

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

---

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

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Эколого-геохимические особенности почв и донных отложений угледобывающих регионов Кузбасса (на примере г. Междуреченск)</b>

УДК [551.312.4+630\*114]:504:550.4(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Осипова Нина Александровна	кандидат химических наук, доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор отделения геологии	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, профессор		

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»  
 Уровень образования: магистратура  
 Отделение геологии  
 Период выполнения: весенний семестр 2018 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация
--------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

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

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.06.2017	1. Литературный обзор	10
13.03.2018	2. Характеристика территории г. Междуреченска	10
30.03.2018	3. Методика и методы исследований	10
04.05.2018	4. Результаты исследования, комплексная эколого-геохимическая оценка	10
28.05.2018	5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
18.05.2018	6. Социальная ответственность при проведении исследований	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Осипова Нина Александровна	кандидат химических наук, доцент		22.03.2018

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор отделения геологии	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, профессор		22.03.2018

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

---

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

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

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

В форме:

магистерская диссертация

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна

Тема работы:

Эколого-геохимические особенности почв и донных отложений угледобывающих регионов Кузбасса (на примере г. Междуреченск)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.03.2018, №1980/с

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Литературные и фондовые материалы, нормативные документы, материалы производственной практики, пробы почв, отобранные на территории г. Междуреченска, интернет ресурсы.
--	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Литературный обзор по уровням накопления химических элементов в городских почвах и донных отложений;</li> <li>2. Характеристика территории г. Междуреченска;</li> <li>3. Методы исследований;</li> <li>4. Изучение геохимических особенностей почв и донных отложений;</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>6. Социальная ответственность</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>карта-схема опробования, карты пространственного распределения элементов</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Абраменко Никита Сергеевич</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Макашева Юлия Сергеевна</p>
<p>Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке</p>	<p>Матвеевко Ирина Алексеевна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p><b>Total characteristic of the Mezhdurechensk territory</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>22.03.2018</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Осипова Нина Александровна	кандидат химических наук, доцент		22.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна		22.03.2018

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна

<b>Школа</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение геологии
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.06 «Экология и природопользование»

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Исследование почвенного покрова в лабораторных условиях</p>
<p>2. <i>Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.0.003-15, ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.), ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.2.032-78, СанПиН 2.2.4.548–96, СНиП 2.04.05-91, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03, СанПиН 2.2.4.548-96</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p>1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Анализ выявленных вредных факторов при исследовании почвенного покрова в лабораторных условиях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение параметров микроклимата в помещении.</li> <li>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> <li>3. Повышенная запыленность рабочей зоны.</li> </ol>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины,</li> </ul>	<p>Анализ выявленных опасных факторов при исследовании почвенного покрова в лабораторных условиях:</p> <p>Поражение электрическим током;</p>

<i>профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	Опасности для экологической среды нет
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Выбор и описание возможных ЧС:</p> <p>1. Пожар, вследствие неисправности и замыкания электропроводки.</p> <p>2. Взрыв лабораторного оборудования (прибора).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия по улучшению условий труда.</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	22.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Никита Сергеевич			22.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна		22.03.2018

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.06 «Экология и природопользование»

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	1. Техничко-экономическое обоснование проведения работ 2. Линейный график выполнения работ
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1 Линейный календарный график выполнения работ 2 Карта-схема отбора проб почв	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	22.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ассистент	Макашева Юлия Сергеевна			22.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна		22.03.2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 119 с., 19 рис., 30 табл., 110 источников, 1 прил.

Ключевые слова: городские почвы, донные отложения, химические элементы, угольная промышленность, загрязнение.

Объектом исследования являются пробы почво-грунтов, отобранных на территории г. Междуреченска.

Цель работы – выявление эколого-геохимических особенностей почв и донных отложений территории г. Междуреченска и его окрестностей.

В процессе исследования проводились: обзор литературных по теме, отбор проб почво-грунтов в районе исследования, лабораторные исследования, анализ и обработка полученных данных.

В результате исследования изучен геохимический состав почво-грунтов и донных отложений, проведено эколого-геохимическое исследование территории, сделаны выводы по результатам исследований.

Геохимическая специализация донных отложений на территории угольных разрезов и шахт г. Междуреченска в целом формируется преимущественно за счет As, тогда как уровни содержания большинства рассматриваемых химических элементов сопоставимы со значениями их кларковых концентраций.

Кларки концентраций Sb, Zn, U, Cr, Hf, Yb относительно среднего состава верхней части континентальной земной коры в пробах почво-грунтов на территории г. Междуреченска, превышающие единицу, свидетельствуют о накоплении этих элементов в почво-грунтах исследуемой территории.

Содержание ртути в пробах почвы изменяется от 0,012 до 0,173 мг/кг, при средней величине  $0,057 \pm 0,007$  мг/кг, что в 1,7 раз превышает среднее содержание ртути в континентальной земной коре. На территории города выделяются пять ореолов с превышенным содержанием ртути в почве в 3,1 – 5,3 раз относительно кларка. Основываясь на ведущей роли угольной пыли в валовом поступлении ртути в окружающую среду г. Междуреченска, можно

прогнозировать повышение ее фона в городе и окрестностях при росте угледобычи в районе без внедрения современных эффективных методов пылеподавления.

Область применения: полученные результаты могут быть переданы и использованы в компанию ОАО «Южный Кузбасс». Также данные могут быть использованы отделением геологии ТПУ, для дальнейшего продолжения работы по данной тематике, и выявления динамики загрязнения почво-грунтов на территории г. Междуреченска и его окрестностях.

Экономическая эффективность/значимость работы. Экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Значимость работы заключается в исследовании почвы и донных отложений вблизи объектов угольной промышленности, и выявлении загрязнения почвы и донных отложений на данной территории.

Результаты работы докладывались на XXII Международном научном симпозиуме студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2018 г.) [59].

## Список сокращений

- ГОСТ – государственный стандарт;
- ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ;
- ИСП-МС – масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой;
- ИШПР – инженерная школа природных ресурсов;
- Кк – кларк концентрации;
- ПДК – предельно допустимые концентрации;
- ОДК – ориентировочно допустимая концентрация;
- ПК – персональный компьютер;
- РЭМ – растровая электронная микроскопия;
- РСА – рентгено-структурный анализ
- СанПин – санитарные правила и нормы;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- СПЗ – суммарный показатель загрязнения;
- ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
- ФЗ – Федеральный закон.

## Оглавление

Введение .....	13
1 Влияние предприятий угольной промышленности и теплоэнергетики на угле на окружающую среду и здоровье человека .....	16
1.1 Воздействие на атмосферный воздух.....	17
1.2 Воздействие на гидросферу.....	18
1.2.1 Воздействие на донные отложения .....	19
1.3 Воздействие на почвенный покров.....	20
1.3.1 Химические элементы в почвах в окрестностях угледобывающих предприятий .....	21
1.4 Негативное влияние теплоэнергетического комплекса на здоровье населения.....	22
2 Общая характеристика территории г. Междуреченска .....	24
2.1 Климат .....	25
2.2 Характеристика почвенного покрова.....	26
2.3 Характеристика растительности.....	27
2.4 Характеристика животного мира.....	28
2.5 Геологическая характеристика .....	29
2.6 Гидрогеологическая характеристика района.....	31
2.7 Хозяйственная деятельность.....	32
3. Методы полевых и лабораторных исследований.....	34
3.1 Методика отбора и первичной подготовки проб .....	34
3.2 Методы аналитических исследований .....	35
3.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ.....	36
3.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути .....	37
3.2.3 Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой .....	37
3.2.4 Определение минералов под бинокулярным микроскопом .....	38
3.2.5 Определение минерального состава почво-грунтов с помощью растровой электронной микроскопии.....	39
3.2.6 Определение минерального состава с помощью рентгено-структурного анализа .....	40
3.3 Методика обработки данных .....	40

4	Оценка влияния угольной промышленности на состав донных отложений .....	
5	Эколого-геохимическая характеристика почво-грунтов г. Междуреченска .....	
5.1	Геохимические особенности почво-грунтов территории г. Междуреченска ...	
5.2	Особенности распределения ртути в почво-грунтах г. Междуреченска.....	
6	Вещественный состав почво-грунтов территории г. Междуреченска.....	
6.1	Анализ вещественного состава проб почво-грунтов.....	
6.3	Определение содержания элементов в почво-грунтах методом растрового-электронного микроскопа.....	
6.4	Определение минерального состава в почво-грунтах методом рентгено-структурного анализа.....	
7	Оценка суммарного загрязнения и вещественный состав почво-грунтов г. Междуреченска.....	
7.1	Оценка суммарного показателя загрязнения почво-грунтов территории г. Междуреченска.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8.	Социальная ответственность при оценке влияния угледобывающих предприятий на эколого–геохимические особенности территории г. Междуреченска (Кемеровская область).....	42
8.1	Производственная безопасность.....	42
8.2	Экологическая безопасность.....	46
8.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	46
8.4	Правовые и организационные решения обеспечения безопасности .....	47
8.4.1.	Правовые решения обеспечения безопасности.....	47
8.4.2.	Организационные решения обеспечения безопасности.....	49
9	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	50
9.2	Расчет нормативной продолжительности выполнения работ .....	51
9.3	Расчет затрат на материалы.....	57
	Заключение.....	60
	Список использованных источников .....	64
	Приложение А.....	75

## **Введение**

Урбанизированные территории представляют особый тип экологических систем, природные компоненты которых, подвергаясь многообразным и интенсивным антропогенным нагрузкам, испытывают существенные и часто необратимые изменения. Город, во многом утративший экологическую устойчивость и способность к самовосстановлению своих компонентов, сравним с живым организмом с ослабленной иммунной системой [33, 60].

Основным компонентом природной среды, несущим в себе долговременную информацию о техногенном воздействии, является почва, которая одновременно выступает главным физико-химическим барьером на пути миграции техногенных элементов. Продолжительность пребывания техногенных загрязнителей в почве больше, чем в других компонентах биосферы. Загрязнение почв имеет устойчиво-прогрессивный характер. В связи с этим необходима детальная эколого-геохимическая оценка их состояния на территории города [30].

Одним из наиболее характерных и экологически значимых процессов антропогенного преобразования почв городских территорий является изменение их микроэлементного состава, в частности загрязнение их тяжелыми металлами (ТМ). Повышенное содержание ТМ в городских почвах – естественный результат комплексного воздействия разнообразных техногенных факторов. Поступающие в почву ТМ оказывают отрицательное воздействие на многие внутрипочвенные биохимические процессы, а также способны передаваться по геохимическим и пищевым цепям в сопредельные среды (воздух, поверхностные и подземные воды, растения) и в силу этого представлять опасность для здоровья человека [67].

Целью работы является выявление геоэкологической обстановки территории одного из ведущего регионов Кузбасса г. Междуреченска и его окрестностей по данным изучения почво-грунтов и донных отложений.

Задачи работы:

1. Обзор литературы об влиянии угольной промышленности на окружающую среду;

2. Отбор и подготовка проб почво-грунтов на территории г. Междуреченска;

3. Определение степени загрязнения изучаемой территории по данным суммарного показателя загрязнения;

4. Определение уровня накопления химических элементов, в том числе токсичных, редкоземельных, редких и радиоактивных элементов в почво-грунтах и донных отложениях на территории г. Междуреченска и в его окрестностях;

5. Выявление типов минеральных и техногенных образований в почво-грунтах на территории г. Междуреченска и в его окрестностях.

Объектом исследования является территория г. Междуреченска, и прилегающая к нему территория. Предметом исследования являются почво-грунты.

Работа основана на результатах анализов 30 проб почво-грунтов, отобранных на территории г. Междуреченска, и на анализах 10 проб донных отложений, представленных компанией «Южный Кузбасс»

В процессе исследования выполнено количественное определение элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (масс-спектрометр NexION 300D) в учебно-производственном центре «Вода» в лаборатории гидрогеоэкологии ИШПР ТПУ, а также методом инструментального нейтронно-активационного анализа на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ.

Определение ртути в почво-грунтах атомно-абсорбционного анализа выполнено в учебно-научной лаборатории Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» отделения геологии ТПУ. Изучение минерально-вещественного состава проб почво-грунтов и фракций проводилось с использованием бинокулярного микроскопа МБС-9 и рентгеноструктурного анализа при отделении геологии ИШПР. Также пробы

изучали на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010/5010 в МИНОЦ «Урановая геология» при отделении геологии ТПУ (при консультации ассистента ОГ ИШПР Ильенка С.С.).

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на XXII Международном симпозиуме им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск 2018).

Автор признателен за помощь, ценные советы и рекомендации автор приносит благодарность сотрудникам отделения геологии: д.г.-м.н. Е.Г. Языкову, д.г.-м.н. Л.П. Рихванову, д.г.-м.н. Арбузову С.И., к.г.-м.н. Юсупову Д.В., к.г.-м.н. Филимоненко Е.А., к.г.-м.н. И.С. Соболеву, к.г.-м.н. А.В. Таловской и исполнителям аналитических исследований: А.Ф. Судыко, Л.В. Богутской.

## **1 Влияние предприятий угольной промышленности и теплоэнергетики на угле на окружающую среду и здоровье человека**

По влиянию на природную среду угольная промышленность остается одной из наиболее сложных отраслей горнодобывающей промышленности. Угольные разрезы проявляют негативное влияние на состояние атмосферы, водные ресурсы, подземные воды, почвенный покров и окружающий растительный и животный мир [83, 101, 105].

Угольные предприятия – источник комплексного отрицательного влияния на природную среду. Угольная промышленность загрязняет атмосферу, водные ресурсы, нарушает ландшафт и почвенный слой, является основным источником образования большого количества отходов [36].

Ежегодно в шахты Российской Федерации подается 360 млн. м<sup>3</sup> воздуха в год и откачивается более 200 млн. т воды, на разрезах перемещается в отвалы 300-350 млн. т. горных пород. Удельный выброс загрязняющих веществ предприятиями по добыче топливно-энергетических полезных ископаемых в 2009 году составил приблизительно 5 кг на тонну угля.

Наиболее подробно состояние окружающей среды под влиянием угледобывающих компаний изучено в Кемеровской области, где в 8 городах доминирует именно этот род деятельности. В отчете «О состоянии окружающей среды Кемеровской области в 2011 г.» отмечено, что средняя концентрация отдельных вредных загрязняющих веществ в воздухе региона в 2-3 раз выше предельно допустимых в регионах России, а в отдельных случаях кратность превышения ПДК составляет 18. Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу, согласно проведенным исследованиям Счастливцевой Е.Л. по Кемеровской области, составляет более 1,5 млн. тонн в год, а сброс загрязняющих веществ со сточными водами – более 0,5 млн. кубометров в год [76].

Еще одним отрицательным итогом работы угольной отрасли является выброс метана – угольными шахтами и разрезами выбрасываются в атмосферу т 1,5 до 2 млрд. м<sup>3</sup> метана [72].

## **1.1 Воздействие на атмосферный воздух**

На угольных карьерах взрывы по разрыхлению пустой породы и угольного пласта сопровождаются образованием пылегазового облака объемом до 15-20 млн. м<sup>3</sup> с концентраций пыли 0,135-0,217 кг/м<sup>3</sup>. При этом пылегазовое облако поднимается на высоту до 1500-1700 м и в течение 4-6 часов рассеивается до 500 т пыли».

При добыче угля открытым способом главными загрязняющими веществами считаются выбросы твердых веществ: пыль неорганическая содержанием диоксида кремния, зола углей и углерод (сажа) [109].

Угольная промышленность оказывает влияние не только на территорию угледобывающих предприятий, но и сказывается на окружающей среде близлежащих населенных пунктов [110].

Традиционно в шахтерских городах наблюдается большую степень загрязнения атмосферы взвешенными частицами. В местных продуктах питания повышено содержание свинца, кадмия, ртути, мышьяка.

По информации Якутского управления Росгидромета, самым грязным воздухом в Якутии дышат жители угледобывающего Нерюнгри. Главными элементами смога, время от времени нависающего над городом Нерюнгри, согласно их сведениям, считаются: формальдегид – в 8,3 раза больше допустимой нормы, бенз(а)пирен – в 2 раза больше нормы и диоксид азота – в 2 раза больше нормы. Согласно степени загрязненности атмосферы, город входит в число наиболее «грязных» городов России [72].

Проблема загрязнения атмосферы считается одной из основных экологических проблем Кемеровской области, оставаясь при этом наиболее актуальной и для города Междуреченска.

