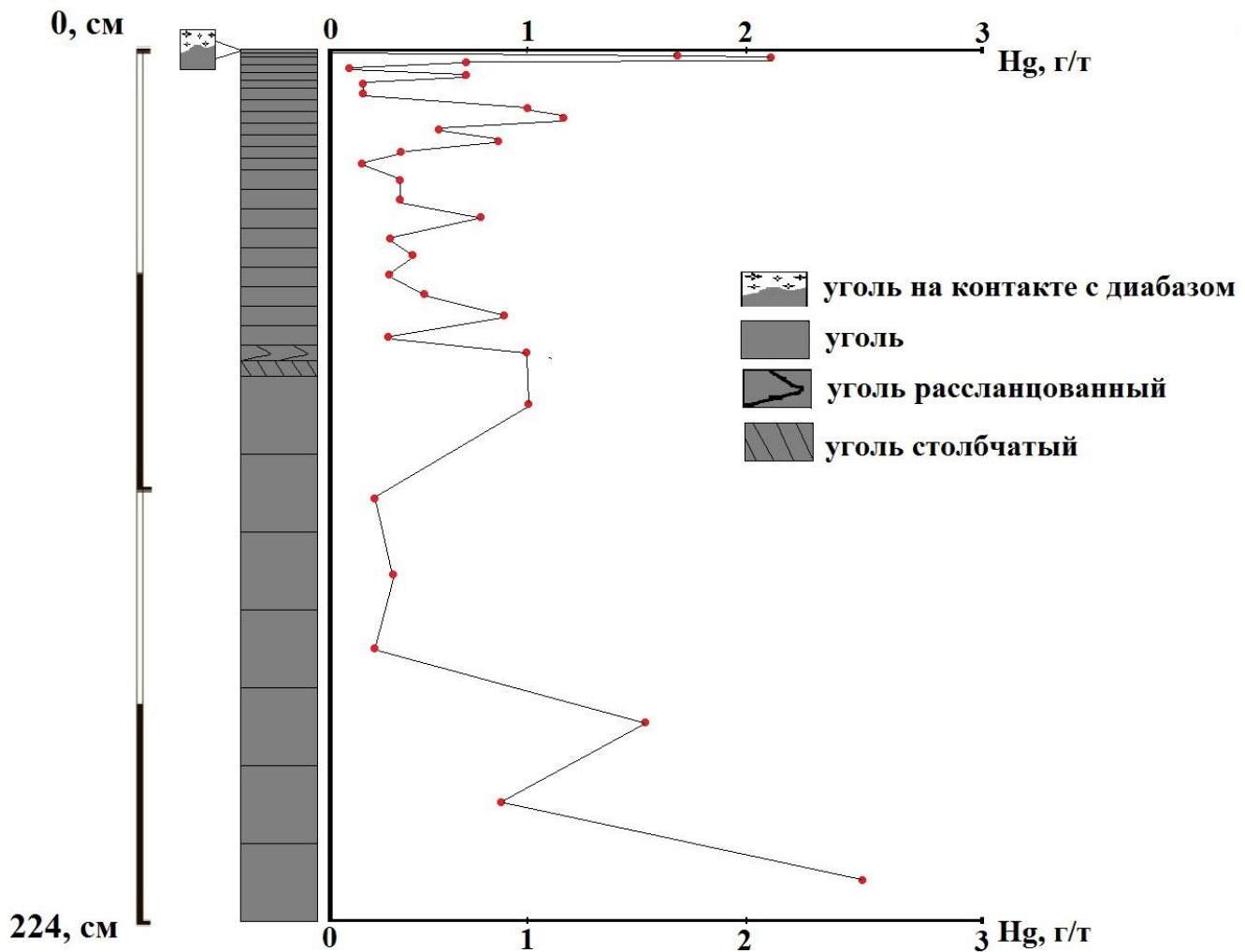


Рисунок 4.2- Распределение ртути в пласте 30 Междуреченского разреза

На рисунке изображено как факт влияние интрузии на распределение ртути в пласте, непосредственно в контакте огромное содержание ртути, помимо этого формируются еще какие-то зоны обогащения. Интрузия, предположительно, активизирует контактово-метасоматические процессы, и скорее всего сама является источником ртути.

Также рассмотрели среднее содержание ртути на некоторых участках таких месторождений как: Сартакинский разрез, Задубровский разрез, Сибиргинский разрез, Ольжерасский разрез, и Распадское месторождение.

Месторождение	Участок	Ср. значение Hg г/т	Максимальное локальное значение Hg, г/т
Сартакинский разрез	Уропское местор.	0,058	1,239
Задубровский разрез	-	0,152	0,271
Сибиргинский разрез	Сибиргинский / Куреинский Западный блок	0,301	0,966
Ольжерасский разрез	Березовский	0,419	1,470
Распадское месторождение	Разведочный, скв 11034	0,19	2,93

Наименьшее среднее содержание ртути в Сартакинском разрезе, он находится в центральной части Кузнецкого угольного бассейна, по нашему предположению это и является причиной малого содержания ртути в пробах, объяснить большое (1,239 г/т) содержание ртути в одной пробе этого месторождения можно контактом пробы с тонштейном.

Задубровский разрез тоже не отличается высокими содержаниями ртути в пластах, а максимальное значение – 0,271 г/т. Этот разрез также находится в центральной части Кузбасса

Сибиргинский, Ольжерасский разрезы и Распадское месторождения находятся на Юго-Востоке бассейна, и обладают сравнительно большими средними значениями содержания ртути в пластах.

Максимальное значение концентрации ртути принадлежит Распадскому месторождению (2,93 г/т) и, безусловно, является аномалией.

Такие высокие содержания и дисперсия распределения ртути, требуют организации систематического контроля над ее содержанием.

