

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»  
 Отделение геологии

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Биогеохимическая индикация территории города Междуреченска (Кемеровская область)</b>

УДК [581.144.4:582.681.82+582.29]:543(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г51	Исупова Алена Анатольевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	д.б.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	канд. техн. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	канд. техн. наук		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова С.В.	К.Г.-М.Н.		

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 05.03.06 «Экология и природопользование»,  
 профиль «Геоэкология»  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение геологии  
 Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2Г51 Исуповой А.А.  
 на тему: «Биогеохимическая индикация территории города Междуреченска (Кемеровская область)»

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019
--	------------

Дата Контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.02.2019	<i>Глава 1 Методы и подходы к оценке экологического состояния территорий</i>	10
30.02.2019	<i>Глава 2 Административно-географическая характеристика района исследований</i>	10
20.03.2019	<i>Глава 3 Геоэкологическая характеристика территории г. Междуреченска</i>	10
18.04.2019	<i>Глава 4 Материалы и методы исследования</i>	10
31.04.2019	<i>Глава 5 Экогеохимическая характеристика компонентов природной среды на территории города Междуреченска</i>	30
05.05.2019	<i>Глава 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
10.05.2019	<i>Глава 7 Социальная ответственность</i>	10
25.05.2019	<i>Заключение</i>	10

**СОСТАВИЛ** Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н. В.	д.б.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

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

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

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

**УТВЕРЖДАЮ:**  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Азарова С.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г51	Исуповой Алене Анатольевне

Тема работы:

Биогеохимическая индикация территории города Междуреченска (Кемеровская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.02.2019 №932/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Публикации в периодической печати, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал
---------------------------------	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Методы и подходы к оценке экологического состояния территорий 2.Административно-географическая характеристика района исследований 3. Геоэкологическая характеристика территории г. Междуреченска 4. Материалы и методы исследования 5. Экогехимическая характеристика компонентов природной среды на территории города Междуреченска 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность 8. Заключение
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Карта-схема опробования, карты пространственного распределения элементов
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
<b>Социальная ответственность</b>	Белоенко Е.В.
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Кащук И.В.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	<b>15.11.2018</b>
---	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н. В.	д.б.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г51	Исупова А.А.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г51	Исуповой Алене Анатольевне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Расчет стоимости выполняемых работ, материальных ресурсов выполнялся согласно средней стоимости по городу Междуреченску
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Описание потенциального потребителя, SWOT анализ.
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование разработки проекта, определение действующих лиц, длительности и трудоемкости работ; определение материальных затрат.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой эффективности исследования</i>	Расчет показателей: интегральный финансовый показатель; интегральный показатель ресурсоэффективности; интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

**Перечень графического материала:**

1. <i>Матрица SWOT</i>
2. <i>Бюджет проектирования</i>
3. <i>Сравнительная эффективность разработки</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	22.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	канд. техн. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г51	Исупова Алена Анатольевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г51	Исуповой Алене Анатольевне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение геологии</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Экология и природопользование

Тема ВКР:

Биогеохимическая индикация территории города Междуреченска (Кемеровская область)	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, которая проводилась с целью изучения элементного состава листьев тополя и лишайников на территории города Междуреченска (Кемеровская область), а также установления индикаторных показателей влияния различных антропогенных объектов на окружающую среду
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	-Конституция РФ; -ФЗ от 28.12.2013 N 426 «О специальной оценке условий труда»; -СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; -ГОСТ 12.1.004-91; -СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03; -СанПиН 2.2.4.548-96; -ГОСТ 12.0.003-2015; -СП 52.13330.2011; -ПНД Ф 12.13.1-03; -ГОСТ 12. 1. 019-2017; -ГОСТ 12.1.038-82; -ГОСТ 12.1.003-2014; -ФЗ от 22.07.2008 N 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; -ГОСТ 12.4.009-83.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Описание всех опасных и вредных факторов, возникающих при работе. Вредные факторы: 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 3. Повреждения химическими реактивами; 4. Электромагнитное излучение.

<b>3.Экологическая безопасность:</b>	Отходы V класса опасности (мусор от уборки помещений и бумага), которые необходимо утилизировать
<b>4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Вероятно-возможные ЧС: - пожар Мероприятия по предотвращению ЧС

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>22.03.2019</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	канд. техн. наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г51	Исупова Алена Анатольевна		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 86 страниц машинописного текста, состоит из введения, 7 глав и заключения; работа проиллюстрирована 19 таблицами и 20 рисунками. Список литературы насчитывает 62 наименования.

Ключевые слова: биогеохимическая индикация, содержание химических элементов, ртуть, листья тополя черного, лишайник фисция припудренная, город Междуреченск.

Объекты исследования – лишайник фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*), листья тополя черного (*Populus nigra*), произрастающие на территории г. Междуреченска. Предмет исследования – содержание ртути в лишайнике фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*), элементный состав листьев тополя черного (*Populus nigra*) на территории г. Междуреченска. Цель работы – изучение элементного состава листьев тополя черного (*Populus nigra*), содержания ртути в лишайнике фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*), установление индикаторных показателей влияния объектов угледобычи на окружающую среду.

На территории г. Междуреченска было отобрано 22 пробы листьев тополя черного, элементный состав проб определен методом инструментального нейтронно-активационного анализа; отобрано 16 проб лишайника фисция припудренная, содержание ртути определено методом атомно-абсорбционного анализа. Проводился статистический анализ данных по элементному составу; анализировалось пространственное распределение содержаний химических элементов на территории города; определялась биогеохимическая оценка исследуемой территории; определены группы концентрирования элементов в листьях тополя черного.

Область применения: полученные результаты могут быть использованы при проведении биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды и разработки природоохранных мероприятий, а также планировании и застройки функциональных зон г. Междуреченска.

## Обозначения и сокращения

АЭС – атомная электростанция;

ГОСТ – государственный стандарт;

ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ;

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов;

ЛОС – летучие органические соединения;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

ОАО – открытое акционерное общество;

ЗАО – закрытое акционерное общество;

ЦОФ – центральная обогатительная фабрика; ГОФ – групповая обогатительная фабрика;

ЗВ – загрязняющее вещество;

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина;

ССН – сборник сметных норм на геологоразведочные работы;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы; ПК – персональный компьютер;

СП – свод правил;

ПНД Ф – природоохранные нормативные документы федеративные;

ССБТ – система стандартов безопасности труда.

## Оглавление

Введение.....	11
1 Методы и подходы к оценке экологического состояния территорий .....	12
1.1 Биоиндикация. Общие положения .....	12
1.2 Методы и подходы к оценке состояния урбанизированных территорий ..	14
2 Административно-географическая характеристика района исследований .....	13
2.1 Характеристика города Междуреченска .....	13
2.2 Климатическая характеристика .....	15
2.3 Гидрологические условия .....	15
2.4 Геологическая и геоморфологическая характеристика .....	16
3 Геоэкологическая характеристика территории г. Междуреченска.....	19
3.1 Предприятия, оказывающие наибольшее воздействие на окружающую среду .....	19
3.2 Анализ ранее проведенных исследований .....	22
4 Материалы и методы исследования .....	25
4.1 Объекты исследования .....	25
4.2 Методика отбора и изучения проб .....	26
4.3 Аналитические исследования .....	30
4.4 Математическая обработка результатов.....	32
5 Экогеохимическая характеристика компонентов природной среды на территории города Междуреченска .....	34
5.1 Ртуть в лишайнике фисция припудренная ( <i>Physcia pulverulenta</i> ) .....	34
5.2 Химические элементы в листьях тополя черного ( <i>Populus nigra</i> ).....	38
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	39
7 Социальная ответственность .....	53
Заключение .....	63
Список использованных источников .....	65

## Введение

В связи с ускоренным ростом антропогенной деятельности и возрастающим развитием промышленности усиливаются геоэкологические проблемы территорий, становятся актуальными вопросы взаимодействия человека и окружающей среды, негативно влияющие на состояние здоровья людей. Города отражают наиболее концентрированную форму воздействия техногенеза на окружающую среду.

Характеристики ореолов и потоков рассеяния - состав, степень концентрирования, формы нахождения и миграции загрязняющих веществ, особенности их перераспределения и трансформации, интенсивность биопоглощения - определяют качество окружающей среды, а в конечном счете и условия существования человека в принципиально новой среде обитания-городских агломерациях [5].

Поэтому проведение комплексной работы по оценке состояния антропоэкологии с использованием результативных индикаторов необходимо для понимания процессов, протекающих в геосферных оболочках, получения общей картины загрязнений территорий, а также перспектив возможного сокращения антропогенного влияния на все оболочки Земли.

## **1 Методы и подходы к оценке экологического состояния территорий**

## **2 Административно-географическая характеристика района исследований**

### **2.1 Характеристика города Междуреченска**

Территория города Междуреченска совместно с тринадцатью поселками образует Междуреченский городской округ, расположенный в Кемеровской области в центральном районе Томусинского каменноугольного месторождения на слиянии рек Томь и Уса, в предгорьях Кузнецкого Алатау.

Город находится в пойменной заболоченной низменности, которая была осушена в ходе строительства жилых кварталов, непосредственно город находится в 302 километрах юго-восточнее областного центра - города Кемерово, а также в 60 километрах восточнее Новокузнецка (рисунок 1). Наряду с Калтаном, Таштаголом, Мысками и Осинниками город Междуреченск является одним из наиболее удаленных от областного центра Кемеровской области.

Муниципальное образование «Междуреченский городской округ» граничит с Таштагольским муниципальным районом, Красноярским краем, Мысковским городским округом, а также Новокузнецким муниципальным районом [21].

Общая численность населения в 2018 году составила 97 060 человек, общая площадь территории в пределах городского округа составляет 332,56 км<sup>2</sup>. Промышленность города является многоотраслевой, при этом угольная отрасль является градообразующей [28].

В городе отсутствует государственная сеть за наблюдением уровня загрязнения атмосферного воздуха. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области, общая масса загрязняющих веществ, которые были выброшены в атмосферу в 2017 году, составила 120,070 тыс. т, в том числе твердых веществ – 8,058 тыс. т, серы диоксида – 1,841 тыс. т, углерода оксида – 4,890 тыс. т, азота оксидов (в пересчете на диоксид) – 1,831 тыс. т, углеводородов (без ЛОС\*) – 103,142 тыс. т, ЛОС – 0,152 тыс. т [18].