Междуреченск считается центром главного угледобывающего района Кузбасса. Его часть в общекузбасской добыче является почти 20 % [44].

Результаты проведенного обследования снежного покрова ТПУ на территории г. Междуреченска показывают, что атмосфера города подвергается значительному загрязнению. Центром явились угледобывающие и

углеперерабатывающие компании. Были взяты пробы воздуха на запылённость (район железной дороги, вокзальный поворот, Западный район). В каждой пробе отмечались пылевые частицы, крупные достигают 1/5 мм. Человеческий глаз почти никак не воспринимает присутствие их в атмосфере, только лишь при огромной концентрации возможно наблюдать сероватое облако над городом. При постоянном дыхании человеку в легкие попадает значительное количество пыли [40, 106].

## **1.2 Воздействие на гидросферу**

Угледобывающий комплекс оказывает большое воздействие на гидросферу. Изменяется водный режим территории (подтопление или иссушение), загрязняются грунтовые и сточные воды. В результате воздействия угольной промышленности происходят изменения положения и движения уровня подземных вод и гидрографической сети; ухудшение качества вод мелкозалегающих водоносных горизонтов, водного режима почвенного слоя; уменьшение ресурсов подземных вод, увеличение механического уплотнения грунтов; изменения естественного гидрологического режима рек.

Осушение почв в результате откачки водопритоков в зоне горных работ с последующим сбросом подземных вод шахты приводит к разрушению экологического равновесия растительного и животного мира. При ликвидации горных выработок в угольной отрасли старые разрезы становятся причиной загрязнения источников питьевого водоснабжения [91].

Согласно данным доклада «О состоянии окружающей среды Кемеровской области в 2011 г.», вода в реках области, протекающих в зонах промышленной деятельности, характеризуется как загрязненная и очень загрязненная. В отдельных случаях эксперты фиксируют «экстремально высокое загрязнение» воды [58, 84].

Неуправляемое хозяйствование в русле и на пойме реки (добыча песчано-гравийных смесей, подрезка берегов и склонов, вырубка и сплав леса, работа золотодобывающих драг и пр.) активизировало процессы заиливания русла реки, обмеление ее фарватера, снижение ее судоходных возможностей [103].

На территории Вьетнама также были проведены исследования Ле Бинь Зыонг [10]. Непрерывное наращивание объемов добычи и сосредоточение предприятий угольной промышленности Вьетнама вызывают неизбежное изменение окружающей среды, нарушая полностью или частично сложившиеся экологические связи в зонах размещения промышленных объектов (шахт, разрезов, обогатительных фабрик). Эти изменения проявляются в различных сочетаниях негативных явлений, наиболее значительными из которых являются загрязнение подземных и поверхностных вод. Основное загрязняющее воздействие на водные объекты (реки, озера, водоемы, подземные водоносные горизонты) оказывают сточные воды, откачиваемые на дневную поверхность одновременно с добычей угля. Появление подземных вод на глубине горных выработок обусловлено атмосферными осадками, подземными и поверхностными водами. Горные породы насыщаются водой и образуют напорные и безнапорные горизонты [39].

### **1.2.1 Воздействие на донные отложения**

Мониторинг водоохранных зон и берегов водных объектов осуществляется на основе дешифрирования космоснимков с привлечением информации, приобретённой вследствие экспедиционных изучений [51, 87].

Наиболее изменены водосборные площади р. Аба, нижнего течения рек Кондома, Мрассу, Ольжерас, прибрежные территории р. Томь на участке от с. Славино до г. Междуреченск (включая территорию города). Существенные изменения берегов и водоохранных зон из-за антропогенных нагрузок прослеживаются в пределах Прокопьевского и Новокузнецкого областей. На территории Междуреченского городского округа и Таштагольского района изменения имеют крупноочаговый характер.

По итогам доклада о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году [27] фиксировались превышения фоновых значений проб донных отложений р. Томь и ее притоков для пресноводных донных отложений: марганца – р. Томь (с. Полошное), р. Кондома (г. Таштагол, г. Новокузнецк), р. Уса (г. Междуреченск), р. Мрассу (пос. Усть-Кабырза), р.

Аба (г. Прокопьевск, г. Новокузнецк), р. Ускат (устье), р. Искитимка (устье), р. Черновой Нарык; цинка - р. Кондома (г. Новокузнецк), р. Аба (г. Новокузнецк); свинца – р. Томь (с. Полошное), р. Уса (г. Междуреченск); нефтепродуктов - р. Аба (г. Новокузнецк), р. Искитимка (устье). Превышение фоновых концентраций тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях р. Иня и её притоков отмечалось по веществам: марганец – р. Иня (г. Белово, г. Ленинск-Кузнецкий, с. Евтино), р. Бачат (г. Белово), р. Малый Бачат (г. Гурьевск); цинк – р. Иня (г. Белово, г. Ленинск-Кузнецкий), р. Бачат (г. Белово), р. Малый Бачат (г. Гурьевск); свинец – р. Бачат (г. Белово), р. Малый Бачат (г. Гурьевск), нефтепродукты – р. Иня (с. Евтино).

Концентрации алюминия и меди в донных отложениях рек Томь, Иня и их притоков не превышали фоновых уровней.

Превышения допустимых уровней концентраций нефтепродуктов регистрировались в донных отложениях в устьях рек Мрассу, Аба, Искитимка, Иня (г. Белово), цинка – р. Малый Бачат (г. Гурьевск) [27, 17].

### **1.3 Воздействие на почвенный покров**

За последнее десятилетие площади нарушенных территорий, сформированных вследствие работы угледобывающих предприятий, составили 6 га на 1 млн. добытого угля.

В Кемеровской области, согласно сведениям Департамента природных ресурсов и экологии, часть нарушенных территорий в 10 раз опережает средний показатель по России.

Выдача на поверхность большой массы горных пород (по Кузбассу – это более 8 млрд. м<sup>3</sup>) приводит к оседанию земной поверхности, разрушению сформировавшихся биоценозов.

Процессы движения, хранение и перераспределения земли вследствие работы угледобывающих предприятий рушат сформировавшуюся экосистему. Нарушение почв и связанные с работой шахт виды воздействий способствуют эрозии. Удаление почвенного покрова с подобного района меняет или уничтожает большое число естественных почвенных свойств, а кроме того

создает невозможным ведение сельского хозяйства. Почвенный состав также нарушается пульверизацией или различными видами взрывов. Осуществление мероприятий, сопряженных со строительством дорог, транспортировкой, хранением верхнего слоя почвы приводят к повышению пылезагазованности территории. Пылеобразование усугубляет качество воздуха в непосредственной близости, проявляет неблагоприятное влияние на растительный и животный мир, представляет опасность здоровью и безопасности людей [44].

Могут также осуществляться проседания земной поверхности в взаимосвязи с обвалами в подземных туннелях. При подземной добыче масса породы, поднимаемая на поверхность, приводит к формированию терриконов – свалок пустой породы.

При этом процесс рекультивации почвы достаточно сложный и в зависимости от климатических условий позволяет сформировать новейшую экосистему не менее чем через 60-90 лет. Если же на территории климатические условия неблагоприятны (к примеру, количество осадков ниже 250 мм), в таком случае восстановление бессмысленно, нарушенные территории преобразуются в бесплодную сухую степь [1].

### **1.3.1 Химические элементы в почвах в окрестностях угледобывающих предприятий**

Проблемам экологии и охране природы в нашей стране и во всем мире уделяется весьма огромный интерес. В современном мире охрана природы подразумевается, как общенародная цель, связанная с удовлетворением культурных, социальных и экономических потребностей населения [1].

Производства, загрязняющие окружающую среду, действуют в Сибири уже десятки лет. В целом в регионе находится 1/3 городов России с более мощной степенью загрязнённости. Основные загрязнители почв урбанизированных территорий в Сибири – это тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты и их высокотоксичные производные. Наиболее сильными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в населенных пунктах считаются комбинаты черной и цветной металлургии, а в сельской местности –

минеральные удобрения, включающие эти металлы в качестве примесей. Существенно расширилась зона нарушенных и деградированных территорий. Почвы регулярно загрязняются бытовым мусором и отходами с промышленных компаний. Из каждого промышленного отвала в среднем выдувается приблизительно 400 т пыли и вымывается приблизительно 8 т солей, загрязняя воздух, подземные и поверхностные воды, почву. В городах Кемерове, Новокузнецке, Белово, Прокопьевске загрязнение почв оценивается как «чрезвычайно опасное». Согласно сведениям Ю.З. Карновского [34] высокое содержание Pb, Zn, Ni, Mn установлено в почвах г. Новокузнецка и г. Белово Кемеровской области. Превышение ПДК тяжелых металлов установлено в Забайкальском крае, Бурятии, в Иркутской и Кемеровской областях. Превышения концентрации As и Hg установлено для почв городов Новосибирска и Междуреченска, Pb – для городов Кемерово, Новосибирска и Междуреченска, Mo – для г. Рубцовска, Cr – для г. Новосибирска [6].

Рассмотренные материалы говорят о значимом влиянии промышленных производств на почвы, оно выражается на местном и региональном уровнях. Высокий уровень антропогенного загрязнения почв, обнаруженный в результате лабораторных исследований, соответствует ореолам высокого загрязнения снегового покрова промышленными выбросами, которые обнаруживаются на космоснимках. В участках размещения и хранения отходов на свалках, шламохранищах, гидро-, золоотвалах возле промышленных населенных пунктов Сибири образуются сотни тысяч тонн токсичных отходов, которые передают токсические свойства почве, растительности, поверхностным и грунтовым водам, вызывая увеличение заболеваемости населения [55, 102, 107].

#### **1.4 Негативное влияние теплоэнергетического комплекса на здоровье населения**

Угольная индустрия – ресурс создания большого числа отходов. По Кемеровской области – она формирует более половины отходов (55 %).

Площадь, подлежащая рекультивации в регионе – 4938,5 га, рекультивировано угольной промышленности Кузбасса только около 160 гектаров.

При этом, в результате реализации государственной программы увеличения доли угольной генерации, за десять лет выбросы CO<sub>2</sub> могут существенно вырасти [8, 66].

Экономический вред здоровью населения при сжигании угля по сравнению с газом огромен. Введение в эксплуатацию новых мощностей на угольном топливе приведет к повышению вреда здоровью населения.

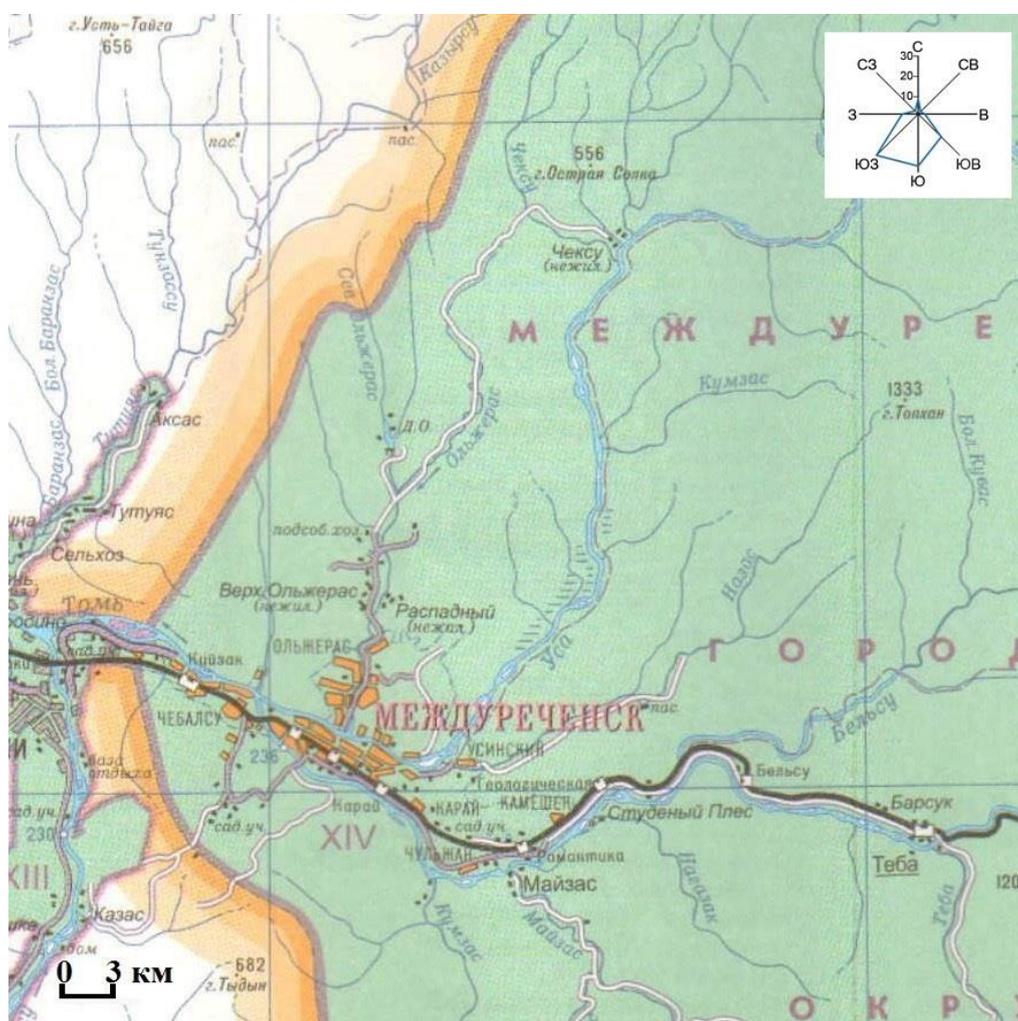
Риски для окружающей среды от сжигания угля, согласно анализам специалистов, еще выше в Сибири и на Дальнем Востоке – в зонах с резко континентальным климатом и низкой способностью атмосферы к самоочищению. В подобных природных условиях в том числе и при небольших выбросах вредные вещества могут накапливаться в атмосферном воздухе до высоких концентраций. При этом в городах Абакан, Барнаул, Благовещенск, Горно-Алтайск, Красноярск, Кызыл, Чита, Улан-Удэ из общего количества источников теплоснабжения более 70% функционируют на твердом топливе, и выбросы от энергетических установок составляют более 50-60% загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников. Средняя концентрация взвешенных частиц в атмосферном воздухе в городах азиатской части России на 30% выше, чем в городах европейской части [1].

С угледобычей связано и значительное загрязнение полициклическими ароматическими углеводородами, в особенности при возгорании отвалов и других видов сжигания угля [32, 94].

От сгорания угля возникают твердые частицы, диспергированные в воздухе, причем не только частицы золы и частицы углерода (сажа), но кроме этого частицы окислов металлов, таких как оксиды кальция и железа. При фотохимических реакциях возникают жидкие соединения, которые рассеиваются в атмосфере в виде мельчайших капелек. Большие скопления в атмосфере твердых частиц и мельчайших капелек вызывают смог [65].

## 2 Общая характеристика территории г. Междуреченска

Исследования проведены на территории города Междуреченска Кемеровской области. Территория Междуреченского городского округа Кемеровской области находится в центральном районе Томусинского каменноугольного месторождения на стрелке рек Томь и Уса (отсюда и название города – Междуреченск) (рисунок 1). Город Междуреченск расположен в предгорьях Кузнецкого Алатау на слиянии рек Томь и Уса в пойменной заболоченной низменности, осушенной в ходе строительства жилых кварталов. Площадь города 335,4 км<sup>2</sup>, численность населения – около 100 тыс. человек [60].



**Условные обозначения:**

 - Территория г. Междуреченска

 - Реки

Рисунок 1 – Обзорная карта района г. Междуреченска

Масштаб 1:500 000 [61]

## 2.1 Климат

Рассматриваемая территория представляет собой горную страну с континентальным климатом. Зима – суровая и продолжительная, лето – жаркое и короткое. Сведения о климате района приводятся по данным наблюдений гидрометеостанции в г. Междуреченске [61].

Температурный режим. Данные о среднемесячной и годовой температуре воздуха приведены в нижеследующей таблице №1 [61].

Таблица 1 – Среднемесячная и годовая температура в г. Междуреченске

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Годовая
-19	-16	9,2	1,0	9,0	15,4	18,5	15,9	9,4	1,3	-9,4	-16	-0,1

Продолжительность периода со средними суточными температурами выше 0<sup>0</sup> составляет в среднем 191 день. Самый холодный месяц – январь с минимальной температурой от –33,7 до 43,5<sup>0</sup>. Сведения о средних из абсолютных минимумов температур воздуха приведены в таблице №2 [61].