Содержание ртути в углях Кузбасса значительно варьируется на территории бассейна от месторождения к месторождению в зависимости от их местоположения . В целом по Кузбассу цифры несколько ниже средних данных для углей мира [3] и сопоставимы с кларком ртути [4].

Таким образом, проведенные исследования показали, что угли Кузбасса отличаются невысоким, но весьма неравномерным характером распределения ртути. Имеются отдельные месторождения и угольные пласты, аномально обогащенные ртутью. Наиболее высокие содержания ртути характерны для угольных месторождений Южной и Юго-Восточной части Кузбасса, наиболее высокие концентрации выявлены в Междуреченском разрезе, предположительно в связи с влиянием интрузии, также в целом отмечено повышенное содержание ртути в углях этой части бассейна

## **Глава 5. Геоэкологические проблемы при использовании углей Кузбасса**

В настоящее время доля угля в теплоэнергетике России составляет около 20%, в ближайшие годы ожидается существенный рост его потребления, как в мире, так и в России. В мировом масштабе сжигание угля является важнейшим источником антропогенной эмиссии ртути в атмосферу.

Кузбасс является одним из богатейших и индустриально развитых регионов России, и представляет собой мощный угольно-металлургический кластер. Особенности экологической обстановки в Кузбассе обусловлены высокой техногенной нагрузкой на территорию, связанной преимущественно с функционированием предприятий горного, горно-перерабатывающего и теплоэнергетического комплексов. Влияние на окружающую среду предприятий данных отраслей в рамках всего региона трудно дифференцировать. Наибольшую нагрузку на окружающую среду оказывают угледобывающие и углеперерабатывающие предприятия региона. Данный регион продолжает оставаться ведущим регионом по добыче угля с использованием открытого способа, как более выгодного в экономическом отношении. Дальнейшая разработка и развитие месторождений может привести как к желаемым последствиям – увеличение добычи угля, так и вызвать ряд серьезных проблем, как для человека, так и для экологии.

Экологическая ситуация в Кемеровской области остается достаточно напряженной. В процессе подъема промышленного производства обостряются уже имеющиеся проблемы в экологии Кемеровской области, к числу основных экологических проблем области относятся: загрязнение атмосферного воздуха; загрязнение и истощение водных объектов; несовершенство системы обращения с отходами производства и потребления; загрязнение и деградация почвенно-земельных ресурсов. При этом сценарий долгосрочного социально-экономического развития Кемеровской области показывает дальнейшее увеличение техногенной нагрузки на все компоненты природной среды.

Основной экологической проблемой при увеличении добычи угля является ухудшение среды обитания человека. Происходит изменение ландшафтов, получают развитие связанные с этим процессы эрозии; нарушение почвенного покрова; загрязнение воздушного бассейна; загрязнение воды; обеднение биологического разнообразия. В Кемеровской области около 60 тыс. га нарушено в результате

деятельности разрезов и шахт. Данные показатели в 10 раз превышают средние показатели по России.

Основные экологически неблагоприятные факторы при использовании углей следующие: 1) выбросы газа метана, сопутствующего углям, при их добыче; 2) образование в огромных количествах твердых отходов при добыче, обогащении и использовании углей; 3) нарушение целостности земной поверхности и недр; 4) сбросы высокоминерализованных шахтных сточных вод, приводящих к существенному экологическому ущербу, связанному с деградацией качества воды естественных источников и засолением почв; 5) отторжение земельных участков под хранение твердых отходов, образующихся при добыче, обогащении и использовании углей; 6) неблагоприятное влияние на водную, воздушную среду и почвы токсичных веществ, выделяющихся в результате всевозможных физикохимических процессов, происходящих в отвалах; 7) выбросы в атмосферу токсичных и парниковых газов NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, образующихся в процессе добычи и сжигания угля; 8) выбросы в атмосферу высокодисперсных зольных частиц, токсичных микроэлементов и их соединений, образующихся при термообработке углей.

Производственные процессы, связанные с добычей угля, являются мощным источником загрязнения атмосферы. Непосредственно с угледобычей связаны выбросы дегазационных и вентиляционных установок, выделения пылегазовой смеси при взрывных работах на углеразрезах, а также пылящие и горячие отвалы. Не менее значимы не контролируемые надзорными органами выбросы метана помимо дегазационных и вентиляционных установок. Поскольку добыча 1 т угля сопровождается выделением 5—25 м<sup>3</sup> метана, его ежегодное поступление в атмосферу оценивается в 3 млрд м<sup>3</sup> или 1,6 млн т, что сопоставимо с валовым выбросом всей промышленностью Кузбасса. Начавшийся с 1998 г. рост добычи угля привел к значительному увеличению промышленных выбросов практически всех загрязняющих компонентов. С 1996 по 2000 гг. объем их вырос со 116,154 до 327,817 тыс. т, а в 2005 г. составил 485,8 тыс.

Таким образом, показано, что угольная промышленность является существенным техногенным фактором формирования геоэкологической ситуации в угледобывающих районах Кузбасса. Воздействие этих предприятий многопланово и распространяется далеко за пределы их горных земельных отводов.

### **5.1. Эмиссия ртути при сжигании углей Кузбасса**

Сжигание ископаемых видов топлива, а особенно угля, является главным источником эмиссии ртути в атмосферу, которая при высоких температурах сжигания, практически вся переходит в газообразное состояние и улетучивается (до 90%) (Шпирт, 2002). В настоящее время возрастает внимание к проблеме загрязнения окружающей среды такими ртутными выбросами, приводящими к увеличению смертности от респираторных и сердечных заболеваний.