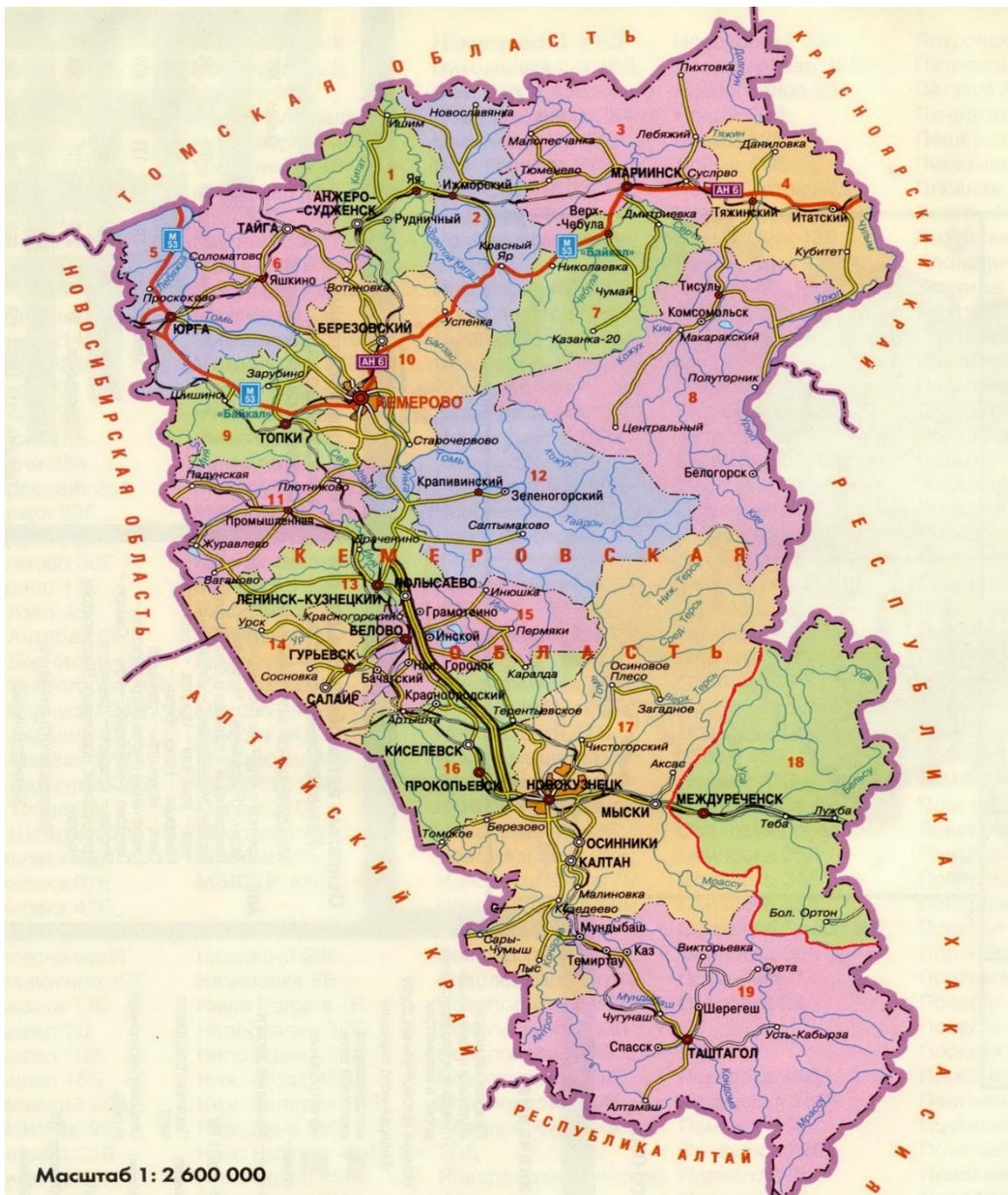


Рисунок 1 – Карта расположения г. Междуреченска на территории Кемеровской области [47]

В городе имеется довольно значительный потенциал земельных ресурсов, рациональное использование которых дает возможности для дальнейшего социально-экономического развития [21].

## 2.2 Климатическая характеристика

Температурный режим в Междуреченском городском округе является одним из наиболее суровых на территории Кемеровской области. Среднегодовая температура составляет  $-0,1^{\circ}\text{C}$ , средняя температура января -  $19^{\circ}\text{C}$ , средняя температура июля составляет  $+18,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный температурный минимум -  $48^{\circ}\text{C}$ , абсолютный максимум  $+39^{\circ}\text{C}$ . Дата последнего заморозка - 30 мая, дата первого заморозка - 15 сентября. Продолжительность безморозного периода составляет 107 дней. Количество осадков составляет 900-1200 миллиметров в год. Главенствующие направление ветра – северо-восточное (рисунок 2).

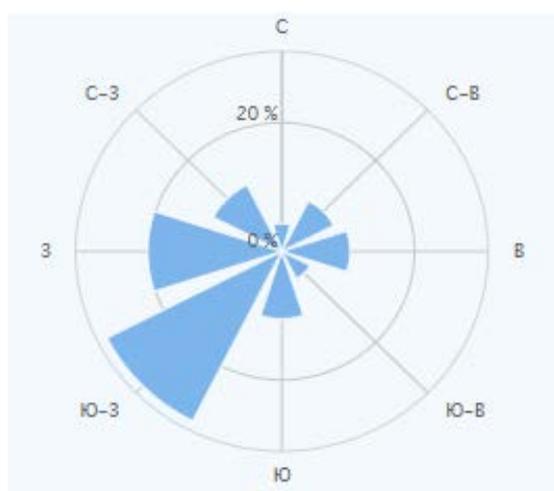


Рисунок 2 – Среднегодовая роза ветров г. Междуреченска [4]

Снежный покров устанавливается в октябре. Мощность снегового покрова в районе города составляет 1,0 м, в горах - от 2,5-3,0 м до 4,0-7,0. Довольно жестокий температурный режим сопровождается повышенной влажностью атмосферного воздуха в связи с расположением городского округа на болотистой местности, также усугубляет положение недостаток солнечного света [16].

## 2.3 Гидрологические условия

В реках Уса и Томь происходит аккумуляция максимального количества поверхностных вод, обеспечивающих большую часть поверхностного стока, техническое водоснабжение и питье. Русла рек прямолинейные, порожистые, с

большим количеством перекаатов, имеются сильные уклоны. Томь является транзитной рекой.

В пределах города имеется один приток - река Уса, которая является наиболее крупной по длине, по расходу воды, а также по площади водосбора притоком.

Средняя скорость течения рек составляет 1-2 м/с, для пойм в нижнем течении характерны процессы заторфовывания и заболачивания, наличие стариц, пойменных озер. Питание данных рек является снеговым и дождевым.

Длительность ледостава составляет в среднем 153-160 дней. Ледовой покров устанавливается в ноябре, вскрытие рек происходит в середине апреля. Толщина льда составляет от 30 см до 50-90 см [4, 16].

#### **2.4 Геологическая и геоморфологическая характеристика**

Город Междуреченск находится на южной границе Кузнецкого угольного бассейна. В тектоническом отношении территория города является южной периферией Кузнецкого краевого прогиба герцинского возраста, который образовался в ранее возникшей Алтае-Саянской складчатой области. Подстилает прогибу каледонский по возрасту фундамент, формирующий верхнепротерозойские, кембрийские, ордовикские и силурийские отложения. Прогибание территории, которое началось в девоне (около 400 миллионов лет назад), сопровождалось установлением морского режима. На дне возникшего бассейна началось накопление карбонатных осадков. В каменноугольном периоде произошло обмеление моря, на значительных площадях развились низменные заболоченные равнины, покрытые тропической растительностью. Отмирание растений привело к образованию значительных масс торфа. Данные накопления периодически перекрывались минеральными осадками, такой режим длился миллионы лет. Накопленный за этот период торф стал исходным материалом для образования мощной толщи Кузнецкого угольного бассейна, который получил название балахонская серия. В пермском периоде прогиб

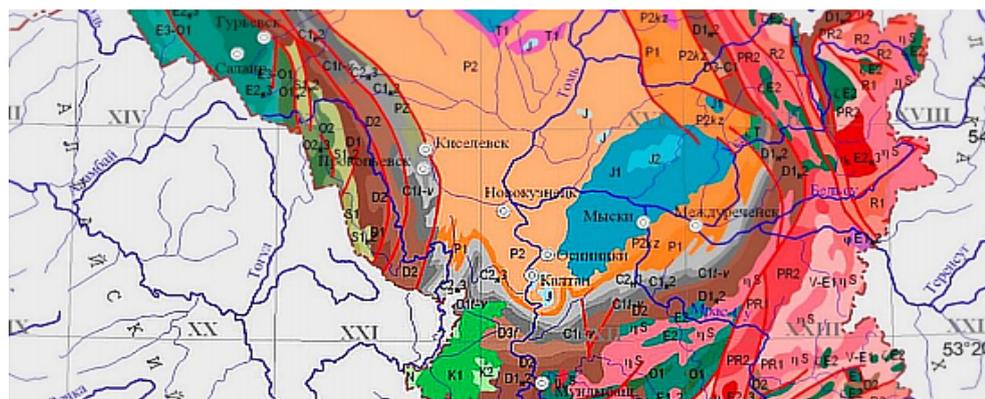
превратился в замкнутую межгорную котловину, занятую мелководным бассейном. В данную котловину осуществлялся снос материала с гор Горной Шории, Кузнецкого Алатау, Салаира. На дне водоёма шло накопление растительных остатков и рыхлого минерального материала, который приносился водными потоками, за счет чего произошло накопление ещё одной угленосной толще Кузбасса - кольчугинской серии.

Рельеф данного района является холмисто-увалистым по облику, аллювиально-денудационным по происхождению, сформирован на мел-палеогеновом (по возрасту) пенеппене, который был сглажен наносами четвертичных суглинков. Здесь происходит обнажение осадочных пород пермского периода: песчаников серого и желтого цвета, мелкозернистых алевролитов и аргиллитов, относящихся в основном к ильинской свите балахонской угленосной серии.

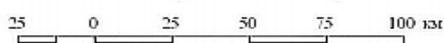
Современные процессы рельефообразования связаны с продолжающейся денудацией возвышенных частей, а также аккумуляцией наносов в речных долинах. Проявлением денудации является образование оползней, которые происходят на водораздельных склонах. Территория города относится к Кондомскому геолого-экономическому району Кузнецкого угольного бассейна и занимает крайнее южное положение в нём. В краевых частях района угленосные толщи залегают на относительно небольшой глубине, что дает возможность добывать уголь и открытым способом. Геологическая карта города представлена на рисунке 3.

Угленосные отложения района представлены балахонской серией общей мощностью около 2000 метров. На значительной площади серия перекрыта кузнецкой свитой кольчугинской серии. В разрезе балахонской серии известно до 48 пластов угля, имеющих суммарную мощность от 50 до 80 метров. Количество рабочих пластов меняется от 25 до 42. По технологическим свойствам угли района относятся к маркам от К (коксовых) до Т (тощих), а значит могут быть использованы как энергетические, а также для получения

кокса. Общие запасы углей Междуреченского района, подсчитанные до глубины 1800 м, составляют 34,5 млрд. тонн [16, 21].