Таблица №2 – Средние минимумы температуры в г. Междуреченске

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Годовая
-42	-37	-34	-15	-4	1	6	5	-4	-14	-32	-39	-42

Средние максимумы температур воздуха приведены в таблице №3 [61].

Таблица №3 – Средние максимумы температур в г. Междуреченске

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Годовая
-13	-9,4	-0,8	6,7	16,2	22,4	25,0	22,5	17,1	6,5	-4,6	-11	25

Атмосферные осадки. Рассматриваемая территория отличается повышенной степенью увлажнения. Максимум осадков наблюдается в зимние и весенние месяцы. Сумма осадков по сезонам /мм/ за период наблюдений с 1957 по 1965 гг. приведена ниже в таблице 4 [61].

Таблица №4 – Сумма осадков по сезонам в г. Междуреченске, мм

Зима	Весна	Лето	Осень	Годовая
1	2	3	4	5
229	221	154	172	846

Санитарно-защитные зоны с учетом сдува по розе ветров максимально увеличены в западном направлении в 2 раза.

Характерной особенностью зимнего времени года являются устойчивые инверсии. Число дней с инверсиями отмечается до 150-180 в год на пониженных формах рельефа и до 100 в год на повышенных.

## **2.2 Характеристика почвенного покрова**

Город Междуреченск расположен в пойменной заболоченной низменности, осушенной в ходе строительства жилых кварталов (рис. 1). Искусственный грунт, использованный в качестве засыпки заболоченной поймы, является преимущественно местным, частично привозным [97].

На территории города Междуреченска преобладают подзолистые почвы, а среди них выделяются глубокоподзолистые почвы черневой тайги. Их характерные признаки: большая мощность подзолистого горизонта – 50-60 см при глинистом механическом составе; слабая выраженность и светлая окраска горизонта А; отсутствие лесной подстилки или торфянистого горизонта в различных условиях рельефа.

Почвенная толща ежегодно весной и осенью подвергается сквозному промачиванию до грунтовых вод. Это приводит к интенсивному выщелачиванию продуктов почвообразования. В таких условиях формируются почвы подзолистого типа.

Процесс подзолообразования протекает под пологом хвойного таёжного леса с травянистой растительностью при промывном типе водного режима. Причем этот процесс охватывает достаточно глубокие слои почвенного профиля. Отмирающие части древесной и травянистой растительности накапливаются преимущественно на поверхности почвы в виде лесной подстилки (А<sub>0</sub>). Она содержит мало кальция, магния, азота, но много трудно разлагаемых соединений, таких как лигнин, воски, смолы и дубильные вещества.

Продукты разрушения минералов переходят в раствор и в форме минеральных или органоминеральных соединений перемещаются в нижние

горизонты. В результате такого процесса под лесной подстилкой обособляется горизонт (A2). Он обладает светло-серым или белесым цветом близким к печной золе. Этот горизонт обеднен элементами питания, полуторными окислами, илистыми частицами, имеет, кислую реакцию и слабую насыщенность основаниями, пластинчато-листовую структуру.

От горизонта В имеется постепенный переход (BC) к материнской породе (С), представленной иллювиально-делювиальной некарбонатной тяжелой глиной [25].

Наиболее характерными признаками горно-таежных бурых почв являются слабая дифференциация на почвенные горизонты, бурый цвет почти всего профиля, кислая и слабокислая реакция, отсутствие иллювиального-карбонатного горизонта. Под лесной подстилкой (АО) залегает перегнойно-аккумулятивный горизонт (A1) мощностью 5-7 см, далее идет переходный горизонт (В) бурого цвета, мощностью от 15 до 40 см. который постепенно сливается с почвообразующей породой.

### **2.3 Характеристика растительности**

По флористическому районированию, вся территория Кемеровской области входит в Бореальную область Голарктического царства [78]. Для флоры бореального типа характерно преобладание видов лесных сообществ и представителей семейств – сложноцветные, злаковые, осоковые. При нарушении природных закономерностей на отдельных территориях основные параметры их флоры изменяются.

Для рассматриваемого района характерными особенностями развития растительного покрова являются следующие: во-первых, преобладающее развитие темнохвойной черновой тайги, во-вторых, достаточно большое развитие вторичных березово-осиновых и чистых осиновых насаждений и высокотравных зарослей, в-третьих, наличие в травостое особой группы растений, получивших название «третичных реликтов», и эфемероидов, развивающихся только весной и затем своими надземными частями совершенно исчезающих из травостоя.

Темнохвойная тайга характеризуется полидоминантностью, т.е. равным фитоценотическим значением нескольких видов хвойных деревьев. Эдификаторами (строителями) темнохвойной тайги выступают три древесных породы: пихта сибирская – *Abies sibirica*, сосна сибирская (кедр сибирский) *Pinus sibirica*, ель сибирская – *Picea obovala*.

Структура формации определяется наличием нескольких ярусов. Первый ярус составлен ведущими деревьями тайги: пихтой, кедром и елью. Деревья имеют почти одинаковую высоту и расположены на небольшом расстоянии друг от друга, образуя сомкнутый полог, почти не оставляющий свободных просветов. Вторым ярусом располагаются кустарники, встречающиеся, как правило, единичными экземплярами, и небольшие деревья: береза, рябина, хорошо развитые лишь на опушках. Из кустарников чаще отмечаются спиреи, жимолости, волчье лыко, малина. Ярус травянистых растений флористически беден, присутствуют типично таежные виды. Бедность травяного покрова по видовому составу и обилию также характерная черта темнохвойной тайги. В травостое тайги встречаются папоротники: страусник обыкновенный, щитовник мужской, кочедыжник женский [86].

Луга на территории района представлены как лесными, так и пойменными типами. Площади, занятые пойменными лугами, невелики, среди них довольно широко распространены злаковые луга с преобладанием крупных луговых злаков: пырея ползучего, костреца безостого, овсяницы луговой, ежи сборной, тимофеевки луговой, а также лабазника вязолистного, вероники длиннолистной, сердечника лугового, гравилата речного и др.

#### **2.4 Характеристика животного мира**

Фауна тесно связана с почвами и растениями, поэтому видовая структура животного мира отражает специфику условий обитания и служит критерием для оценки степени антропогенной нагрузки на местообитания. Район исследования населен как сообществами беспозвоночных, так и позвоночных. Комплексы беспозвоночных включают герпетобионтов (обитателей почв и напочвенных беспозвоночных) и хортобионтов (обитателей травостоя). Среди

герпетобионгов наиболее многочисленны жесткокрылые и полужесткокрылые (жужелицы, клоны). Хортобионты в равной степени представлены равнокрылыми (стрекозы), прямокрылыми (саранчовые), двукрылыми, чешуекрылыми (бабочки из семейств белянки, нимфамиды, голубянки, пяденицы), перепончатокрылыми (шмели, муравьи). Обильны паукообразные.

Комплексы беспозвоночных играют важную роль в поддержании фаунистического разнообразия в условиях высокого проективного покрытия и влажности [61].

## **2.5 Геологическая характеристика**

Город Междуреченск расположен в Томь-Усинском геологическом районе Кузбасса.

Территория города приурочена к полосе западного моноклинала, представляющего собой юго-восточное крыло Кузбасской мульды. В нее включены отложения ерунаковской, ильинской, кузнецкой и верхнебалаконской свит.

Наибольшая ширина зоны приходится на центральную часть Томь-Усинского района. Зона характеризуется пологим падением слоев и осложнена небольшим числом флексурных складок.

Геологическое строение территории города определяется генетическими комплексами, расположенными в стратиграфической последовательности.

1. Комплекс лагунно-континентальных нижнепермских отложений верхнебалахонской подсерии представлен угленосной формацией. Отложения пород имеют повсеместное распространение и обладают высоким угленосным содержанием. Мощность комплекса 850-870м. По угленосности комплекс подразделяется на две свиты: промежуточную и ишановскую.

2. Комплекс аллювиальных современных отложений пойменных террас реки Томь и Уса. Им сложено все междуречное пространство территории города. В комплексе выделяются две фации: русловая и пойменная.

Русловая фация сложена валунно-галечниковыми отложениями и имеет мощность от 2 до 6,5м. Отложения хорошо промыты и обводнены

Характеризуются хорошей акатанностью материала и неоднородной крупностью.

К русловой фации приурочен постоянно действующий напорно-безнапорный горизонт подземных пластово-норовых вод.

3. Комплекс современных биогенных (болотных) образований представлен отложениями заторфованных, староречных и заболоченных пространств. Торф имеет различные стадии разложения и насыщен водой. Мощность комплекса от 0,2 до 2,3 м. Комплекс имеет суглинки от туго до текучепластичных с содержанием органического вещества от 0,13 до 0,42.

4. Комплекс современных техногенных образований. К техногенным образованиям относятся насыпные грунты, которыми занята значительная часть территории города. Насыпные грунты использовались для строительства дорог, дамбы и различных подсыпок

Специальных исследований грунтов не проводилось. Их мощность варьируется от 0,5 до 3,5 м. В состав грунтов входят галечник, угольный шлак, битый кирпич и суглинок с крупнообломочными включениями. Среди насыпных грунтов особо следует отметить отвалы вскрышных пород [9].

Геологическая карта города Междуреченска и прилегающих населенных пунктов представлены на рисунке 2.

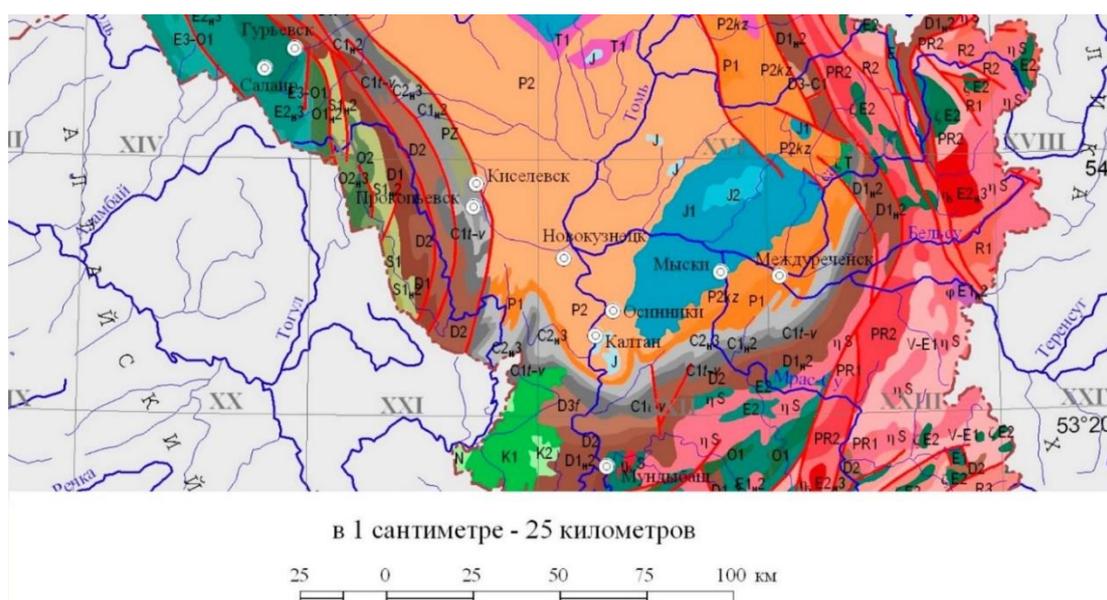


Рисунок 2 – Геологическая карта г. Междуреченска  
Масштаб 1:2 500 000 000 [35]

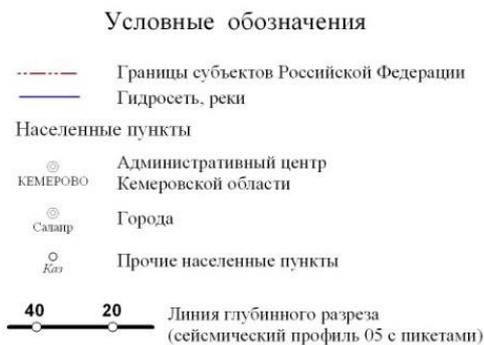
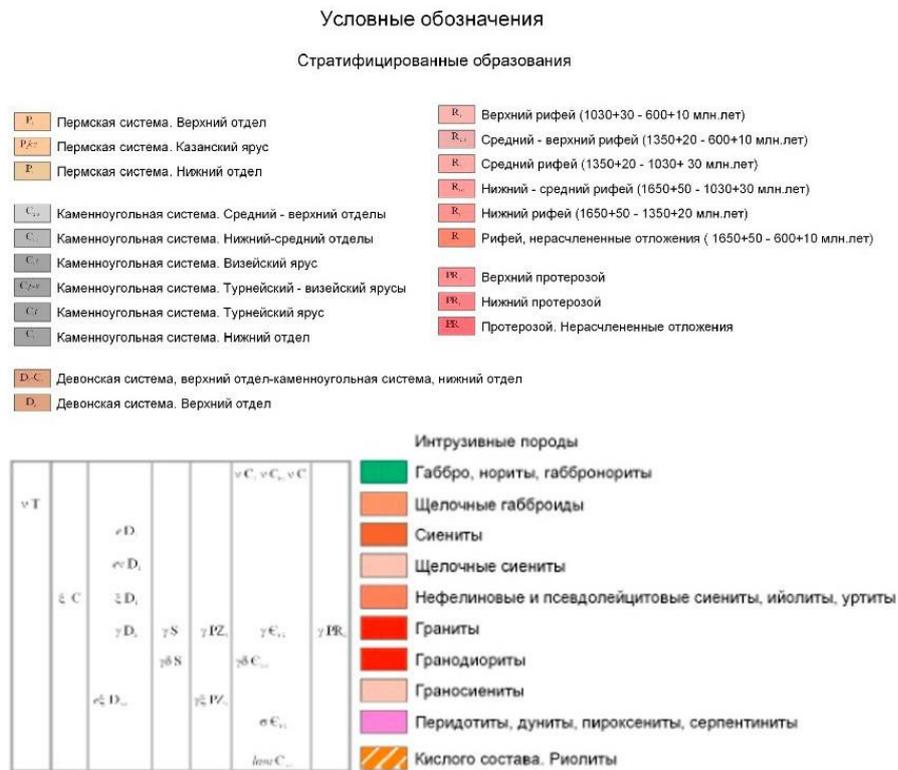


Рисунок 2 – Продолжение геологической карты г. Междуреченска

Масштаб 1:2 500 000 000 [35]

## 2.6 Гидрогеологическая характеристика района

Ширина долины по дну 0,5-1,8км. Склоны высотой 100-300м, очень крутые (35-40) выгнутые, рассеченные логами и долинами ручьёв и речек, скалистые, покрытые смешанными лесами. Русло слабо извилистое, разветвленное, часто встречающиеся острова покрыты кустарником. Ниже реки Бель-Су имеется пойма, преимущественно односторонняя, переходящая с берега на берег. Преобладающая ширина поймы 0,5 км, наибольшая 1,5-2,0 км. Ширина русла 20-120 м, форма долины реки корытообразная. Правобережная часть долины сливается с долиной р. Усы, образуя междуречное пространство

шириной 5-8км, на территории которого находится г. Междуреченск. Левый склон долины крутой. Высота до 100м., русло реки прямолинейное, дно валунно-галечниковое.

Глубины водного потока в межень колеблются в пределах 0,7-0,8м на перекатных участках и 3,0-3,5м на плёсовых, скорости течения 0,3-1.0м/сек. Средний годовой модуль стока 28 л/сек.

Река Уса – правый приток реки Томи. Ее длина 175 км, площадь водосбора 3320 км<sup>2</sup>. Начинается она на западных склонах Кузнецкого Алатау.

Русло реки слабо извилистое. Долина реки корытообразная, с крутым, поросшим хвойным лесом, склонами. Левобережная часть долины пойменная, местами заболоченная, сливается с долиной р. Томи. С правой стороны к долине примыкают горы до 100м, заросшие хвойным лесом. Правый берег обрывистый скалистый. По левому берегу построена дамба, высотой 7-9м, поэтому пойма, ширина которой до 3 км, не затопляется. Дамба суживает русло реки в период половодья, а это влечет за собой изменение уклонов. Русло реки прямолинейное, каменистое галечниковое. На реке много островов, перекатов, кос.

Зимой, вследствие зашугованности, бывают заторы, наледи, полыньи, а в период ледохода заторы льда.