Например, в докладах по заказу Конгресса США Агентство по защите окружающей среды в 1998 г были сделаны выводы, что атмосферная эмиссия ртути от сжигания угля, на долю которой приходится 46% ежегодной эмиссии в количестве 143,5 т, представляет реальную угрозу здоровью населения США.

По оценке международного Арктического проекта эмиссия ртути пылеугольными ТЭС в промышленных центрах России составляет 7-8 т/год. При этом в ближайшее время ожидается существенное увеличение доли угля в мировой теплоэнергетике. Суммарный антропогенный выброс ртути в атмосферу уже давно и намного превосходит глобальную эмиссию ртути на планете в результате вулканической деятельности.

Таблица 5.1

Расчетная годовая эмиссия ртути от сжигания углей Кузнецкого бассейна,

т/год

Угольный бассейн	Годовая добыча, млн. тонн	Содержание ртути, г/т	Расчетная годовая эмиссия, т
Кузнецкий	170	0,074	<b>13,06</b>

В таблице 5.2 приведена расчетная годовая эмиссия ртути от сжигания углей по отдельным регионам, таким как Красноярский край, Алтайский край и Иркутская область. Исходя из того что потребление угля по этим трем регионам составляет 108,05т/г, эмиссия от сжигания составляет 6,14тонн в год.

Таблица 5.2

Расчетная годовая эмиссия ртути от сжигания углей по отдельным регионам,  
т/год

Регион	Потребление угля , т/т	Среднее содержание Hg, г/т	Эмиссия Hg, т
Красноярский край	54,4	0,05	<b>2,7</b>
Алтайский край	6,7	0,074	<b>0,5</b>
Иркутская область	20	0,09	<b>0,95</b>
Кемеровская область	26,945	0,074	<b>1,99</b>
Регионы	<b>108,05</b>		<b>6,14</b>

В табл. 6 приведены сведения о добыче угля в различных регионах России в 2001 г., о средних содержаниях ртути в товарном угле и о массе ртути, присутствующей в товарных углях. Среднее содержание ртути в углях Кемеровской области (почти 47% всех добываемых углей страны) оценивается в 0,094 мг/кг.



Простые расчеты показывают, что средневзвешенное содержание ртути в углях России составляет 0,082 мг/кг; средневзвешенное содержание ртути в углях Республики Коми, Красноярского края и Кемеровской области (где добывается 68% всех углей страны) – 0,08 мг/кг; средневзвешенное содержание ртути в углях Республики Коми, Красноярского края, Кемеровской области, Читинской области и Ростовской области (77% углей России) – 0,076 мг/кг.

## 5.2 Влияние сжигания угля на здоровье населения

Загрязнение окружающей среды и изменения экологических параметров имеют медленный, аккумулятивный эффект неблагоприятных последствий для здоровья человека, проявляющийся через много десятилетий. Интегральным показателем состояния населения, проживающего в угледобывающих районах, является:

- а) увеличение естественной убыли населения;
- б) высокий уровень врожденных аномалий; в) повышенный фон онкологических заболеваний, системы крови;
- г) постоянный рост нервных и профессиональных заболеваний;
- д) высокий удельный вес групп населения, уязвимых к воздействию окружающей среды.

Демографическая обстановка в Кемеровской области более неблагоприятна, чем в России. Средняя продолжительность жизни у мужчин по области составляет около 55 лет, у женщин – около 69 лет.

Основное количество добываемых углей сжигается на мощных электростанциях, в частных домах и небольших котельных, что, в свою очередь, не может не сказаться на качестве основных компонентов окружающей среды региона, а также на здоровье населения. В процессе сжигания угля в атмосферу поступает немалое количество загрязняющих элементов, в том числе и ртути. Ртуть обладает

уникальными особенностями: низкой температурой плавления (-38,90 С) и высокой упругостью паров (кипит уже при  $T = 356,660$  С). Это значит, что при температурах горения угля ртуть может находиться только в виде паров элементарной ртути Hg<sup>0</sup>. Вследствие таких свойств важнейшая технологическая особенность ртути состоит, конечно, в ее летучести.

Судьба ртути в топках ТЭС определяется как составом исходного угля, так и особенностями режима сжигания. В этой области ведутся интенсивные исследования: теоретические, с помощью термодинамического моделирования, лабораторные и полупромышленные и аналитические – путем исследования (включая мониторинг) содержания Hg в зольных отходах ТЭС. Снизить негативное воздействие микроэлементов на население, проживающее в районах расположения ТЭС, способен хорошо организованный постоянный контроль как за содержанием микроэлементов в углях, так и за содержанием таких элементов в летучей золе угольных ТЭС. Для этого требуется осуществить на ТЭС переход от существующих электрофильтров к высокоэффективным золоуловителям, позволяющим

По данным различных исследований уголь является одним из самых опасных топлив для производства электроэнергии. Пепел, копоть, мелкие взвешенные частицы и другие вредные выбросы вызывают заболевания сердца и дыхательных путей, а также становятся причиной преждевременных смертей сотен тысяч человек.

В структуре "вредных для здоровья" отраслей угольная отрасль «ответственна» за возникновение 84% всех профессиональных заболеваний в стране. В Кемеровской области уровень профессиональной заболеваемости в угольной промышленности составил 113,3, при областном показателе 18,4 на 10000 занятых - в 9 раз больше чем в РФ.<sup>26</sup> Профессиональная заболеваемость в угольной отрасли Кузбасса основная причина возникновения первичной и повторной инвалидности по профессиональной патологии. Сравнительная оценка показателей профессиональной заболеваемости выявила, что если до 1997 г. Кемеровская область по уровню профессиональной заболеваемости находилась на 2-ом месте по РФ (после республики Коми), то, начиная с 1997 г. до настоящего периода уверенно

занимает 1 место. Проведенные гигиенические исследования показали, что рабочие угольной отрасли Кузбасса, как при подземной, так и при открытой технологии добычи угля, подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, среди которых локальная и общая вибрация, шум, пыль, физическое перенапряжение. На первом месте по заболеваниям - заболевания органов дыхания, на втором месте - периферической нервной системы, на третьем

,32 рублей

## Заключение

При освоении угольных месторождений Кузбасса исключительно актуальное значение приобретают экологические проблемы, связанные с влиянием угледобывающих комплексов на состояние окружающей среды. При разработке открытым способом происходят необратимые изменения рельефа и ландшафта местности, загрязнение угольной пылью атмосферы, поверхностных и подземных вод. Одной из центральных геоэкологических проблем является развитие опасных геологических процессов в территории угольных карьеров.