в 1 сантиметре - 25 километров



### Геологическая карта г. Междуреченска Масштаб 1:2 500 000 000

#### Условные обозначения

##### Стратифицированные образования

- |   |  |
|---|--|
| <b>P<sub>1</sub></b> Пермская система. Верхний отдел  | <b>K<sub>1</sub></b> Верхний рифей (1030+30 - 600+10 млн лет)                    |
| <b>P<sub>2</sub></b> Пермская система. Средний отдел  | <b>K<sub>2</sub></b> Средний - верхний рифей (1350+20 - 1000+10 млн лет)         |
| <b>P<sub>3</sub></b> Пермская система. Нижний отдел   | <b>K<sub>3</sub></b> Средний рифей (1350+20 - 1030+30 млн лет)                   |
| <b>C<sub>1</sub></b> Каменноугольная система. Средний - верхний отделы                        | <b>K<sub>4</sub></b> Нижний - средний рифей (1650+50 - 1030+30 млн лет)          |
| <b>C<sub>2</sub></b> Каменноугольная система. Нижний - средний отделы                         | <b>K<sub>5</sub></b> Нижний рифей (1650+50 - 1250+20 млн лет)                    |
| <b>C<sub>3</sub></b> Каменноугольная система. Вивейский ярус                                  | <b>K<sub>6</sub></b> Рифей, не расчлененные отложения (1650+50 - 600+10 млн лет) |
| <b>C<sub>4</sub></b> Каменноугольная система. Турийский - высший ярусы                        | <b>V<sub>1</sub></b> Верхний протерозой  |
| <b>C<sub>5</sub></b> Каменноугольная система. Турийский ярус                                  | <b>V<sub>2</sub></b> Нижний протерозой   |
| <b>C<sub>6</sub></b> Каменноугольная система. Нижний отдел                                    | <b>V<sub>3</sub></b> Протерозой. Нерасчлененные отложения                        |
| <b>D<sub>1</sub></b> Девонская система, верхний отдел - каменноугольная система, нижний отдел |  |
| <b>D<sub>2</sub></b> Девонская система. Верхний отдел   |  |

##### Интрузивные породы

- |   |   |                                   |  |   |
|---|---|-----------------------------------|--|---|
| <b>G<sub>1</sub></b> Граниты                      | <b>G<sub>2</sub></b> Гранодиориты       | <b>G<sub>3</sub></b> Граносиениты | <b>G<sub>4</sub></b> Периодиты, диориты, пироксениты, серпентиниты | <b>G<sub>5</sub></b> Кислого состава. Риолиты                                   |
| <b>G<sub>6</sub></b> Габбро, нориты, габбронориты | <b>G<sub>7</sub></b> Щелочные габброиды | <b>G<sub>8</sub></b> Сиеениты     | <b>G<sub>9</sub></b> Щелочные сиеениты                             | <b>G<sub>10</sub></b> Нефелиновые и псевдоалейцитовые сиеениты, ийолиты, уртиты |

#### Условные обозначения

- Граница субъектов Российской Федерации
- Гидроэлев., реки
- Населенные пункты**
- ⊙ Административный центр Кемеровской области
- ⊙ Города
- Прочие населенные пункты
- 40 20 — Линия глубинного разреза (сейсмический профиль 05 с шикетам)

Рисунок 3 - Геологическая карта г. Междуреченска [23]

### **3 Геоэкологическая характеристика территории г. Междуреченска**

#### **3.1 Предприятия, оказывающие наибольшее воздействие на окружающую среду**

В структуре промышленного производства приходится 90 % на долю предприятий, которые выполняют добычу и переработку полезных ископаемых (в основном это каменный уголь). За 2013 год угольными предприятиями города было добыто 26 млн. тонн угля. Самыми крупными угольными компаниями города являются: Закрытое акционерное общество «Распадская угольная компания», Открытое акционерное общество «Междуречье», Открытое акционерное общество «Южный Кузбасс». ОАО «Распадская» имеет лицензии на ведение горных работ на территории обширного угольного месторождения к юго-западу от Томусинского участка Кузнецкого угольного бассейна, который обеспечивает три четверти добычи коксующегося угля в России. На территории города компания объединяет группу предприятий, включающую:

– «Распадская» – шахта, которая ведет отработку четырех лав, является крупнейшей подземной шахтой в России, расположена в 15 километров от города в северо – восточном направлении.

– ОАО «МУК-96» – шахта, отрабатывающая одну лаву, расположена в 10 километрах от города в северо – восточном направлении.

– ЗАО «Разрез Распадский» – разрез, расположенный в 8 километрах от города в северо – восточном направлении.

– ЗАО «Распадская Коксовая» – шахта, добывающая уголь марки «К», годовой объем добычи – 1 млн тонн угля.

– ЗАО «ОФ «Распадская» – угольная обогатительная фабрика, работает с применением новейших технологий, расположена в 10 километрах от города в северо – восточном направлении.

Включает также пять предприятий производственной и транспортной инфраструктуры, компанию по продажам и управляющую компанию.

«Распадская» является одним из главных поставщиков угольной продукции на крупнейшие в России металлургические предприятия: на Магнитогорский металлургический комбинат, на Новолипецкий металлургический комбинат и предприятия ЕвразГруп.

В 2013 году количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от компании ОАО «Распадская угольная компания» составило 65872,8 тонн. Метан, оксид углерода, зола угольная, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы, сажа являются основными загрязняющими веществами.

ОАО «Междуречье», занимающее третье место по добыче угля среди разрезов Кузбасса, на территории города Междуреченска включает в себя предприятия:

- Погрузочно-транспортное управление

- Обоганительная фабрика «Междуреченская», расположенная в 8 километрах от города в юго – западном направлении.

- Разрез «Междуреченский», являющийся одним из самых больших в России, расположен в 8 километрах от города в юго – западном направлении.

В 2013 году количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от компании ОАО «Междуречье» составило 1504,2 тонн. Основными загрязняющими вещества являются: Оксид углерода, зола угольная, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы, сажа и прочие загрязняющие вещества.

ОАО «Южный Кузбасс» - на территории г. Междуреченска в состав компании входят следующие предприятия:

- Филиал ОАО «Южный Кузбасс» – Управление по подземной добыче угля (шахта «Ольжерасская-Новая», а также шахта им. В. И. Ленина). Шахты расположены в 6 километрах от города в северо – восточном направлении.

- Филиал ОАО «Южный Кузбасс» – Управление по открытой добыче угля (разрез «Красногорский», разрез «Ольжерасский»). Разрез «Красногорский» расположен в 5 километрах от города в юго - западном

направлении, а разрез «Ольжерасский» в 15 километров от города в северо – восточном направлении.

– Филиал ОАО «Южный Кузбасс» – Управление по переработке и обогащению угля (ЦОФ «Сибирь», ЦОФ «Кузбасская», ГОФ «Томусинская», ОФ «Красногорская»);

– ОАО «Разрез «Томусинский». Разрез находится в 12 километрах от города в северо – восточном направлении. В 2013 году количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от компании ОАО «Междуречье» составило 21036, 6 тонн. Основными загрязняющими вещества являются: метан, оксид углерода, зола угольная, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы, сажа и прочие загрязняющие вещества.

В границах Междуреченского городского округа разведаны месторождения полезных ископаемых: каменные угли коксующихся и энергетических марок, железные и марганцевые руды, россыпное золото, строительные материалы (глина, гравий, бутовый камень, мрамор, гранит, кварциты, диабазы), месторождения нерудных полезных ископаемых: талька, вермикулита, мусковита.

На территории г. Междуреченска расположено пять котельных, которые отапливают прилегающие районы (рисунок 4). Все котельные расположены в восточной части города.



Рисунок 4 – Схема размещения основных промышленных предприятий на территории г. Междуреченска [48]

Цифрами обозначены: 1 – Ольжерасская автобаза, 2 – ремонтное депо, 3 – ТРМЗ, 4 – ремонтные базы БЕЛАЗов, 5 – котельные.

В качестве топлива на всех котельных используется каменный уголь, который непосредственно поставляется с угольных предприятий города. Масса выбросов в 2013 г. от городских коммунальных котельных составила 8 834 тонн или 9% от всех выбросов по городскому округу. При сжигании угля в атмосферу выбрасываются диоксиды и оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрид, зола углей, тяжелые металлы, бенз(а)пирен и другие загрязняющие вещества.

Основная масса выбросов специфических загрязняющих веществ от стационарных источников предприятий согласно данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области за 2017 год города приходится на метан – 103,139 тыс. т, другие вещества – 4,756 тыс. т (85,90 % и 3,96 % от общего количества выбрасываемых ЗВ по городу соответственно).

Также на территории города имеется «Томусинский ремонтно-механический завод» (ТРМЗ), являющийся производителем запасных частей для всех типов отечественных карьерных экскаваторов, буровых станков, импортной горной техники, завод производит ремонт горного и шахтового технологического оборудования.

На ремонтных базах БЕЛАЗов происходит ремонт карьерной техники ОАО «БЕЛАЗ», ее сборка и предпродажная подготовка. Ольжерасская автобаза является станцией технического обслуживания и ремонта автомобилей. На ремонтном депо производится ремонт железнодорожного транспорта [16, 21].

### **3.2 Анализ ранее проведенных исследований**

Были проанализированы исследования по экологической ситуации в городе Междуреченске ряда авторов. В 1991 году на территории г. Междуреченска была проведена снегогеохимическая съемка, по результатам исследований величина пылевой нагрузки изменялась от 72 кг/км<sup>2</sup>\*сут. до 1545 кг/км<sup>2</sup>\*сут., со средним значением в 363 кг/км<sup>2</sup>\*сут. При этом было выделено два ореола с высокой пылевой нагрузкой – на территории промышленной зоны, а

также центра города, которые объяснялись влиянием регионального и локального факторов [49].

По результатам исследования А.В. Таловской в 2015 году, на территории г. Междуреченска величина пылевой нагрузки изменяется от 4 до 35 фонов. Среднее значение составляет 122 мг/м<sup>2</sup> в сутки, что превышает фон в 17 раз. В целом, величина пылевой нагрузки изменяется от низкой до средней степени загрязнения, от неопасной до умеренно опасной экологической ситуации. Ореол с повышенными значениями пылевой нагрузки был выявлен в районе расположения угольных котельных с открытыми угольными складами, в местах погрузочно-разгрузочных угольных работ и на окраинах города, где пылевая нагрузка, вероятно, формируется за счет ветрового переноса пыли от рядом расположенных угольных разрезов. Выявлено снижение в 2,5 раза величины пылевой нагрузки с 1995 г. по 2015 гг., что, вероятно, связано с изменениями в промышленной инфраструктуре города и соседних с ним объектов угледобычи [41].

