



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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки – 05.03.06 «Экология и природопользование»  
Отделение школы (НОЦ) – Отделение геологии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Ртуть в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область)

УДК 546.49:631.4(571.17)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна		30.05.23

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии ИШПР	Осипова Нина Александровна	к.х.н.		30.05.23

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально- гуманитарных наук	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		23.05.23

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООД ШБИП Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	д.б.н.		23.05.23

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Азарова Светлана Валерьевна	к.г.-м.н.		30.05.23



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

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки – 05.03.06 «Экология и природопользование»  
Отделение школы (НОЦ) – Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП/ОПОП  
\_\_\_\_\_ Азарова С.В.  
(Подпись) (Дата) (ФИО)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна

Тема работы:

Ртуть в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.01.2023, №20-7/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	30.05.2023
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</p>	<p>Литературные и фондовые материалы, нормативные документы, материалы научной работы, пробы уличной пыли, отобранные на территории г. Междуреченска (Кемеровская область), интернет ресурсы.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> (аналитический обзор литературных источников 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)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика города Междуреченска</li> <li>2. Содержание ртути в природных средах на территории Кузбасса и других угледобывающих регионов.</li> <li>3. Методика проведения полевых и лабораторных исследований</li> <li>4. Результаты исследования</li> <li>5. Социальная ответственность</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Карта схема распределения ртути в уличной пыли (29 проб) г. Междуреченска, 2020 г. Карта-схема распределения ртути в уличной пыли (10 проб) г. Междуреченска 2021 г.</p>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Гуляев Милий Вселодович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна

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

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

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Осипова Н.А.	К.Х.Н.		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна		

Инженерная школа природных ресурсов  
 05.03.06 «Экология и природопользование»  
 Уровень образования – бакалавриат  
 Отделение геологии  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна

Тема работы:

Ртуть в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область)
---

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	30.05.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.04.2023	Физико-географическая характеристика территорий исследования	10
05.03.2023	Анализ ранее проведенных исследований	15
27.04.2023	Методика проведения полевых и лабораторных работ	15
05.05.2023	Результаты исследований уличной пыли	40
25.05.2023	Социальная ответственность	10
25.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии ИШПР	Осипова Н.А.	к.х.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии ИШПР	Азарова С.В.	К.Г.-М.Н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию
ОПК(У)-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации

ОПК(У)-3	Владение профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования
ОПК(У)-4	Владение базовыми общепрофессиональными (общеекологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды
ОПК(У)-5	Владение знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении
ОПК(У)-6	Владение знаниями основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, оценки воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды
ОПК(У)-7	Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования
ОПК(У)-8	Владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности
ОПК(У)-9	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>производственно-технологическая деятельность</b>	
ПК(У)-1	Способность осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле и уметь применять их на практике
ПК(У)-2	Владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия
ПК(У)-3	Владение навыками эксплуатация очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности
ПК(У)-4	Способность прогнозировать техногенные катастрофы и их последствия, планировать мероприятия по профилактике и ликвидации последствий экологических катастроф, принимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий
ПК(У)-5	Способность реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по

	восстановлению нарушенных агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов
ПК(У)-6	Способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии
ПК(У)-7	Владение знаниями о правовых основах природопользования и охраны окружающей среды, способностью критически анализировать достоверную информацию различных отраслей экономики в области экологии и природопользования
<b>научно-исследовательская деятельность</b>	
ПК(У)-14	Владение знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии
ПК(У)-15	Владение знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов
ПК(У)-16	Владение знаниями в области общего ресурсоведения, регионального природопользования, картографии
ПК(У)-17	Способность решать глобальные и региональные геологические проблемы
ПК(У)-18	Владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
2Г91		Чурина Светлана Сергеевна	
<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение Геологии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	05.03.06 «Экология и природопользование»

Тема ВКР:

<b>Ртуть в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область)</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования: ртуть в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область).</i></p> <p><i>Область применения: изучение ртутного загрязнения атмосферного воздуха.</i></p> <p><i>Рабочая зона: полевые условия, лаборатория 529-530 аудитории, 5 этаж, 20 корпус ТПУ (пр-кт Ленина, 2а ст5).</i></p> <p><i>Размеры помещения (климатическая зона): помещение лаборатории имеет площадь 18 м<sup>2</sup>, полевые работы проводились в умеренной климатической зоне.</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> Концентрация ртути определялась при помощи анализатора «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915», для подготовки проб использовалось сито разных размеров.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> изучение содержания ртути в пыли с помощью оборудования, обработка полученных результатов на компьютере.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ГН 2.2.5.1313-03</li> <li>– ГОСТ 12.1.004-91</li> <li>– ГОСТ 12.1.019-2017</li> <li>– ГОСТ 12.1.038-82</li> <li>– ГОСТ Р 58698-2019</li> <li>– ПНД Ф 12.13.1-03</li> <li>– СанПиН 1.2.3685-21</li> <li>– СНиП 23-05-95</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ потенциально выявленных вредных и опасных производственных</li> </ul>	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на рабочем месте.</li> </ul>



<p>факторов проектируемой производственной среды;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка мероприятий по снижению воздействия потенциально возможных вредных и опасных факторов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного и естественного освещения.</li> <li>– Производственные факторы, связанные с повреждением химическими веществами.</li> </ul> <p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Производственные факторы, связанные с повреждением электрическим током.</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p>Во время полевого этапа отбора биологических проб не происходит качественного нарушения природной среды.</p> <p>Во время проведения лабораторных работ воздействие на окружающую среду не значительно и включает образование отходов V класса опасности, которые необходимо утилизировать, а также отходы оргтехники.</p> <p>Выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов отходов в водные объекты во время работ не происходит.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации</b></p>	<p>Во время проведения лабораторных и камеральных работ существует опасность возникновения пожара в рабочем помещении. Основной причиной возникновения пожаров в здании является неисправность электропроводки, электрических приборов и халатность рабочего персонала.</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Таблица «Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте название рабочего места»</li> <li>2. Таблица «Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах в категории энергозатрат Ib»</li> <li>3. Таблица «Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях»</li> <li>4. Таблица «Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ»</li> <li>5. Таблица «Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест»</li> <li>6. Таблица «Категории помещений по пожарной опасности»</li> </ol>	
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	<p><b>24.01.2023</b></p>

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООД ШБИП Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			24.01.23

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна		24.01.23

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г91	Чуриной Светлане Сергеевне

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/ООП/ОПОП</b>	05.03.06 «Экология и природопользование»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость реализации проекта составило 697 674,5 рублей, с учетом НДС (20%) 837 209,4 рубля
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов - согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы – 30%: Пенсионный фонд- 22%; Фонд медицинского страхования-5,1%; Фонд социального страхования -2,9%; НДС-20%.

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения Проведение предпроектного анализа, описание потенциального потребителя.</i>	Проведение предпроектного анализа, описание потенциального потребителя.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований Описание целей и требований проекта. Определение бюджета научного исследования</i>	Описание целей и требований проекта. Определение бюджета научного исследования.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности проекта.</i>	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности проекта.

**Перечень графического материала:**

Диаграмма Ганта

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	
--	--

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Креницына Зоя Васильевна	К.т.н.		25.05.23

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г91	Чурина Светлана Сергеевна		25.05.23

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 88 с., 23 рис., 22 табл., 105 источник, 0 прил.

Ключевые слова: уличная пыль, ртуть, уголь, угледобывающий регион, воздействие угольной промышленности.

Объектом исследования является уличная пыль, отобранная на территории г. Междуреченска (Кемеровская область).

Цель работы – определение содержания ртути в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область).

В процессе исследования проводились: отбор проб уличной пыли, обзор литературы по теме, лабораторные исследования, анализ и обработка полученных данных.

В результате исследования изучено содержание ртути в уличной пыли проведено эколого-геохимическое исследование территории, сделаны выводы по результатам исследований.

В процессе исследования проводились измерение содержания ртути атомно-абсорбционным методом; метод постадийных почвенных вытяжек применен для анализа форм нахождения ртути.

Выявлены особенности распределения ртути и источники её поступления в объекты исследования.

Область применения: полученные данные могут быть использованы как фоновые содержания ртути в уличной пыли и для всей территории РФ, а также для дальнейшего изучения этой территорий.

Экономическая эффективность/значимость работы: Экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Значимость работы заключается в исследовании уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область).

В будущем планируется продолжить данное исследование в магистратуре.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия
- АА – атомная абсорбция
- ГН – гигиенические нормы
- ГОСТ – государственный стандарт
- ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов
- МИНОЦ – Международный инновационный научно-образовательный центр
- НДС – налог на добавленную стоимость
- НПО – Научно-производственное объединение
- ПК – персональный компьютер
- ПНД Ф – природоохранные нормативные документы федеративные
- СанПиН – санитарные правила и нормы
- СДПС – стандартный образец дерновоподзолистой супесчаной почвы
- СНиП – строительные нормы и правила
- СОУТ – специальная оценка условий труда
- ССН – сборник сметных норм
- ФЗ – Федеральный закон.
- ЧС – чрезвычайная ситуация

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	15
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА МЕЖДУРЕЧЕНСКА</b> .....	17
1.1. Административно-географическая характеристика района .....	17
1.2. Природно-климатическая характеристика .....	18
1.3. Гидрологическая характеристика.....	19
1.4. Геологическая характеристика .....	20
1.5. Характеристика почвенного покрова.....	22
1.6. Характеристика растительности.....	23
1.7. Характеристика животного мира.....	24
1.8. Геоэкологическая характеристика .....	24
<b>2. СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА И ДРУГИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ</b> .....	26
<b>3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	31
3.1. Отбор проб .....	31
3.2. Методы определения ртути .....	32
3.3. Методика обработки данных.....	35
<b>4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УЛИЧНОЙ ПЫЛИ</b> .....	36
<b>5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b> .....	36
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности 36	
5.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	36
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	37
5.2. Производственная безопасность .....	38
5.2.1. Анализ потенциально вредных и опасных факторов .....	39
5.3. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов .....	46
5.4. Экологическая безопасность .....	48
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	48

<b>6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1. Цели и актуальность проекта .....</b>	<b>52</b>
<b>6.2. Организационная структура проекта .....</b>	<b>53</b>
<b>6.3. Иерархическая структура работ проекта.....</b>	<b>53</b>
<b>6.4. Техническое задание .....</b>	<b>54</b>
<b>6.5. Календарный план-график .....</b>	<b>55</b>
<b>6.6. Составление технического плана .....</b>	<b>57</b>
<b>6.7. Расчет времени труда .....</b>	<b>58</b>
<b>6.8. Расчет заработной платы исполнителей работ .....</b>	<b>59</b>
<b>6.9. Расчет затрат на материалы.....</b>	<b>60</b>
<b>6.10. Расчет амортизационных отчислений.....</b>	<b>61</b>
<b>6.11. Общий расчёт сметной стоимости проектируемы работ .....</b>	<b>62</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>65</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>67</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Когда аэрозоли и микрочастицы выпадают из атмосферы, они смешиваются с крупными несвязанными частицами различного происхождения, образуя уличную или дорожную пыль. Изучение уличной пыли может быть полезным для определения концентрации техногенных атмосферных выпадений в городской среде, поскольку пробы берутся с поверхности асфальтированных дорог и риск "разбавления" пыли почвенными частицами снижается [25]. Уличная пыль представляет собой смесь твердых частиц, характеризующихся сложным химическим составом. В силу большой удельной поверхности таких частиц, последние способны связывать тяжелые металлы, в том числе ртуть [42].

Ртуть представляет собой устойчивый токсичный загрязнитель с высокой степенью биоаккумуляции [42]. Этот элемент способен распространяться и перераспределяться во всех компонентах окружающей среды, также он может мигрировать, накапливаться в пищевых цепях и изменяться как в техногенных, так и в природных условиях. Различные формы ртути обуславливают ее токсические свойства, такие как мутагенность, канцерогенность, эмбриотоксичность, нейротоксичность и другие. Из-за этих способностей ртути она относится к первому классу опасности по токсическому воздействию на все живые организмы [18,32].

Исследование содержания ртути в уличной пыли г. Междуреченска имеет большое значение, поскольку этот ядовитый элемент может причинить значительный вред здоровью людей и окружающей среде. Если обнаружено наличие ртути в уличной пыли, это может свидетельствовать о серьезных экологических проблемах в регионе и необходимости предпринять меры для защиты населения. Кроме того, это важно с точки зрения общественного здоровья и безопасности, так как ртуть может вызвать серьезные заболевания и отравления, а также негативно влиять на экосистему. Изучение состава и свойств частиц уличной пыли является важным при определении уровня

антропогенной нагрузки на окружающую среду и оценке потенциальной опасности загрязнения для здоровья людей.

