

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

---

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

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Индикация геоэкологической ситуации в г. Горно-Алтайске с использованием эпигейных лишайников</b>

УДК 582.29:550.47(571.151)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМб1	Кудряшова Ольга Андреевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Межибор Антонина Михайловна	Кандидат геолого-минералогических наук		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2018 г.

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

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 05.04.06 «Экология и природопользование»  
Уровень образования магистратура  
Отделение геологии  
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.02.2018	<i>Биоиндикационные свойства лишайников</i>	10
31.03.2018	<i>Геоэкологическая характеристика объекта исследования</i>	10
17.04.2018	<i>Материалы и методы исследования</i>	10
30.04.2018	<i>Результаты исследований</i>	10
14.05.2018	<i>Социальная ответственность</i>	10
15.05.2018	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Межибор Антонина Михайловна	кандидат геолого- минералогических наук		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	доктор биологических наук, доцент		

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
Н.В. Барановская

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>
---

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Кудряшовой Ольге Андреевне

Тема работы:

Индикация геоэкологической ситуации в г. Горно-Алтайске с использованием эпигейных лишайников	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.03.2018, №1980/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Литературные источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(соотносится с названием параграфов или задачами работы).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Геоэкологическая характеристика объекта исследований.</li><li>2. Материалы и методы исследования.</li><li>3. Концентрация химических элементов в лишайниках г. Горно-Алтайска.</li><li>4. Социальная ответственность.</li><li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li></ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Макашева Юлия Сергеевна	
Социальная ответственность	Абраменко Никита Сергеевич	
Раздел на иностранном языке	Матвеевко Ирина Алексеевна	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
Using crustaceous lichen for studying the environmental geochemistry of Gorno-Altaysk city		

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>				
<b>Задание выдал руководитель:</b>				
<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Межибор Антонина Михайловна	Кандидат геолого-минералогических наук		
<b>Задание принял к исполнению студент:</b>				
<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>	
2ГМ61	Кудряшова Ольга Андреевна			

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ61	Кудряшовой Ольге Андреевне

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Магистрант	Направление/специальность	Экология и природопользование

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Линейный график выполнения работ
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет экономической эффективности внедрения новой техники и технологий

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

1. Организационная структура управления организацией
2. Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Кудряшова Ольга Андреевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ61	Кудряшовой Ольге Андреевне

<b>Школа</b>	<b>ИППР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Геологии</b>
Уровень образования	Магистрант	Направление/специальность	Экология и природопользование

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Исследования включает: лабораторный и камеральный этапы. <b>Лабораторный и камеральный этап:</b> Пробоподготовка лишайников каналитическим исследованиям
--	--

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

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <p><b>Лабораторный этап и камеральный этап:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение параметров микроклимата в помещении.</li> <li>2. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу.</li> <li>3. Превышение норм параметров шума на рабочем месте.</li> <li>4. Несоблюдение эргономических требований к рабочему месту.</li> <li>5. Превышение уровней электромагнитных излучений.</li> </ol>
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <p><b>Лабораторный этап и камеральный этап:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поражение электрическим током</li> </ol>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>- анализ воздействия проводимых работ на окружающую среду;</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Описание возможных ЧС: 1. Возникновение пожара. -разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>-специальные правовые нормы трудового законодательства; -организационные мероприятия по улучшению условий труда. -конституция Российской Федерации -ГОСТы -федеральные законы РФ</p>
<b>Перечень графического материала:</b>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ61	Кудряшова Ольга Андреевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 110 с., 19 рис., 23 табл., 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: концентрации химических элементов, накипные лишайники, г. Горно-Алтайск, Республика Алтай.

Объектом исследования являются: накипные лишайники, отобранные на крышах одноэтажных домов агломерации г. Горно-Алтайск.

Цель работы – оценить степень загрязнения атмосферы г. Горно-Алтайска и прилегающих сел, входящих в агломерацию города, по результатам изучения концентраций химических элементов в накипных лишайниках, формирующихся на крышах домов.

В процессе исследования проводился анализ уровня накопления химических элементов в накипных лишайниках по результатам аналитических исследований проб лишайников методом инструментального нейтронно-активационного анализа и определение минеральных частиц методом электронной микроскопии.

В результате исследования установлены повышенные уровни накопления химических элементов в лишайниках агломерации г. Горно-Алтайска, которые могут быть использованы как индикаторы экологического состояния территории.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: впервые на территории г. Горно-Алтайска проведено исследование накопления 28 химических элементов и состава минеральных частиц.

В основу работы положены материалы собственных исследований (подготовка проб лишайников к исследованиям, анализ и интерпретация аналитических исследований, проведение микроскопических исследований) в 2016-2018 гг., а также теоретические материалы.