Что касается ртути, то угли Кузбасса отличаются в целом невысоким, но весьма неравномерным характером распределения этого элемента. Имеются отдельные месторождения и угольные пласты, аномально обогащенные ртутью. Это требует организации систематического контроля за ее содержанием в товарной продукции угледобывающих предприятий. Кемеровской области постоянно необходимо проводить мониторинг по концентрации ртути и ее соединений (в почве, в атмосфере, в живых организмах, в углях и т.д).

Традиционные физико-технические геотехнологии добычи и переработки угля в большей или меньшей степени влекут за собой техногенное разрушение окружающей природной среды, являются опасными производственными процессами, не позволяют добывать сопутствующие полезные ископаемые и не обеспечивают минимизации потерь угля.

## Список литературы

### *Опубликованная*

1. Алексеевский Е.В. Адсорбция паров ртути некоторыми адсорбентами и катализаторами и амальгама перекиси марганца // Ж. общей химии. 1933. Т. III. Вып. 3. С. 360–366.
2. Анферов, Л. В. Кузнецова. – Кемерово: ИУ СО РАН. 2011. – 310 с.
3. Арбузов, С. И. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна / С. И. Арбузов, В. В. Ершов, А. А. Поцелуев, Л. П. Рихванов. – Кемерово: Комитет природных ресурсов по Кемеровской области, 2000. – 248 с.
4. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: Изд-во МГУ. 1994. С. 215.
5. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. 2003. № 7. С. 785–792.
6. Жаров Ю.Н., Мейтон Е.С., Шарова И.Г. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России // Справочник. «НЕДРА». Москва. 1996. С. 96–140.
7. Итоги работы угольной промышленности России за 2001 г. // Уголь, 2002, № 3, с. 54-62.
8. Клика, З. Влияние режимов работы теплоэлектростанций Чехии на распределение микроэлементов углей и серы при сжигании // Перспективы развития углехимии и химии углеродных материалов в XXI веке: Тезисы докладов расширенного заседания Научного совета. М., 2003. С. 41.

9. Левченко Л.М., Косенко В.В., Галицкий А.А., Митькин В.Н. Способ утилизации ртутьсодержащих отходов / Патент RU 2400 545. Оpubл. 27.09.2010. Бюл. № 27.
10. Левченко Л.М., В.В. Косенко, А.А. Галицкий, А.К. Сагидуллин, О.В. Шуваева Процессы демеркуризации твердых отходов // Химия в интересах устойчивого развития. 2012. Т. 20. № 1. С.125–132.
11. Нифантов, Б. Ф. Ценные и токсичные элементы в углях / Б. Ф. Нифантов // Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). М.: ООО «Геоинформцентр». 2003. С. 77–88.
12. Нифантов, Б. Ф. Угли Кузбасса: химические элементы-примеси и технологии их извлечения при комплексном освоении месторождений / Б. Ф. Нифантов, В. П. Потапов, Б. А. Анфёров, Л. В. Кузнецова. – Кемерово: ИУ СО РАН, 2011. – 310 с.
13. Ольховатенко, В.Е. Инженерная геология угольных месторождений Кузнецкого бассейна: монография / В.Е. Ольховатенко. Томск : Изд-во Том. гос. архит.- строит. 2014.
14. Петросян В.С. Ртуть и ее соединения в окружающей среде//Человек и среда его обитания. М.: Мир. 2003. С. 282–290.
15. Пьянков В.А. О поглощении паров ртути в токе воздуха // Журнал прикладной химии. Т.VIII. № 2. 1935. С. 246–250.
16. Сауков А.А., Айдиньян Н.Х., Озеров Н.А. Очерки геохимии ртути. М.: Наука. 1972. С. 35-43.
17. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа. 1994. С. 137.
18. Таусон В.Л., Гелетий В.Ф., Меньшиков В.И. Уровни содержания, характер распределения и формы нахождения ртути как индикаторы

- источников ртутного загрязнения природной среды // Химия в интересах устойчивого развития. 1995. т. 3. № ½. С. 151–159.
19. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник. – М.: Недра, 1996. – 238 с.
  20. Шпирт М.Я., Клер В.Р., Перциков И.З. Неорганические компоненты твердых топлив. М.: Химия. 1990. 240 с.
  21. Шпирт, М. Я. Особенности накопления ртути в нефтях, углях и продуктах их переработки– 2011. – № 5. – С. 42–49.
  22. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 2005. 655 с.
  23. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Проблема ртути в углях. Вестник Института Коми НЦ УРО РАН. № 10. 2004. С. 6–12.
  24. Юдович, Я. Э., Кетрис М. П. Ртуть в углях. Сыктывкар : ИГ Коми научный центр УрО РАН. 2007. – 96 с.
  25. Ягольницер М.Я., Соколов В.М., Рябцев А.Д., Оболенский А.А., Озерова Н.А., Сухенко С.А., Двуреченская С.Я. Оценка промышленной эмиссии ртути в Сибири // Химия в интересах устойчивого развития. 1995. № 3. С. 23–35.
  26. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for carbonaceous biolithes: world averages for trace element contents in black shales and coals. *Int. J. Coal.Geol.* 2009. 78(2). P. 135–148.
  27. L. M. Levchenko, A. A. Galitsky, V. V. Kosenko, V. N. Mitkin, A. K. Sagidullin and B. M. Shavinsky Adsorbents for mercury vapor recovery in demercuration technology /*Adsorption Science and Technology*. 2014. V.32. № 8.P. 693–705.
  28. Косинский В.А., Корнилов Ю.Н., Поляковская Е.И., Черников А.Б. Минеральное сырье. Уголь: Справочник. – М.: Геоинформарк, 1997. – 63 с.