Дипломная работа направлена на исследование содержания ртути в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область).

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести обзор литературы по влиянию угольной промышленности на окружающую среду.
2. Отобрать и подготовить пробы уличной пыли на территории г. Междуреченска.
3. Установить уровни содержания ртути в уличной пыли г. Междуреченска.
4. Выявить формы нахождения ртути методом последовательного экстрагирования.
5. Проанализировать распределение ртути по гранулометрическому составу в уличной пыли.

Объектом исследования является территория г. Междуреченска. Предметом исследования является уличная пыль.

Данная работа основана на результатах анализа 29 образцов пыли, взятых в городе Междуреченск в 2020 году, и 10 образцов пыли, взятых в 2021 году.

Личный вклад автора заключался в самостоятельном отборе проб, их подготовке к анализу, осуществлении атомно-абсорбционного анализа, обработке статистических данных и выполнении эксперимента по разделению различных форм ртути, а также разделению проб пыли по гранулометрическому составу.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00675 А. Исследования выполнены в ТПУ в рамках программы повышения конкурентоспособности ТПУ среди ведущих мировых исследовательских центров.



# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА МЕЖДУРЕЧЕНСКА

## 1.1. Административно-географическая характеристика района

Для проведения исследования была выбрана территория города Междуреченска. Междуреченск – моногород в Кемеровской области, расположенный на западном склоне хребта Кузнецкого Алатау, в заболоченной долине рек Томь и Уса. На севере и юге от долины находятся высокие хребты, которые превышают уровень долины на 300-500 метров и направлены с востока на запад. Восточная часть долины закрыта горами, которые образуют два ущелья, из которых вытекают реки Томь и Уса. Междуреченск является административным центром Междуреченского района и имеет население около 100 тысяч человек. Город занимает площадь 332,6 км<sup>2</sup> и расположен на высоте 240 метров над уровнем моря. Местоположение Междуреченского городского округа (рисунок 1) находится в середине Томусинского каменноугольного месторождения.

Район не ориентирован на сельское хозяйство. Здесь не занимаются выращиванием зерновых и технических культур, а животноводство развито недостаточно. Основными отраслями в районе являются добыча угля и лесозаготовка [103].



Рисунок 1 – Карта Междуреченского городского округа

## 1.2. Природно-климатическая характеристика

Город Междуреченск расположен в зоне континентального климата и характеризуется высокой влажностью воздуха, обусловленной географическим положением, находясь между реками и на болотистой местности. В Междуреченске часто бывает облачная и пасмурная погода. Зима продолжительна, а лето короткое и теплое.

В году наиболее короткий и сухой сезон – весна, который начинается после перехода средней температуры воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ .

Лето наступает в конце мая и длится около 3-3,5 месяцев, но температура воздуха в этот период неустойчива, существенно изменяясь в течении дня. Средняя температура воздуха в это время составляет около плюс  $20^{\circ}\text{C}$ , но может и достигать и плюс  $35^{\circ}\text{C}$ . Количество осадков в летний период составляет от 60 до 80 мм в месяц.

Осень в Междуреченске длится с сентября по ноябрь. В этот период температура понижается до плюс  $10^{\circ}\text{C}$ , а количество осадков возрастает до 50-60 мм в месяц.

Зима в Междуреченске начинается в конце ноября и длится до середины апреля. В этот период температура может опускаться до минус  $35^{\circ}\text{C}$ , особенно в январе и феврале. Зимой накапливается много снега, который образует устойчивый покров в конце октября - начале ноября и продолжается 175-177 дней. В горах мощность снежного покрова может достигать 7 метров [100].

Господствующие направления ветров - западное, юго-западное и восточное, со скоростью 1,3 м/с и максимальной расчетной скоростью 5 м/с при вероятности превышения 5%. Роза ветров представлена на рисунке 2.

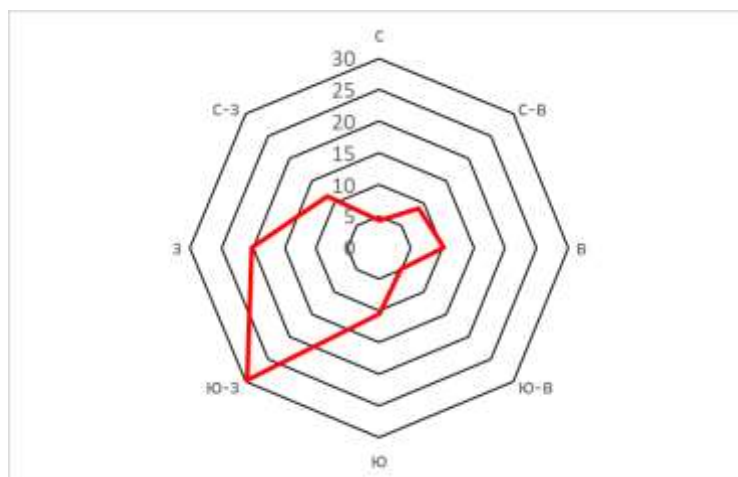


Рисунок 2 – Роза ветров для г. Междуреченска

### 1.3. Гидрологическая характеристика

В рамках Междуреченского городского округа находятся различные водные системы, которые относятся к бассейну реки Обь, включая реку Томь. На территории округа насчитывается более 1000 рек, среди которых 13 имеют протяженность более 30 км, 22 - более 20 км и 64 - более 10 км. Реки Томь и Мрассу являются транзитными. Наиболее значимые притоки реки Томь это: Уса, Бельсу, Ортон, Белая Уса и Чексу. Наибольшую площадь водосбора имеют реки Уса, Ортон, Бельсу, Теба, Базас и Тумуяс, а самые высокие расходы воды наблюдаются в реках Уса, Бельсу, Ортон, Тумуяс, Чексу и Белая Уса. Русла рек характеризуются заметными уклонами и различной природой. В нижнем течении поймы рек могут наблюдаться процессы заболачивания и заторфовывания, а также наличие стариц и пойменных озер. Реки питаются в основном за счет снегового и дождевого питания. В период ледостава, который составляет от 153 до 160 дней (в некоторых районах до 171 дня), а для техногенных районов - до 139 дней, толщина льда варьирует от 30 см до 50-90 см, как правило ледовый покров формируется в ноябре, а реки открываются в середине апреля.

В районе присутствуют низинные и верховые типы болот, где наиболее распространены низинные болота, которые развиваются в поймах рек и на их террасах, а верховые болота имеют локальное распространение.

Город Междуреченск находится в юго-восточной части Кузнецкого артезианского бассейна, где присутствуют водоносные горизонты пойменной территории и верхнепермских отложений.

Система подземных вод города Междуреченск разделена на две части – верхнее и нижнее водоносные горизонты. Верхний горизонт находится на глубине от 10 до 20 метров и содержит молодые воды, которые поступают из атмосферы и дождей, а также из рек и озер. Нижний горизонт находится на глубине от 20 до 50 метров и содержит старые подземные воды, которые формировались в течение многих лет [100].

#### **1.4. Геологическая характеристика**

Междуреченск находится в геологическом районе Томь-Усинского моноклинала Кузбасса. Город расположен на территории, где находятся отложения различных свит, таких как ерунаковская, ильинская, кузнецкая и верхнебалаконская. Центральная часть Томь-Усинского района имеет наибольшую ширину и характеризуется пологим падением слоев, но осложнена небольшим количеством флексурных складок. Геологическое строение территории города зависит от генетических комплексов, которые находятся в стратиграфической последовательности.

В нижнепермском комплексе лагунно-континентальных отложений верхнебалахонской подсерии присутствует формация, которая распространена повсеместно и имеет высокое содержание угля. Толщина комплекса составляет 850-870 метров, а по угленосности он разделен на две свиты - промежуточную и ишановскую.

В территории города находится комплекс современных аллювиальных отложений пойменных террас реки Томь и Уса. Он занимает все междуречное пространство и содержит две фации: русловую и пойменную.

Русловая фация состоит из отложений валунно-галечникового материала, имеющих мощность от 2 до 6,5 м. Отложения хорошо промыты и

обводнены, что приводит к неоднородной крупности материала и хорошей акатанности. На эту фацию приурочен горизонт подземных пластовых вод.

Комплекс биогенных образований включает заторфованные, староречные и заболоченные пространства различной мощности (от 0,2 до 2,3 м). Торф в комплексе насыщен водой и находится в различных стадиях разложения. Содержание органического вещества в суглинках колеблется от 0,13 до 0,42.

Техногенный комплекс включает насыпные грунты, которые используются для строительства дорог, дамб и других подсыпок. Их мощность варьирует от 0,5 до 3,5 м. Грунты состоят из галечника, угольного шлака, битого кирпича и суглинка с крупнообломочными включениями. В комплексе также присутствуют отвалы вскрышных пород. Специальных исследований этих грунтов не проводилось [99].

На рисунке 3 представлена геологическая карта города Междуреченска и ближайших населённых пунктов.

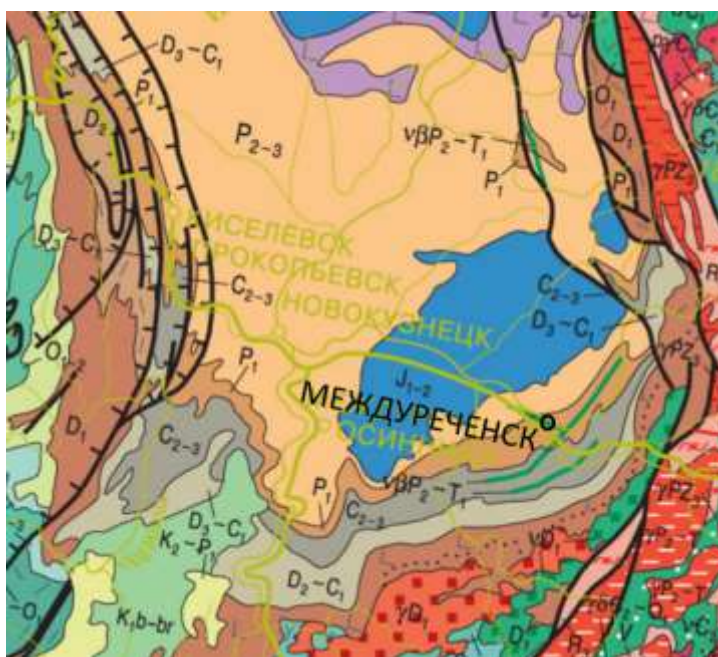


Рисунок 3 – Геологическая карта г. Междуреченска  
Масштаб 1: 2 500 000 [102]

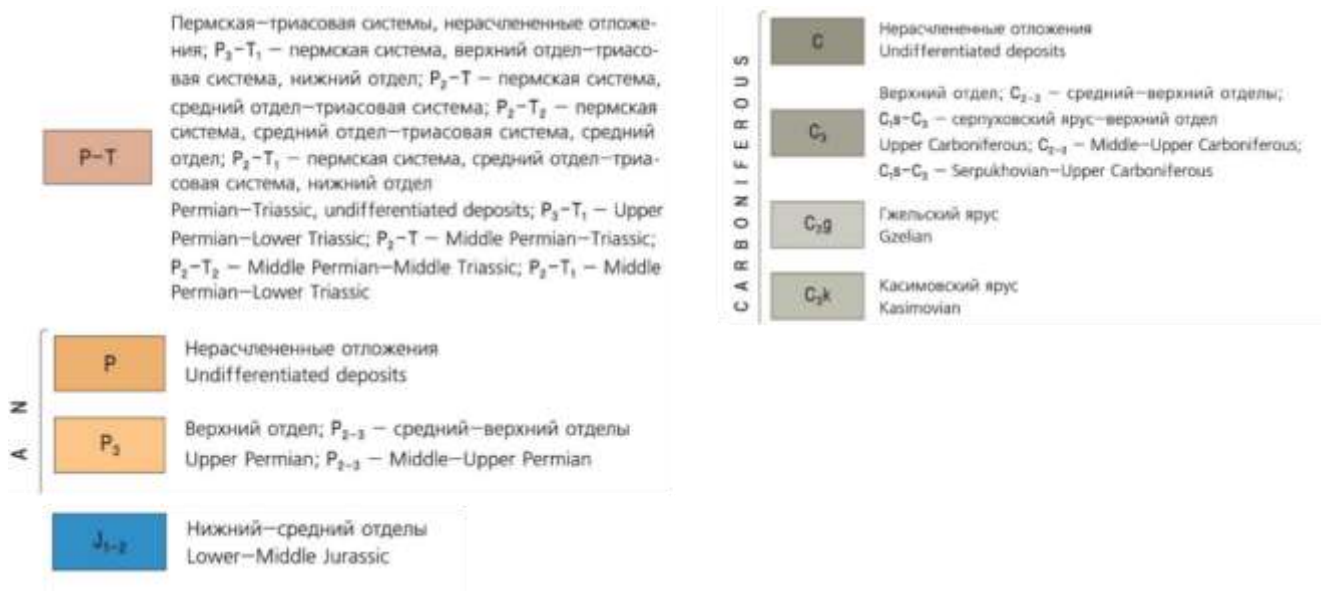


Рисунок 3 – Продолжение геологической карты г. Междуреченска  
Масштаб 1: 2 500 000 [102]

### 1.5. Характеристика почвенного покрова

Город Междуреченск расположен в низменности с заболоченными участками, осушенными под строительство жилых массивов. Для обратной засыпки заболоченных участков использовался как местный, так и частично привозной искусственный грунт [12].