Язиковым Е.Г., Осиповой Н.А., Перегудиной Е.В. были изучены закономерности распределения и накопления тяжелых металлов в почвенном покрове города Междуреченска. По оценки суммарного показателя загрязнения было выявлено существование ореола загрязнения в центральной части Восточного района - район автовокзала, в промышленной зоне -ремонтно-механический завод, а также цехе литейного производства. По выявленной величине суммарного показателя загрязнения (16–32) город относится к числу территорий, имеющих слабое и среднее загрязнение с умеренно опасным уровнем заболевания. Можно отметить, что повышенные концентрации характерны для элементов, которые входят в состав угля в органической и неорганических формах. Добыча, обогащение, а также сжигание угля происходит на ряде предприятий, окружающих город [29].

Турсуналиевой Е.М. было изучено распределение ртути в листьях тополя на трассе между двумя городами – Новокузнецком и Междуреченском, были

выявлены участки с наибольшим содержанием ртути в листьях тополя, которые соответствуют наиболее урбанизированным территориям, испытывающих наибольшее техногенное воздействие. Это, вероятно, может отражать влияние промзоны города Новокузнецка, влияние угольных разрезов вблизи города Междуреченска. По полученному среднему содержанию (0,026 мг/кг) было выявлено, что наблюдается превышение ПДК ртути в сухой массе растительного сырья (0,02 мг/кг) в 1,3 раза [43].

Максимовой Д.В. были проведены исследования по изучению химических элементов в почве. По сравнению с данными 1991 года, концентрация Ва, Zn, Со практически не изменилась, концентрация Сг увеличилась в 1,6 раз, концентрация As увеличилась в 2 раза [25].

Николаенко А. Н. было проанализировано влияние угольных предприятий на загрязнение снегового покрова города. Было определено, что величина пылевой нагрузки на территорию города превышает фон от 4 до 35 раз. Выявлено, что максимальное превышение характерно для центральной и восточной части города, на территории которых расположена большая часть котельных с открытыми угольными складами. По данным изучения вещественного состава проб было выявлено, что пробы, которые были отобраны вблизи котельных, в основном содержат такие неминеральные частицы как угольная пыль и недоженный уголь. Также автор связывает проблему заболевания органов дыхания с загрязнением атмосферы в результате работы угледобывающих и топливно-энергетических предприятий [28].

## 4 Материалы и методы исследования

### 4.1 Объекты исследования

В качестве объектов исследования использовались лишайник вида фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) и листья тополя черного (*Populus nigra*).

Довольно значительный вклад в загрязнение природной среды вносит ртуть и ее производные, которые характеризуются высокой степенью трансформации и токсичности, высокой степенью биоконцентрации в природных объектах, а также способностью накапливаться в пищевых цепях, являясь серьезной опасностью для человека и всей экосистемы в целом. Ртуть, несмотря на то, что является значительным фактором загрязнения экосистемы, применяется во многих отраслях хозяйственной деятельности человека и промышленности, в связи с этим подлежит обязательному санитарно-гигиеническому и экологическому контролю. Данная проблема обуславливает усиленное изучение поведения ртути, анализа, прогнозирования и контроля ее содержания в окружающей среде, при этом особое внимание должно уделяться промышленным городам - как наиболее вероятным центрам антропогенного распространения ртути в атмосферу.

Для изучения содержания и накопления ртути лишайники были выбраны не случайно - данные симбиотические организмы распространены по всему миру, имеют большую абсорбционную поверхность, обладают высокой гидрофильностью, способны накапливать ртуть и ее производные в течение всего года при пониженных температурах воздуха, периодически возникающая дегидратация талломов приводит к росту концентрации загрязняющих веществ в слоевищах до высоких уровней [42].

Для изучения был выбран лишайник - эпифит (то есть лишайник, обитающий на коре деревьев), из всех экологических групп лишайники-эпифиты обладают наибольшей чувствительностью. Был выбран лишайник вида фисция

припудренная (*Physcia pulverulenta*), поскольку данный вид листоватого лишайника повсеместно распространен на территории города Междуреченска.

Урбанизация большинства промышленных районов, в том числе районов угледобычи, вносит значительный вклад в техногенное загрязнение. В связи с развитыми процессами техногенеза, изменение химического элементного состава является довольно актуальной темой в настоящее время.

Тополь является одним из самых быстрорастущих родов древесных растений в умеренном поясе России, также тополь имеет высокую газопоглатительную способность, а также является кратковременной депонирующей средой, в которой накапливаются в течение вегетативного периода различные вещества. Листья являются хорошим биоиндикатором, поскольку данный орган растений способен к аккумуляции и ассимиляции тяжелых металлов. Листья данного дерева семейства ивовых используются как наиболее информативный объект, с помощью которого определяется качество окружающей природной среды, особенно в промышленных городах.

Одним из наиболее распространенных в Сибири организмов-индикаторов выступает тополь черный (*Populus nigra*), являющийся мезофитом, который быстро адаптируется к среде.

Таким образом, экологическая пластичность тополя черного способствует использованию данного материала в качестве главного объекта для эколого-геохимических исследований урбасистем. Листья тополя являются своеобразным геохимическим планшетом, накапливающим химические элементы из почвы, а также улавливающим пылеаэрозоли из атмосферного воздуха за счет наличия клейкого воска, шероховатости листа, а также расположения устьиц на обеих сторонах листа [33].

#### **4.2 Методика отбора и изучения проб**

Для исследования содержания ртути в слоевищах лишайника было заложено 16 пробных площадок на 5 участках города, различающихся по степени

антропогенной нагрузки: центр города, городской парк, северный промрайон, дамба, поселок Усинский (Рисунок 5), на каждом из 5 участков рассматривалось по 3(4) пробных площадки, на которых со стволов древесных растений отбирались слоевища листоватых лишайников вида фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) для дальнейшего исследования в лаборатории. Образцы лишайников отбирались со стволов деревьев на высоте 1,5–2,0 м от поверхности земли, чтобы по возможности исключить загрязнение частицами почвы.



Рисунок 5 – Карта-схема отбора проб лишайника фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) на территории г. Междуреченска [40]

Содержание ртути в предварительно высушенных и измельченных образцах слоевища эпифитного лишайника определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пиролизическим разложением пробы (прибор РА-915, приставка ПИРО-915+). Схема обработки и изучения проб лишайника фисция припудренная представлена на рисунке 6. Исследования проводились в лаборатории микроэлементного анализа международного инновационного научного образовательного центра «Урановая геология» ТПУ. Перед началом работы на анализаторе выполнялся контроль стабильности градуированного коэффициента. Измерение для каждой пробы проводилось 3 раза, в качестве результирующего значения бралось среднеарифметическое [2]. В качестве

стандарта применялся стандарт листа березы с содержанием ртути 37 нг/г.  
Консультанты: ассистент, к.г.-м.н. Е.А. Филимоненко, доцент, к.х.н., с.н.с  
Н.А. Осипова.

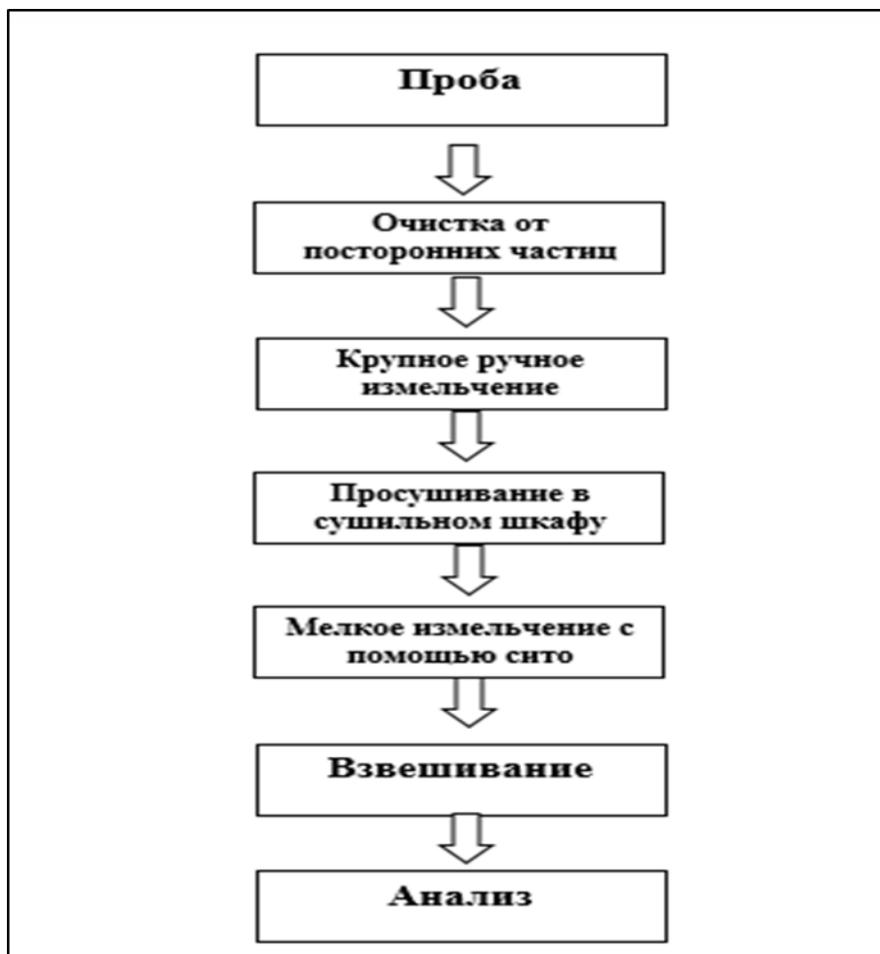


Рисунок 6 - Схема обработки и изучения проб лишайника Фисция припудренная (*Phycia pulverulenta*) [50]

Для исследования элементного состава листьев тополя на территории города было заложено 22 пробных площадки (Рисунок 7), различающихся по степени антропогенной нагрузки. Отбор проводился во второй половине августа 2016 года, пробы отбирались с одновозрастных тополей на высоте 160-170 см со всех сторон ствола (около 20-30 листьев с одного дерева), с целью удаления пыли с поверхности листьев пробы промывались дистиллированной водой, далее высушивались при комнатной температуре, после чего измельчались и

взвешивались. Затем пробы озолялись (при 600°C в течение 2 часов) в муфельной печи.



Рисунок 7 – Карта-схема отбора проб листьев тополя (*Populus nigra*) на территории г. Междуреченска [40]

Исследование элементного состава выполнялось после озоления образцов, анализ полученных проб выполнялся методом инструментального нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе Национального исследовательского Томского политехнического университета в ядерно-геохимической лаборатории, имеющей аккредитацию, под руководством с.н.с. А.Ф. Судыко, по результатам исследования были получены концентрации 28 химических элементов [9]. Схема обработки и анализа проб листьев тополя черного представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 - Схема обработки и анализа проб листьев тополя черного (*Populus nigra*) [50]

### 4.3 Аналитические исследования

Было доказано, что одним из эффективных методов является атомно-абсорбционный анализ содержания ртути в слоевищах эпифитных лишайников. Атомно-абсорбционный анализ основывается на поглощении излучения оптического диапазона невозбужденными свободными атомами в газообразном состоянии. Как и во всех методах, которые основаны на селективном поглощении анализируемым веществом электромагнитного излучения, в атомно-абсорбционной спектрометрии действует закон Бугера - Ламберта – Бера. Через слой атомных паров пробы, получаемых с помощью атомизатора, пропускают излучение в диапазоне 190-850 нм. В результате поглощения квантов света атомы переходят в возбужденные энергетические состояния. Этим переходам в атомных спектрах соответствуют резонансные линии, которые характерны для данного элемента. Определение содержания ртути в пробах осуществляется с использованием анализатора ртути РА-915+ с приставкой ПИРО-915 с применением программного обеспечения RA915P (Рисунок 9) [2, 26].