29. Ждамиров В.М., Кузнецов В.И. Экологические проблемы угольных разрезов Кузбасса // Уголь, 1990, № 9, с. 25-29.
30. В Российской коксохимической теплотехстанции // Кокс и химия, 2002, № 5, с. 11-21.
31. Клер В.Р., Ненахова В.Ф., Сапрыкин Ф.Я. и др. Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения. - М.: Наука, 1988. - 256 с.
32. Пыриков А.Н., Васнин С.В., Боранбаев Б.М., Козлов В.Д. Защита окружающей среды на коксохимических предприятиях. - М.: Интернет Инжиниринг, 2000. - 182 с
33. Реутов Б.Ф., Именов В.Г., Наумов А.В. и др. Теплоснабжение страны на грани... // Энергия: экономика, техника, экология, 2002, № 1, с. 3-8.
34. Emissions of mercury from coal fired power plants in Russia - preliminary estimated for ACAP. Munthe J.; Wängberg I.; Chugaeva A.N.; Kiseleva N.V.; Smigol I.N.; Bragina O.N., Anichkov S.N.; Tumanovsky A.G. –IVL Swedish Environmental Research Institute, Sweden and VTI All Russia Thermal Engineering Institute, 2003.
35. Янин Е.П. Добыча и производство ртути в СНГ как источник загрязнения окружающей среды // Эколого-геохимические проблемы ртути. - М.: ИМГРЭ, 2000, с. 38-59.
36. Басков Е. А., Суриков С. Н. Гидротермы Земли. Л.: Недра, 1989. 245 с.
37. Арбузов С. И., Ершов В. В., Поцелуев А. А., Рихванов Л. П. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. Кемерово, 2000. 248 с.



38. Арбузов С. И., Ершов В. В., Рихванов Л. П. и др. Редкометальный потенциал углей Минусинского бассейна. Новосибирск: СО РАН, филиал “Гео”, 2003. 347 с
39. Кузубова Л. И., Шуваева О. В., Аношин Г. Н. Метилртуть в окружающей среде. Распространение, образование в природе, методы определения. Аналитический обзор. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2000. 82 с. (Сер. Экология. Вып. 59).
40. Клер В. Р. Концентрации малых элементов в углях и угленосных формациях / В. Р. Клер, В. Ф. Ненахова, Ф. Я. Сапрыкин и др. Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения. М.: Наука, 1988. С. 67—142.
41. Кизильштейн Л. Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. Ростов-на-Дону: СК НЦ ВШ, 2002. 296 с.
42. Кизильштейн Л. Я. Геохимия тяжелых металлов в углях: экологический аспект // Геохимия, 1998. № 8. С. 848—853
43. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ “Наука”, 1994. 304 с
44. Хайретдинов И. А. К вопросу о газовых ореолах ртути I I Геохимия, 1971. № 6. С. 668—683.
45. Carpi A. Mercury from combustion sources: A review of the chemical species emitted and their transport in the atmosphere // Water Air Soil Pollut., 1997. Vol. 98, № 3—4. P. 241—254.
46. Karabulut S., Karabakan A., Denizli A., Yiirum Y. Cadmium (II) and Mercury (II) removal from aquatic solutions with low-rank Turkish coal // Separ. Sci. Technol., 2001. Vol. 36, № 16. P. 3657—3671.
47. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

48. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
49. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
50. ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
51. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
52. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
53. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
54. Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации [Текст]: принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская Федерация. Конституция (1993). — М. : АСТ : Астрель, 2007. — 63 с.
55. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
56. МР 2.2.8.2127-06 Гигиенические требования к теплоизоляции комплекта средств индивидуальной защиты от холода в различных климатических регионах и методы ее оценки.
57. Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и

- классификация условий труда" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005)
58. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2.М.; ВИЭМС, 1993.-245с.
  59. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7.М.; ВИЭМС, 1993.-481с.
  60. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
  61. СанПиН 2.2.4.1294-03. гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений.
  62. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
  63. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
  64. СНиП 21-01-97 Строительные нормы и правила Пожарная безопасность зданий и сооружений
  65. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 06.04.2015, с изм. от 02.05.2015) (30 декабря 2001 г.)
  66. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
  67. Федеральный закон от 17.07.1999 N 181-ФЗ (ред. от 09.05.2005, с изм. от 26.12.2005) "Об основах охраны труда в Российской Федерации" (17 июля 1999 г.),
  68. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 N 116-ФЗ (последняя редакция)

## Приложение

### **6 Социальная ответственность при оценке и анализе проб углей Кузбасса.**

#### Введение

В современных условиях становится все более очевидным то обстоятельство, что социально ответственное поведение всех составляющих субъектов общества - государственных органов власти, корпоративных структур, общественных организаций - является гарантией устойчивого экономического и социального развития, улучшения качества жизни населения в целом как результат совместных усилий и социальных коммуникаций бизнеса, власти и общества.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) представляет собой ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [ICCSR 26000:2011].