В г. Междуреченске преобладают подзолистые почвы, в том числе глубокоподзолистые чернотаежные. Для них характерна большая мощность подзолистого горизонта и отсутствие лесной подстилки или торфяного горизонта. Почвенный слой ежегодно подвергается сквозному увлажнению до грунтовых вод, что приводит к интенсивному вымыванию продуктов почвообразования и образованию подзолистых почв.

В хвойно-таежном лесу с травянистой растительностью и промывным водным режимом происходит процесс подзолообразования, затрагивающий глубокие слои почвы. Отмирающие части древесной и травянистой растительности образуют лесную подстилку (A<sub>0</sub>), которая содержит мало кальция, магния и азота, но много труднорастворимых соединений. Продукты деструкции полезных ископаемых переходят в нижние горизонты в растворе

или в виде соединений. В результате формируется горизонт ( $A_2$ ) под подстилкой светло-серого или беловатого цвета, кислый, малонасыщенный основаниями, пластинчато-листовой структуры. Постепенный переход (BC) от горизонта (B) к материнской породе (C) характеризуется иллювиально-делювиальными бескарбонатными тяжелыми глинами.

Наиболее распространенными признаками горно-таежных бурых почв являются отсутствие ярко выраженных почвенных горизонтов, бурая окраска почти по всему профилю, кислая или слабокислая реакция, отсутствие иллювиального карбонатного горизонта. Под лесной подстилкой залегает гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 5-7 см ( $A_0$ ), который затем переходит в переходный горизонт (B) темного цвета, мощностью от 15 до 40 см, который постепенно сливается с родительская порода.

Город Междуреченск находится в низменности с болотистыми участками, которые были высушены для строительства жилых кварталов. Для засыпки болотистых участков использовались как местный, так и частично привезенный искусственный грунт [23].

### **1.6. Характеристика растительности**

В соответствии с классификацией флористических районов, Кемеровская область находится в Бореальной области Голарктического царства [10]. Флора данного типа характеризуется преобладанием видов лесных сообществ и представителей семейств сложноцветные, злаковые, осоковые. Однако, нарушение природных закономерностей на отдельных территориях может привести к изменению основных параметров флоры. В рассматриваемом районе особенности растительного покрова связаны с преобладанием темнохвойной черновой тайги, развитием вторичных березово-осиновых и чистых осинового насаждений, и высокотравных зарослей, а также наличием редких групп растений, называемых "третичными реликтами", и эфемероидов, которые развиваются только весной и затем полностью исчезают из травостоя.

На территории района можно наблюдать различные типы лугов, включая лесные, так и пойменные. Хотя площади, занятые пойменными лугами не очень большие, злаковые луга все же широко распространены. Они включают в себя различные виды крупных луговых злаков, таких как пырей ползучий, кострец безостый, овсяница луговая, еж сборный, тимофеевка луговая, а также лабазник вязолистный, вероника длиннолистная, сердечник луговой, гравилат речной и другие [11].

### **1.7. Характеристика животного мира**

Связь фауны с почвами и растениями влияет на видовое разнообразие животного мира, что может быть использовано в качестве индикатора для оценки антропогенного воздействия на среду обитания. В районе исследования проживают как беспозвоночные, так и позвоночные животные, включая герпетобионтов и хортобионтов, которые населяют почву и растительный покров.

В зоне исследования обитают различные виды животных, включая герпетобионтов и хортобионтов, которые населяют почву и растительный покров. Среди герпетобионтов наиболее распространены жесткокрылые и полужесткокрылые насекомые, такие как жуки и клопы, а хортобионтами являются равнокрылые, прямокрылые, двукрылые, чешуекрылые и перепончатокрылые насекомые, а также паукообразные. Эти беспозвоночные играют важную роль в поддержании разнообразия животного мира в условиях высокой влажности и проективного покрытия [103].

### **1.8. Геоэкологическая характеристика**

Междуреченск является центром угледобычи в Кузбассе, промышленность которого имеет разнообразную структуру, с главным уклоном на угольную отрасль. Около 90% предприятий, занятых добычей полезных ископаемых, добывают каменный уголь. Развитие города неразрывно связано с природными ресурсами, так как в его границах



находятся месторождения каменных углей, железных и марганцевых руд, золота, строительных материалов и других полезных ископаемых, таких как тальк, вермикулит и мусковит.

В Междуреченском городском округе сохраняется напряженная экологическая ситуация, связанная с рядом проблем. Главными из них являются загрязнение атмосферы, водных объектов и почвенно-земельных ресурсов, а также несовершенство системы обращения с отходами производства и потребления. Город характеризуется сложной экологической обстановкой, которая обусловлена воздействием различных источников загрязнения, таких как угледобывающие предприятия, промышленные и коммунальные объекты.

Развитие угледобывающей промышленности в Междуреченске имеет многочисленные отрицательные последствия для окружающей среды. Открытая угледобыча нарушает землю и вызывает пылеобразование и окисление, что загрязняет воздух, почву и воду. Также осушение водоносных горизонтов для добычи угля приводит к истощению природных ресурсов воды, пересыханию рек и деградации лесов и участков земли, прилегающих к угольным предприятиям [105].

## 2. СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА И ДРУГИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

Ртуть представляет серьезную опасность из-за своих уникальных физико-химических и геохимических свойств, способности быстро перемещаться и менять форму, а также специфических процессов превращения, которые могут происходить как в природных, так и в техногенных средах [18,32].

В окружающей среде ртуть может находиться в различных состояниях, таких как элементарная, химически активная, сорбированная, метилртуть и органические соединения. Из-за сложностей в определении конкретных соединений ртути в природной среде, ее поведение часто описывается как "формы ртути" [16].

Предприятия цветной металлургии, химической промышленности, машиностроения, металлообработки и теплоэнергетики являются значительными источниками выбросов ртути в окружающую среду. Кроме того, ртуть может поступать в окружающую среду при сжигании угля, мазута и других нефтепродуктов. Ртуть относится к чрезвычайно токсичным веществам первого класса опасности. При концентрации в почве менее 1 мг/кг проявляются симптомы токсичности [2]. Ртуть накапливается в почве, передвигается по пищевым цепям и вызывает специфические отравления и заболевания у человека и животных. Органические соединения ртути являются наиболее опасными [14].

Различные источники ртутной эмиссии, такие как промышленные предприятия, неправильная эксплуатация и утилизация ртутьсодержащих приборов, а также широкое использование таких изделий в производстве и повседневной жизни, могут привести к серьезному загрязнению окружающей среды ртутью. Кроме того, намеренные выбросы ртути также являются фактором загрязнения. Однако, при оценке глобальной ртутной эмиссии,

необходимо учитывать различную значимость каждого источника и причины загрязнения [105].

Относительно территории Южного Кузбасса, где происходит активная добыча и переработка угля, характерно высокое содержание ртути во вмещающих породах (7,1 мг/кг), так как ртуть является элементом, который предпочитает органическую часть угля [41].

Уголь, добываемый в Кузбассе, в среднем содержит 0,08 мг ртути на 1 кг, однако уровни ртути на некоторых угледобывающих предприятиях могут колебаться от 0,01 до 0,6 мг/кг. Такие уровни могут оказать техногенное воздействие на окружающую среду. В районах Кемеровской области, где расположены промышленные центры и шахты, содержание ртути в почвах повышено (от 0,06 до 0,20 мг/кг), особенно в верхнем слое (от 0,09 до 0,37 мг/кг) по сравнению с нормальным фоном [17].

Угольная промышленность оказывает значительное негативное воздействие на окружающую природную среду. Воздействие может проявляться в виде загрязнения атмосферы, водных ресурсов, подземных вод, почв и живых организмов в окружающей местности. Это делает угольную промышленность одной из самых сложных отраслей горнодобывающей промышленности в плане сохранения экологической устойчивости [29].

В рейтинге муниципальных образований Кемеровской области по объему загрязняющих веществ в атмосферу за 2021 год, Междуреченский городской округ занял третье место, уступив лишь Новокузнецкому району и городу Новокузнецку. Общий объем выбросов составил 168,8 тысяч тонн, что составляет 10,5% от общего объема [101].

В городах, где добывают уголь, наблюдается высокий уровень загрязнения атмосферы, вызванный выбросом вредных веществ. В продуктах питания, производимых в этих районах, содержится повышенное количество свинца, кадмия, ртути и мышьяка. Согласно отчету Якутского управления Росгидромета, жители Нерюнгри, города с добычей угля, вынуждены дышать самым загрязненным воздухом в Якутии. В городе время от времени

образуется смог, в котором содержатся такие вредные элементы, как формальдегид (в 8,3 раза, превышающий норму), бенз(а)пирен (в 2 раза больше нормы) и диоксид азота (в 2 раза больше нормы). По уровню загрязнения атмосферы город Нерюнгри входит в список наиболее "грязных" городов России [104].

Обследование снежного покрова на территории г. Междуреченска показало, что атмосфера города сильно загрязнена из-за деятельности угледобывающих и углеперерабатывающих компаний. Пробы воздуха были взяты на нескольких участках города, и в каждой пробе были обнаружены пылевые частицы, некоторые из которых достигали размера 1/5 мм. Эти частицы невидимы для человеческого глаза, но при большой концентрации можно увидеть сероватое облако над городом. Постоянное вдыхание этой пыли может привести к значительному количеству ее накопления в легких [34,92].

Ученые из Вьетнама выявили, что увеличение добычи угля и концентрация угольных предприятий приводят к изменению окружающей среды. Это нарушает экологические связи в зонах, где расположены шахты, разрезы и обогатительные фабрики. Одним из наиболее значительных негативных явлений является загрязнение подземных и поверхностных вод сточными водами, которые откачиваются на поверхность вместе с углем. Подземные воды появляются в горных выработках из-за атмосферных осадков, подземных и поверхностных вод. Горные породы насыщаются водой и образуют напорные и безнапорные горизонты [31].

Сравнивая содержание ртути в почвах южных территорий Западной Сибири (рисунок 4), было обнаружено, что среднее содержание ртути в городе Междуреченск ниже, чем в Кемеровской области в 1,63 раза, и практически соответствует среднему содержанию ртути в Алтайском крае [34,35]. Стоит также отметить, что по сравнению с предыдущими исследованиями, проведенными в 1991 году, содержание ртути в городе снизилось в 2,8 раза [43].