Рисунок 9 -Анализатор ртути РА-915+ с приставкой ПИРО-915+ [2]

Исследование элементного состава золы листьев тополя выполняется методом инструментального нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами. С помощью мощного потока нейтронов происходит бомбардировка стабильных изотопов элементов, которые способны превращаться в радиоактивные и характеризуются специфическим излучением. При выделении энергии распадаются радиоактивные изотопы. После того как проба облучилась нейтронами, она начинает излучать  $\gamma$ -лучи с определенной энергией, что показывает на наличие какого-либо элемента. Учебно-исследовательский атомный реактор при ТПУ представлен на рисунке 10.

Количественное определение наличия определенных химических элементов выполняется за счет сравнения, в выбранных энергетических интервалах спектрометра, стандартных образцов с интенсивностью излучения проб.

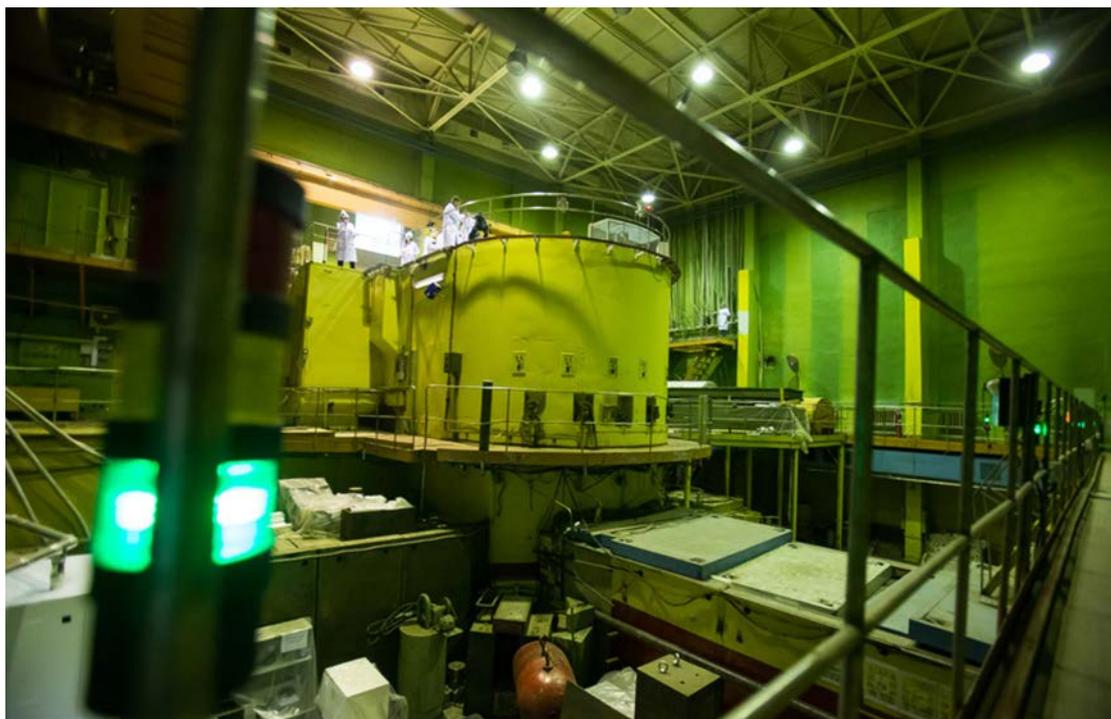


Рисунок 10 – Учебно-исследовательский атомный реактор при ТПУ [9]

Метод ИНАА имеет ряд достоинств в сравнении с другими методами, а именно:

- простота пробоподготовки;
- возможность анализа проб, имеющих маленький объем и массу;

-метод применим для нахождения примесей, которые могут присутствовать в довольно низких содержаниях;

-метод является неразрушающим;

- отсутствует химическая пробоподготовка, что исключает погрешности за счет удаления или привноса элементов [9].

#### **4.4 Математическая обработка результатов**

Обобщение и обработка полученных результатов были проведены с помощью программного обеспечения: «Microsoft Office Excel 2013», «Microsoft Office Word 2013», «STATISTICA 10.0», «Surfer», «CorelDRAW».

Был произведен расчет числовых характеристик содержания элементов в золе листьев тополя на территории города Междуреченска, были подсчитаны следующие числовые характеристики: медиана, мода, среднее, стандартная ошибка, минимум, максимум, коэффициент вариации, коэффициент концентрации. При исследовании ртути в лишайнике фисция припудренная были подсчитаны следующие числовые характеристики: медиана, среднее арифметическое и геометрическое, минимум, максимум, стандартная ошибка, стандартное отклонение, коэффициент вариации.

Коэффициент вариации является наиболее распространенным показателем колебания, используемым для оценки типичности средних величин.

Коэффициент вариации рассчитывался следующим способом по формуле (1):

$$V = \frac{\sigma}{C} * 100\%, (1)$$

где V – коэффициент вариации;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение  $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ ; C – среднее содержание элемента.

Расчёт коэффициента концентрации производится по формуле (2):

$$K = \frac{C}{C_k}, (2)$$

где  $K$  – коэффициент концентрации,  $C$  – содержание элемента в пробе, мг/кг;  $C_k$  – среднее содержание элемента в условном растении, мг/кг [55].

По результатам рассчитанных коэффициентов концентрации, формируются геохимические ряды, которые позволяют выявить наиболее характерные загрязняющие группы элементов и тем самым определить тип производства - загрязнителя.

## 5 Экогеохимическая характеристика компонентов природной среды на территории города Междуреченска

### 5.1 Ртуть в лишайнике фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*)

На основе атомно-абсорбционного анализа были получены данные по содержанию ртути на площадках города (таблица 1), статистические параметры содержания ртути в лишайнике вида фисция припудренная представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Содержание ртути в лишайнике фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) на площадках г. Междуреченска

Территория (кол-во измерений)		Показатель ртути, нг/г
Пром.зона (8)	Площадка 1	124
	Площадка 2	109
	Площадка 3	240
	Площадка 4	109
Среднее± ст.ошибка		146±32
Дамба (6)	Площадка 5	109
	Площадка 6	107
	Площадка 7	105
Среднее± ст.ошибка		107±1
Центр города (6)	Площадка 8	161
	Площадка 9	99
	Площадка 10	132
Среднее± ст.ошибка		131±18
Поселок Усинский (6)	Площадка 11	271
	Площадка 12	145
	Площадка 13	177
Среднее± ст.ошибка		197±38
Городской парк (6)	Площадка 14	168
	Площадка 15	157
	Площадка 16	155
Среднее± ст.ошибка		160±4

Таблица 2 - Статистические параметры содержания ртути в лишайнике фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) в г. Междуреченске, нг/г

Среднее арифметическое	148	Стандартная ошибка	12,3
Геометрическое среднее	142	Коэффициент вариации, %	33
Медиана	139	Стандартное отклонение	49,3
Минимум	99	Максимум	271

По значению коэффициента вариации ртути (33%) изученная выборка характеризуется как однородная. Рассчитанное среднее содержание ртути в лишайниках, отобранных в г. Междуреченск, составляет 148 нг/г. Содержание ртути на исследуемых пробных площадках изменяется в широком диапазоне от 99 нг/г до 271 нг/г. По данным Максимовой Д.И., проводившей исследования по содержанию ртути в почвах, расположенных в двух районах города Междуреченска с разной антропогенной нагрузкой, среднее содержание ртути в 2015г. составляло 59 нг/г [25].

По данным содержания ртути в лишайнике фисция припудренная построена схема, показывающая пространственное распределение элемента в пределах города (рисунок 11).



Рисунок 11 – Схема распределения Hg, нг/г в лишайнике фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) на территории г. Междуреченска

На территории города имеются два значимых ореола распределения ртути: на северо-востоке, а также на юго-востоке, максимальные концентрации ртути в лишайнике фисция припудренная отмечаются преимущественно на территории промышленной зоны и на территории поселка Усинский. На одной из площадок промзоны (площадка 3) зафиксировано более высокое содержание ртути в сравнении с другими площадками, что, вероятно, объясняется близостью ЦОФ «Кузбасская», вблизи которой производился отбор проб лишайника.

На территории городского парка отмечается содержание ртути, которое выше среднего по всей территории города. Вероятнее всего, образование ореола связано с юго-западным переносом воздушных масс со стороны центральной котельной. Также данную территорию обрамляет автотрасса, что также может вносить вклад в загрязнение.

Стоит отметить, что наибольшая концентрация ртути в слоевищах зафиксирована на территории поселка Усинский, что может быть связано с отбором проб в понижении рельефа. Пространственное распределение содержания ртути в талломах лишайника обнаруживает тесную зависимость от

пары основных факторов - близости источника загрязнения и рельефа. Отбор проб в данном случае производился в понижении рельефа, также на данной территории расположены одноэтажные дома, отопление которых происходит печным отоплением. В свою очередь самое низкое содержание ртути было зафиксировано в районе Дамбы, которая удалена от основных возможных источников поступления ртути.

Основной вклад в загрязнение на территории г. Междуреченска вносят, вероятно, два фактора: региональный и локальный. К региональному фактору относятся выпадения, связанные с переносом вещества от угольных разрезов в процессе разработки и горно – взрывных работ, к локальному - котельные, предприятия, автотранспорт.

Важен факт сопоставления полученных данных с исследованиями других авторов, содержание ртути в лишайниках на территории города Междуреченска другими авторами не изучалась, поэтому проводился сравнительный анализ с аналогичными исследованиями содержания ртути в эпифитных лишайниках других территорий. Было установлено, что полученные содержания ртути не превышают средних значений, установленных другими авторами (среднее содержание находится на уровне 180-200 нг/г) [38].

Стоит отметить, что среднее содержание ртути в эпифитных лишайниках на территории Томска по данным Ляпиной Е.Е. (среднее содержание ртути варьируется в диапазоне 230-260 нг/г) выше аналогичных на территории города Междуреченска [24].

## **5.2 Химические элементы в листьях тополя черного (*Populus nigra*)**

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

Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой на тему: Биогеохимическая индикация территории города Междуреченска (Кемеровская область).