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, во время выполнения которой были осуществлены следующие этапы:

- 1) лабораторный этап, представленный обработкой и подготовкой проб углей к анализам, изучение особенностей вещественного состава;
- 2) камеральный этап, в ходе которого были обработаны результаты

анализов проб угля; рассчитаны геохимические показатели; оформлены полученные данные в виде таблиц, схем, графиков, диаграмм, а также набран текст на персональном компьютере.

– При работе с использованием персональных ПК существуют опасные и вредные факторы, которые могут стать причиной профессиональных заболеваний и травм.

Соблюдение правил и техники безопасности эксплуатации персональной ПК позволяет ослабить воздействие данных факторов и предотвратить травматизм.

В связи с тем, что основная работа была проведена в два этапа, в разделе «Социальная ответственность при оценке и анализировании проб угля Кузбасса» рассмотрена безопасность проведения работ на стадиях лабораторного и камерального этапа.

## **6.1 Производственная безопасность**

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-15.

Действие данных факторов может проявляться в получении травм, развитии профессиональных заболеваний, недомогания, снижения работоспособности. Для снижения и предотвращения воздействия опасных и вредных факторов необходимо применение спецодежды, предохранительных приспособлений и иные профилактические мероприятия травматизма.

Таблица 1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы, при выполнении лабораторных и камеральных работ

Этапы	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-15)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
лабораторно-аналитические исследования, камеральные	Проведение анализов почв, воды в аналитических лабораториях при помощи приборов и химических реактивов. Обработка информации на ПК. Работа с картографическим материалом и иными видами документов.	1. Отклонение параметров микро-климата в помещении	1.Электрический ток.	СанПиН 2.2.4.548-96 [87]; СанПиН 2.2.4.1294-03 [88]; ГОСТ 12.1.019-79 [78]; ГОСТ 12.1.038-82 [79]; ГОСТ 12.1.004-91 [80]; СНиП 21-01-97 [92]; ГОСТ 12.1.005-88 [77]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03 [90]

### 6.1.1 Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды

#### Электрический ток.

Кроме бесспорно огромных технических возможностей, любые электрические системы (в случае неправильного их устройства или нарушения правил эксплуатации) способны нести и опасность, которая может заключаться в:

- непосредственном поражении человека электрическим током;
- создании факторов, вредных для здоровья при длительном воздействии (электромагнитных и акустических излучений, вибраций, пульсаций светового потока и т.п.);
- выходе из строя более или менее дорогостоящего оборудования, в том числе приборов и механизмов, неисправность которых может привести к катастрофическим последствиям;

В связи с этим разработана система технических и организационных мероприятий, призванная путём перекрёстного контроля и многократной перестраховки минимизировать вероятность возникновения аварийных ситуаций, даже в случае ошибки отдельного человека или разрушения отдельного элемента какой-либо конструкции (прибора). К организационным мероприятиям относятся:

- надлежащий допуск и надзор за работами в электроустановках;
- оформление начала работы, окончания и перерывов, соответствующими документами и устными распоряжениями и строгое определение лиц, имеющих право на те или иные работы;
- руководство ими или выдачу нарядов и распоряжений;
- обеспечение обучения персонала и регулярного контроля его знаний и здоровья.

К техническим:

- грамотное отключение/включение оборудования;
- замки;

- ограждения;
- предупреждающие надписи;
- обеспечение качественной изоляции и заземления (зануления, выравнивания потенциалов) и регулярной их проверки;
- всевозможная защитная и оповещающая автоматика, а также чёткое дифференцирование помещений и территорий по степени той или иной опасности;
- оборудования – по классу защиты: для определения допустимости эксплуатации определённых электроприборов в определённых местах [5].

#### Основные способы и средства электрозащиты:

1. защитное заземление – это намеренное соединение металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением, с землей или ее эквивалентом. Оно предназначено для защиты людей от поражения током при прикосновении к этим нетоковедущим частям;
2. защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение нетоковедущих частей электроустановок, которые в аварийных ситуациях могут оказаться под напряжением, с глухозаземлённой нейтралью электрической сети с помощью нулевого защитного проводника;
3. электрическое разделение сетей;
4. защитное отключение;
5. средства индивидуальной электрозащиты;
6. использование малых напряжений;
7. ограждающие защитные средства – предназначены для временного ограждения токоведущих частей, находящихся под напряжением (изолирующие накладки, щиты, барьеры), а также для



предотвращения появления опасного напряжения на отключенных токоведущих частях (переносные заземляющие устройства);

8. уравнивание потенциалов – применяют в помещениях, имеющих заземлённые или занулённые электроустановки для повышения уровня безопасности;

9. предупредительная сигнализация [5].

Рабочие места должны быть оборудованы отдельными щитами с общим рубильником электропитания, который должен находиться в легкодоступном месте, иметь закрытый зануленный металлический корпус и четкую надпись, указывающую величину номинального напряжения.

Так же нужно соблюдать некоторые правила по безопасности с электроприборами:

- все электроприемники и электропроводка должна быть с исправной изоляцией;
- нельзя подвешивать провода на гвоздях, металлических и деревянных предметах, перекручивать или завязывать их в узел;
- все токоведущие элементы, электроприборы, розетки, должны быть удалены от труб отопления и водопровода и других металлических коммуникаций;
- протирать осветительную арматуру от пыли можно только сухой тряпкой;
- при возгорании электроприборов или электрических проводов нельзя их гасить водой. Необходимо сначала их обесточить, а затем приступить к тушению пожара;
- при включении любого электрооборудования в сеть сначала подключается шнур к прибору, а затем – к сети. Отключение электроприбора нужно производить в обратном порядке;

- нельзя прикасаться мокрыми или влажными руками к электроприборам, находящимся под напряжением [3].