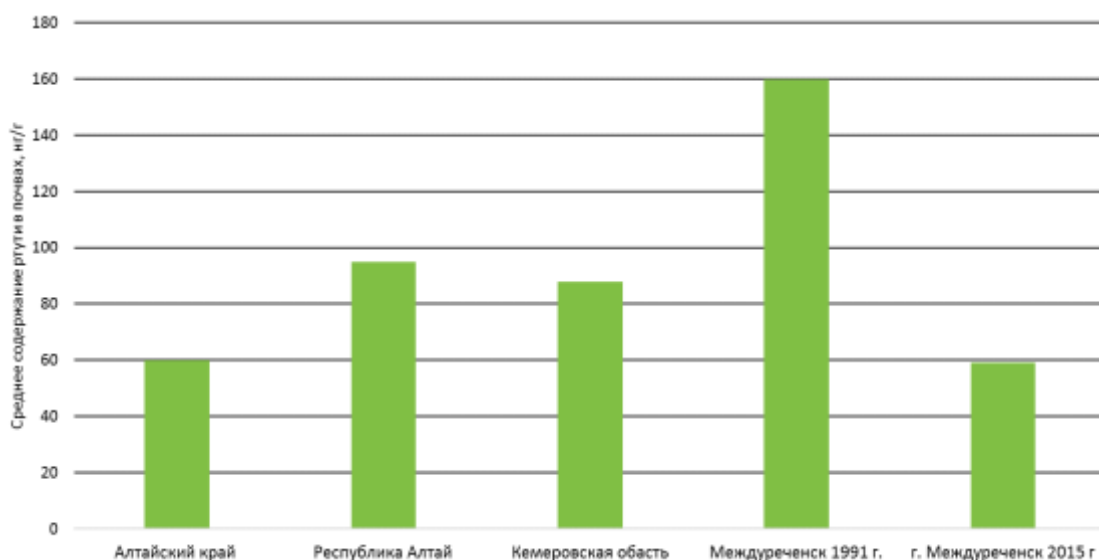


Рисунок 4 – Содержание ртути в почвах некоторых территорий юга Западной Сибири (нг/г)

Научные эксперты предупреждают о повышенных рисках для экологии Сибири и Дальнего Востока, вызванных сжиганием угля. Это связано с особенностями климата и низкой способностью атмосферы к очистке. Даже небольшие выбросы вредных веществ могут привести к опасному накоплению загрязнений воздуха. Около 70% источников теплоснабжения в городах Абакан, Барнаул, Благовещенск, Горно-Алтайск, Красноярск, Кызыл, Чита и Улан-Удэ основаны на использовании твердых видов топлива, и выбросы от энергетических установок являются главными источниками загрязнения воздуха от стационарных источников. Кроме того, в среднем концентрация взвешенных частиц в атмосферном воздухе в городах азиатской части России на 30% выше, чем в городах европейской части. [15].

Изучение уличной пыли представляет значительный интерес, поскольку это позволяет получить информацию о составе атмосферного воздуха на исследуемой территории, выявить наличие вредных примесей и элементов, а также оценить возможные риски для здоровья людей. Несмотря на проведение нескольких работ в российских городах и регионах, исследования уличной пыли в России еще не имеют систематического характера и являются разрозненными. В последние годы новые данные о составе уличной пыли

были получены в нескольких регионах России, но все еще необходимо проводить более широкомасштабные исследования [40].

Уличная пыль содержит множество загрязняющих веществ, которые могут проникать в организм человека через дыхательную систему и вызывать токсическое воздействие. Тяжелые металлы, содержащиеся в уличной пыли, могут также попадать в поверхностные водные экосистемы, где биологически обогащаются и могут попадать в организм человека через пищевую цепочку. Исследования показывают, что уличная пыль крупных и средних городов во всем мире (таблица 1), включая Азию [74,78, 82, 89, 93-98], Северную Америку [86], Европу [71,72] и Африку [69, 85, 90] содержит тяжелые металлы.

Таблица 1 – Среднее содержание ртути в уличной пыли разных городов мира [80]

Страна	Город	Hg, нг/г
Китай	Шицзячжуан	290
	Чанчунь	240
	Гуйчжоу	380
Корея	Шихва	80
Греция	Кавала	100
Ангола	Лаунда	130
Шотландия	Глазго	1200
Испания	Авилесса	2560

### 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Отбор проб

Объектом исследования являются пробы уличной пыли, отобранные на территории г. Междуреченска.

Для исследования уличной пыли были отобраны пробы летом 2020 г. по равномерной площадной сети (29 проб) (рисунок 5), и по разреженной сети – летом 2021 года (10 проб) (рисунок 6). Образцы пыли собирались из пяти-восьми точек на краях дорог или тротуаров с помощью пластиковых щеток и собирались в чистый лоток. Затем образцы тщательно перемешивались для получения общей массы пылевой смеси в ~500 грамм. Все образцы были собраны в июле 2020 года, в сухой сезон, и запечатаны в полиэтиленовые пакеты. Образцы естественным образом высушались в лаборатории под условиями темноты, вентиляции и комнатной температуры не менее двух недель. После этого образцы были просеяны с использованием сита для получения пылевой фракции 1 мм. Вся обработка проводилась без контакта с металлами, чтобы исключить перекрестное загрязнение [26].



Рисунок 5 – Карта-схема расположения точек опробования на территории г. Междуреченск 2020 г.



Рисунок 6 – Карта-схема расположения точек опробования на территории г. Междуреченск 2021 г.

### 3.2. Методы определения ртути

Для измерения концентрации атомарной ртути в уличной пыли применялся РА 915+ - современный отечественный анализатор ртути. Для определения массовых концентраций паров ртути в воздухе использовался атомно-абсорбционный метод без предварительной атомизации, так как молекула ртути состоит из одного атома. Для возбуждения атомов ртути в парах применялся ультрафиолетовый свет с длиной волны 253,7 нм. Атомно-абсорбционная спектрометрия, основанная на измерении поглощения резонансного излучения свободными атомами, является эффективным и широко используемым методом анализа элементного состава вещества. Ее высокая избирательность, чувствительность и экспрессность делают этот метод заменой других методов, таких как спектрофотометрия, в некоторых случаях благодаря своей селективности, чувствительности и трудоемкости.

Атомно-абсорбционная спектроскопия - это эффективный метод анализа элементного состава вещества, который превосходит классические



химические методы по производительности и скорости выполнения анализов больших партий однотипных проб. Данный метод успешно конкурирует со многими инструментальными методами анализа при определении ультрамалых концентраций отдельных элементов. Атомно-абсорбционный метод позволяет определять около 70 элементов – металлов и неметаллов с достижением относительно низких пределов обнаружения: в пламенном варианте – от десятых долей до десятков и сотен мкг/л; в электротермическом варианте – от тысячных до десятых долей мкг/л. Абсолютные пределы обнаружения в пламени составляют  $10^{-1} - 10^5$  нг, в электротермическом варианте –  $10^{-5} - 10$  нг.

Для определения содержания ртути в уличной пыли использовался атомно-абсорбционный спектрометр РА-915+ с программным пакетом RA915P (ПНД Ф 16.1:2.23-2000) и метод пиролиза на приборе ПИРО-915 (рисунок 7). Этот метод имеет высокую точность и широкий диапазон измерений для определения как следовых, так и основных компонентов в сложных пробах. В качестве стандарта использовали образец почв СДПС ГСО 2498-83 – 2500-83 (НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия) с содержанием ртути  $0,290 \pm 0,058$  мг/кг. Границы относительной погрешности измерений при числе наблюдений  $n=2$  составляют 25% [20].



Рисунок 7 – Анализатор ртути «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+»

Кроме того, использовался метод постадийных или автономных вытяжек (таблица 2), который учитывает рН и добавление специальных экстрагентов для определения содержания ртути в каждой из вытяжек. Для выделения различных форм ртути в исходном образце использовалось несколько стадий. Первая стадия заключалась в растворении образца в воде, что приводило к выделению слабосвязанной водорастворимой формы. Затем, для выделения кислотно-растворимой фракции, использовались растворы уксусной и соляной кислот. Для выделения малорастворимых органических комплексов использовались концентрированные растворы гидроксида натрия. Наконец, для выделения ртути, связанной с минералами, использовалась азотная кислота, что приводило к выделению высоко связанных минеральных носителей. Каждая стадия выделения включала интенсивное перемешивание в течение 10-12 часов, осаждение нерастворимой части центрифугированием и декантацию [21,70].

Анализ проводился в МИНОЦ «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии, Инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

Таблица 2 – Характеристика извлекаемых соединений различными экстрагентами

Фракция	Экстрагент	Характеристика извлекаемых соединений ртути	Типичные растворимые соединения
1	Дистиллированная вода	Водорастворимые	HgCl <sub>2</sub>
2	0,1 М СН <sub>3</sub> СООН+0,1 М НСl, рН 2	Кислоторастворимые	HgO, HgSO <sub>4</sub>
3	1 М NaOH	Органокомплексы	Гуматы Hg, Hg <sub>2</sub> Cl, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Hg
4	12M HNO <sub>3</sub>	Прочносвязанные	В решетке минералов – носителей, Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , HgO

Для определения распределения ртути по гранулометрическому составу в уличной пыли были использованы стандартные сита и вибросепаратор. Пробы были просеяны в течение 6 минут, что позволило получить четыре гранулометрические фракции: от 1 до 0,1 мм, от 0,1 до 0,05 мм, от 0,050 до 0,020 мм и менее 0,020 мм.

### 3.3. Методика обработки данных

Данные, полученные в результате аналитических исследований, были обработаны с помощью программы «Microsoft Office Excel». Для статистической обработки данных были рассчитаны стандартные статистические параметры выборки, такие как среднее значение, стандартная ошибка, медиана, стандартное отклонение, дисперсия, минимальные и максимальные значения, а также коэффициент вариации.

При помощи программы Surfer 11 были построены карты распределения ртути в уличной пыли.

Рассчитаны доли ртути в каждой пробе в каждой фракции с учетом веса фракции:

$$\omega_{0,02}(Hg), \% = \frac{m_{0,02} * C_{0,02}}{\sum m_i * C_i} * 100\% \quad (1)$$

Где  $m_{0,02}$  – масса фракции определенного размера;

$C_{0,02}$  – содержание ртути во фракции.

$$\sum m_i * C_i = m_{0,02} * C_{0,02} + m_{0,05} * C_{0,05} + m_{0,1} * C_{0,1} + m_1 * C_1.$$

## **4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УЛИЧНОЙ ПЫЛИ**

### **5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В данной выпускной работе представлены исследования содержания ртути в уличной пыли г. Междуреченска (Кемеровская область).

Исследования проводились в лабораторных условиях. Отбор проб осуществлялся в летнее время.

Рабочее лабораторное место расположено в аудитории 530 на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ), имеет естественное и искусственное освещение. Общая площадь помещения 18 м<sup>2</sup>. Длина помещения 6 м, ширина 3 м. в данной лаборатории использовался анализатор ртути «РА-915М» с приставкой «Пиро915+» для определения валового содержания ртути в пробах. Комплект анализатора ртути: анализатор «РА-915М», приставка «Пиро-915+»; дозатор 1 - 5 мл; весы лабораторные; программное обеспечение. В аудитории имеется персональный компьютер, где производится анализ полученных данных. Комплектация ПК: цветной монитор, клавиатура, мышь, системный блок.

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

##### **5.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены [67].

Государственные гарантии трудовых прав и свобод граждан, вопросы создания благоприятных условий труда, защиты прав и интересов работников и работодателей установлены Трудовым кодексом Российской Федерации [67].

На рабочем месте необходимо поддерживать в норме необходимые параметры среды для комфортной работы. Эти параметры регламентируются СанПиН 1.2.3685-21 [61]. В Федеральном законе Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», главе 1, статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда [68].

В соответствии со статьей 13 настоящего Федерального закона проводится исследование и измерение вредных и (или) опасных факторов производственной среды.

Требования по организации рабочего места при выполнении работ сидя представлены в ГОСТ 12.2.032-78 [51]. При работе с ПЭВМ учитываются так же нормы, представленные в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [62].

### **5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя**

Основные исследовательские работы проводятся, сидя за персональным компьютером. К рабочему помещению с ПЭМ предъявляются следующие требования:

- рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева;
- искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения;
- окна в рабочем помещении с ПК оборудуются регулируемыми устройствами (жалюзи, занавеси, внешние козырьки и др.);
- расстояние между рабочими столами с видеомониторами не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м;
- влажная уборка проводится ежедневно, систематическое проветривание – после каждого часа работы на ЭВМ;

- экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 500-700 мм, но не ближе 500 мм;
- конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования;
- монитор, клавиатура и корпус компьютера находятся прямо перед пользователем и не требуют поворота головы или корпуса тела;
- рабочий стул является подъемно – поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сидений и спинки, с надежной фиксацией стула и полумягким воздухопроницаемым покрытием.

## 5.2. Производственная безопасность

Исследование подразумевает использование анализатора ртути с выводом данных на ПЭВМ и выполнение обработки результатов – компьютерной техники. Данные виды деятельности сопровождаются вредными и опасными факторами. Выявленные факторы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте название рабочего места

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21
Производственные факторы, связанные с психической перенагрузкой (монотонность работы)	СанПиН 1.2.3685-21
Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного и естественного освещения	СанПиН 1.2.3685-21 СП 52.13330.2016
Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями	СанПиН 1.2.3685-21
Производственный факторы, связанные с повышенным уровнем шума	ГОСТ 12.1.003-2014 СанПиН 1.2.3685-21

### 5.2.1. Анализ потенциально вредных и опасных факторов

*1. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.*

Показателями, характеризующими микроклимат на рабочих местах в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств, а также технологического оборудования или ограждающих его устройств;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях оцениваются в зависимости от категории работ по уровню энергозатрат организма.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [61] лаборант аналитической лаборатории относится к категории Ib (интенсивность энергозатрат организма 140-174 Вт в день), так как большинство видов работ производится в сидячем и стоячем положении, с короткими перерывами на ходьбу. Допустимые величины показателей микроклимата представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах в категории энергозатрат Iб

Период года	Температура воздуха °С		Температура поверхностей °С	Оптимальная влажность воздуха	Скорость движения воздуха м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур ниже оптимальных величин, не более
Холодный	19,0-20,9	23,1-24,0	18,8-25,0	15-75	0,1	0,2
Теплый	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Компьютерная техника и нагревательные элементы ртутного анализатора – источник тепловыделений, что также может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещениях.