Река очень водная, средний годовой модуль стока 45 л/сек.

Максимальные уровни редкой повторяемости на реках Томь и Уса могут вызвать, перелив в некоторых местах дамбы обвалования. В связи с этим, необходимо проведение дополнительных инженерных мероприятий по инженерной защите города от затопления [62].

## **2.7 Хозяйственная деятельность**

В г. Междуреченске развиты планировочная, социальная, инженерная инфраструктуры. На состояние окружающей среды территории города оказывают влияние природно-климатические и техногенные факторы. Техногенные факторы вызывают наибольший интерес, т.к. они приводят к

нарушению экологического равновесия. Большую долю техногенной нагрузки на окружающую среду дают промышленные предприятия и транспорт.

В городе Междуреченске ведущей отраслью является угольная промышленность (95 % общего объема отгруженной промышленной продукции) [75]. Основная промышленность территории города представлена на рисунке 3.

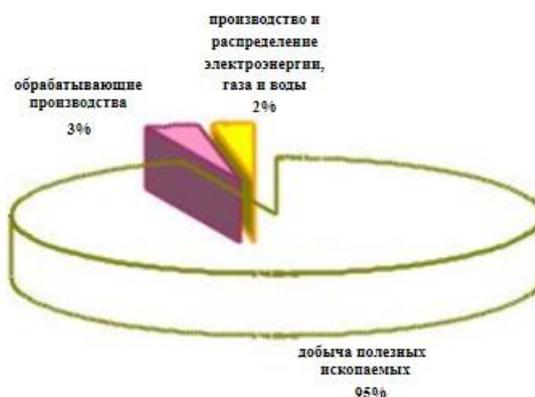


Рисунок 3 – Структура промышленности в г. Междуреченске в 2009 году, %

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха здесь являются котельные, угольные разрезы, шахты обогатительные фабрики. В атмосферу от них поступают пыль, окись углерода, окислы азота, сернистый газ, а также тяжелые металлы [85].

В Восточном районе расположен общегородской центр, где размещаются основные административные, общественные, торговые, зрелищные, лечебные и учебные учреждения, спортивный комплекс и городской парк. В юго-восточной части района в границах между просп. Строителей и железной дорогой размещается небольшой промышленно-складской узел, на территории которого размещаются: хлебозавод, пивзавод, электроподстанция, склады, гаражи индивидуальных автомобилей, а также оптово-розничный рынок.

В западной части района, на стрелке рек Томи и Усы, сложилась коммунально-хозяйственная зона, в составе которой находятся городские канализационные очистные сооружения, авто предприятия и предприятия автосервиса, электроподстанция «Чебалсинская» [10].

### 3. Методы полевых и лабораторных исследований

#### 3.1 Методика отбора и первичной подготовки проб

На территории г. Междуреченска отбор проб почво-грунтов проводили в 2015 году. Опробование проводилось на территориях жилой застройки [26]. Всего на территории города отобрано 30 проб почво-грунтов. Карта отбора проб представлена на рисунке 4.

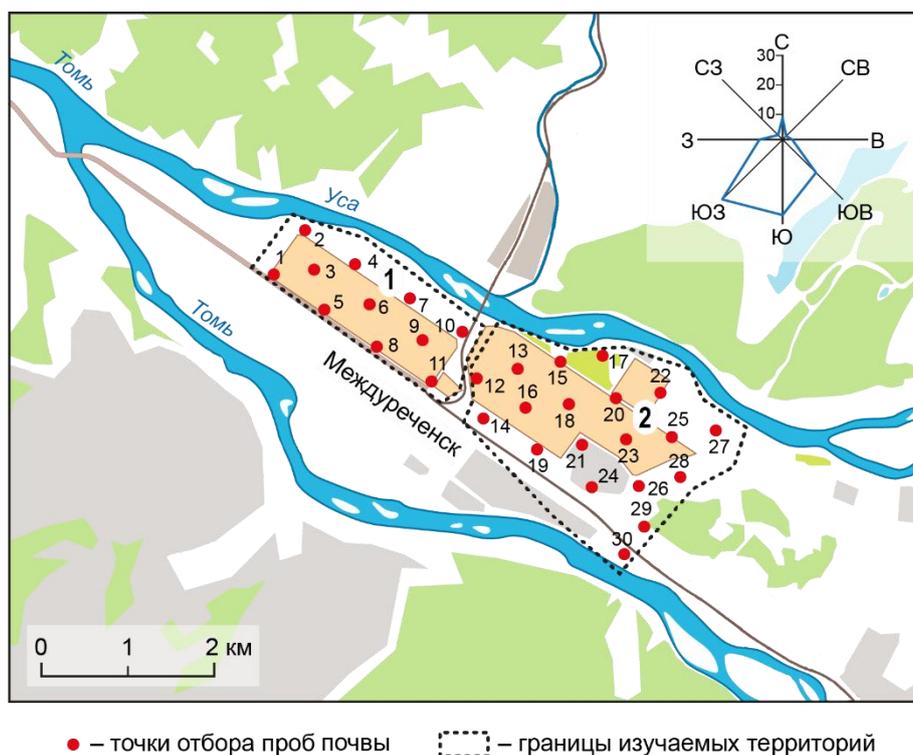


Рисунок 4 – Карта- схема расположения точек опробования на территории города Междуреченска.

#### Методика отбора

Требования по отбору проб почв регламентируются следующими нормативными документами – ГОСТ 17.4.2.01-81 [18], ГОСТ 17.4.3.01-83 [19], ГОСТ 17.4.1.02-83 [20], ГОСТ 17.4.4.02-84 [21], ГОСТ 17.4.3.02-85 [22], а также методическими рекомендациями [28, 47] и соответствующей программой работ.

Пробы отбирались методом конверта. Пробная площадка составляла 5 точечных проб, который находились на расстоянии 2\*2 м. Эти точечные пробы объединялись в одну пробу. Отобранные образцы упаковываются в мешочки либо в крепкую оберточную бумагу и завязывают шпагатом. Все образцы из

одного места исследования упаковываются совместно в коробки либо ящики, на которых указываются номер места исследования (номер основного разреза и номер профиля); очень влажные образцы, а также засоленные упаковываются в пергаментную бумагу либо в полиэтиленовую пленку.

Подготовка проб почво-грунтов к анализам не менее существенная процедура нежели непосредственный отбор проб. Она складывается из нескольких поочередно проходящих стадий: заблаговременное подсушивание почвы, устранение различных включений, почву растирают и просеивают через сито с диаметром отверстий размером 0,04 мм, 0,1 мм, 0,125 мм, 0,25 мм, 0,5 мм, 1 мм, затем пробы взвешивались и отправлялись на анализ [100].

Схема пробоподготовки представлена на рисунке 5.

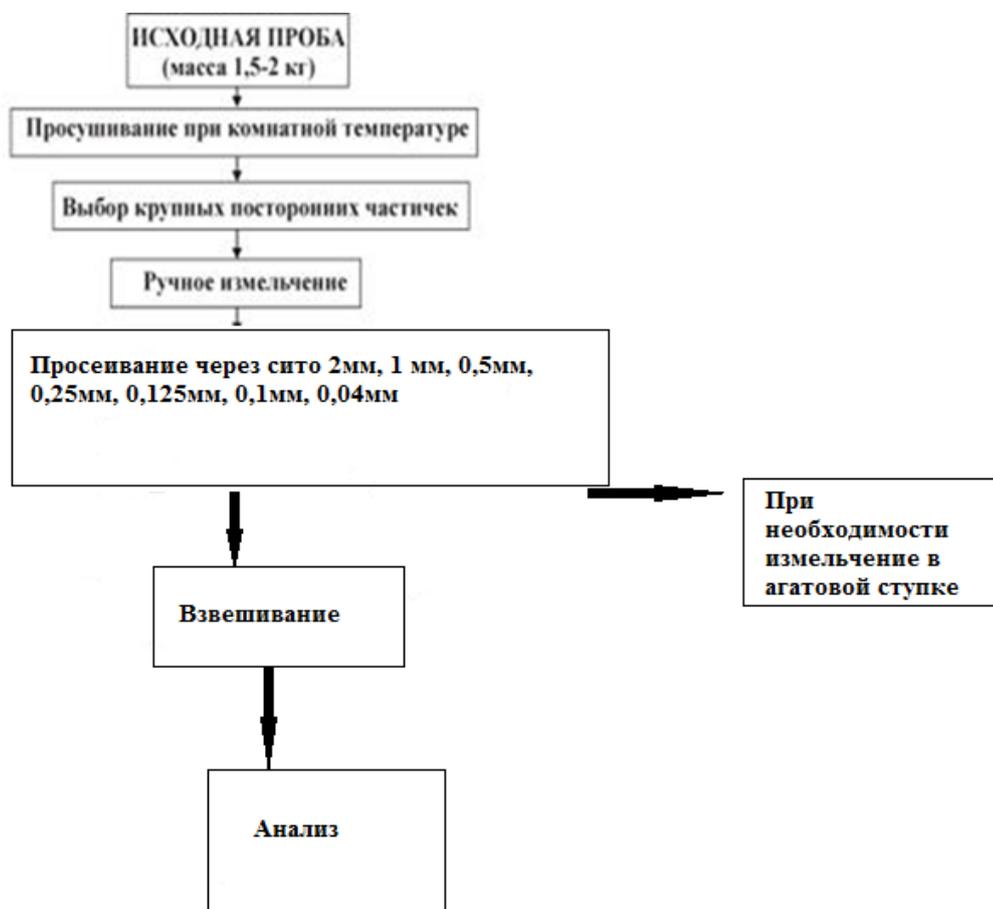


Рисунок 5 – Схема пробоподготовки проб почво-грунтов

### 3.2 Методы аналитических исследований

Анализы проводились в аналитических лабораториях отделения геологии НИИ ТПУ, в лаборатории исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ и

в учебно-производственном центре «Вода» в лаборатории гидрогеоэкологии ИШПР ТПУ.

### 3.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Концентрации химических элементов (в том числе редких, редкоземельных и радиоактивных) в почво-грунтах, отобранных в ходе площадного опробования территории, определены методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), проведенного на базе лаборатории исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ (аналитик Судыко А.Ф., Богутская Л.В.). Всего исследовано 30 пробы почво-грунтов.

Данный анализ является весьма эффективными и позволяет определить содержание 28 химических элементов (Ca, Na, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag). Анализ выполняется в соответствии с инструкцией НСАМ ВИМС № 410-ЯФ путем облучения образца тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т при НИ ТПУ. В работе анализируется 28 элементов в почвах.

Пределы обнаружения элементов ИНАА приведены в таблице 5. В качестве контроля применялись стандартные образцы сопоставления как отечественные, так и зарубежные [95].

Таблица 5 – Пределы обнаружения содержаний элементов в различных объектах (горная порода, почва, растительность и др.) методом ИНАА [95]

Элемент	Предел обнаружения, мг/кг	Элемент	Предел обнаружения, мг/кг
Na	20	Ta	0,05
Ca	300	Sc	0,02
Fe	100	Tb	0,05
As	1	Sm	0,01
Co	0,1	Eu	0,01
Cr	0,2	La	0,03
Sb	0,2	Ce	0,05
Ba	8	Yb	0,1
Br	0,3	Lu	0,01
Rb	0,6	U	0,1
Cs	0,3	Th	0,2
Sr	7	Au	0,01
Hf	0,01	Ag	0,5

### 3.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути

Определение ртути в почвах произведено с помощью атомно-абсорбционного анализа методом «пиролиза» на основе учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ «Урановая геология» отделения геологии. С целью измерения содержания ртути использовались пробы почв, предварительно истертые на МВИ-1 до пудрообразного состояния с размером частиц 0,074 мм. Навеска с целью выполнения исследований имела массу от 50 до 100 мг. С помощью ртутного газоанализатора РА-915+ (рисунок 6) измерена концентрация ртути в 30 пробах почв [48].



Рисунок 6 – Анализатор ртути «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» [48]

Диапазон измерений массовой доли общей ртути в пробах почв 5-10000 мкг/кг. Использован государственный стандартный образец массовой доли ртути ГСО 7183-95 [45].

### 3.2.3 Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

Концентрации элементов в 9 пробах определены методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой NexION 300D (ИСП-МС) в учебно-производственном центре «Вода» в лаборатории гидрогеоэкологии ИШПР ТПУ (рисунок 7).



Рисунок 7 – Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой NexION 300D

Подготовка проб к анализу ИСП-МС проводилась самостоятельно в МИНОЦ «Урановая геология» с помощью микроволновой системы пробоподготовки МС-6 [46].

Метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой основан на использовании для возбуждения характеристического спектра нагрева мелкодисперсного аэрозоля анализируемого вещества в аргоновой плазме высокочастотного индукционного разряда. Для регистрации спектра применяют многоканальные спектроанализаторы, допускающие возможность проведения одновременного многоэлементного анализа. За счет высокочастотного индукционного способа возбуждения методу присущи низкие пределы обнаружения, высокая точность и большой линейный диапазон зависимости сигнала от концентрации элемента.

#### **3.2.4 Определение минералов под бинокулярным микроскопом**

Изучение вещественного состава почво-грунтов состоит в исследовании абсолютно всех выделенных фракций под бинокулярным микроскопом (бинокуляром). Минералы устанавливают, применяя диагностические признаки (окраска, блеск, твердость, спайность, прозрачность, излом), с учётом формы частиц, характера поверхности, степени окатанности и др. Большую помощь при определении минералов оказывает сопоставление их с коллекцией шлихов известных минералов [77].

Содержание ценных промышленных минералов в россыпях принято определять в г/т или г/м<sup>3</sup> промытой породы.

В практике минералогических изучений зачастую используют объёмно-весовой метод количественного минералогического анализа шлихов и концентратов, предложенный А. А. Кухаренко [38].

Фракция высыпается на предметное стеклышко, тщательно перемешивается кисточкой и при помощи лезвия распределяется в виде кольцевой дорожки либо нескольких параллельных дорожек в поле зрения бинокулярного стереоскопического микроскопа. Дорожки обязательно должны быть узкие и достаточно редкие, что упрощает диагностику минералов и подсчитывание их зёрен во фракциях. Работают с зёрнами минералов при помощи специальной иглы (шила). Рекомендовано иметь две иглы, причём одну – затупленную, для проверки твёрдости минералов [4].

Данный анализ позволяет диагностировать как частички природного происхождения, так и техногенного.

### **3.2.5 Определение минерального состава почво-грунтов с помощью растровой электронной микроскопии**

Для анализа пробы почво-грунтов по результатам ИНАА с помощью электронного микроскопа было произведено фракционирование пробы №18. При фракционировании проб была получена магнитная фракция. Для этого был применен многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева. Металлические микросферулы способны намагничиваться в магнитном поле – это объясняется их ферромагнитными свойствами. Получение минералов, владеющих данными свойствами, позволило разбить пробу на две фракции – магнитную и немагнитную. Извлекались они из пробы с помощью обыкновенного постоянного магнита. Более комфортным и идеальным магнитом считается многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева. Навесок пробы составил 400 мг. Процедура магнитной сепарации происходил следующим способом: пробу почво-грунтов равномерно распределяли на поверхности кальки. Многополюсный магнит системы А.Я. Сочнева был также непосредственно

обвернут калькой. Затем над равномерным слоем пыли проводили магнитом на расстоянии 5 мм. Минералы, обладающие мощными магнитными свойствами, осели на поверхности магнита, что позволило нам выделить их из общей массы и осуществить последующее их изучение под электронным микроскопом [56].

Изучение минеральных форм элементов в пробе почво-грунта проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при отделении геологии ИШПР ТПУ на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010/5010 для проведения рентгеноспектрального анализа.

С помощью электронного микроскопа изучалась проба почво-грунта из города Междуреченска под номером №18.

### **3.2.6 Определение минерального состава с помощью рентгено-структурного анализа**

Для проведения рентгено-структурного анализа использована немагнитная фракция пробы почво-грунта по данным ИНАА №25.

Изучение минеральных форм элементов в пробе почво-грунта проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при отделении геологии ТПУ с применением установки D2 PHASER.

Подготовка пробы для рентгено-структурного анализа. Проба почво-грунта измельчается до пудры в ступке, которая предварительно протирается спиртом до и после использования. Полученной массой заполняется кювета из кварцевого стекла и шлифуется. Подготовленная проба устанавливается в соответствующую гониометрическую приставку. Далее устанавливается время съемки –1,5 с в одной точке, вращение 2 раза в минуту и общее время съемки 5161 секунда. После выполнения анализа, производится дешифровка спектров, с помощью программы EVA.