## **6.1.2 Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды**

### ***6.1.2.1 Микроклимат на рабочем месте***

От микроклимата на рабочем месте зависит состояние здоровья человека и его работоспособность. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (ГОСТ 12.1.005 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны").

Факторы, влияющие на микроклимат, можно разделить на две группы: нерегулируемые (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и регулируемые (особенности и качество строительства зданий и сооружений, интенсивность теплового излучения от нагревательных приборов, кратность воздухообмена, количество людей и животных в помещении и др.)

Длительное воздействие на человека неблагоприятных условий резко ухудшает его самочувствие, снижается производительность труда, и приводит к заболеванию.

1) воздействие высокой температуры быстро утомляет, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональным заболеваниям.

2) низкая температура – местное или общее охлаждение организма, причина простудных заболеваний или обморожения.

3) высокая относительная влажность при высокой температуре способствует перегреву организма; при низкой усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению.

4) низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Проект относится к работе средней тяжести (категория Пб), микроклиматические условия на рабочих местах должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 5.2:

*Таблица 5.2 – Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте (СанПиН 2.2.4.548-96)*

	Температура воздуха, °С	Температура поверхности	Относительная	Скорость движения воздуха, м/с
--	----------------------------	----------------------------	---------------	--------------------------------------

Период года	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Ниже оптим.величин не более	Выше оптим.величин не более
Холодный	15-22	21,1- 23,0	14-23	15 -75	0,1	0,3
Теплый	16-27	22,1- 27,0	15-28	15 -75	0,1	0,4

При обеспечении допустимых показателей микроклимата температура внутренних поверхностей конструкции, ограждающих рабочую зону (стен, потолка, пола) не должна превышать предел допустимых величин температуры воздуха.

В холодный период года следует применять средства защиты рабочего места от радиационного охлаждения от остекленных поверхностей оконных проемов, в теплый период от попадания прямых солнечных лучей.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей оборудования, осветительных приборов не должна превышать

70Вт/м при величине облучения поверхности от 25% до 50% на постоянных рабочих местах.

Температура в рабочей зоне поддерживается отоплением в холодный период и вентиляцией в теплый период.

## **6.2 Экологическая безопасность.**

В лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ проводили измерения концентрации ртути в истертых пробах угля с Кузнецкого угольного бассейна.

Пробы исследовались атомно-адсорбционным методом. Определение ртути в угле проводили атомно-абсорбционным методом на приборе Анализатор ртути «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза с последующим переносом образовавшейся атомарной ртути газом-носителем (воздухом) из атомизатора в аналитическую кювету.

Отходы после данных опытов образуются в очень маленьких количествах, следовательно, данные отходы не несут вред окружающей среде (атмосфера, гидросфера, литосфера)

## **6.3 Безопасность в чрезвычайной ситуации**

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый

комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [94].

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению
- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

Основными источниками пожарной опасности являются электроприборы. При протекании по проводам, кабелям ПК электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных участков до 70-100°C. При повышении температуры отдельных участков возможно оплавление изоляционных проводов, которое ведет к искрению, замыканию.

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, которые обеспечивают в случае пожара:

- возможность эвакуации людей вне зависимости от возраста и физического состояния сначала на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и их жизни и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания.

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объемно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;

- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.
- В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:
- «План эвакуации людей при пожаре»;
- для локализации небольших загораний оба помещения оснащены углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт. в каждой аудитории);
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчики-сигнализаторы типа ДТП).

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

Лаборатория в Томском Политехническом университете полностью удовлетворяет требованиям, которые описаны ранее. В лаборатории две комнаты, в одной из них проводится высушивание и измельчение проб. Во второй комнате пробы (угля) анализируются на концентрацию ртути.

В лабораториях данного типа нужно учитывать следующие факторы: прохождение инструктажа по работе в лаборатории и по работе с оборудованием (в данном случае ртутный анализатор РА 915+). Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности являются: Конституция РФ и Трудовой кодекс РФ.



Конституция РФ обладает высшей юридической силой и закрепляет права и свободу человека и гражданина. Трудовой кодекс РФ, определяет трудовые отношения между работником и работодателем. Нормы рабочей недели прописаны в законе (Трудовой Кодекс) и в трудовых договорах. Так, в ст. 91 ТК РФ обозначено, что рабочая неделя должна составлять не более 40 часов. Для тех, кто официально трудоустроен, по коллективному трудовому договору это максимальная цифра рабочих часов в неделю, которые оплачиваются из расчета обычной ставки. Сверхурочное время, а именно сверх 40 рабочих часов в неделю, должны оплачиваться по другим тарифам [48].

## **7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение**

Технико-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

В данной главе выпускной квалификационной работы проводится технико-экономическое обоснование проведения работ по теме диссертации.

Цель главы: определить и проанализировать трудовые и денежные затраты, направленные на реализацию данной научно-исследовательской работы.

В качестве объектов исследования были выбраны пробы угля с различных разрезов Кузнецкого угольного бассейна. Отбор геохимических

проб производился бороздовым методом. Опробование углей и углевмещающих пород осуществлялось вкрест простирания угольных пластов по направлению от кровли к почве жители. Сечение борозды в основном, выдерживалось  $0,05 \times 0,03$  м, но на участках детализации увеличивалось до  $0,25 \times 0,05$  м. длина секций опробования также изменялась весьма существенно и зависела как от мощности изучаемого пласта, так и от решаемых задач. Вес геохимических проб при рядовом опробовании изменялся от 0,5 до 5 кг, в среднем 2 кг. При специализированном детальном исследовании вес проб обычно составлял 0,1 – 0,5 кг. Подготовка проб для аналитических исследований во всех случаях осуществлялась по стандартной методике: включающей сушку в естественных условиях, дробление, квартование и истирание до 200 меш с соблюдением всех необходимых мер, исключающих их техногенное загрязнение и потери ртути при нагревании.