Для обеспечения установленных норм и чистоты воздуха на рабочих местах применяют вентиляцию. Периодически должен вестись контроль влажности воздуха. В летнее время года должны использоваться системы кондиционирования. В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального отопления.

В помещении, где проводилась работа, отопление обеспечивается с помощью радиаторов. Они установлены в нишах, прикрытых металлическими решетками. Применение решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. Температура на поверхности нагревательных приборов не превышает 95°С. Для обеспечения циркуляции



воздуха в помещении установлена вентиляция. Для естественной вентиляции проводят проветривание помещения.

Таким образом, микроклиматические параметры рабочего помещения соответствуют допустимым нормам СОУТ ТПУ [67].

*2. Производственные факторы, связанные с психической перенагрузкой (монотонность работы).*

В период лабораторных и камеральных работ длительный промежуток времени может происходить монотонная работа. Также при длительных расчетах и обработке информации может возникнуть психоэмоциональное перенапряжение. При монотонности труда может возникнуть снижение тонуса вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, аритмия и др.) Основные последствия: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм.

*3. Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного и естественного освещения.*

Недостаточная освещенность может быть связана с неисправностью в работе искусственных источников освещения или их недостаточном количестве. При недостаточном освещении происходит перенапряжение органов зрения, появляется утомляемость, рассеивается внимание.

Повышенное освещение может вызывать раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света может создавать резкие блики, тени, что может дезориентировать. Из-за этого возможны несчастные случаи.

Освещённость на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк [62]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещённость поверхности экрана не должна быть более 300 лк [62]. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были расположены боковой стороной к источникам естественного света. Следует применять системы комбинированного освещения. Следует ограничивать прямую блескость от источников

освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов. Требования к освещению на рабочем месте представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях [62]

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение КЕО е <sub>н</sub> , %		Совмещенное освещение КЕО е <sub>н</sub> , %		Искусственное освещение				
		При верхнем или комбинированном	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном	При боковом освещении	Освещенность, лк			Объединенный показатель дисконфорта, UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
						При комбинированном освещении		При общем освещении		
						Всего	От общего			
Залы персональных компьютеров, машинное бюро	Г – 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	14	5
	Экран монитора: В – 1,2	-	-	-	-	-	-	Не более 200	-	-
Аналитические лаборатории	Г – 0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	21	10

В 530 аудитории 20 корпуса ТПУ естественное освещение боковое одностороннее, а искусственное осуществляется светодиодными лампами. Освещение общее равномерное и соответствуют допустимым нормам СОУТ ТПУ [67].

*4. Производственные факторы, связанные с электромагнитными полями.*

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор; системный блок персонального компьютера, электрооборудование.

При постоянной незащищенной работе ПК происходит воздействие на нервную, эндокринную, иммунную и половые системы организма человека. Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям: напряженность электрического поля (E), в В/м (Вольт-на-метр); индукция магнитного поля (B), в нТл (нано Тесла).

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудиториях 20 корпуса ТПУ, создаваемых ПЭВМ, не превышают значений, представленных в таблице 6.

Таблица 6 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ [49]

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП на рабочем месте в аудитории 530 20 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 4, соответствуют допустимым нормам СОУТ ТПУ [13].

#### *5. Производственный факторы, связанные с повышенным уровнем шума*

Шумовое воздействие на работника может происходить как во время лабораторных, так и во время камеральных работ. Основными источниками шума во время лабораторных работ являются работающая вытяжка и электрическая кофемолка. Также источниками шума могут являться

охладительные установки персональных компьютеров, шум проезжающих автомобилей на близлежащей дороге из окна во время проветривания.

Определение уровня шума в рабочем помещении регламентируется ГОСТ 12.1.003-2014 [16], а нормирование шума осуществляется согласно СанПиН 1.2.3685-21 [61]. Данные санитарные нормы устанавливают норму уровня шума на рабочем месте не более 80 дБА.

При несоответствии нормам, шум может вызывать непоправимые последствия для слухового аппарата, что может привести к ухудшению слуха. Также может появиться головная боль, повышенная раздражительность.

ПДУ звукового давления для рабочего места представлены в таблице 7. Таблица 7 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Научная деятельность	86	71	61	54	49	45	42	40	38	80

Борьба с шумом осуществляется при помощи технических и организационных мероприятий. Они проводятся в соответствии с комплексными планами охраны труда и развития предприятия. Среди мероприятий по борьбе с шумом можно отметить такие, как:

- выявление источников шума;
- проверка эффективности звукоизоляции помещений;
- разработка системы мер снижения уровней шума до регламентированных действующими нормативами;
- организация постоянного контроля за уровнем шума на рабочих местах и в рабочих помещениях, замена или модернизация оборудования и

технологий для исключения шумоопасных источников или снижения интенсивности шума от них.

Уровень шума в аудитории 530 20 корпуса соответствуют допустимым нормам СОУТ ТПУ [62].

*б. Производственные факторы, связанные с электрическим током.*

По опасности поражения электрическим током аудитории 530 20 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой до 30°, с влажностью до 70%) [47]

Для предупреждения повреждения от электрического тока, связанных с нарушением изоляции и прикосновениями к металлическим токопроводящим частям, которые оказались под напряжением, применяют следующие способы защиты:

- изоляцию токоведущих частей;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной защиты (изолирующие покрытия и колпаки, диэлектрические ковры);
- защитное заземление. Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 [14] устанавливаются общие требования электробезопасности и нормированный перечень видов электрозащиты.

Работа с электрическим оборудованием в 530 аудитории 20 корпуса ТПУ является безопасной, все выполнено согласно Правилам устройства электроустановок [60].

Меры по обеспечению электробезопасности: защитное заземление, зануление, устройство защитного отключения (УЗО), изоляция, ограждение токоведущих частей, блокировки, сигнализации, средства индивидуальной защиты (СИЗ).

### **5.3. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов**

На рабочем месте опасными факторами, в первую очередь, являются электрический ток и пожароопасность.

Источником тока при работе за компьютером и/или в компьютерном помещении являются токоведущие проводники, корпуса стоек ПЭВМ и другого оборудования, а также другие части оборудования, находящиеся под напряжением в результате повреждения изоляции. Источником возникновения электротравм является замыкание через тело человека электрической цепи. Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. При работе на ПЭВМ должна быть исключена возможность одновременного прикосновения к оборудованию и к частям помещения или оборудования, имеющим соединение с землей (радиаторы батарей, металлоконструкции).

В случае загорания электропровода ПЭВМ следует немедленно отключить его от сети, сообщить об этом в пожарную часть по телефону 01 и приступить к тушению пожара углекислотным или порошковым огнетушителем. Запрещается применять пенные огнетушители для тушения электропроводок и оборудования под напряжением, так как пена хороший проводник электрического тока.

В случае поражения работника электрическим током необходимо оказать первую помощь пострадавшему, обратиться в медпункт или вызвать врача. Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана визуального дисплейного терминала (ВДТ). Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки, устройства ПЭВМ должны иметь

матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Покрытие должно также обеспечивать снятие электростатического заряда с поверхности экрана, исключать искрение и накопление пыли. Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6м<sup>2</sup>, в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5м<sup>2</sup>.

При использовании ПЭВМ с ВДТ на базе ЭЛТ (без вспомогательных устройств – принтер, сканер и др.), отвечающих требованиям международных стандартов безопасности компьютеров, с продолжительностью работы менее 4-х часов в день допускается минимальная площадь 4,5м<sup>2</sup> на одно рабочее место пользователя (взрослого и учащегося высшего профессионального образования). Для повышения влажности воздуха в помещениях с персональным компьютером следует применять увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной водой. Помещения с персональными компьютерами должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными или порошковыми огнетушителями.

Во время работы нельзя класть на монитор бумаги, книги и другие предметы, которые могут закрыть его вентиляционные отверстия.

Запрещается оставлять без присмотра включенное оборудование; вскрывать устройства ПК.

Во время работы запрещается:

- касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры;
- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключение разъемов интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними предметами;

- допускать захламленность рабочего места бумагой, в цепях не должна накапливаться пыль;
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- производить частые переключения питания;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования.

#### **5.4. Экологическая безопасность**

В ходе работы было отобрано и проанализировано 29 проб уличной пыли методом атомно-адсорбционной спектрометрии. Пробоотбор уличной пыли осуществлялся на доступных участках для отбора проб, где возможно максимальное накопление пылевых выбросов. Анализ проводился на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «Пиро-915+». Прибор не предусматривает пробоподготовки с использованием реагентов. В процессе лабораторных и камеральных работ образовывались отходы V класса опасности (практически неопасные) – бумага, мусор от уборки помещений. Утилизация данных отходов производится путем передачи их региональному оператору. Также могут образовываться отходы оргтехники. Данные отходы образуются после списания указанных устройств и должны передаваться на утилизацию в организации, имеющие лицензии на деятельность по сбору и утилизации указанных отходов.

#### **5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью



людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [54].

При проведении исследований в лаборатории наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в аудиториях 20 корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Основные причины возникновения пожара:

- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых приборов и электроустановок;

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;

- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;

- возгорание устройств искусственного освещения. В связи с этим, участки, на которых используется компьютерная техника, по пожарной опасности относятся к категории пожароопасных «В».

Пожарно-технический минимум (ПТМ) — обязательный минимум знаний пожарной безопасности у работников организации на любом предприятии (действия при пожаре, использование огнетушителя, свойства горючих материалов и прочее).

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- проведение инструктажей по пожарной безопасности со всеми сотрудниками и работниками, где изучаются правила ПБ с обязательной регистрацией в журнале;

- разделение обязанности между работниками в плане их причастия к пожарной безопасности и назначение ответственных лиц по пожарной безопасности;

– оформление всех без исключения помещений здания знаками и табличками, помогающими при эвакуации и тушении пожаров;

– комплектование помещений средствами тушения очагов возгорания, а также системами, отвечающими за сигнализацию.

При пожаре люди должны покинуть помещение в течение минимального времени согласно плану эвакуации.

Согласно ФЗ-123 [68], НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» [68] для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении используется система звукового оповещения о немедленной эвакуации из здания.

Класс возможного пожара «А» пожары твердых горючих веществ и материалов и «Е» пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением [60].

Аудитория 530 20 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-8 в количестве 2 шт., (предназначен для тушения возгорания веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, возгорания электроустановок, находящихся под напряжением не более 10 000 В, жидких и газообразных веществ (класс В, С)). Согласно НПБ 105-03 [68] помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а (таблица 8).

Таблица 8 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В корпусе 20 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики пожаротушения, и звуковая система оповещает всех сотрудников о

немедленной эвакуации из здания, сотрудники направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС.

В данном разделе были проанализированы опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении исследования ртути в уличной пыли, а также предложены мероприятия по защите от данных факторов в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документацией. Все потенциально возможные опасные и вредные факторы не превышают предельно допустимые уровни, установленные в нормативной документации. Согласно ПУЭ по опасности поражения электрическим током аудитория 530 20 корпуса ТПУ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 20-25°, с влажностью 40-55%). Согласно НПБ 105-03 помещение, в котором проводились исследования относится к категории «В» – пожароопасное. Категории помещений по пожарной опасности П-2а согласно ПУЭ. Класс возможного пожара «А» и «Е» согласно ФЗ №123 от 22.07.2008.

## 6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы является определение стоимости проекта, необходимой для выполнения исследования. Для реализации цели определены потребители результатов исследования, распределены задачи между участниками проекта и подсчитаны их сроки, определен объем и рассчитаны денежные затраты на все виды работ (полевые, лабораторные, камеральные).

### 6.1. Цели и актуальность проекта

Цель: выявить содержание ртути в уличной пыли г. Междуреченска (Южный Кузбасс).

Актуальность: Изучение состава и свойств частиц уличной пыли является актуальной задачей геохимического и геоэкологического мониторинга при оценке уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду и оценке потенциальной опасности загрязнения для здоровья человека.