### **3.3 Методика обработки данных**

Полученные результаты аналитических исследований обрабатывались с использованием программы «Microsoft Office Excel 2016». Статистическая обработка данных включала в себя расчет стандартных статистических параметров выборки (среднее значение, стандартная ошибка, медиана,

стандартное отклонение, дисперсия, минимальные и максимальные значения, коэффициент вариации) и выполнялась с помощью анализа STATISTICA 8.0.

Оценка экологической ситуации проводилась на основе сопоставления данных о содержании химических элементов в почво-грунтах с их с предельно- допустимыми (ПДК) или ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) (ГН 2.1.7.2041-06) [12]. Кластерный анализ для выделения ассоциаций химических элементов проводился с помощью STATISTICA 10.1. Карты распределения элементов, суммарных показателей загрязнения построены в Surfer 10 методом Natural Neighbor. Рассчитаны геохимические показатели. Рассчитан кларк концентрации ( $K_k$ ), который рассчитывался как отношение содержания элемента в пробах к его кларку:

$$K_k = C/K \quad (1)$$

где  $C$  – содержание элемента в исследуемых пробах, мг/кг

$K$  – кларк элемента в верхней части континентальной коры [23], мг/кг

Коэффициент концентрации относительно ПДК рассчитывается:

$$K_{\text{ПДК}} = C/\text{ПДК} \quad (2)$$

где  $C$  – содержание химического элемента в пробе, мг/кг,

ПДК – предельно допустимая концентрация элемента в почвах, мг/кг

По результатам расчетов составлены геохимические ассоциативные ряды элементов, в которых кларк концентрации располагаются в убывающем порядке.

Для почво-грунтов рассчитан суммарный показатель загрязнения:

$$Z_{\text{СПЗ}} = \sum K_k - (n - 1) \quad (3)$$

где  $K_k$  – кларк концентрации,

$n$  – число учитываемых элементов с  $K_k > 1$ .

Для суммарного показателя загрязнения используется градация:

менее 16 – низкая степень загрязнения;

16-32 – средняя степень загрязнения;

32-128 – высокая степень загрязнения;

более 128 – очень высокая степень загрязнения.

## **8. Социальная ответственность при оценке влияния угледобывающих предприятий на эколого–геохимические особенности территории г. Междуреченска (Кемеровская область)**

В данной работе представлена научно-исследовательская работа на тему: Эколого-геохимические особенности почв и донных отложений угледобывающих регионов Кузбасса (на примере г. Междуреченска).

Целью данной работы является выявление геоэкологической обстановки территории одного из ведущего регионов Кузбасса г. Междуреченска по данным изучения почв и донных отложений.

В ходе исследования согласно выполнялись работы по отбору и пробоподготовке почв, обработка результатов анализов, построение карт, набор текста на персональном компьютере. Работа проводилась как в полевых условиях (в летнее время на открытом воздухе), так и в закрытом помещении (лаборатория и компьютерный класс). Наиболее длительный по времени период – лабораторный. На этом этапе проводилась подготовка проб почвы к дальнейшим анализам: инструментальному нейтронно-активационному анализу (ИНАА), масс-спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), ртутному анализатору, бинокулярному стереоскопическому микроскопу, электронной микроскопии, рентгенно – структурному анализу.

Научное исследование проводилось с целью определения степени загрязнения долговременно депонирующих сред – почв и донных отложений в зоне влияния угледобывающих предприятий и в самом г. Междуреченске, расчеты геохимических показателей.

Цель данного раздела: рассмотреть профессиональную социальную безопасность, экологическую безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при исследовании свойств веществ и материалов в лабораторных условиях.

### **8.1 Производственная безопасность**

В данной работе будут оценены требования производственной

безопасности при проведении лабораторных исследований проб почв. Для выбора факторов использован ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [14]. Все вредные и опасные факторы приведены в таблице 20

Таблица 20 – Основные опасные и вредные факторы, которые возникают при исследовании проб почв в лабораторных условиях

Этапы работ	Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-15 ССБТ)		Нормативные документы
		Вредные	Опасные	
Лабораторные работы	Лабораторные работы: 1) просушивание, измельчение, просеивание почв; 2) работа с электронными весами, формирование навесок почв для анализа ИНАА; 3) изучение формы и размеров минеральной составляющей почв растровой электронной микроскопией	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Повышенная запыленность рабочей зоны	1. Электрический ток	Параметры микроклимата помещений устанавливаются СанПиН 2.2.4.548-96 [70], СНиП 2.04.05-91 [73], параметры освещения СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [69], электробезопасность и ГОСТ 12.1.038-82 [16]

Действие данных факторов может выражаться в возникновении травмирования и получения общего заболевания, снижения работоспособности.

#### 1. Отклонение параметров микроклимата в лаборатории.

Основное воздействие на температуру в закрытом помещении оказывают: электронно-вычислительное оборудование, микроскопы и лабораторные приборы являются источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В таких помещениях должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Нормы микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 [15] и строительными нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [70]. Для подачи в помещения свежего воздуха

используются естественная вентиляция (проветривание). В таблице 21 приведены параметры микроклимата в теплый период года для помещений, в которых осуществлялись лабораторные работы.

Таблица 21 – Параметры микроклимата для помещений, где установлено лабораторное оборудование [70]

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Теплый	Температура воздуха в помещении	23-25 °С
	Относительная влажность воздуха	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1-0,2 м/с

Для поддержания оптимальных микроклиматических условий в помещении в летний период необходимо своевременно, не реже одного раза в сутки, проветривать помещение, проводить влажную уборку.

## 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

К системам освещения предъявляются следующие требования: соответствие уровня освещенности рабочих мест по характеру выполняемой зрительной работы; достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве; отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся поверхностей); постоянство освещенности во времени; оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока.

В помещениях лаборатории освещение является совмещенным (естественное освещение, дополненное искусственным).

Естественное освещение осуществляется боковым светом через окна. Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. К общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов или предметов. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

## 3. Повышенная запыленность рабочей зоны

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ [15].

Определение концентрации загрязнителей в воздухе рабочей зоны возможно путем замеров или расчетными методами [49].

К коллективным мерам защиты от повышенной запыленности на рабочем месте, используется вытяжная вентиляция. Если вытяжной вентиляции нет, то защита от пыли осуществляется средствами индивидуальной защиты. Так для защиты органов дыхания применяются специальные противопылевые респираторы; органов зрения – очки; кожи – противопылевая спецодежда.

#### 4. Электрический ток

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц). Значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТу 12.1.038-82 [16]. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в табл. 22.

Таблица 22 – Нормирование напряжения прикосновения и тока [16]

Род тока	U, В	I, мА
Переменный 50 Гц	2,0	0,3
Переменный 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства [97]: – защитные оболочки; – защитные ограждения (временные или стационарные); – защитные барьеры; – изоляция рабочего места; – защитное отключение; – предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности; – средства индивидуальной защиты.

Для обеспечения защиты от поражения термическим действием электрической дуги при работах в закрытых и открытых электроустановках

дополнительно следует применять специальные защитные термостойкие комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

## **8.2 Экологическая безопасность**

При проведении прободготовки почв (просушивание при комнатной температуре, просеивание, отмучивание), а также проведение измерения Ph почв из водных вытяжек, проведение атомно-абсорбционного анализа на обнаружения содержания ртути и микроскопия не влияют на состояние окружающей среды, тем самым являются экологически безопасными. Специально утилизации не требуется, сухие почвы утилизируются в урну.

## **8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Вероятными чрезвычайными ситуациями, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований, могут быть:

1. Пожар, вследствие неисправности и замыкания электропроводки.
2. Взрыв лабораторного оборудования (прибора).

Возможные источники пожарной опасности: электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях, короткое замыкание, оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение.

В результате возникновения пожара или взрыва, человек подвергается воздействию токсичных продуктов горения, огня и лучистых потоков, дыма (воздействует на слизистые оболочки), недостаток кислорода, вызывающий ухудшение двигательной функции, ранение осколками, химические и термические ожоги, отравления.

Требования пожарной безопасности является важной составной частью безопасности, и регламентируются в соответствии с ФЗ №123 от 22.07.2013 г «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [89].

Чтобы не допустить возникновения пожара, вследствие неисправности и замыкания электропроводки, а также взрыва лабораторного оборудования (электрические приборы для проведения анализов) следует выполнить следующие правила и требования пожарной безопасности:

1. Тщательно проверьте исправность электропроводки, постоянно следите за их исправностью, за целостностью розеток, вилок и электрошнуров.

2. Не оставлять без присмотра под напряжением электроприборы.

3. Постоянно производить проверку лабораторного оборудования, с целью выявления неисправностей. Неисправное лабораторное оборудование нужно немедленно утилизировать, либо отправить в ремонт.

4. Люди, работающие на электроприборах, должны пройти специальный инструктаж по технике безопасности, и быть допущенными к электроприборам.

В случаи возникновения пожара, или взрыва лабораторного оборудования, нужно действовать согласно «Инструкции о действиях работников в случаи возникновения пожара»:

1. Незамедлительно сообщить об этом по телефону 01 в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию), поставить в известность службу охраны и покинуть здание;

2. В случае сильного задымления и ограниченной видимости не следует паниковать, надо лечь на пол (для того, чтобы не задохнуться т.к. дым висит над полом примерно в 30-ти сантиметрах и в этой зоне можно дышать) и осмотреться, сориентироваться в помещении, определить направление движения к выходу и покинуть помещение;

3. Принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей в соответствии с планом эвакуации и реально создавшейся ситуацией;

4. По возможности отключить электроэнергию и приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, не подвергая жизнь опасности.

## **8.4 Правовые и организационные решения обеспечения безопасности**

### **8.4.1. Правовые решения обеспечения безопасности**

Нормативно – правовой основой для обеспечения безопасности при проведении работ в лабораторных условиях являются Федеральные законы:

«Об основах охраны труда в Российской Федерации», «Трудовой кодекс Российской Федерации», а также «Правила работы и техника безопасности в аналитической лаборатории», «Инструкция по технике безопасности», «Правило противопожарной безопасности», «Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях».

Согласно ст. 91 «Трудового кодекса Российской Федерации» нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Порядок исчисления нормы рабочего времени на определенные календарные периоды (месяц, квартал, год) в зависимости от установленной продолжительности рабочего времени в неделю определяется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. (ч.3 введена Федеральным законом от 22.07.2008 N 157-ФЗ) [88].

Работодатель обязан вести учет времени, фактически отработанного каждым работником.

Согласно «Правил работы и техники безопасности в аналитической лаборатории», «Инструкции по технике безопасности», «Правил противопожарной безопасности», «Инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях», прежде чем приступить к работе, необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, с методикой проведения основных лабораторных операций, с правилами техники безопасности при этом. Только хорошая организация и охрана труда, строгое соблюдение правил работы и мер безопасности, соблюдение трудовой дисциплины позволяют полностью исключить возможность несчастных случаев и аварий в лаборатории.

Допуск в лабораторию разрешается только после знакомства с инструкцией по технике безопасности, вводного инструктажа и отметке в специальном журнале под личную роспись прошедших инструктаж.

Ответственность за хранение реактивов, приборов, оборудования и материалов, правила их выдачи возлагаются на инженера лаборатории.

Каждый работающий должен знать, где в лаборатории находятся аптечка для оказания первой медицинской помощи, индивидуальные средства защиты (маска, перчатки, противогаз, резиновые калоши, фартук), средства пожаротушения (ящик с песком, огнестойкое одеяло, огнетушитель), средства для оказания первой медицинской помощи (аптечка, растворы: гидрокарбоната натрия (3%), перманганата калия (1%), уксусной кислоты (1%)).

В конце работы, рабочий обязан навести порядок на своем рабочем месте: внимательно осмотреть и проверить выключение электроэнергии, воды, приборов и аппаратов, убрать легко воспламеняющийся мусор, вымыть стеклянную посуду.

#### **8.4.2. Организационные решения обеспечения безопасности**

При работе в лаборатории ответственный административный аппарат компании обязан поддерживать благоприятные условия труда. Рабочее место должно быть хорошо освещено: недалеко от окон и иметь осветительные лампы. Также, оно должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [17]: рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество; рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте; рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. Аккредитация данного рабочего места должна осуществляться регулярно.

Организационная структура лаборатории должна обеспечивать для каждого сотрудника конкретную сферу деятельности и пределы его полномочий (обязанностей и ответственности).

Персонал испытательной лаборатории должен иметь достаточное образование и квалификацию.

Большое внимание в испытательной лаборатории должно уделяться мероприятиям по повышению квалификации персонала.

## **9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой на тему: Эколого-геохимические особенности почв и донных отложений угледобывающих регионов Кузбасса (на примере г. Междуреченска).

Научное исследование проводилось с целью данной работы является выявление геоэкологической обстановки территории одного из ведущего регионов Кузбасса г. Междуреченска по данным изучения почв и донных отложений.

Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: эколого-геохимические, лабораторные и камеральные (таблица 4).

С целью выявления денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

### **9.1 Техничко-экономическое обоснование работ**

Город Междуреченск характеризуется высоким уровнем антропогенной нагрузки в связи с наличием крупных промышленных предприятий в черте и на окраинах города, которые в ходе осуществления своей деятельности оказывают негативное влияние на компоненты природной среды и здоровье населения города. В связи с этим необходимо проведение комплекса работ, направленных на оценку эколого-геохимического состояния территории города Междуреченска с помощью изучения почвенного покрова.

Место проведения работ: площадное опробование территории города Междуреченска.

Время проведения работ: июль 2015 и июль 2017 годов.

Объект исследований: пробы почв, отобранные из поверхностного слоя (0-10 см).

Метод и вид исследований: геохимические исследования (литогеохимический метод).

Объем работ: 30 проб почв (отобраны по площадной сети на территории города).

Пробоподготовка почв к проведению инструментального нейтронно-активационного анализа и масс-спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Аналитические работы по определению содержаний химических элементов в почвах проведены в лабораториях Инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

Виды намечаемых работ:

1) эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения;

2) проведение маршрутов при эколого-геохимических работах литогеохимическим методом по почвам при геолого-экологических исследованиях территорий хозяйственного освоения;

3) лабораторные работы по первичной обработке проб (просушивание, просеивание, истирание почв);

4) лабораторные работы по подготовке проб для проведения инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА);

5) лабораторные работы по подготовке проб для масс-спектрометрического анализа с индуктивно-связанной плазмой

6) измерение содержания ртути в исследуемых пробах;

7) камеральная обработка материалов эколого-геохимических (Масштаб 1:200000 – 1:100000);

## **9.2 Расчет нормативной продолжительности выполнения работ**

Одним из важнейших принципов выполнения исследовательских работ является минимум затрат, который соответствует максимальной эффективности

исследований и обеспечивает работу достаточным количеством информации для решения поставленных задач.

Таким образом, для определения материальных затрат, связанных с выполнением разработанного технического задания, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ, спланировать их последовательное проведение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ.

Для этого необходимо проведение литогеохимических, лабораторных, камеральных работ, более подробная информация о которых представлена в таблице 23.

На основе технического плана рассчитываются затраты и время труда.

Таблица 23 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом	Проба	30	Отбор проб почв, категория необходимости - 1	-
2	Лабораторные работы	Проба	30	Определение 28 химических элементов	Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т НИ ТПУ
		проба	10	Определение 73 химических элементов	Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой в лаборатории ИШПР
		проба	30	Определение 1 химического элемента	Ртутный анализатор РА-915+
3	Камеральные работы	-	-	Обработка данных, анализ полученной информации	ПЭВМ

#### 1) Литогеохимические работы

Содержание работ, выполняемых литогеохимическим методом, представляет собой выбор мест отбора проб почв, привязку пунктов наблюдения, непосредственно отбор проб пробоотборной лопаткой, занесение первоначальных сведений в полевой журнал, маркировку пакетов для проб,

этикетирование и их упаковку. Закрепление точек отбора проб почв производится на карте.

## 2) Лабораторные работы

На данном этапе работ отобранные пробы подготавливались к дальнейшему изучению путем просушивания почв при комнатной температуре, просеивания и истирания, и просушивания, и измельчения.