Научное исследование проводилось с целью изучения элементного состава листьев тополя и лишайников на территории города Междуреченска (Кемеровская область), а также установления индикаторных показателей влияния различных антропогенных объектов на окружающую среду.

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

Полученные результаты могут быть использованы при проведении биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды и разработки природоохранных мероприятий, а также планировании и застройки функциональных зон г. Междуреченска.

### **SWOT-анализ**

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательской работы. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта, в данном случае представлен SWOT для научно-исследовательского проекта (Таблица 7).

Таблица 7 - SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Заявленная экономичность исследования  С2. Экологичность проведенных исследований  С3. Относительно невысокая стоимость исследования в сравнении с существующими видами  С4. Наличие бюджетного финансирования  С5. Квалифицированный обученный персонал  С6. Отсутствие подобного исследования на территории города  С7. Наличие оборудования, необходимого для проведения исследования</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Сл1. Длительность проведения исследований  Сл2. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации  Сл3. Продолжительный цикл анализа данного исследования</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ  В2. Появление дополнительного спроса на исследования  В3. Повышение стоимости конкурентных исследований  В4. Снижение цен на лабораторные исследования  В5. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p>	<p>В1В2С1С2С3  В4В5С1С3С4  1. Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования  2. Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования</p>	<p>Сл1Сл3С1С4С7  1. Дополнительный спрос может быть незначительный, поскольку имеются несовершенства во времени анализа</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на новые исследования  У2. Развитая конкуренция  У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования</p>	<p>У2У3С3С4  1. Возможность конкурировать в связи с хорошими показателями основных характеристик</p>	<p>У1У2Сл1Сл2  1. Из-за относительно высокой себестоимости и длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования</p>

Таким образом, данная научно-исследовательская работа имеет высокий уровень динамизма, но при этом не исключается и факт конкуренции со стороны других исследователей. Высокий уровень квалификации специалистов, помогавших в выполнении исследования, наличие современных технологий и оборудования, а также стремление к инновационному развитию способствуют продвижению данной работы. В целях обеспечения успешного продвижения работы необходимо устранить слабые стороны и обеспечить эффективное использование финансовых ресурсов.

### **Планирование научно-исследовательских работ**

1. *Организационный период.* На стадии организационной подготовки ставится задача на проведение эколого-геохимических исследований, производится комплектование подразделения инженерно-техническим персоналом, подбираются приборы, оборудование, снаряжение и материалы, проверяется пригодность и точность приборов, распределяются обязанности между сотрудниками, осуществляются мероприятия по безопасному ведению работ.

2. *Полевые работы.* Во время полевых работ производится отбор проб лишайника вида фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) и тополя черного (*Populus nigra*). Согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы эколого-геохимические работы биогеохимическим методом включают в себя: Выбор площадок отбора проб. Привязка пунктов наблюдения. Отбор проб объектов биосферы. Изучение и описание материала проб. Маркировка мешков для проб. Эtiquетирование и упаковка проб. Отражение и закрепление тушью на маршрутной карте пунктов наблюдения. Измельчение материала проб. Корректировка записей в полевой книжке. Регистрация проб в журнале.

Всего было отобрано 16 проб эпифитного лишайника вида фисция припудренная и 22 пробы тополя черного. Передвижение между точками отбора

выполнялось пешком, расстояние, которое было преодолено, составило 20 километров.

*3. Лабораторные работы.* На данном этапе были проведены работы, которые включали в себя:

- Определение ртути в лишайнике Фисция припудренная (Определялось с помощью анализатора ртути «РА-915+»);
- Подготовка пробы листьев тополя черного для инструментально нейтронно-активационного анализа (Определение химического состава пробы выполнялось подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора)

*4. Камеральные работы.* Камеральные работы. Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории; дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в послеполевой период; собственно, камеральную обработку материалов; составление графиков и построение карт; машинописные и чертежнооформительские работы.

*Календарный план* - это оперативный график выполнения работ. Календарный план отражает отдельные этапы и виды планируемых работ (проектирование, полевые, камеральные, лабораторные и другие работы), общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в планируемом году, календарный план представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Календарный план-график проведения исследовательской работы

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																
				август			февраль	март	апрель		май									
				1	2	3	3	3	2	3	1	2								
1	Выбор направления исследований, литературный обзор (организационный период)	Руководитель, инженер	10, 10	■	■															
2	Пробootбор (полевой этап)	Инженер	15		■	■														
3	Анализ проб (лабораторный этап)	Руководитель, инженер	4, 8				■	■												
4	Анализ данных, оформление отчетной документации (камеральный)	Руководитель, инженер	10, 40					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Условные обозначения:

■ - Руководитель  
 ■ - Инженер

Таким образом, суммарное количество рабочих дней руководителя составляет 24, суммарное количество рабочих дней инженера составляет 73, для выполнения работ потребовалось 9 декад.

Календарный план позволяет планировать бюджет проекта. Финансирование геоэкологических работ осуществляется подекадно, это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги календарного плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

### **Бюджет научного исследования**

Виды, условия и объёмы работ представлены в таблице 9 (технический план). На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 9 - Виды и объёмы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Полевые работы	Количество проб	38	Отбор проб листьев тополя черного и лишайника вида Фисция припудренная	Бумажные (карфт) пакеты, ручка
2	Проведение маршрута	км	20	Проведение маршрута	

Продолжение таблицы 9

3	Лабораторные работы	Количество проб	38	Пробоподготовка материала	
		Количество проб	16	Определение содержания ртути в лишайнике фисция припудренная	Анализатор ртути «РА-915+»
		Количество проб	22	Определение 28 химических элементов в листьях тополя черного	Исследовательский ядерный реактор
4	Камеральные работы	отчет	1	Обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

**Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы**

Нормы расхода материалов определяются согласно СН, вып. 2 «Геоэкологические работы» [37]. Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества по городу Междуреченску. Результаты расчёта представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расход материалов на проведение исследований

Наименование и характеристика изделия	Ед. изм.	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
Блокнот малого размера	шт	2	300	300

Продолжение таблицы 10

Фломастер	шт	4	70	280
Карандаш простой	шт	4	40	160
Ручка шариковая (без стержня)	шт	6	50	300
Стержень для ручки шариковой	шт	4	20	80
Папка для бумаг	шт	2	50	100
Резинка ученическая	шт	2	60	120
Линейка чертежная	шт	1	60	60
Фольга алюминиевая 10 м × 30 см	шт	1	150	150
Спирт этиловый технический	л	1	250	250
Вата стерильная хирургическая	кг	1	150	150
Пинцет медицинский	шт	1	100	100
Итого				2050 руб.

### Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Так формируется фонд оплаты труда.

С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы,

командировок и резерва. Дневная ставка инженера и руководителя взята в среднем по НИИ в Кемеровской области.

Расчет оплаты труда представлен в таблице 11. Расчет осуществляется в соответствии с формулами (3):

$$ЗП = \text{Окл} * Т * К, (3)$$

где ЗП - заработная плата, Т - отработано дней (дни, часы), Окл - оклад (руб.), К - коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%). ФЗП = ЗП+ДЗП, где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

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

Таблица 11 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Индекс удорожания	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:						
руководитель	1	чел-день	24	1408	1,022	34535,42
инженер	1	чел-день	73	723	1,022	53940,13
Итого:						88475,55
Дополнительная зарплата	7,9%					6989,56
Итого с р.к.	1,3					124104,65
Страховые взносы	30%					37231,3
Итого						161335,95

## Контрагентные расходы

Элементный анализ листьев тополя черного производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета, расчет затрат производится исходя из сметной стоимости работ согласно договору ТПУ. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб.	Итого, руб.
Инструментальный нейтронно – активационный анализ	22	2000	44000
Итого			44000

## Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы

Рассчитанная величина затрат на проведение научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета. Определение бюджета затрат на проведение научно-исследовательской работы приведено в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2050
2. Затраты на подрядные работы	44000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей	88475,55
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	6989,56
5. Отчисления во внебюджетные фонды	37231,3
Бюджет затрат	178746,41

## Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта для общества в целом. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

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

Аналогом для данного исследования является проведение исследования инженером-экологом в научно-исследовательском институте экологии, стоимость исполнения работ принимается в соответствии с заработной платой данного работника (взята средняя заработная плата инженера-эколога в НИИ по Кемеровской области). Срок работы принимается равным 5 месяцев, средний оклад соответствует 35000 рублей, Заработная плата за месяц работы составляет:

$ЗП = 35000 : 30 * 23 * 1,3 = 34883$  рублей, к данной сумме необходимо добавить дополнительную заработную плату в размере 7,9%, а также страховые взносы в размере 30%, тогда заработная плата за 5 месяцев составляет 240515 рублей. Также необходимо учесть материальные затраты, которые могут возникнуть при проведении работ, на материальные затраты отводится 5000 рублей, значит, итоговая сумма составляет 245515 рублей.

$$I_{\phi}^p = \frac{178746,41}{245515} = 0,73;$$

$$I_a^p = \frac{245515}{245515} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в

размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности произведен в форме таблицы (таблица 14).

Таблица 14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения работы

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущая работа	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	1
2. Безопасность	0,2	5	5
3. Надежность	0,3	4	3
4. Ресурсосбережение	0,2	5	3
Итого	1	19	12

Основываясь на данных таблицы показатели ресурсоэффективности текущей работы и аналога принимают следующие значения:

$$I_{\text{тр}}=5\cdot 0,3+5\cdot 0,2+4\cdot 0,3+5\cdot 0,2=4,7;$$

$$I_{\text{ан}}=1\cdot 0,3+5\cdot 0,2+3\cdot 0,3+3\cdot 0,2=2,8$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит (таблица 15) определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}, \quad (6)$$

Таблица 15 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Аналог	Текущая работа
Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,73
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	2,8	4,7
Интегральный показатель эффективности	2,8	6,4
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,3	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. Как видно из таблицы, разработка текущей работы выгоднее исполнения аналога инженером-экологом, как с финансовой стороны, так и со стороны ресурсоэффективности.

### Вывод

Таким образом, была спланирована и определена продолжительность выполнения всего комплекса работ по выпускной квалификационной работе,

сформирован бюджет затрат на весь комплекс работ, определена ресурсная (ресурсосберегающая) и финансовая эффективность исследования. Данная работа является эффективной с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## **7 Социальная ответственность**

### **Введение**

В данной дипломной работе приведены результаты изучения элементного состава листьев тополя и лишайников на территории города Междуреченска (Кемеровская область), установлены индикаторные показатели влияния различных антропогенных объектов на окружающую среду. В выпускной работе проанализировано 16 проб эпифитного лишайника вида фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) и 22 пробы тополя черного (*Populus nigra*). Актуальность заключается в интегрированной оценке влияния производственных объектов на окружающую среду, проведении исследований на территории города, в котором раньше подобный анализ не проводился.