Информация о заинтересованных сторонах проекта, которые активно участвуют в проекте, или интересы которых могут быть затронуты в результате завершения проекта, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Учёные, преподаватели кафедр геохимии и геоэкологии	Выявление закономерности между геоэкологической обстановкой региона, химическим составом объектов окружающей среды
Интернет-журналы, СМИ, конференции	Распространение результатов исследования

В таблице 10 представлены цели и ожидаемые результаты проекта.

Таблица 10 – Цель и результаты проекта

Цель проекта:	Изучение содержания ртути в уличной пыли г. Междуреченска.
Ожидаемые результаты проекта:	База данных с распределением ртути в уличной пыли
Критерии приемки результата проекта*:	Представлена взаимосвязь (отсутствие взаимосвязи) между геоэкологической обстановкой территории и содержанием ртути в уличной пыли. Обоснование превышенного содержания ртути в уличной пыл.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Информативность
	Четкость данных
	Отлаженные оборудования

### 6.2. Организационная структура проекта

Следующим этапом является определение следующих вопросов: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемы каждым из участников. Данная информация представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Рабочая группа проекта

№	Роль в проекте	Функции
1	Руководитель проекта: доцент, к.х.н., Осипова Н.А.	Общее руководство, планирование, координация и организация НИР; контроль выполнения показателей; участие в подготовке публикаций.
2	Исполнитель проекта: студент группы 2Г91 Чурина С.С.	Отбор проб уличной пыли, проведение анализа, обработка полученных результатов, написание диплома.

### 6.3. Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура проекта – наглядный план, помогает четко организовать работу и распределить обязанности на всех участников проекта, согласно их роли.

Структура данной научно-исследовательской работы представлена на рисунке 22. В ней отражены 5 стадий проекта с несколькими подпунктами у каждой.



Рисунок 22 – Иерархическая структура проекта

#### 6.4. Техническое задание

Уличная пыль — это совокупность твердых частиц сложного химического состава. Из-за большой удельной поверхности частицы пыли с городских улиц могут связывать тяжелые металлы, в особенности ртуть. Ртуть – стойкий токсичный загрязнитель с высокой степенью биоаккумуляции.

*Место проведения работ:* г. Междуреченск (Кемеровская область);

*Время проведения работ:* июль 2020 г;

*Объект исследований:* уличная пыль г. Междуреченска (Кемеровская область);

*Метод и вид исследований:* геохимические исследования;

*Объем работ:* 29 проб уличной пыли на территории г. Междуреченска;

*Вид намечаемых работ:*

- Отбор проб;

- Лабораторные работы по первичной обработке проб (просушивание, просеивание через сито с ячейками диаметром 1 мм);
- Анализ проб уличной пыли методом атомной спектроскопии на ртутном анализатор «РА-915М» с приставкой «Пиро915+» для определения валового содержания ртути в пробах в 530 аудитории 20 корпуса ТПУ;
- Обработка результатов (создание графиков и диаграмм), изучение литературы и обсуждение полученных данных.

Карта-схема отбора проб представлена на рисунке 23.



Рисунок 23 – Карта-схема отбора проб уличной пыли на территории г. Междуреченска

### 6.5. Календарный план-график

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Календарный план проекта представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Составление технического задания					
1	Утверждение проекта	5	01.06.2020	07.06.2020	Исполнитель, руководитель
2	Утверждение научного руководителя	5	8.06.2020	14.06.2020	Исполнитель, руководитель
3	Утверждение темы проекта	5	15.06.2020	21.06.2020	Исполнитель, руководитель
Изучение литературы					
4	Обзор литературы	30	22.06.2020	31.07.2020	Исполнитель
Полевые работы					
5	Пробоотбор	2	21.07.2020	23.07.2020	Исполнитель
Лабораторные работы					
6	Пробоподготовка	30	02.09.2020	13.10.2020	Исполнитель
7	Проведение анализа	30	14.10.2020	24.11.2020	Исполнитель
Камеральные работы					
8	Оформление пояснительной записки	94	20.09.2022	30.01.2023	Исполнитель, руководитель
9	Защита ВКР	1	13.06.2023		Исполнитель
Итого:		<b>202</b>	1.06.2020	13.06.2023	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 13).



Таблица 13 – Диаграмма Ганта

Наименование этапа	Т, дней	2020					2022				2023	
		июнь	июль	сентябрь	октябрь	ноябрь	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	июнь
Составление технического задания	15											
Изучение литературы	30											
Полевые работы	30											
Лабораторные работы	60											
Камеральные работы	95											

Руководитель, Исполнитель
  Исполнитель

### 6.6. Составление технического плана

В таблице 14 представлены виды и объем проектируемых работ, а также условия работ и все виды оборудования.

Таблица 14 – Виды и объем проектируемых работ

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Изучение пробоотбора	Ед.	1	Нормальные	Интернет
2	Выбор места отбора проб в г. Междуреченск	проба	30	Нормальные	Интернет, карта г. Междуреченска
3	Отбор проб	проба	30	Нормальные	Пакеты полиэтиленовые, совок, щетка с жестким ворсом
4	Доставка проб до лаборатории	проба	3	Нормальные	Транспорт
5	Пробоподготовка	проба	30	Нормальные	Сито с диаметром ячеек 1 мм
9	Проведение лабораторного анализа	проба	30	Нормальные	Ртутный анализатор «РА-915» с приставкой «ПИРО-915+»
7	Анализ полученных данных	проба	30	Нормальные	ЭВМ
8	Составление базы данных	Ед.	1	Нормальные	ЭВМ

## 6.7. Расчет времени труда

Основная статья затрат приходится на труд. Затраты времени рассчитываются в рабочих сменах (8 часов), затраты труда рассчитываются с использованием дневной тарифной ставки (оплата за 8 часов работы).

Для расчета затрат времени и труда были использованы нормы, изложенные в ССН-92 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [63]. Они представляют собой два параметра: норма времени и коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле (1):

$$N = Q * N_{ВР} * K, (1)$$

где: N – затраты времени, (бригада/смена на м.(ф.н.);

Q – объем работ;

$N_{ВР}$  – норма времени из справочника сметных норм (брига/смена);

K – коэффициент за ненормализованные условия.

В таблице 15 приведен расчет затрат и времени труда.

Таблица 15 – Расчёт затрат и времени труда

№	Виды работ	Объем		Норма времени по ССН, человеко-дни	Коэффициенты (K)	Таблица по ССН	Итого времени на объем (N), человеко-дни
		Ед. изм	Кол-во (Q)				
1	Эколого-геохимические работы	Проба	29	0,0488	1	Вып.2, табл. 27, стр. 3, ст. 4	1,42
2	Пробоподготовка	Проба	29	0,17	1	Вып.7, норма 2541	4,93
3	Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом	проба	29	0,26	1	Вып.7, норма 724	7,54
4	Камеральные работы (без использования ЭВМ)	Проба	29	0,0136	1	табл. 59 ССН, вып. 2 3 стр., 3 ст.	0,39
5	Камеральные работы (с использованием ЭВМ)	Проба	29	0,0337	1	табл. 61 ССН, вып. 2 3 стр., 3 ст.	0,98
<b>ИТОГО</b>							<b>15,26</b>

## 6.8. Расчет заработной платы исполнителей работ

Заработная плата состоит из основной и дополнительной с учетом районного коэффициента.

$$ЗП=(ЗП_{осн}+ЗП_{доп})*K_p$$

Основная заработная плата рассчитывается как произведение отработанного времени (в сменах) на значение дневной (сменной) тарифной ставки.

$$ЗП_{осн}=T*D_{ст}$$

Дополнительная зарплата учитывает оплату отпускных и составляет 7,9% от  $ЗП_{осн}$ .

$$ЗП_{доп}=0,079*ЗП_{осн}$$

Рабочее время составило 15,26 смен. Для расчета заработной платы (таблица 17) каждого работника необходимо произвести расчет затрат времени на каждого из участников рабочей группы (таблица 16).

Таблица 16 – Расчет затрат труда

№	Вид работ	Т	Руководитель	Исполнитель
			Н, чел.-смена	Н, чел.-смена
1	Эколого-геохимические работы	1,42	2,0	2,0
2	Пробоподготовка	4,93	4,93	4,93
3	Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом	7,54	-	7,54
4	Камеральные работы (без использования ЭВМ)	0,39	-	0,39
5	Камеральные работы (с использованием ЭВМ)	0,98	-	0,98
Итого:			6,93	15,26

Необходимо также учесть страховые взносы 30%, совершаемые работодателем в следующие фонды:

- пенсионный фонд- 22%
- фонд медицинского страхования-5,1%
- фонд социального страхования -2,9%.

Таблица 17 – Расчет заработной платы

Наименование расходов	Кол-во	Единицы измерения	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов, руб.
<b>Основная заработная плата</b>					
Руководитель	1	Чел.-смен	6,93	3443,5	23863,46
Исполнитель	1	Чел.-смен	15,26	873	13321,98
<b>ИТОГО</b>	<b>2</b>				<b>37185,44</b>
<b>Дополнительная зарплата</b>	7,9% от осн.				2937,65
<b>ИТОГО</b>					<b>40123,09</b>
Районный коэффициент (для Томска)	1,3				12036,93
<b>ИТОГО</b>					<b>52160,02</b>
Страховые взносы	30%				15648
Резерв	3%				1564,8
<b>ИТОГО</b>					<b>69372,8</b>

### 6.9. Расчет затрат на материалы

Расчёт затрат материалов (для полевого, лабораторного и камерального периодов) для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества представлены в таблице 18. Транспортные расходы представлены в таблице 19. У данного проекта отсутствуют расходы на подрядные работы.

Таблица 18 – Расходы на транспорт и материалы, необходимые для реализации проекта

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Пакет полиэтиленовый фасовочный с ZIP застежкой (пачка 100 шт.)	средние	1	80	80
Щетка с жестким ворсом	-	1	180	180

Продолжение таблицы 18

Совок	-	1	200	200
Сито с размером ячейки 1 мм	-	1	550	550
Бумага (упаковка)	Для печати, А4 формат	1	750	750
Канцелярские товары	Ручка черная	5	35	175
Всего за материалы				1935

Таблица 19 – Транспортные расходы

№	Транспортное средство	Количество поездок	Стоимость за одну поездку, руб.
1	Автобус (Томск-Междуреченск)	1	1597
2	Аренда автомобиля	1	1500
3	Поезд (Междуреченск-Томск)	1	1597
<b>Итого:</b>			<b>4 694</b>

### 6.10. Расчет амортизационных отчислений

Амортизация – постепенный перенос стоимости основных средств производства на себестоимость продукции (по мере их материального износа или морального устаревания)

Сумма отчислений входит в себестоимости продукции, то есть автоматически переходит в цену. Объем амортизационных отчислений (таблица 20) определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов.

Таблица 20 – Расчёт амортизационных отчислений

№ п/п	Наименование оборудования	Балансовая стоимость, тыс. руб.	Годовая норма амортизации, руб.	Амортизация, руб
1	Ртутный анализатор «РА-915» с приставкой «ПИРО-915+»	1 260 тыс. руб.	126000 руб.	28700 руб.
<b>ИТОГО</b>				<b>28700 руб.</b>

Также необходимо рассчитать основные затраты на все виды работ (таблица 21).

Таблица 21 – Основные затраты на все виды работ

Состав затрат	Сумма затрат, руб	Номер таблицы
Материальные затраты	1 935	10
Затраты на оплату труда (состраховыми взносами)	69 372,8	9
Амортизация	28 700	12
Транспортные затраты	4 694	11
<b>Итого:</b>	<b>104 701,8</b>	

### **6.11. Общий расчёт сметной стоимости проектируемы работ**

Основные расходы рассчитываются как сумма стоимости проектносметных работ, расходов материалов на проведение лабораторных и камеральных работ, а также сопутствующих расходов. Итоговая сметная стоимость работ определяется как сумма основных и накладных расходов, плановых накоплений, подрядных работ, резервных накоплений, а также стоимости НДС.

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат основные расходы. Они связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на эколого-геохимические работы и сопутствующие работы и затраты.

На эту базу начисляются проценты, за счет которых осуществляется содержание всех функциональных отделов организационной структуры управления предприятием.

На организацию и ликвидацию полевых работ – 2,3% от суммы основных расходов.

На организацию камеральных работ – 30% от суммы основных расходов.

На организацию транспортных работ – 5% от суммы основных расходов.

Накладные расходы составляют 15% от основных расходов.

Плановые накопления – затраты, которые предприятие использует для создания нормативной прибыли (она используется для выплаты налогов и платежей от прибыли, а также для создания фонда развития производства и фонда социального развития).

Существует норматив плановых накоплений 14- 30% от суммы основных и накладных расходов. Выбор норматива осуществляется по согласованию с заказчиком.