Далее пробы подготавливались для инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который выполняется на базе научно-исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИ ТПУ. Подготовка проб для ИНАА заключалась в истирании проб почв с помощью сита и упаковывание 100 мг пудры в конверт, выполненный из фольги.

Подготовка проб для масс-спектрометрического анализа с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), который проводился в лаборатории ИШПР ТПУ.

Определение ртути в пробах почв проводилось в лаборатории ИШПР ТПУ МИНОЦ «Урановая геология» ртутным газоанализатором РА-915+. В качестве материала использовалась почва, предварительно истертая на МВИ до размера 0,074 мм.

## 3) Камеральные работы

Камеральная обработка материалов включала сбор и систематизацию информации об изучаемой территории, изучение результатов анализов проб почв, донных отложений из программы мониторинга твердых полезных ископаемых предприятия «Южный Кузбасс» [12, 79-82] и их систематизация, расчет геохимических показателей, оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.

### ***Расчет затрат времени и труда по видам работ***

Для расчета затрат времени и труда использованы нормы, изложенные в СН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [71]. Они представляют собой два параметра:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;

- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q * H_{BP} * K, \quad (4)$$

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

Q-объем работ, (м.(ф.н.);

$H_{BP}$  – норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Все работы выполнялись геоэкологом и рабочим 1 категории.

Используя технический план, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах [71, 88] (таблица 24).

Таблица 24 – Расчет затрат времени и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (НВР)	Коэф-ты (К)	Документ	Итог времени на объем (N)
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
1.1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам на отдельных площадках при геолого-экологических исследованиях	проба	30	0,0488	1	ССН, вып.2, табл.27, стр.1, ст.4	1,46
1.2	Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах литогеохимическим методом при геолого-экологических исследованиях территорий города	км	30	2,17 на 10 км	1	ССН, вып.2, табл.31, стр.41, ст.4	6,51
2.1	Лабораторные работы по первичной обработке проб почв	проба	30	0,06	1	ССН, вып.7, табл. 1.5, стр.7, ст. 4	1,8

## Окончание таблицы 24

№	Вид работ	Объем		Норма времени по ССН (НВР)	Кэф-ты (К)	Документ	Итог времени на объем (N)
		Ед. изм.	Кол-во (Q)				
2.2	Лабораторные работы по подготовке проб почв для ИНАА	проба	30	0,14	1	ССН, вып.7, табл.5.3, стр.3,13, ст.3	4,2
2.3	Лабораторные работы по подготовке проб почвы для ИСП-МС	проба	10	0,14	1	ССН, вып.7, табл.5.3, стр.3,13, ст.3	1,4
2.4	Определение ртути в почве беспламенным атомно–адсорбционным методом	проба	30	0,26	1	ССН, вып.7, табл.1.3, стр. 256, ст.3	7,8
2.5	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	проба	30	0,0136	1	табл. 59 ССН, вып. 2, табл. 59 стр. 3 , ст. 3	0,408
3	Камеральная обработка материалов эколого - геохимических работ (с использованием ЭВМ) (Масштаб 1:200000- 1:100000)	проба	39	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61, стр. 3, ст. 3	1,3
<b>Итого:</b>							<b>23,47 смен</b>

Рабочий месяц составляет 22 смены, расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 5.3. Период проведения работ составляет 6 месяцев (июль 2015 года и июль-ноябрь 2017 года).

Геоэколог и рабочий 1 категории совместно занимались полевыми и лабораторными работами по подготовке проб, а определением ртути в пробах, а также систематизацией и обработкой полученных результатов задействован только геоэколог (таблица 25 и 26).

Таблица 25 – Расчет затрат труда

№	Вид работ	Т	Геозолог	Рабочий 1 разряда
			чел/смен	чел/смен
1.1	Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по почвам и поверхностным грунтам на отдельных площадках	2,92	1,46	1,46
1.2	Проведение маршрутов при эколого – геохимических работах литогеохимическим методом	13,02	6,51	6,51
2.1	Лабораторные работы по первичной обработке проб почв	3,6	1,8	1,8
2.2	Лабораторные работы по подготовке проб почв для ИНАА	8,4	4,2	4,2
2.3	Лабораторные работы по подготовке проб почв ИСП-МС	2,8	1,4	1,4
2.4	Определение ртути в пробах беспламенным атомно-абсорбционным методом	7,8	7,8	-
3	Камеральные работы	1,3	1,3	-
<b>Итого:</b>		<b>39,84</b>	<b>23,47</b>	<b>14,37</b>

Выполнение работ запланировано в соответствии с разработанным линейным календарным графиком выполнения работ.

Таблица 26 – Линейный календарный график проведения работ

Наименование работ	смены	Месяцы					
		2015 год	2017 год				
		Июль	июль	август	сентябрь	Октябрь	ноябрь
Полевые работы	52						
Лабораторные работы	63						
Камеральные работы	7						

### 9.3 Расчет затрат на материалы

Нормы расхода материалов определяются согласно ССН, вып. 2 «Геоэкологические работы». Расчет затрат материалов для проведения осуществлялся на основе рыночной стоимости материалов (таблица 27).

Таблица 27 – Расход материалов на проведение работ

Наименование и характеристика изделия	Цена, руб.	Норма расхода материала (шт.) 1 месяц работы	Сумма, руб.
<b>Литогеохимические работы</b>			
Журнал регистрационный	133	1	133
Карандаш простой	20	1	20
Резинка ученическая	15	1	15
Пакеты полиэтиленовые фасовочные	7	30	210
Перчатки латексные нестерильные	25	3	75
Лопатка пробоотборная	63	1	63
Итого:			516
<b>Лабораторные работы</b>			
Полиэтиленовые пакеты маленькие с застежкой	7	30	210
Фольга в рулоне, 1 м	178	1	178
Спирт технический	114	1	114
Перчатки латексные стерильные	23	2	46
Итого:			548
<b>Камеральные работы</b>			
Блокнот большого размера	55	1	55
Фломастер	55	5	275
Карандаш простой	20	4	80
Ручка шариковая (без стержня)	55	3	165
Стержень для ручки шариковой	15	5	75
Папка для бумаг	25	5	125
Резинка ученическая	15	1	15
Линейка чертежная	55	2	110
Итого:			900
<b>Итого:</b>			<b>1964</b>

Расчет затрат на выполнение лабораторных работ, направленных на изучение химического состава исследуемых объектов, представлен в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет затрат на лабораторные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)	30	2000	60 000
2	Масс-спектрометрический анализ с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС)	10	2000	20 000
<b>Итого</b>				<b>80 000</b>

Основные расходы на запланированные работы, помимо фонда оплаты труда, включают в себя затраты на материалы и амортизацию в соответствии с формулой:

$$OP = \text{ФОТ} + M + A, \quad (5)$$

где OP – основные расходы, ФОТ - фонд оплаты труда, M - затраты на материалы, A - амортизационные отчисления.

Стоимость ртутного газоанализатора РА-915+ с приставкой Пиро-915+ - 944 000 рублей, стоимость набора сит для просеивания почвы составляет – 7 200 рублей.

Суммарная стоимость оборудования составляет 951 200 рублей.

Поскольку приборы относятся к 3 амортизационной группе, годовая норма амортизации составляет 20%.

Ежегодная сумма амортизации представляет собой произведение первоначальной стоимости оборудования на годовую норму амортизации, и в рассматриваемом случае составляет 190 240 рублей.

Исходя из ежегодной суммы амортизации, рассчитываем ежемесячную норму амортизации, значение которой составляет 15 853,33 рублей.

Амортизационные отчисления за весь период проведения работ (6 месяцев) составят 95 120 рублей.

Итак, основные расходы составят ФОТ со страховыми взносами, затраты на амортизацию и на материалы (таблица 2).

Таблица 29 – Расчет основных расходов на выполнение работ

№ п/п	Составляющие основных расходов	Итого, руб
1	Фонд оплаты труда со страховыми взносами	34 097,19
2	Материалы	1 964
3	Амортизационные отчисления	95 120
	<b>Итого:</b>	131 181,19

Общий расчет сметной стоимости всех работ представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объем		Полная сетная стоимость, руб.
		ед. изм.	Кол-во	
<b>I Основные расходы на геоэкологические работы (ОР)</b>				
1	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	131 181,19
2	Полевые работы (ПР)			131 181,19
3	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	1 967,72
		ед. изм.	Кол-во	
4	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	1 049,45
5	Камеральные работы	% от ПР	100	131 181,19
<i>Итого основные расходы</i>				396 560,74
II Накладные расходы		% от ОР	15	59 484,11
<i>Итого НР+ОР</i>				456 044,85
III Плановые накопления		% от ОР+ НР	20	91 208,97
<b>IV Подрядные работы</b>				
Лабораторные работы		руб.		80 000
V Резерв		% от ОР	3	11 896,82
<i>Всего по объекту</i>				639 150,64
НДС		%	18	115 047,11
<b>Итого с учетом НДС</b>				<b>754 197,75</b>

Общая стоимость проведения исследований по оценке эколого-геохимического состояния территории города Междуреченска при изучении проб почв составляет 754 197,75 рублей.

## **Заключение**

По результатам оценки содержания химических элементов в донных отложениях на территории угольных разрезов и шахт г. Междуреченска превышений нормативов ПДК (или ОДК) по концентрациям марганца, меди, кадмия, ртути и свинца не установлено.

Геохимическая специализация донных отложений на территории угольных разрезов и шахт г. Междуреченска в целом формируется преимущественно за счет As, тогда как содержания большинства рассматриваемых химических элементов сопоставимы со значениями их кларковых концентраций.

Сопоставление кларков концентраций элементов в донных отложениях и кларков концентраций углей свидетельствует о взаимосвязи состава угольных пород и донных отложений, вследствие накоплений элементов, присутствующих в углях, в донных отложениях.

Для обработки результатов анализов данных проб почво-грунтов на территории г. Междуреченска (по данным ИНАА) использовались средние значения, результаты описательной статистики. Также использовались величины коэффициентов концентраций, парной корреляции и кластерного анализа, выполненные с помощью пакета анализа STATISTICA 8.0. Также проводилась проверка на соответствие нормальному закону распределения элементов в выборке тестами Колмогорова-Смирнова и Хи-квадрат. В результате проверки закона распределения, выявлены элементы логнормального распределения, для которых построены гистограммы.

Результаты аналитических определений химических элементов в почвах г. Междуреченск методами ИНАА и ИСП-МС имеют высокую степень сходимости для содержаний Sc, Cr, Fe, Co, Zn, Rb, Sr, Ag, Ba, Ta. Статистически значимые различия между аналитическими результатами двух ИНАА и ИСП-МС установлены для средних концентраций Na, Ca, As, Eu, Tb, Lu, а высоко значимые различия – для Br, Sb, Cs, La, Ce, Nd, Sm, Yb, Hf, Au, Th, U. Для перечисленных элементов, исключая Br, As, Cs и Sc, содержания в

почвах г. Междуреченск, определённые по данным ИНАА, характеризуются более высокими значениями. Это, вероятно, обусловлено различиями в методиках подготовки образцов к аналитическим исследованиям: разложение проб для ИСП-МС и отсутствие химической подготовки для ИНАА.

По результатам анализов кларков концентраций химических элементов почво-грунтов на территории г. Междуреченска (по данным ИНАА) относительно кларка концентрации верхней части континентальной земной коры выделились ореолы высоких концентраций цинка, хрома, сурьмы в западной части района. Для более детального изучения наиболее загрязнённых участков произведено сравнение дополнительных анализов 9 проб методом ИСП-МС и сопоставление кларков концентраций химических элементов по данным ИСП-МС и ИНАА. Сравнение позволило установить, выделенные элементы со схожей градацией, и элементы, различающиеся по данным анализов. Элементы, у которых кларк концентрации находятся в одной градации: сурьма, кальций, скандий (градация > 5), железо, кобальт, цезий, барий лантан, самарий, тербий, лютеций (градация <1).

С помощью корреляционного анализа выделили значимые корреляционные связи у ассоциаций элементов, которые представляют собой преимущественно литофильные элементы: Ce, La, Yb, Lu, Hf Cs, Rb и Sc и лишь Fe является представителем сидерофильной группы элементов. Данный спектр элементов является характерным для угледобычи и переработки, горнодобычи и переработки, химической, приборостроительной и электронной промышленности, и, скорее всего, корреляционные связи возникли путем поступления данных элементов в окружающую среду в результате деятельности промышленных предприятий.

Посредством факторного анализа определили влияние на общую дисперсию факторных нагрузок элементов. Первый фактор имеет значимое влияние на общую дисперсию литофильных элементов: Sm, Ce, Lu, Th, Yb, Hf, Cs, Tb, Sc, Rb, Eu, La и сидерофильных элементов: Fe и Co («экологический» фактор). Высокая нагрузка по второму фактору оказывает влияние на Ca, Sr и

Na («петрогенный» фактор). Третий фактор имеет значимое влияние общую дисперсию халькофильных элементов: Zn, Sb и литофильного элемента – Ba – («металлогенический» фактор). Высокая нагрузка по четвертому фактору оказывает влияние на халькофильный элемент – As. По пятому фактору на халькофильный элемент – Au. Коэффициенты факторных нагрузок имеют положительный знак, за исключением обратной связи (отрицательного знака) у химического элемента – As.

Анализ содержаний ртути показал четкие ореолы повышенных содержаний, три из которых пространственно расположены в Восточном районе, а два в Западном. Ореолы повышенных концентраций в Восточном районе связаны местами, где расположены частные дома с печным отоплением на угле. В Западном районе ореолы расположены вблизи котельных, которые отапливают районы города и с расположенным транспортным ремонтным механическим заводом.

При изучении вещественного состава проб почво-грунтов на территории г. Междуреченска было выявлено, что частицы природного происхождения преобладают над частицами техногенного происхождения. Минеральные частицы представлены преимущественно: кварцем, карбонатами, чешуйками слюды, полевыми шпатами. Техногенные частицы представлены: частичками сажи, угля и шлака.

Самый высокий суммарный показатель загрязнения выявлен в Восточном районе г. Междуреченска. Уровень СПЗ по результатам анализа ИНАА 30 проб здесь равен 17,4. Согласно нормативной градации СПЗ по результатам ИНАА (28 элементам) изменяется от 1 до 17,4, что соответствует диапазону градации – от низкой до средней степени загрязнения, а среднее значение соответствует низкой степени загрязнения и неопасному уровню заболеваемости. При привлечении к расчёту СПЗ данных по содержанию 73 элементов в пробах почво-грунтов, было получено среднее значение 64, с диапазоном изменений от 13 до 201, что соответствует диапазону градации – от низкой до очень высокой

степени загрязнения, а среднее значение соответствует высокой степени загрязнения и опасному уровню заболеваемости.

В целом можно заключить, что основными источниками, формирующими загрязнение почв, являются промышленные объекты угледобычи и углепереработки, расположенные вокруг г. Междуреченск, а также многочисленные котельные, локализованные в пределах жилых зон города

## **Список использованных источников**

- 1 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.
- 2 База данных для определения минеральных фаз URL: mindat.org (дата обращения: 18.12.2017).
- 3 База данных для определения минеральных фаз URL: webmineral.com (дата обращения: 18.12.2017).
- 4 Баширова Ф.Н. Некоторые показатели промышленного загрязнения почв в городах Кузбасса // Охрана природы на Урале. – 1996. – Вып. V. – С.83.
- 5 Безуглова О.С., Околелова А.А. О нормировании содержания мышьяка в почвах // Живые и биокосные системы. – 2012. – № 1. – С.1-11
- 6 Белозерцева И.А., Лопатина Д.Н. Техногенное воздействие на почвы урбанизированных территорий Сибири // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-24. – С. 5397-5403.
- 7 Беус А.А. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра. – 1976. – 248с.
- 8 Величковский Б.Т. Здоровье человека и окружающая среда / Б.Т. Величковский. – М.: Новая школа, 2007 – 236 с.
- 9 Генеральный план (корректировка) г. Междуреченска в составе – Новосибирск – 2007. [Электронный ресурс] [сайт] URL: <https://goo.gl/6uGCDW>.
- 10 Генеральный план (корректировка) г. Междуреченска в составе Междуреченского городского округа Том I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mrech.ru> (дата обращения 29.05.2018).
- 11 Геохимия окружающей среды /Под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина и др. – М: Недра, 1990. – 336 с.
- 12 ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

13 Головатый С.Е., Лукашенко Н.К., Ковалевич З.С. Содержание миграционно-активных форм свинца в почвах // Экологический вестник: Н.П.-Ж. – 2010. – № 3. – С. 15-23.