Город Междуреченск – угледобывающий город на юге Западной Сибири, расположенный между реками Томь и Уса, в юго-восточной части Кузнецкого угольного бассейна, является одним из наиболее удалённых городов от областного центра – города Кемерово.

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при данном виде производственной деятельности и решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований, действующих нормативно - технических документов. В данной главе дипломной работы рассматриваются и анализируются вредные и опасные факторы производственной деятельности, возникающие при работе за персональным компьютером (при исследованиях тополя черного, поскольку непосредственный анализ проб в лаборатории отсутствует), а также при проведении геоэкологических работ, связанных с исследованием проб лишайника в лаборатории.

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

Рабочее место расположено в компьютерном классе (541 ауд.) на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5), имеет искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место в ПВЭМ составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, а объем –

не менее 20 м<sup>2</sup>. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Второе рабочее место расположено в лаборатории (531 ауд.) на пятом этаже здания, имеет искусственное освещение, площадь на одно рабочее место в ПВЭМ составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 20 м<sup>2</sup>. В аудитории имеется 2 персональных компьютера, а также прибор - анализатор ртути «РА-915М» (данный прибор применяется для определения ртути в различных объектах).

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. В Федеральном законе Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», главе 1, статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда [46].

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03: 1) Рабочее место располагается так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. 2) Окна в рабочем помещении с ПК оборудуются регулирующими устройствами. 3) Расстояние между рабочими столами с видеомониторами не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м. 4) При выполнении творческой работы рабочие места изолируются друг от друга перегородками высотой 1,5–2,0 м. 5) Монитор, клавиатура и корпус компьютера находятся прямо перед пользователем и не требуют поворота головы или корпуса тела. 6) Рабочий стол и посадочное место имеют такую высоту, чтобы уровень глаз пользователя находился чуть выше центра монитора. Высота рабочего стола с клавиатурой составляет 650–850 мм над уровнем пола; высота экрана над полом – 900–1280 см. 7) Монитор находится от оператора на расстоянии 50–70 см, на 20° ниже уровня глаз; клавиатура расположена на такой высоте, чтобы пальцы рук располагались на ней свободно, а угол между плечом и предплечьем составлял 100–110°. 8) Рабочий стул является подъемно – поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сидений и спинки, с надежной фиксацией стула и полумягким воздухопроницаемым покрытием. 9)

Пространство для высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной не менее 450 мм, предусмотрена подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с регулировкой угла наклона [35].

### Производственная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 система стандартов безопасности труда все опасные и вредные факторы, при проведении геоэкологических работ, подразделяются на группы (таблица 16) [11].

Таблица 16 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Отбор проб	Анализ в лабора- тории	Обработ- ка инфор- мации	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 [12]; СанПиН 2.2.4.548-96 [36]; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [34].
2. Отклонение параметров микроклимата в помещении	-	+	+	
3. Повреждения химическими реактивами	-	+	-	
4. Электромагнитное излучение	-	+	+	
5. Поражение электрическим током	-	+	+	
6. Шум	-	+	+	

## **Анализ опасных и вредных производственных факторов**

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.* При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СП 52.13330.2011. В нормах прописан ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения отсутствует прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному. СП 52.13330.2011 устанавливает минимальные (нормативные) показатели освещенности в наименее освещенных точках рабочих поверхностей. В аудиториях, где находятся рабочие места, совмещенное освещение. Естественное освещение осуществляется через боковые окна. Общее искусственное освещение обеспечивается светильниками, встроенными в потолок и расположенными так, чтобы свет распределялся равномерно. Выполняемая работа относится к средней точности. Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность – не менее 70 %. В процессе зрительной работы фон и контраст объекта с фоном средний. При боковом естественном освещении коэффициент естественной освещенности должен составлять 0,5 %. Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Нормы освещения рабочего места согласно СП 52.13330.2011 приведены в таблице 17 [39].

Таблица 17 -Нормы освещения рабочего места

Тип помещения	Нормы освещенности, лк при освещении	
	Комбинированное	Общее
Помещение для персонала, осуществ. техническое обслуживание ПК	750	400

*Отклонение показателей микроклимата в помещении.* Показатели, характеризующие микроклимат в производственных помещениях: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального теплового состояния организма. Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, СанПиН 2.2.4.548-96

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич.	Оптим	Фактич.	Оптим	Фактич.	Оптим
Холодный	Ia	22	22-24	40	60-40	0,1	0,1
Теплый	Ia	25	23-25	55	60-40	0,1	0,1

*Примечание:* Категория Ia – работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением

Таким образом, микроклиматические условия рабочего помещения соответствуют гигиеническим требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 [36].

*Повреждение химическими реактивами.* При подготовке проб лишайника к аналитическим исследованиям используется измельчитель. Для обеспечения получения достоверных результатов по уровню концентраций

ртути и во избежание попадания в пробы посторонних примесей все вспомогательные материалы обрабатываются этиловым спиртом (ПДК 1000 мг/м<sup>3</sup>). При вдыхании паров этилового спирта наступает реакция местного раздражения слизистых, а после всасывания в кровоток – системное отравление организма. Пострадавший жалуется на головокружение, тошноту, ощущение тумана перед глазами из-за сильной интоксикации, резко снижается острота зрения, появляются боли в правом подреберье. В данном случае необходимо хорошее проветривание и поступление свежего воздуха в помещение.

Наличие химических опасных и вредных факторов в помещениях с ЭВМ в основном обусловлено широким применением полимерных и синтетических материалов для отделки интерьера, при изготовлении мебели, ковровых изделий, радиоэлектронных устройств и их компонентов, изолирующих элементов систем электропитания. Технология производства ЭВМ предусматривает применение покрытий на основе лаков, красок, пластиков. При работе ЭВМ отдельные части нагреваются, что способствует увеличению концентрации в воздухе таких вредных веществ как формальдегид, фенол, полихлорбифенилы, аммиак, двуокись углерода, озон, хлористый винил. Порядок осуществления контроля за содержанием вредных химических веществ и аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) в воздухе рабочей зоны регламентируется ПНД Ф 12.13.1-03 [30].

*Электромагнитное излучение.* Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор, системный блок ПК, электрооборудование (электропроводка, сетевые фильтры, источники бесперебойного питания). Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям: 1. напряженность электрического поля (E); 2. индукция магнитного поля (B). При постоянной незащищенной работе с ПК происходит воздействие на такие чувствительные системы организма человека, как нервная, иммунная, эндокринная, и половая.

*Электрический ток.* Источником электрического тока являются электрические установки, к которым относится оборудование ЭВМ. Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Общие требования и номенклатура видов защиты соответствуют ГОСТу 12. 1. 019-2017 [13]. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТу 12.1.038-82. ССБТ. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 19 [14].

Таблица 19 - Напряжения прикосновений и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, ГОСТ 12. 1. 038-82

Род тока	U, В	I, mA
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3

Примечания: 1. Напряжения прикосновений и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки, установлены, исходя из реакции ощущения. 2. Напряжения прикосновений и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза

*Шум.* Источниками шума в компьютерной аудитории является работа вентилятора, охлаждающего системный блок, работа принтера, шум от работы измельчителя. Повышенный уровень шума на рабочем месте может привести к головным болям, быстрой утомляемости, раздражительности, нарушению слуха. Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ “Шум. Общие требования безопасности” [10]. При выполнении работы на ПК уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 45 дБ.

## **Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)**

*Недостаточная освещенность рабочей зоны.* Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования персонального компьютера следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год, для регулирования яркости окон в рабочих кабинетах используются жалюзи.

*Отклонение показателей микроклимата в помещении.* Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности в помещениях, оборудованных персональными компьютерами, заключаются в ежедневной влажной уборке, систематическом проветривании после каждого часа работы на ПК, использовании вентиляции, батарей, кондиционеров.

*Повреждение химическими реактивами.* Для предупреждения или уменьшения воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов необходимо обеспечить достаточную вентиляцию в помещении, регулярно его проветривать, проводить влажную уборку, использовать вытяжку.

*Электромагнитное излучение.* Для защиты от внешнего облучения, возникающего при работе с персональным компьютером и дисплеем, проводятся следующие мероприятия: 1. устанавливаются регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы; 2. дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см; также применяют экранирование.

*Поражение электрическим током.* Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма, относятся: 1. Защитное заземление и зануление; 2. Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей; 3. Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники; 4. Проведение инструктажа по электробезопасности; 5. Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ.

*Шум.* Для защиты от шумового воздействия используется шумобезопасная техника, средства индивидуальной и коллективной защиты. Применительно к данному случаю, к средствам защиты относятся звукоизоляция помещений, наушники, беруши – в качестве средств индивидуальной защиты.

### **Экологическая безопасность**

В ходе исследования было проанализировано 16 проб лишайника, при анализе проб методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролитической приставкой «ПИРО-915» навеска лишайника берется в пределах 100-200 мг и сжигается до пепла. Таким образом, изучение проб не несет вред окружающей среде (атмосфере, гидросфере, литосфере). В процессе работы на рабочей зоне образуются отходы V класса опасности (бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений). Степень вредного воздействия на ОС отходов V класса опасности – очень низкая, эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается. Утилизация таких отходов: с объекта исследования при помощи обслуживающего персонала, а далее городских служб попадают на общегородские свалки, откуда в дальнейшем могут поступить на переработку.

### **Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте. Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями: 1. конструктивные и объёмно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению; 2. ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации; 3. наличие первичных, в том числе

автоматических и привозных средств пожаротушения; 4. сигнализация и оповещение о пожаре [45]. Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91[12] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [15]. В исследуемых помещениях обеспечены следующие средства противопожарной защиты: «план эвакуации людей при пожаре»; памятка о соблюдении правил пожарной безопасности; ответственный за пожарную безопасность; для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции; для локализации небольших возгораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 штук); установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик–сигнализатор типа ДТП). Необходимо проведение инструктажей по пожарной безопасности. Если возникновения пожара не удалось избежать (причинами которого могут быть: неисправность проводки, сбой компьютерной техники, халатность сотрудника при выполнении работ), следует провести эвакуацию сотрудников согласно плану эвакуации, и вызвать пожарную службу. При небольшом пожаре следует попытаться потушить его самостоятельно, используя огнетушители.

#### **Выводы по разделу**

Таким образом, были проанализированы опасные и вредные факторы при данной производственной деятельности, предложены мероприятия по обеспечению защиты от данных вредных и опасных факторов на основе требований, действующих нормативно - технических документов. Проведенные исследования оказывают минимальное экологическое воздействие на окружающую среду и являются безопасными с точки зрения возникновения чрезвычайных ситуаций.

## Заключение

Город Междуреченск является одним из ведущих угледобывающих городов Кузбасса, в котором ведут добычу и разработку крупнейшие угольные компании России, на территории города имеется значительное количество котельных, промышленных предприятий, которые вносят вклад в загрязнение города.