Виды и объем научно-исследовательской работы представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды и объемы работ

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы	проба	64	Отбор проб угля на территории Кузбасса	полиэтиленовые пакеты, ножницы из нержавеющей стали, бумага, ручка

2	Предварительное изучение результатов анализов проб и выявление элемента-загрязнителя (ртуть)	проба	64	Анализ проб	ТПУ
3	Камеральные работы, обработка материалов (с использования ЭВМ)	проба	64	Обработка баз данных Построение графиков	ПК

В календарном плане отражаются отдельные этапы и виды планируемых работ (проектирование, полевые, камеральные, лабораторные и другие работы), общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в планируемом году).

#### *Полевые работы*

В полевой период отбор проб угля проводился с апреля по октябрь 2016 г.

#### *Лабораторные работы*

Подготовка проб для аналитических исследований во всех случаях осуществлялась по стандартной методике: включающей сушку в естественных условиях, дробление, квартование и истирание до 200 меш с соблюдением всех необходимых мер, исключающих их техногенное загрязнение и потери ртути при нагревании.

#### *Камеральные работы*

Включают в себя интерпретацию результатов и обработка полученных материалов. Вся полученная информация представляется в виде отчета

В соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого - геохимическим исследованиям. Период данного типа работ составил с сентября 2016 г. по май 2017 г.

## 5.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

Расчет затрат времени определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы».

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N=Q*N_{ВР}*K,$$

где

N-затраты времени, Q-объем работ,

$N_{ВР}$  - норма времени,

K - коэффициент за ненормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 8 и 9

Таблица 8 – Затраты времени по видам работ

№	Вид работ	Объем		Норма времени, Н	Коэф-т, К	Нормативный документ	Итого времени на объем
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1	Эколого-геохимические работы	проб	64	0,048	1	ССН, вып. 2, табл. 41	0,85
2	Камеральная работа обработка материалов (без использования ЭВМ)	проб	64	0,136	1	ССН, вып. 2, табл.59	0,25
3	Камеральные работы, обработка материалов (с использования ЭВМ)	проб	64	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61	0,64
Итого							2,76

Таблица 9. Затраты времени по видам работ

№	Вид работ	Т	Геоэколог	Рабочий
			Н, чел/смена	Н, чел/смена
I	Полевые работы	2,12	2.12	2.12
II	Камеральная обработка (с использованием ЭВМ)	0,64	0,64	-
<b>Итого:</b>			<b>2,76</b>	<b>2.12</b>

### 5.3. Расчет затрат на материалы

Расчет материалов по данной работе осуществляется по итогам средней рыночной стоимости цен материалов за 2018, согласно ССН выпуск 2.

Таблица 10- расчет затрат на материалы

Наименование и характеристика изделия	Цена, руб.	Норма расхода материала (шт.) 2 месяц работы	Сумма, руб.
Блокнот малого размера	45	2	90
Карандаш простой	10	5	50
Ручка шариковая (без стержня)	30	3	90
Стержень для ручки шариковой	15	5	75
Папка для бумаг	30	4	120
Резинка ученическая	15	2	30
Ножницы	70	1	70
Итого			<u>525</u> 4 = 131,25

### Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 5.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * \text{Т} * \text{К}, \text{ где}$$

ЗП - заработная плата,

T - отработано дней (дни, часы), Окл - оклад (руб.),

K - коэффициент районный. ДЗП = ЗП\*7,9%,

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%). ФЗП = ЗП+ДЗП,

где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

Дополнительная заработная плата равна 7,9% от основной заработной платы, за счет которой формируется фонд для оплаты отпуска.

Таблица 11. расчет за оплату труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:					
геоэколог	1	чел-см	2,76	731	2018
рабочий	1	чел-см	2,12	641	1359
ИТОГО:	2		4,88		3377
Дополнительная зарплата	7,9%				264
ИТОГО:					3644
ИТОГО: с р.к.=	1,3				4737
Страховые взносы	30,0%				1421
ИТОГО:					6158
<b>ИТОГО основных расходов</b>					<b>6025,44</b>

### *Расчет амортизационных отчислений*

Во время написания дипломной работы был задействован компьютер. На нем и будет производиться расчет амортизационных отчислений. Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации за год, руб.
Персональный компьютер	1	20000	10	30	6000
Ртутный анализатор РА-915+	1	730 000	730 000	10	73000
ИТОГО					79000

### Расчет затрат на подрядные работы

В лаборатории микроэлементного анализа Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ проводили измерения концентрации ртути в эпифитных мхах(при консультации доцента каф. ГЭГХ Осиповой Н.А.)



Таблица 13 – Затраты на подрядные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Определение ртути атомно-абсорбционным методом	64	450	28800
<b>Итого</b>				<b>28800</b>

Общий расчет сметной стоимости представлен в таблице 14

Таблица 14 – Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ.

№ п/п	Статьи затрат	Объем		Ед. расценка	Итого, тыс. руб.
		Ед. изм.	Кол-во		
1	2	3	4	5	6
<b>I. Основные расходы на работы</b>					
1.	Полевые работы	Руб.			6615,44
2.	Камеральные работы	% от ПР	15	1009	6615,44
Итого основные расходы:					<b>13230,88</b>
II. Накладные расходы		% от ОР	15		2976,95
Итого ОР+НР					16207,83
III. Плановые накопления		% от ОР+НР	15		3423,49
V. Подрядные работы (лабораторные работы)					28800,00
НДС		%	18		8717,64
Всего по объекту с учетом НДС:					<b>48431,32</b>

Таким образом стоимость работ по определению ртути в пробах угля Кузнецкого угольного бассейна составила с учетом НДС 48431