14 ГОСТ 12.0.003-15 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

15 ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).

16 ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

17 ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

18 ГОСТ 17.4.2.01-81 Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния (с Изменением N 1).

19 ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы.

20 ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.

21 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического анализа.

22 ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ

23 Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 383 с.;

24 Дедков В.П., Масленников П.В., Гребенев Н.Н. Содержание антоцианов как показатель нефтяного загрязнения растений // Вестник РГУ им. И. Канта. – 2006. – № 1. – С. 102-108.

25 Демиденко Г. А., Валов С. А. Экологический мониторинг за влиянием разработки угольного разреза ООО «Восточно-Бейский» на подземные воды в республике Хакасия // Вестник КргГАУ. – 2011. – № 10. – С. 139-145.

26 Добыча марганца в Кузбассе — решенный вопрос: жителям отказали в референдуме URL: <https://vashgorod.ru/news/40143> (дата обращения: 24.05.2018).

27 Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году / Гос. ком. Кемер. обл. по ООС. – Кемерово, 2017. – 212 с.

28 Ермохин А. И., Рихванов Л. П., Язиков Е. Г. Руководство по оценке загрязнения объектов окружающей природной среды химическими веществами и методы их контроля. Учебное пособие. –Томск: изд. ТПУ, 1995. – 96 с.

29 Ершов В.В. Металлоносность углей Кузнецкого бассейна: дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск – 2000. – 225 с.

30 Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск – 2009.

31 Журавлёва И.В., Иваныкина О.В. Изучение распределения тяжёлых металлов в системе отходы-вода-почва для золошлаковых отвалов Кемеровской области // Эко-бюллетень ИнЭКА. – 2008. – №5. – С. 39-42.

32 Загрязнение воздуха и здоровье населения угольных городов Кемеровской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.protown.ru>. – Загл. с экрана.

33 Каверина, С. А. Геоэкологическая оценка трансформации почвенного покрова Орско-Новотроицкого промузла / С. А. Каверина, А. И. Климентьев, И. В. Ложкин // Вестник ОГУ. – 2007. – №3. – С. 134-142.

34 Карновский Ю.З. Экология Городов Западной Сибири: Новосибирск не самый худший. Но проблемы есть. 2009. <http://experts.megansk.ru>.

35 Карта по материалам цифровой модели «Геологической карты России и прилегающих акваторий – СПб – 2004. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vsegei.ru> (дата обращения: 15.01.2018).

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

37 Крылов Д.А. «Токсичность» угольной тепло-электрогенерации // Горная Промышленность. – 2016. – №5 (129) – С.219-225.

38 Кухаренко А.А. Минералогия россыпей/М: Госгеолтехиз – 1961. – 320с.

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

40 Максимова Д. И. Анализ экологических рисков Кемеровской области / Д. И. Максимова // Материалы VIII Всероссийской студ. науч. студ. конф им. проф. М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 109-110.

41 Маликова И.Н., Аношин Г.Н., Бадмаева Ж.О. Подвижные формы ртути в почвах природных и природно-техногенных ландшафтов // Геология и геофизика. – 2011. – т. 52 – № 3 – С. 409-425.

42 Масленников П.В., Скрыпник Л.Н. Аккумуляция металлов в почвах г. Калининграда // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1– С.1.

43 Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Дедков В.П., Куркина М.В., Садовников П.В., Мельник А.С. Аккумуляция цинка в растениях урбоэкосистем Калининграда // Растительные ресурсы. – 2014. – Т.50. – № 4. – С. 83-98.

44 Матвеевко Т.И., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Оценка радиационного состояния почв в зоне влияния теплоэлектростанции. – Хабаровск: изд-во ИГД ДВО РАН, 2006. – 112 с.

45 Методика выполнения измерений массовой доли общей ртути в пробах почв и грунтов № 2420/25-2000, ВНИИМ/ Шифр М.: 03-05-99.

46 Методика пробоподготовки почв. Микроволновая установка пробоподготовки МС-6. – СПб – Из-во: ООО «НТФ»Вольта» - 2009 – 17 с.

47 Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

48 Методические рекомендации при работе с прибором Анализатор ртути «РА-915+».

49 Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавров и магистров ИПР /Сост. Н.В. Крепша. – Томск: Изд-во ТПУ –2014. – 53 с.

50 Михайленко А.В. Оценка содержания ртути в почвах и донных отложениях дельты реки Дон // ИВД. – 2015. – №3. – С. 34-40.

51 Николаева Н.А., Ксенофонтова М.И., Ноговицын Д.Д. Оценка гидрохимического состояния водных ресурсов угледобывающего комплекса Южной Якутии // Успехи современного естествознания. – 2011. – С. 37-39.

52 Новиков В.В., Пучков М.Ю., Зволинский В.П., Локтионова Е.Г. Содержание разных форм меди и цинка в воде, донных отложениях и прибрежных почвах Волгоградского водохранилища у города Волжский // Научное обозрение. Географические науки. – 2014. – № 1. – С. 33-34.

53 Оводова Е.В. Трансформация природных вод под влиянием процессов минералого-геохимических преобразований в природно-техногенных геологических системах: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук; [Место защиты: НИ ТПУ]. — Томск, 2017. – 23 с.

54 Овсянникова С.В. Анализ содержания подвижных форм марганца в почвах (на примере Кемеровской области) // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. –№1 (117).

55 Осипова Н. А., Перегудина Е. В., Язиков Е. Г. Химические элементы в почвах г. Междуреченска // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 1840.

56 Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии. // Центр коллективного пользования. URL: <http://ckp.rinno.ru/uploads/files/labs.pdf> (дата обращения: 17.12.2017).

57 Петрова В.Е. Экологическая ситуация и пути решения экологических проблем в г. Новокузнецке: уч. мат. – ГОУ ВПО «СибГИУ» - 2012. – С 3-9.

58 Подоснева О., Сливяк В. Уголь России: влияние на окружающую среду и человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [ecdru.files.wordpress.com](http://ecdru.files.wordpress.com). – Загл. с экрана.

59 Полякова Ю.А. Эколого-геохимическое исследование почв индустриальных районов Кузбасса / Ю.А. Полякова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXII Международного симпозиума им. академика М. А. Усова студ. и молодых ученых: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 346-348.

60 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> (дата обращения: 15.01.2018).

61 Программа мониторинга месторождения твердых полезных ископаемых на участке «Поле шахты Ольжерасская-Новая» ОАО Южный Кузбасс / И.Р. Унаркова, Е.А. Зябкина // Программа разработана предприятием ООО «Центр гидрогеологических исследований» – Междуреченск – 2009 – 107с.

62 Проект нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу для Управления по подземной добыче угля (шахта «Ольжерасская-Новая») ОАО «Южный Кузбасс» разработанный компанией ИнЭкА – Новокузнецк – 2013. – 73 с.

63 Прохорова А.В. Анализ источников поступления тяжелых металлов в агроэкосистемы // Наука вчера, сегодня, завтра материалы научно-практической конференции. – 2016. – С. 306-311.

64 Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkk5.rosreestr.ru> – Загл. с экрана.

65 Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4-х книгах. Книга 2. Загрязнение воды и воздуха: перевод с английского – М: Мир, 1995. – 350 с.

66 Ревич Б. А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – №4. – С 87-98.

67 Русанов А. М. Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах г. Орска / А. М. Русанов, Н. И. Прихожай, А. В. Тесля, Д.М. Турлибекова // Вестник ОГУ. – 2012. – №4 (140). – С.226-230.

68 Самофалова, И.А. Химический состав почв и почвообразующих пород: учебное пособие. И.А. Самофалова, М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». – Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. – 132 с.

69 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению зданий.

70 СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

71 Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292 с.

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

73 СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

74 Соколов П. Б. Расчет кристаллохимических формул минералов по неполным микронзондовым данным / П.Б. Соколов // Записки Российского минералогического общества. – 1985 – С. 496-501.

75 Строганова, М. Н. Роль почв в городских экосистемах / М. Н. Строганова, А. Д. Мягкова, Т. В. Прокофьева // Почвоведение. – 1997. – №1. – С. 96-101.

76 Счастливец Е.Л. Геоэкологические проблемы угледобывающих районов Кузбасса // Уголь. – 2007. – 11 ноября. – N 11. – С. 59-62.

77 Таловская А. В., Язиков Е. Г. Вещественный состав почв // Мет. указ. к выполнению лаб. раб. «Минералогия техногенных образований». – Томск: 2010. – С. 6-10.

- 78 Толмачев А.И. Введение в географию растений // Л.: ЛГУ – 1974. – 244 с.
- 79 Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000 – 1:25000 / М.С. Галицын, Б.Н. Островский, Л.А. Островский. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 127 с.
- 80 Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:50000 – 1:25000 / М.С. Галицын, Б.Н. Островский, Л.А. Островский. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 127 с.
- 81 Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200000 – 1:100000 / М.С. Галицын, Б.Н. Островский, Л.А. Островский. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990 – 2. – 86 с.
- 82 Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:1000000 – 1:500000 / М.С. Галицын, Б.Н. Островский, Л.А. Островский. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990 –1. – 41 с.
- 83 Трофимов В.Т., Королев В.А. Классификация техногенных воздействий на геологическую среду// Геозкология. – №5 – 1995.
- 84 Трофимова А.А., Торосян В.Ф. Исследование содержания и динамики ТМ в системе «снег-почва» // Современное состояние и проблемы естественных наук. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Юргинский технологический институт. 2014. С. 195-198.
- 85 Турсуналиева Е. М. Распределение ртути в листьях тополя вдоль трассы Новокузнецк – Междуреченск / Е. М. Турсуналиева // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 2. – С. 255-257.
- 86 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.

87 Уварова В.И., Матковский А.К., Захарова Т.В., Князева Н.С., Коваленко А.И., Соломинова Н.П. Качество воды и донных отложений р. Мессояха // Вестник рыбохозяйственной науки. 2014. Т. 1. № 1. С. 80-93.

88 ФЗ "О внесении изменений в Трудовой кодекс РФ и статью 26.3 Федерального закона «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов РФ» от 22.07.2008 N 157-ФЗ (последняя редакция).

89 Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

90 Хантурина Г.Р., Махаев А. Влияние соединений хрома на организм человекам и животных. – Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова. – Казахстан – С. 5-8.

91 Чугунов А.Д. Исследование донных отложений карьеров угледобывающих предприятий // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.. – 2017. – С. 262-265.

92 Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Мальцева Е.Ю., Фролов Е.М., Бессережнова М.И. Антиоксидантный статус растений в условиях загрязнения кадмием городской среды // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2011. – № 7. – С. 16-23.

93 Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., Бессережнова М.И. Реакция пигментной и антиоксидантной систем растений на загрязнение окружающей среды г. Калининграда выбросами автотранспорта // Вестник ТГУ. Биология. – 2012. – № 2. – С. 171-185.

94 Эколого-геохимическая оценка воздействия горного предприятия на окружающую среду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goo.gl/P7k6aP>, свободный. – Загл. с экрана.

95 Язиков Е.Г. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 264 с.

96 Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири // Дисс. ... доктора геол.-мин. наук. – Томск, 2006. – 423 с.;

97 Язиков Е.Г., Барановская Н.В., Игнатова Т.Н. 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.

98 Язиков Е.Г. Рихванов Л.П. Отчет по договорной работе № 1 «Комплексные эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды на территории г. Междуреченска». Томск, 1992. – 224 с.

99 Язиков Е.Г., Таловкая А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв / ТПУ. Томск, 2010. – 264 с.

100 Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во 2003. – 336 с.

101 Heemsbergen D., Warme M., McLaughlin M., Kookana R. The Australian methodology to derive ecological investigation levels in contaminated soils. CSIRO Land and Water Science Report. 2009. V. 43/09.

102 Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for carbonaceous biolithes: world averages for trace element contents in black shales and coals // Int. J. Coal.Geol. – 2009. – V. 78. – N 2. – P. 135–148.

103 Kolker A., Senior C.L., Quick J.C. Mercury in coal and the impact of coal quality on mercury emissions from combustion systems // Appl. Geochem., 2006, v. 21, № 11, p. 1821-1836.

104 Paliwal S., Chandra H., Tripathi A. Investigation and analysis of air pollution emitted from thermal power plants: a critical review // International journal of mechanical engineering and technology (IJMET). – 2013. – Vol. 4, Issue 4.Pp. 2–37;

105 Nriagu J.O., Pacina J.M. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals // Nature, 1988, v. 333, № 6169, p. 134-139.

106 Siudek P., Frankowski M., Siepak J. Trace element distribution in the snow cover from an urban area in central Poland. *Environmental monitoring and assessment*, 2015, vol. 187, no. 5, pp. 225–240.

107 Pan Y., Wang Y. Atmospheric wet and dry deposition of trace elements at 10 sites in Northern China. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2015, vol. 15, no. 2, pp. 951–972.

108 Kuoppamaki K., Setala H., Rantalainen A., Kotze D. Urban snow indicates pollution originating from road traffic. *Environmental Pollution*, 2014, vol. 195, pp. 56–63.

109 Wu G., Wei Q., Sun C., Gao J., Pan L., Guo L. Determination of major and trace elements in snow in Tianjin, China: a three heating season survey and assessment. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 2016, vol. 9, no. 6, pp. 687–696

110 Yu X. Coal mining and environmental development in southwest China // *Environmental Development*. – 2017. – V. 21. – P. 77–86.

# Приложение А

## Chapter 1

### Total characteristic of the Mezhdurechensk territory

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Полякова Юлия Андреевна		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) школы Инженерная школа природных ресурсов:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	доктор филологических наук, доцент		

## Total characteristic of the Mezhdurechensk territory

The territory of Mezhdurechensk City is located within the sheet M-52-XIV (scale 1:500 000) of the international map (figure 1). The square of the city of 335,4 sq.km, population is about 100 thousand people. Mezhdurechensk is the city of regional subordination in Kemerovo region of Russia. Together with eleven settlements of Mezhdurechensk district of Kemerovo region they form Mezhdurechensk city district. This is one of the largest the cities of Kemerovo region in terms of the number of population, the third in terms of the area. It is located in the south of Western Siberia, between the Tom River and the Usa River, in the southeast part of the Kuznetsk coal basin (Kuzbass) [60].

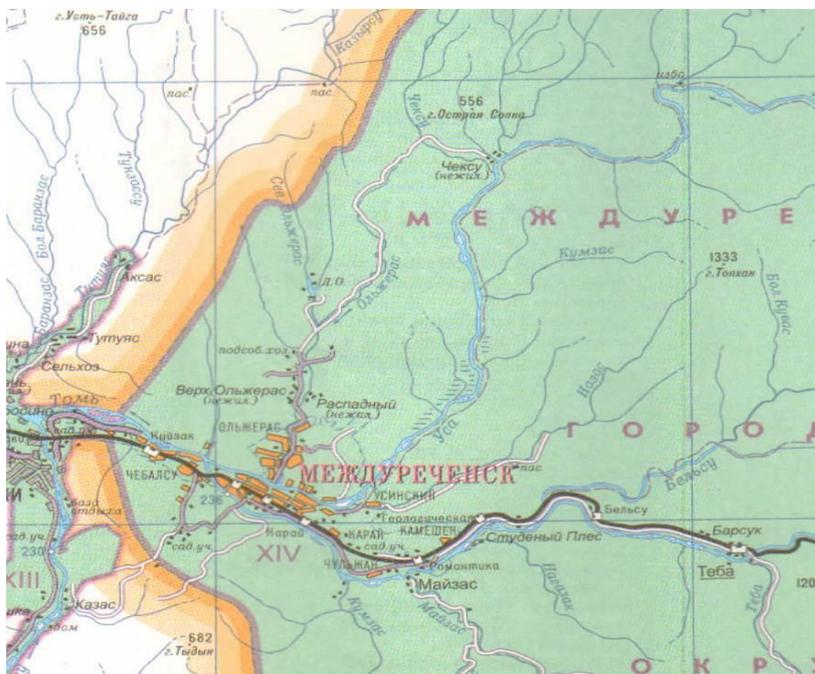


Figure 1. Survey map of the district of Mezhdurechensk

Scale 1:500 000 [61]

### 1 Climate

The study area represents the highland with continental climate. Winters are severe and long, summers are hot and short. Data on climate of the area are provided by observations of the hydrometeorological station in Mezhdurechensk.

#### *Temperature condition*

The data on average monthly and annual air temperature are provided in the following table No. 1.