Эколого-геохимическое состояние территории определяется уровнем загрязнения природных компонентов окружающей среды химическими элементами, а также их соединениями. Современная база эколого-геохимической оценки состояния урбанизированных территорий основывается на использовании целого ряда коэффициентов и показателей. Актуальной задачей остается определение и контроль содержания загрязняющих веществ с помощью современных аналитических методов.

Биогеохимическая оценка территории города Междуреченска включала отбор 22 проб листьев тополя черного (*Populus nigra*), 16 проб лишайника фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*), проведение лабораторно-аналитических исследований с помощью инструментального нейтронно-активационного и атомно-абсорбционного анализов, статистическую обработку данных, пространственное распределение содержаний химических элементов на территории города.

Методом атомно-абсорбционной спектрометрии определено содержание ртути в 16 пробах лишайника фисция припудренная (*Physcia pulverulenta*) г. Междуреченска, максимальное содержание составляет 271 нг/г, минимальное 99 нг/г, среднее значение 148,02 нг/г. Повышенные ореолы содержания ртути обнаруживаются на территории поселка Усинский, а также на территории Северного. Основной вклад в загрязнение на территории г. Междуреченска вносят, вероятно, следующие факторы: региональный и локальный, к первому фактору относятся выпадения, связанные с переносом вещества от угольных разрезов и шахт, к локальному - котельные, предприятия, автотранспорт. Также

было установлено, что полученные содержания ртути не превышает средних значений, установленных другими авторами.

По коэффициенту концентрации во всех районах в листьях тополя черного происходит накопление Ta, Co, Th, Zn, Sc, Sm, La, U, Au, Ce, Ca, As, Ba. Максимальные средние значения элементов по степени накопления, которые превышают показатель в 1000 мг/кг, соответствуют для Ca, Fe, Zn, на втором месте стоят такие элементы, как Na, Sr, Ba. В другую группу с концентрациями в интервале 10–100 мг/кг входят Co, Br, Rb. Была выделена ассоциация Sc, Cr, Fe, характерная для топливно-энергетической отрасли Западной Сибири. В г. Междуреченске в сравнении г. Томском происходит большее накопление следующих элементов: Zn, Rb, Sr, Cs, Ba, Sm, Lu, Ta [24]. Также было выделено 3 тенденции концентрирования элементов: 1. группа железа, в которой концентрирование происходит в южной и северной частях города (Fe, As, Cr, Hf, Th, Sc); 2. Вторая группа имеет локальные места концентрирования (Ca, Sb, Rb); 3. Группа РЗЭ и бария, которые концентрируются в восточной части города. Также были выделены повышенные ореолы Th, Yb, Hf, Ta, вероятно, связанные с ветровыми переносами пыли от объектов угледобычи города.

Результаты исследования подтверждают наличие индикаторных свойств у листьев тополя, что позволяет использовать этот объект в биогеохимическом мониторинге для оценки загрязнения окружающей среды.

## Список использованных источников

1. Абузярова Г. А. Сравнительная оценка состояния атмосферного воздуха в г. Петропавловске-Камчатском // Естественные и технические науки. – 2014. – № 2 (70). – С. 77–81;
2. Анализатор ртути «РА-915М» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.lumex.ru/files/17BRU08.02.01-1\\_web.pdf](http://www.lumex.ru/files/17BRU08.02.01-1_web.pdf) (Дата обращения: 25.03.2018);
3. Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А. А., Рихванов Л. П. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. – Кемерово, 1999. –248 с
4. Архив погоды в Междуреченске [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://world-weather.ru/archive/russia/mezhdurechensk/> (Дата обращения: 07.02.2019);
5. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта – М.: Мир, 1998. – 350 с.;
6. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/bioindikaziya.pdf> (Дата обращения: 04.03.2019);
7. Вернадский В. И. Проблемы бигеоохимии / В. И. Вернадский. – М.: Изд-во АН СССР, 1940. – Т.1. – 47 с.;
8. Геохимия окружающей среды /Под ред. Ю.Е. Саета, Б.А. Ревича, Е.П. Янина и др. –М.: Недра, 1990. –336 с;
9. Глухов Г.Г. Нейтронно-активационный анализ с использованием исследовательского ядерного реактора НИИ ЯФ ТПУ. Известия вузов. -1998. – №7 –12 с;
10. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности;

11. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
12. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования;
13. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
14. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов;
15. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание;
16. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2013г.». Изд-во: Междуреченский комитет по охране окружающей среды, 2014. - 584 с;
17. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: учебник / В. В. Добровольский. – М.: Академия, 2003. – 400 с;
18. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году / Гос. ком. Кемер. обл. по ООС. – Кемерово, 2017. – 212 с;
19. Ермаков В. В. Биологическое значение селена / В. В. Ермаков, В. В. Ковальский. – М.: Наука, 1974. – 300 с;
20. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с;
21. Инвестиционный паспорт муниципального образования «Междуреченский городской округ». Изд-во: Администрация г. Междуреченска. 2014. – 42 с;
22. Инсаров Г.Э., Инсарова И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы

- экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – №12. – С. 113 – 175;
23. Карта по материалам цифровой модели «Геологической карты России и прилегающих акваторий –СПб–2004 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vsegei.ru> (Дата обращения: 15.04.2019);
24. Ляпина Е.Е., Головацкая Е.А., Ипполитов И.И., Прейс Ю.И. Ртуть в природных объектах Западной Сибири // Химия в интересах устойчивого развития. - 2009. - №17. - С. 167-173;
25. Максимова Д. В. Химические элементы в почвах г. Междуреченска В кн.: Проблемы геологии и освоения недр // труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина. – 2017. – Т. 1. – С. 777-778;
26. Методические рекомендации при работе с прибором Анализатор ртути «РА-915+». Руководство по эксплуатации к прибору;
27. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 150 с;
28. Николаенко А. Н. Содержание ртути в снеговом покрове на территории г. Междуреченска // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. - 2015. Т.2. —С. 151-152;
29. Осипова Н.А., Перегудина Е.В., Язиков Е.Г. Химические элементы в почвах г. Междуреченска // Современные проблемы науки и образования. —2015. —№ 1. —С. 21-29;
30. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения);

31. Польшов Б. Б. Избранные произведения / Б. Б. Польшов. – М.; Л., 1956. – 751 с;
32. Рихванов Л. П. К геохимии техногенеза // Актуальные проблемы геохимической экологии: Материалы V Международной биогеохимической Школы. – Семипалатинск: Изд-во Семипалатинского ГПИ, 2005. – С. 48–52;
33. Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России. –2015. –№ 45. – С. 58-63;
34. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года);
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года);
36. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
37. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292 с;
38. Свирко Е.В., Страховенко В.Д. Тяжелые металлы и радионуклиды в слоевищах лишайников в Новосибирской области, Алтайском крае и Республике Алтай // Сибирский экологический журнал. – 2006. – № 3. – С. 385-390;
39. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение;
40. Схема города Междуреченска [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://twlwsvnt.appspot.com/shema-goroda-mezhdurechensk.html> (Дата обращения: 01.03.2019);

41. Таловская А. В. Мониторинг пылевого загрязнения городских агломераций Западной Сибири по данным изучения снежного покрова // Современные проблемы географии и геологии: к 100-летию открытия естественного отделения в Томском государственном университете материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Томск: Изд-во ТГУ, 2017. — Т. 1. — С. 540-544;
42. Трасс Х.Х. Классы полеотолерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - №7. - С. 122 – 137;
43. Турсуналиева Е. М. Распределение ртути в листьях тополя вдоль трассы Новокузнецк - Междуреченск // Проблемы геологии и освоения недр : труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — С. 255-257;
44. Физиологические законы питания растений / Д. А. Сабинин. – М.,1955. – 512 с;
45. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
46. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) "О специальной оценке условий труда";
47. Физическая карта Кемеровской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tourout.ru/map/up/1942.html> (Дата обращения: 05.05.2019);
48. Экологическая обстановка на территории г. Междуреченска (Кемеровская область) по уровню и вещественному составу пылевого загрязнения снежного покрова [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://multiurok.ru/files/ekologhichieskaia-obstanovka-na-tierritorii-gh->

miezhduriechienska-kiemierovskaia-oblast-po-urovniu-i-vieshchiestviennomu-sostavu-pylievogho-zaghriaznieniia-sniezhnogho-pokrova.html (Дата обращения: 05.04.2019);

49. Язиков Е.Г. Проект эколога – геохимических исследований на территории г. Междуреченска Кемеровской области. Проект. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. - 300 с;

50. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие. –Томск: Изд-во ТПУ, 2008. –276с;

51. Язиков, Е. Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра. геол.-минерал. наук: 25.00.36 / Язиков Егор Григорьевич. – Томск, 2006. – 47 с;

52. Al-Qahtani, Kh. M. Assessment of heavy metals accumulation in native plant species from soils contaminated in Riyadh city, Saudi Arabia / Kh. M. Al-Qahtani // Life Science Journal. – 2012. – Vol. 9. – I. 2. – pp. 384–392.;

53. Kabata-Pendias, A. Trace elements in soils and plants / A. Kabata-Pendias. – NW: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2011 – 4th ed. – 505 p.;

54. Lieth, H. The establishment of element concentration cadasters for ecosystems (ECCE) in the different vegetation zones of the earth / H. Lieth, B. Markert // Biology International. – 1988. – Vol. 16. – pp. 7–11;

55. Markert, B. Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting / B. Markert // Water, soil and air pollution. – 1992. –Vol. 64. – P. 533–538.;

56. Markert, B. Instrumental Element and multi-element analysis of plant samples, methods and applications / B. Markert. – John Wiley & Sons, 1996. – 296 p;

57. Myers, D. N. Foundations of water quality monitoring and assessment in the United States / D. N. Myers. In: Ahuja S. (Ed.) Food, energy, and water: the chemistry connection hardcover. – Oxford: Elsevier Science Ltd., 2015. – pp. 21–92.;
58. Nylander, W. Les lichens du Jardin de Luxembourg / W. Nylander // Bulletin de la Société botanique de France. – 1866. – Fr. 13. – 364 p.;
59. Papastefanou, C. Radiation measurements and radioecological aspects of fallout from the Chernobyl reactor accident / C. Papastefanou, M. Manolopoulou, S. Charalambous // Journal of Environmental Radioactivity. – 1988. – № 7. – pp. 49–64.;
60. Rühling, A. An ecological approach to the lead problem / A. Rühling, G. Tyler // Botaniska Notiser. – 1968. – Vol. 121. – pp. 321–342.;
61. Sansoni, B. (ed.) Instrumentelle Multielementanalyse. – Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1985. – 782 p.;
62. Smodiš, B. IAEA approaches to assessment of chemical elements in atmosphere / B. Smodiš. In: Markert B. A., Breure A. M., Zechmeister H. G. (Eds.), Bioindicators and biomonitors. – Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003. – pp. 875–902.