В данном проекте взят норматив 20%. Компенсируемые затраты не зависят от предприятия, они предусмотрены законодательством и возмещаются заказчиком по факту их исполнения.

Резерв используется на непредвиденные работы и затраты и предназначен для возмещения расходов, необходимость в которых выявилась в процессе производства геоэкологических работ и не могла быть учтена при составлении проектно-сметной документации. Резерв составляет 3% от основных затрат.

Общий расчет сметной стоимости представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Общий расчёт сметной стоимости геоэкологических работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество		
I	<b>Основные расходы на геоэкологические работы</b>				
	<b>Группа А</b>				
	Собственно геоэкологические работы				
	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	104 701,8	104 701,8
1	Полевые работы (ПР)				140 701,8
2	Организация полевых работ	% от ПР	1,5		2 110,5
3	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8		837,6
4	Камеральные работы	% от ПР	30		31 410,5
5	Транспортные расходы				
5.1	Автобусы Томск-Междуреченск, Междуреченск-Томск	Шт.	2	1597	3194
5.2	Аренда автомобиля	Шт.	1	1500	1500
	Итого основных расходов (ОР)		143 754,4		

Продолжение таблицы 22

<b>Группа Б</b>					
<b>Сопутствующие работы и затраты</b>					
II	Накладные расходы	% от ОР	15	143 754,4	21 563,2
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)			165 317,6	
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20	165 317,6	33 063,5
<b>IV</b>	<b>Компенсированные затраты</b>				
1	Производственные командировки	% от ОР	0,5		718,8
2	Полевое довольствие	% от ОР	3		4 312,6
3	Доплаты и компенсации	% от ОР	8		11 500,4
4	Охрана природы	% от ОР	5		7 187,7
	Итого компенсируемых затрат:				23 719,5
<b>V</b>	<b>Подрядные работы</b>				
1	Лабораторные работы	руб	0	0	0
<b>VI</b>	<b>Резерв</b>	% от ОР	3		4 312,6
	<b>Итого сметная стоимость</b>			<b>250 132,7</b>	
	НДС	%	20		50 026,5
	<b>Итого с учётом НДС</b>			<b>300 159,2</b>	

Таким образом, стоимость реализации проекта составило **250 132,7** рублей, с учетом НДС (20%) **300 159,2** рубля. Было проведено обоснование проведенных работ, которые включали в себя расчет затрат труда и времени, а также смета по всем проведенным работам, а их сумма дала представление об общей стоимости исследования.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе научно-исследовательской деятельности были изучены особенности распределения ртути в пыли на улицах города Междуреченска, определены места с максимальным содержанием и предложены вероятные факторы, влияющие на распределение ртути.

Методом ААС было проведено измерение содержания ртути в 29 пробах уличной пыли, собранных на территории города Междуреченск в 2020 году. Максимальное содержание ртути составило 104,2 нг/г, а минимальное – 4,6 нг/г. Было выявлено, что среднее содержание ртути в Западном районе города составляет 26,3 нг/г, при этом минимальное значение равно 7,7 нг/г, а максимальное – 64,7 нг/г. В Восточном районе среднее содержание ртути составило 41,8 нг/г, минимальное значение – 4,6 нг/г, а максимальное – 104,2 нг/г. Кроме того, было произведено измерение содержания ртути в 10 пробах пыли, взятых в 2021 году.

Возможно, повышенное содержание ртути в уличной пыли может быть вызвано различными факторами, такими как воздействие автотранспорта, выбросы продуктов сгорания угля, перенос через воздушные потоки из горнодобывающих предприятий, а также перемещение через массивы вскрышных и вмещающих пород.

Кроме того, было проведено сравнение содержания ртути в пробах почвы и пыли, и выявлено, что содержание ртути в почвах отражает длительное загрязнение, в то время как содержание ртути в пыли является сезонным загрязнением.

В ходе работы было использовано метод постадийных или автономных вытяжек, который позволил разделить ртуть на 4 фракции: водорастворимую, кислоторастворимую, органокомплексную и прочносвязанную. Анализ проб показал, что во всех из них преобладают органическая и прочносвязанная формы ртути.

Исследование распределения ртути по размеру частиц в уличной пыли демонстрирует, что концентрация ртути возрастает с уменьшением диаметра пылевых зерен. Большая часть ртути находится в мелкой фракции диаметром от 20 до 50 мкм. Мелкодисперсное пылеобразование представляет особую опасность, так как долгое время остается в взвешенном состоянии и содержит высокую концентрацию ртути. Гранулометрический анализ в сочетании с методом селективной химической экстракции позволил выявить наличие ртути с разной степенью связывания и миграционной способности, что помогло оценить риск загрязнения и выявить источники выбросов ртути.

Для изучения содержания ртути в уличной пыли Междуреченска необходимо 300 159,2 рублей с учетом налога на добавленную стоимость (НДС) для проведения научных исследований. Таким образом, это стоимость реализации работ по данному проекту.

При выполнении исследований, включая отбор проб, лабораторные работы и анализ полученных данных, были соблюдены все требования по производственной и экологической безопасности, а также приняты все необходимые меры для предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций на каждом этапе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Книги:

1. Белопухов С.Л. Химия окружающей среды: учебное пособие / Н.К. Сюняев, М.В. Тютюнькова – Москва: Проспект, 2016. – 240 с.
2. Геохимия окружающей среды /Под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина [и др.] – М.: Недра, 1990. – 336 с.
3. Грановский Э. И. Загрязнение ртутью окружающей среды и методы демеркулизации / Э. И. Грановский, С.К. Хасенова, А.М. Дарищева – Алматы, 2001. – 100 с.
4. Добровольский В.В. Геохимия почв и ландшафтов / В.В. Добровольский – Избранные труды, Т.II. М.: Научный мир, 2009. – 752 с.
5. Ершов Ю.И. Органическое вещество биосферы и почвы / Ю.И. Ершов – Новосибирск: Наука, 2004. – 104 с.
6. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Э.К.Буренкова. М.: Экология, 1997. Кн. 5: Редкие d-элементы. – 576 с.
7. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. – 440 с.
8. Лапердина Т. Г. Определение ртути в природных водах / Т. Г. Лапердина – Новосибирск: Наука, 2000. – 222 с.
9. Опасные природные процессы. Вводный курс: Учебник / И.И. Мазур, О.П. Иванов; Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Академия гражданской защиты МЧС России, кафедра устойчивости экономики и жизнеобеспечения. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. – 702 с.
10. Толмачев А.И. Введение в географию растений / Л.: ЛГУ – 1974. – 244 с.

11. Хлонов Ю. П. Деревья и кустарники юго-восточной части Западной Сибири: (Кузнецкое нагорье, Салаир, Кузнейкая котловина) /Ю. П. Хлонов; отв. ред. К. А. Соболевская // Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1979 – 125 с.

12. Язиков Е.Г. Эколого-геохимическая оценка территории района города по данным снеговой съемки. / сост. Е.Г. Язиков, Н.В. Барановская, Т.Н. Игнатова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 32 с.

#### **Диссертации и авторефераты диссертаций:**

13. Сафранкова, Е. А. Комплексная лишеноиндикация общего состояния атмосферы урбозкосистем : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. А. Сафранкова. – Брянск, 2014. – 24 с.

#### **Статьи:**

14. Александрова Е. А. кологические проблемы г. Междуреченска / Е. А. Александрова, Н. Г. Евтушик, В. И.Силенков, Л. П. Сафонов // Новокузнецк: Изд-во НГПИ. – 1997. – 117 с.

15. Алексеенко, В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов: монография / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. – Ростов н/Д: Из-во ЮФУ. – 2013. – 380 с.

16. Антонович В.П. Определение различных форм ртути в объектах окружающей среды / В.П Антонович., И.В. Безлуцкая // Журнал аналит. химии. — 1996. – Т51. – №1. – С.116-120.

17. Арбузов С.И. Геохимия ртути в углях Сибири / С.И. Арбузов, Н.А. Осипова, Е.В. Белая // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: Второй международный симпозиум: – 2015. – С. 27 – 31.

18. Безносиков В.А. Пространственное и профильное распределение ртути в почвах естественных ландшафтов / В.А. Безносиков, Е.Д. Лодыгин, А.Н. Низовцев // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2013. – Сер.3. – Вып.1.Почвоведение. – С. 94-101.

19. Глинякова И.Ю. Скрытые источники природного загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью как проблема экологической безопасности в населенных пунктах: методологический аспект / Глинякова И.Ю., Фомичев В.Т. // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2020. – С. 30 – 59.
20. Гончарова Н.Н. Атомно-адсорбционное определение ртути и других тяжёлых металлов в почвах и биологических материалах после ультразвукового разложения / Н.Н. Гончарова [и др.] // Аналитика и контроль. – 1999. – №3. С. 43- 48.
21. Гордеева О. Н. Формы нахождения ртути в почвах природно-техногенных ландшафтов Приангарья / О. Н. Гордеева, Г. А. Белоголова, О. С. Рязанцева //Современные проблемы геохимии: материалы конф. молодых ученых. – 2011. – С. 12 – 17.
22. Григорьев Н. А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры / Григорьев Н. А. // – Екатеринбург: УрО РАН. – 2009. – С.383.
23. Демиденко Г. А. Экологический мониторинг за влиянием разработки угольного разреза ООО «Восточно-Бейский» на подземные воды в республике Хакасия / Г. А. Демиденко, С. А. Валов // Вестник КргГАУ. 2011. – № 10. – С. 139-145.
24. Журавлева Н.В. Методы оценки влияния процессов добычи и переработки углей Кузнецкого угольного бассейна на экологическое состояние природной среды / Н.В. Журавлева // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2016. – № 4. – С. 102 –112.
25. Кайгородов Р.В. Загрязняющие вещества в пыли проезжих частей дороги в древесной растительности придорожных полос городской зоны / Р.В. Кайгородов, М.И. Тиунова, А.В. Дружинина // Вестник Пермского университета. – 2009. – № 10 (36). – С. 141 – 146.

26. Касимов Н.С. Геохимия дорожной пали (восточный округ Москвы) / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестник Московского Университета. Серия 5: География. – 2015. – №1. – С. 23-33.

27. Касимов Н.С. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии / Н.С. Касимов, Д.В. Власов // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2015. – № 2. – С. 7–17.

28. Кашулина Г.М. Почвы Лапландского биосферного заповедника / Г.М. Кашулина, В.Ш. Баркан, Г.Н. Копчик // Труды Лапландского государственного природного биосферного заповедника. Апатиты: Кольский научный центр Российской академии наук. – 2019. – С. 6-29.

29. Корчагина Т.В. Анализ экологического мониторинга в районах ликвидации угольных шахт России / Т.В. Корчагина, Н.П. Иватанова, И.А. Басова, Ю.А. Воронкова // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2017. – №4. – С. 39-47.

30. Краснопеева И.Ю. Распространение ртути и ее соединений в окружающей среде и влияние на организм человека / И.Ю. Краснопеева // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2005. – С. 7-11.

31. Ле Б.З. Воздействие угледобывающих предприятий Вьетнама на гидросферу / Б.З. Ле // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2015. – № 1. – С. 14-21.

32. Ляпина Е.Е. Некоторые особенности содержания ртути в поверхностной составляющей почвы / Е.Е. Ляпина // Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране 82 природы, сельском хозяйстве и медицине. г.Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого. – 2021. – С. 150-154.

33. Ляпина Е.Е. распределение форм нахождения ртути в профиле типичных почв южной Сибири / Е.Е. Ляпина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – №2. – С. 130-136.

34. Маликова И.Н. Подвижные формы ртути в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов / И.Н. Маликова, Г.Н. Аношин, Ж.О. Бадмаева // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52 – № 3 – С. 409-425.
35. Маликова Н.И. О подвижных формах свинца, кадмия и ртути в компонентах окружающей среды / Н. И. Маликова [и др.] // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы биофили в окружающей среде. Семипалатинск: Госуниверситет. – 2002. – Т. 2. – С. 47–53
36. Малинина М.С. Водорастворимые соединения ртути в лесных почвах северной и южной тайги / М.С. Малинина, Н.С. Гладкова // Почвоведение. – 2004. – №2. – С. 189-196
37. Машьянов Н. Р. Возможности атомно-абсорбционного спектрометра РА-915+ с зеемановской коррекцией для определения ртути в различных средах / Н. Р. Машьянов [и др.] // Аналитика и контроль. – 2001. – Т.5 – №4. – С. 375–378.
38. Мешкинова С.С. Ртуть в черноземных и каштановых почвах долины средней Катуни / С.С. Мешкинова, А.В. Пузанов, Н.А. Мешков // Мир науки. Культуры. Образования. 2007. – №3(6). – С. – 19-22.
39. Минко В.В. Организация взаимодействия с различными категориями предприятий, выбросы и сбросы которых содержат ртуть, в рамках создания кадастра источников ртути / В.В. Минко, А.С. Макарова // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – №4. – С. 53-56.
40. Осипова Н.А. Содержание токсичных элементов в уличной пыли и оценка риска для здоровья человека (Междуреченск, Южный Кузбасс) / Н.А. Осипова, К.Ю. Осипов, А.В. Таловская, Е.Г. Язиков, Е.А. Филимоненко, С.А. Новиков // Известия Томского Политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – №3. – С. 229-244.
41. Осипова Н.А. Химические элементы в почвах г. Междуреченска / Chemical elements in soils of Mezhdurechensk / Н. А. Осипова, Е. В. Перегудина, Е. Г. Язиков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 8.