Table No. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
-19	-16	9,2	1,0	9,0	15,4	18,5	15,9	9,4	1,3	-9,4	-16	-0,1

The period with the average daily temperature higher than 0<sup>0</sup> is 191 days. The coldest month is January with the minimum temperature from -33,7 to 43,50. The data on average absolute minima of air temperatures are provided in table No. 2.

Table No. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
-42	-37	-34	-15	-4	1	6	5	-4	-14	-32	-39	-42

Average maxima of air temperatures are given in table No. 3.

Table No. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
-13	-9,4	-0,8	6,7	16,2	22,4	25,0	22,5	17,1	6,5	-4,6	-11	25

#### *Atmospheric precipitation*

The study area differs in the extent of humidification. The maximum of rainfall is observed in winter and spring months. The sum of rainfall on seasons/mm during observations from 1957 to 1965 is specified below in table 4.

Table No. 4

Winter	Spring	Summer	Autumn	Annual
1	2	3	4	5
229	221	154	172	846

In winter considerable snow cover is formed [108]. The highest snow cover depth during observations is 147 mm. The earliest date of the first snow is 19.IX, the latest is 29.X. The earliest date of the latest snow is 15.IV, the latest is 30.V. The most amount of days in a year with 0,1 mm precipitations is 230 days, the least amount of days is 173. Depth of freezing soil is 2,2m.

Within a year east and western winds of the horizon prevail. The average annual speed of wind is 1,8m/page. The maximum speed (2-2,5 m/s) is noted in the spring, the least (1,5-1,8 m/s) is in the winter.

Due to blowing in a wind rose, sanitary protection zones are most increased in the western direction twice.

The specific feature of winter season is stable inversions. The recorded amount of days with inversions is to 150-180 per a year depending on lower forms of relief and to 100 in a year on increased.

Inversions create the favourable conditions for accumulation of pollutants in air from various sources of pollutions. The considerable emission of pollutants, hollow land relief and solar radiation leads to photochemical smog creation. In winter smog is observed for long time and adversely effect on health of the population.

In town-planning it is necessary to foresee the compact structures of building which organically incorporate into the surrounding medium.

The reliable heat-shielding of buildings and adjustable heating is obligatory. In territories of the planned cottage building it is necessary to foresee snow protection actions.

## **2 Characteristic of the soil cover**

In the territory of the area podsollic soils prevail, in which and deep-podsolic soils of dark taiga zone are distinguished. Their differential peculiarity: high capacity of the podsollic horizon – 50-60 cm at clay texture; weak expressiveness and light coloring of the horizon A; lack of forest cover or peaty horizon in various conditions of relief.

In the conditions of high and broken relief the typical podsollic soils absolutely disappear. The uniformity of source rocks is of great importance for this territory. In a mid-mountain part, they are presented by a cape of quaternary diluvial, non-carbonaceous brown clays formed as a result of rainfalls and thaw water along mountain slopes. On river valleys, meadow inundated soils are created on the alluvial rocks representing the precipitation laid at a tide of the rivers and also their bottom deposits.

In the spring and autumn, the soil thickness is annually exposed to through penetration to ground waters. It causes an intensive lixiviation of products of soil formation. In such conditions soils of podsollic type are formed.

Process of podzolic formation takes place under the coniferous taiga forest with grassland vegetation at flushing regime. This process covers rather deep layers of soil profile. The suppressed parts of tree and grassland vegetation are collected mainly on the soil surface in the form of forest laying (Autonomous area). It does not contain enough calcium, magnesium, nitrogen, but there are lot of difficult decomposed compounds, such as lignin, waxes, pitches and tanning agents.

Products of mineral decomposition pass into the solution and move to the lower horizons as mineral or organomineral compounds. As a result of such process under the forest cover the horizon (A<sub>2</sub>) lays apart. It is light-gray or whitish color, close to stove ash colour. This horizon has small amount of fertilizer elements, sesquioxides, silts, has acid reaction and weak saturation bases, lamellar and sheet structure.

Due to the fact that depth of podzolic horizon reaches 60-80 cm and more, this type of soils was defined as deeply podzolic mountain taiga clay soils [83].

Mountain taiga brown soils are located above the absolute marks of 450-500 m on friable deposits of the ancient residual soil presented by mottled clay in the zone of the fir and cedar woods.

The most differential peculiarities of mountain taiga brown soils are weak differentiation on the soil horizons, brown color of almost the whole profile, acid and subacidic reaction, lack of the illuvial-carbonaceous horizon. Under the forest cover (A<sub>0</sub>) there is the cumulo layer of 5-7 cm (A<sub>1</sub>), then goes the brown transitional horizon (B) with capacity from 15 to 40 cm which gradually merges with soil-forming rocks.

Meadow plain soils. They were created along river-valleys with poor development of floodplain terraces. The key feature of soil formation in floodplains of rivers is development of inundated and alluvial processes.

In floodplains of the taiga and forest zone vegetation can be various. Here is possible to find meadow of mixed herb-cereal groups with fabaceous addition. The woody plants can grow there are: the fir-tree, birch, aspen, willow. As the basis of natural vegetation of floodplain terrace is meadow grass, the leading natural soil-

forming process is cespitose. Therefore, meadow soils can have well expressed humic profile with distinct granular or crumbling-granular structure. The shallow horizon (Ad) is presented by grassy turf with well-bounded roots with the depth up to 5-7 cm. Then goes the humic horizon (A1) with the depth up to 14-18 cm, gray or dark gray color with a brown shade and grain structure. It is followed by the illuvial horizon (B) of more dark color, larger depth, dense structure with gradation to source rock (C) in the form of clay alluvial deposits.

### **3 Characteristic of vegetation**

In terms of floristic division, the territory of Kemerovo region is included into the Boreal area of Holarctic Kingdom [78]. The dominance of types of forest communities and such family representatives as composite plants, cereal, sedge is characteristic of flora of boreal type. As a result of soil violation in certain territories there are some changes in the key parameters of their flora.

There are the following characteristic features of development of vegetable cover in the study area: firstly, the prevailing development of a dark-coniferous taiga, secondly, rather big development of secondary birch-aspen and only aspen plantings and tallgrass tousel, thirdly, special group of the plants in herbage called "tertiary relicts" and the efemeroid developing in spring only, then the elevated parts absolutely disappearing herbage.

The dark-coniferous taiga is characterized by polydominance, i.e. equal phytocenotic value of several species of coniferous trees. As ecosystem builders of the dark-coniferous taiga there are three wood species: fir Siberian – *Abies sibirica*, pine Siberian (a cedar Siberian) *Pinus sibirica*, fir-tree Siberian – *Picea obovala*.

The structure of the formation is defined by several synfoliums. The first synfolium is made by the leading trees of the taiga: fir, cedar and fir-tree. Trees are of almost identical height and located in small distance from each other, creating close canopy almost without open light. The second synfolium is bushes, usually only few samples, and small trees such as birch, mountain ash, well developed only on edges. Bushes usually are: spirea, honeysuckles, mezereon, raspberry. The synfolium of grassy plants is floristically poor, there are typically taiga species. Lack of grass cover

on floristic composition and abundance is also a characteristic feature of the dark-coniferous taiga. In herbage of the taiga ferns are found: ostrich fern, male shield fern, parsley fern.

Watersheds and slopes of mountains are covered with dark taiga. It is characterized by domination of fir and aspen with impurity of cedar and types of birch, total absence or poor development of a moss cover, tall grasses development and impoverished group of relict nemorose. Understorey usually consists of tall bushes – mountain ashes, bird cherries, guelder-roses. The quantity of bushes under forest canopy depends on a forest thinness, soil moisture and direction of slope. There is guelder-rose, goat willow expand on brightened areas. Slopes, especially southern directions, under a thinned wood synfolium are occupied with single samples, at thawed patches – tousels of spiraea medium, spirea chamaedryfolia, red raspberry. In wetted areas currant dark purpur, dwarf alder locate; in open wet areas, commonly along streams, black currant goes with them. The grassy synfolium is presented by the following cultures: northern wolfsbane, hawksbeard lyrata, hawksbeard sibirica, candle larkspur, bupleurum aureum, ostrich fern, parsley fern, cow-parsnip dissected; species of nemorose group: whitespot betony, giant fescue [61].

#### **4 Characteristic of fauna**

The fauna is intimately bound to soils and plants, therefore, the species composition of fauna reflects specifics of living environment and serves as a criterion for assessment of degree of anthropogenic load on habitual area. The research area is inhabited both by communities of invertebrates and vertebrates. Complexes of invertebrates include herpetobions (inhabitants of soils and invertebrates living on surface of the soil) and hortobionts (inhabitants of herbage). Coleoptera and hemipterans are most numerous (ground beetles, bugs) among herpetobions. Hortobionts are equally represented by homopterous (dragonflies), orthopteroids (acridoids), flies, lepidopterans (butterflies from families of the white butterfly, zebra butterfly, apefly, batwing), hymenoptera (bumblebee, ant). Arachnidas are abundant.

Complexes of invertebrates play an important role in maintaining of a faunistic variety in the conditions of hifg projective cover degree and humidity.

The main water-collecting artery is the Olzheras River. The fish fauna in its affluent is presented by small in number but widespread species [61].

## **5 Geological characteristic**

Mezhdurechensk is located in Tom-Usinsk geological area of Kuzbass.

The territory of the city is a part of zone in western monocline dipicturins as a southeast wing of the Kuzbass trough. It included deposits of the Erunakovskiy, the Ilyinskiy, the Kuznetskiy and the Verkhnebalakonskiy suits.

The major width of the zone is in the central part of the Tom-Usinsk district. The zone is characterized by flat falling of layers and complicated by a small number of flexure folds.

The geological structure of city area is defined by the genetic complexes located in stratigraphic sequence.

1. The complex of lagoonal-continental Nizhnepermskiy deposits of Verkhnebalakhonskiy subseries is presented by coal-bearing formation. Strata deposits have wide distribution and high carboniferous assey. Depth of complex is 850-870 m. According to presence of coal, the complex is divided into two suits: the intermediate and the Ishanovskaya.

The intermediate suite has the depth of the 250-270 m and contains small amount of coal layers with the thick about 1 m. The Ishanovskaya suite is more developed, its depth is 560-600 m. The suite is characterized by high coal-bearing capacity, thickness of separate layers of coal is 5-8 m.

The distinctive feature of the deposits is high mechanical strength and stability of sand-alevrite masses and layers of coal. The complex has northwest inclination of strata with a bias about  $11^{\circ}$ .

2. Complex of alluvial modern deposits of inundated terraces of the Tom River and the Usa River. It includes all interfluvial space of the territory of the city. In the complex two facies are located: channel and flood plain.

The channel facies consist of stony and pebble deposits, its depth is from 2 to 6,5m. Deposits are washed well out and flooded.

They are characterized by a good rounding of material and the nonuniform fineness.

The channel facies have ongoing subartesian-phreatimetric horizon of ground interstitial-hole water.

The flood plain facies are presented by loams and have depth no more than 5,5m. Loams differ in the increased humidity, weak firmness and soft structure.

3. The complex of the modern biogenic (marsh) formations is presented by deposits of peaty, old rivers and swamped spaces. Peat has various stages of decomposition and is waterlogged. The depth of a complex is from 0,2 to 2,3m. The complex has loams from tight to very soft with the content of organic substance from 0,13 to 0,42.

Depth of loam layers are about 1,5 m. The development areas of the complex theoretically correspond to water-logged areas. At present the majority of them are blocked by the modern technogenic deposits.

4. The complex of the modern technogenic formations. Fill-up ground covering the considerable part of the city belongs to technogenic formations. Fill-up grounds were used for construction of roads, dikes and various upfillings.

There was not any special research. Their depth varies from 0,5 to 3,5m. Ground consists of gravel, coal slag, scrap bricks and loam with rudaceous rock. Overburden rock piles should be noted among fill-up ground.

Overburden rocks generally consist of the processed pellet fractions. New rocks are disorderly pellet air pollution sources, thawed and storm water [65].

## **6 Hydrogeological characteristic of the area**

The hydrological network of the city is presented by the Tom River and the Usa River and their small effluents. The Tom River begins on the western slope of the Abakan mountains and flows into the Ob River, on the right in 2677 km from its ostium. General direction of the river is northwest. Watersheds of the pool are the Salair Ridge and the Kuznetsk Alatau. The Tom River is the main waterway of the area. Length of the river is 827 km; the area of a reservoir is 62000 sq.km. The top of the pool (before fall of the Kondoma River) is a mountain river with absolute marks

of 1300-2200 m. Being in a humid zone, its annual amount of precipitation is 800-1200 m, it has dense and complicated river network. The most considerable feeders: The Terezhu, the Kazyr, the Bel-Su, the Usa, the Mras-Su. Before falling into the Usa River the Tom River flows in the narrow valley, in stepped bed, with biases 0,0008-0,002. The water gauging station of the Tom River is located in 8 km above fall of the Usa River and in 7 km below the Kumzas River fall. The mark "0" of the Baltic elevation system is on 242,46 m.

The bottom width of the valley is 0,5-1,8 km. The slopes are 100-300 m high, very steep (35-40), curved, dissect ravines and valleys of streams and small rivers, rocky, covered with mixed woods. A channel is poorly sinuous, branching, often found covered with shrub vegetation islands. Below the Bel Su rivers, there is a floodplain, mainly unflow, passing from one shore to another. The prevailing width of the floodplain is 0,5 km, the largest is 1,5-2,0 km. Width of a channel is 20-120 m, a form of the valley of the river trough-shaped. The right-bank part of the valley merges with the valley of the Usa River, forming an interfluvial space 5-8 broad, in that territory Mezhdurechensk is located. The left slope of the valley is steep. Height is up to 100 m, a channel is rectilinear, the bottom bouldery and pebble.

The depth of water flow in low water ranges from 0,7 m to 0,8 m in rolling areas and from 3,0 m to 3,5 m in broad areas, river flow rates are 0,3-1.0m/sec. An average annual unit discharge is 28 l/sec.

The water of the Tom River is low-salt hydrocarbonate. The Tom River is the main source of water supply of the city.

The Usa River is the right feeder of the Tom River. Its length is 175 km; the area of a reservoir is 3320 sq.km. It begins on the western slopes of the Kuznetsk Alatau.

The river channel is poorly sinuous. The valley of the river is trough-shaped, with steep slopes with coniferous forest. The left-bank are of the valley is floodplain, occasionally swampy, merges with the valley of the Tom River. On the right side of the valley the mountains up to 100 m with the coniferous forest are adjoined. The right bank is steep and rocky. On the left bank a dike height 7-9 m is located,

therefore the floodplain which width is up to 3 km, is not flooded. The dike narrows a river channel in a flood period, that causes change of biases. River channel is rectilinear, the bottom is boulder and pebble. The river has a lot of islands, rifts, braids.

The river is very watery, an average annual unit discharge is 45 l/sec.

Maximum levels of infrequent repeatability in the Tom Rivers and the Usa River can cause an overflow in some places of a protection dike. Consequently, it is necessary to take engineering actions for engineering protection of the city against flooding.

### 7 Economic activity

Mezhdurechensk has developed planning, social and engineering infrastructures. Climatic and technogenic factors effect on the city environment. Technogenic factors attract the greatest interest since they lead to ecological disruption. The production enterprises and transport give a larger share of technogenic load of a surrounding medium.

In the city of Mezhdurechensk the leading branch is the coal industry (95% of total amount of the shipped industrial output) [75]. Key industry of the territory of the city is presented in the figure 2.

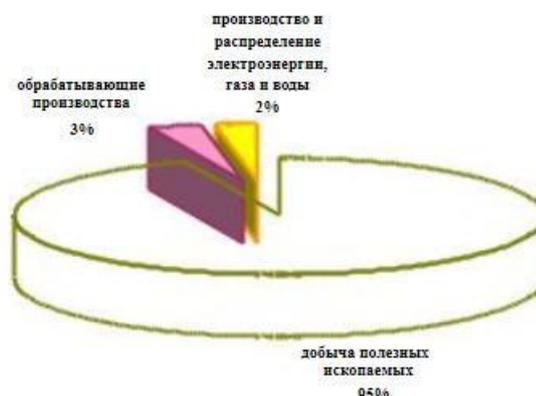


Figure 2 – Structure of the Industry in the city of Mezhdurechensk in 2009, %

The main source of pollution of free air are boiler, coal mines, mines dressing-works here. Dust, carbon monoxide, nitric oxides, sulfur dioxide and also heavy metals come to the atmosphere from them [75].