42. Чурина С.С. Распределение ртути в уличной пыли г. Междуреченска (Южный Кузбасс) / С.С. Чурина // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию горногеологического образования в Сибири, 125-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 5-9 апреля 2021 г. Т. 1. – Томск, 2021. – 2021. – Т. 2. – С. 406-408.

43. Язиков Е.Г. Комплексные эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды на территории г. Междуреченска. / Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов // Томск. – 1992. – С. 224.

**Нормативно-методические документы:**

44. "СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы" (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21).

45. ГН 2.2.5.686-98 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Разделы 1-2).

46. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

47. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

48. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

49. ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

50. ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

51. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.



52. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Общие требования к отбору почв. Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21.12.1983. №6393. М.: ФГУП Стандартиформ, 2008.3 с. 85

53. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19.12.1984. №4731. М.: ФГУП Стандартиформ, 2008.7 с.

54. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

55. ГОСТ Р 58698-2019 Национальный стандарт Российской Федерации «Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования»

56. Нормы пожарной безопасности 105-03, Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: дата введения 2003-08-01.

57. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях. – Введ. 2003-04-09. - М.: Стандартиформ, 2003. – 6с.

58. ПНД Ф 14.1:2:4.243-07. Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах атомно-адсорбционным методом с зеемановской коррекцией неселективного поглощения на анализаторе ртути 86 «РА915» с приставкой РП-91 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293837/4293837385.pdf>.

59. Положение об оплате труда в Томском политехническом университете от 5 августа 2008 г. № 583.

60. Правила устройства электроустановок: дата введения 2003-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030220>

61. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

62. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. – М.: 2003. – 28 с.

63. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2. Геолого-экологические работы. (ВНИИ экономики минерального сырья и геолого-разведочных работ (ВИЭМС). - М.: ВИЭМС, 1992. - с.170.

64. Сборник укрупненных сметных норм на геологоразведочные работы, выпуск 7 - "Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород). - М.: ВИЭМС, 1992. - с.320.

65. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение  
Интернет-ресурсы:

**Законодательные материалы:**

66. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 01.07.2020 N 11-ФКЗ) // Собрание законодательства РФ, 01.07.2020, N 31, ст. 4398.

67. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс: Федеральный закон N 197-ФЗ: [Государственной думой 21 декабря 2001 года]. – Москва, 2021. – 78с.

68. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" (с изменениями и дополнениями).

**Иностранные источники:**

69. Abdel-Latif, N.M. Heavy Metals Contamination in Roadside Dust along Major Roads and Correlation with Urbanization Activities in Cairo, Egypt / N.M. Abdel-Latif, I.A. Saleh // Am. J. Sci. – 2012. – 8. – pp. 379-389.

70. Bloom N.S. Selective extractions to biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediment and soils / N.S. Bloom, E. Preus, J. Katon, M. Hiltner// Anal. Chim. Acta. – 479 (2): – 2003. – pp. 233-248.

71. Charlesworth, S. comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and a small urban area: Birmingham and Coventry, West Midlands / S. Charlesworth, M. Everett, R. McCarthy, A. Ordóñez, E.A. de Miguel // UK. Environ. Int. – 2003. – 29. – pp. 563–573.

72. Christoforidis, A. Heavy metal contamination in street dust and roadside soil along the major national road in Kavala's region, Greece / A. Christoforidis, N. Stamatis // Geoderma. – 2009. – 51. – pp. 257-263.

73. Costa G. Cadmium uptake by *Lupinus albus* (L.): cadmium excretion, a possible mechanism of cadmium tolerance / G. Costa, J.L. Morel // J. Plant Nutr. – 1993. – V. 16. – pp. 1921–1929.

74. Duan, Z.B. Assessment of Heavy Metals Contamination in Road Dust From Different Functional Areas in Guiyang, Southwest, China / Z.B. Duan, J. Wang, Y.X. Zhang, B. Xuan // Int. J. Environ. Sci. Educ. – 2017. – 12. – pp. 427-439.

75. Ghose M. Characteristics of hazardous airborne dust around an Indian surface coal mining area / M. Ghose, S. Majee // Environmental Monitoring and Assessment. – 2007. – Vol. 130. – № 1-3. – pp. 17-25.

76. Hota P. Coal mining in Odisha: an analysis of impacts on agricultural production and human health / P. Hota, B. Behera // The Extractive Industries and Society. – 2015. – Vol. 2. – pp. 683-693.

77. Ito S. Emissions of mercury and other trace elements from coal fired power plants in Japan / S. Ito, T. Yokoyama, K. Asakura // Science of the Total Environment. – 2006. – Vol. 368. – № 1. – pp. 397-402.

78. Jeong, H.Y. Identification on Metal Pollution Sources in Road Dust of Industrial Complex Using Magnetic Property Around Shihwa Lake Basin / H.Y. Jeong, J.H. Lee, K.T. Kim, E.S. Kim, K.T. Ra // J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy – 2019. – 22. – pp. 18-33.

79. Ketris M.P. Estimations of Clarkes for carbonaceous biolithes: world averages for trace element contents in black shales and coals / M.P. Ketris, Ya.E. Yudovich // Int. J. Coal.Geol. – 2009. — Vol 78(2). – pp. 135-148.

80. Kui Cai Street Dust Heavy Metal Pollution Source Apportionment and Sustainable Management in A Typical City—Shijiazhuang, China / Kui Cai, Chang Li // *Int. J. Environ. Res. Public Health* – 2019. – Vol. 1. – pp. 951-972.
81. Lau, S.L. Metals and PAHs adsorbed to street particles / S.L. Lau, M.K. Stenstrom // *Water Res.* – 2005. – Vol. 39. – № 17. – pp. – 4083-4092.
82. Li, X.Y. Levels and spatial distribution of heavy metals in urban dust in China / X.Y. Li // *Chin. J. Geochem.* – 2015. – 34. – pp. 498-506.
83. Limanskiy A. Using of lowgrade heat mine water as a renewable source of energy in coalmining regions / A. Limanskiy, M. Vasilyeva // *Ecological Engineering.* – 2016. – Vol. 91. – pp. 41-43.
84. Ljung K. Extracting dust from soil: a simple solution to a tricky task / K. Ljung, A. Torin, M. Smirk, F. Maley, A. Cook, P. Weinstein // *Sci. Total Environ.* 407: – 2008. – pp. 589-593.
85. Mafuyai, G.M. Heavy metals contamination in roadside dust along major traffic roads in jos metropolitan area, Nigeria / G.M. Mafuyai, N.M. Kamoh, N.S. Kangpe, S.M. Ayuba, I.S. Eneji // *Eur. J. Earthenviron.* – 2015. – 2. – pp. 1-14.
86. Nazzal, Y Heavy Metal Contamination of Roadside Dusts: A Case Study for Selected Highways of the Greater Toronto Area, Canada Involving Multivariate Geostatistics / Y. Nazzal, H.Ghrefat, M.A. Rosen // *Res. J. Environ. Sci.* 2014. – 8. – pp. 259-273.
87. Osipova N. A. Mercury in Coals and Soils from Coal-Mining Regions / N. A. Osipova, E. V. Tkacheva, S. I. Arbuzov // *Solid Fuel Chemistry* 83(6): – 2019. – pp. 411-417.
88. Pan Y. Atmospheric wet and dry deposition of trace elements at 10 sites in Northern China / Y. Pan, Y. Wang // *Atmospheric Chemistry and Physics.* – 2015. – Vol. 15. – pp. 951-972.
89. Pan, H A comprehensive analysis of heavy metals in urban road dust of Xi'an, China / H. Pan, X. Lu, K. Lei // *Contamination, source apportionment and spatial distribution. Sci. Total Environ.* – 2017. – 609. – pp. 1361-1369.

90. Sampson Atiemo, M. Contamination Assessment of Heavy Metals in Road Dust from Selected Roads in Accra, Ghana / M. Sampson Atiemo, Francis G. Ofori, H. Kuranchie-Mensah, A. Osei Tutu, N.D.M. Linda Palm, S. Arthur Blankson // *Res. J. Environ. Earth Sci.* – 2011. – 3 – pp. 473-480.
91. Schuster P. F. Atmospheric mercury deposition during the last 270 years: a glacial ice core record of natural and anthropogenic sources / P. F. Schuster [et al.] // *Environ. Sci. and Technol.*, 2002. V. 36, №11. P. 2303-2310. 72. Cadmium accumulation in crops / Grant C.A. [et al] // *Can. J. Plant Sci.* – 1998. – V. 78. – pp. 1-17.
92. Siudek P. Trace element distribution in the snow cover from an urban area in central Poland / P. Siudek, M. Frankowski, J. Siepak // *Environmental monitoring and assessment.* – 2015. – Vol. 187. – no. 5. – pp. 225-240.
93. Suryawanshi, P.V Determining heavy metal contamination of road dust in Delhi, India / P.V. Suryawanshi, B.S. Rajaram, A.D. Bhanarkar, C.V. Chalapati Rao // *Atmósfera.* – 2016. – 29. – pp. 221-234.
94. Wang, G. Magnetic properties and correlation with heavy metals in urban street dust: A case study from the city of Lanzhou, China / G. Wang, F. Oldfield, D.S. Xia, F.H. Chen, X.M. Liu, W.G. Zhang // *Atmos. Environ.* – 2012. – 46. – pp. 289-298.
95. Wei, X. Pollution characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dusts from different functional areas in Beijing, China. / X. Wei, B. Gao, P. Wang, H.D. Zhou, J. Lu // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* – 2015. – 112. – pp. 186-192.
96. Wijaya, A.R Metal contents and Pb isotopes in road-side dust and sediment of Japan / A.R. Wijaya, A.K. Ouchi, K.Tanaka, R. Shinjo, S. Ohde // *J. Geochem. Explor.* – 2012. – 118. – pp. 68-76.
97. Yang, T. Anthropogenic magnetic particles and heavy metals in the road dust: Magnetic identification and its implications / T. Yang, Q.S. Liu, H.X.Li, Q.L. Zeng, L.S.Chan, // *Atmos. Environ.* – 2010. – 44. – pp.1175-1185.

98. Yang, Z.P. Assessment of Heavy Metals Contamination in Near Surface Dust / Z.P. Yang, H.K. Ge, W.X. Lu, Y.Q. Long // Pol. J. Environ. Stud. – 2015. – 24. – pp. 1817-1829.

**Электронные ресурсы:**

99. Генеральный план (корректировка) г. Междуреченска в составе – Новосибирск – 2007. [Электронный ресурс] [сайт] URL: <https://goo.gl/6uGCDW>.

100. Генеральный план (корректировка) г. Междуреченска в составе Междуреченского городского округа Том I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mrech.ru>.

101. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2021 году г. Кемерово, 2022. – 490 с. URL: [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2022/04/doclad\\_2021.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2022/04/doclad_2021.pdf)

102. Карта по материалам цифровой модели «Геологической карты России и прилегающих акваторий – СПб – 2004. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vsegei.ru>

103. Постановление от 11.01.2017 № 17-п «Об утверждении Инвестиционной стратегии муниципального образования «Междуреченский городской округ» до 2020 года / Администрация Междуреченского городского округа. [Электронный ресурс] URL: <http://mrech.ru/upload/file/doc.pdf> .

104. Сенкус В. В., Майер В. Ф. Экологические проблемы горнодобывающих предприятий в Кузбассе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ineca.ru/?dr=bulletin/arhiv/0073&pg=004>.

105. Стратегия социально-экономического развития муниципального образования «Междуреченский городской округ» на период до 2035 года/ Администрация Междуреченского городского округа. [Электронный ресурс] URL: [https://www.mrech.ru/media/texteditor/2020/01/23/euanaliz\\_strat2035.pdf](https://www.mrech.ru/media/texteditor/2020/01/23/euanaliz_strat2035.pdf)