Область применения: Полученные данные могут быть использованы заинтересованными организациями для подготовки работ по проведению мониторинга состояния окружающей среды в г.Горно-Алтайске для разработки природоохранных и здоровьесберегающих мероприятий и образовательных целей.

Экономическая значимость работы: полученные фактические данные и результаты могут быть использованы природоохранными организациями и местной администрацией для разработки мероприятий по проведению природозащитных и здоровьесберегающих мероприятий.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Биоиндикация** - оценка качества природной среды по состоянию её биоты. Биоиндикация основана на наблюдении за составом и численностью видов-индикаторов.

**Лишеоиндикация** - это определение качества атмосферного воздуха с помощью лишайников.

**Биомониторинг** - является составной частью экологического мониторинга и в отличие от физико-химических методов не дает точных и конкретных результатов.

**Мониторинг** - система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде и обществе, результаты которого служат для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности людей и объектов экономики

**Загрязнение атмосферного воздуха** – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ.

**Урбоэкосистемы** – искусственно созданная и поддерживаемая человеком среда. Сюда относятся города, посёлки и урбанизированные людьми участки земли

## СОКРАЩЕНИЯ

ЖБИ – железобетонное изделие

ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ

ОС – окружающая среда

РЭМ – растровая электронная микроскопия

ПДК – предельно допустимая концентрация

УКИЗВ – удельный комбинаторный индекс загрязнения воды

КПЗ – критические показатели загрязненности воды

РА – Республика Алтай

ГЭС – гидроэлектростанция

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	14
1 БИОИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛИШАЙНИКОВ	17
1.1 Характеристика лишайников и их применение в биомониторинге	17
2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	22
2.1 Общая характеристика Республики Алтай	22
2.2 Административно-географическая характеристика г. Горно- Алтайска	23
2.3 Климатическая характеристика района	25
2.4 Растительный мир	30
2.5 Фауна	31
2.6 Водные ресурсы	32
2.7 Геологическое строение	34
2.8 Горнодобывающая деятельность	35
3 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	42
3.1 Общая экологическая характеристика г. Горно-Алтайска	42
3.2 Геоэкологическая характеристика атмосферы	43
3.3 Геоэкологическая характеристика водных ресурсов	45
3.4 Геоэкологическая характеристика почв	47
4 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	51
4.1 Методика отбора и первичной подготовки проб	51
4.2 Метод инструментального нейтронно-активационного анализа	52
4.3 Метод растровой электронной микроскопии	54
4.4 Математическая обработка результатов	56
5 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	57
5.1 Особенности распределения химических элементов в лишайниках	57

г. Горно-Алтайска	
5.2 Факторный анализ распределения химических элементов в пробах лишайников г. Горно-Алтайска	65
5.3 Состав микроминералов в лишайниках в г. Горно-Алтайске	66
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В НАКИПНЫХ ЛИШАЙНИКАХ Г. ГОРНО-АЛТАЙСКА	75
6.1 Производственная безопасность	76
6.2 Экологическая безопасность	84
6.3 Безопасность при чрезвычайной ситуации	84
6.4 Правовые и организационные решения обеспечения безопасности	85
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	88
7.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту и объемы проектируемых работ	89
7.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу	89
7.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы	91
7.4 Расчет затрат на оплату труда	92
7.5 Расчет амортизационных отчислений	93
7.6 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы	94
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
Список использованных источников	98
Приложение (А)	102

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** В ходе антропогенной деятельности, развития промышленности и урбанизации на месте естественных сообществ появляются урбоэкосистемы. В городских искусственных экосистемах основную значимость представляют древесные растения, как аборигенные, так и интродуцированные из других регионов и природных зон. Они подвергаются интенсивному влиянию самых разнообразных факторов, наиболее разрушительными из которых являются атмосферное загрязнение и рекреационная нагрузка. Тем не менее, они являются буферными компонентами экосистемы, поглощающими большие объемы загрязнений.

Среди растительных компонентов экосистемы наиболее распространенными являются мхи и лишайники. И если мхи обладают достаточной устойчивостью к загрязнениям, то лишайники являются наиболее чувствительными растительными компонентами экосистем, которые одними из первых реагируют на повреждающие воздействия окружающей среды и служат индикаторами экологического состояния территорий. Для изучения экологического состояния территорий используются различные виды лишайников. Выбор вида лишайника зависит от его изученности и распространенности на территории исследования.

**Цель данного исследования:** изучить уровень накопления химических элементов в накипных лишайниках, формирующихся на крышах одноэтажных домов г. Горно-Алтайска (Республика Алтай) с целью индикации геоэкологического состояния.

**В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие задачи:**

- дать характеристику района исследования - территории г. Горно-Алтайск и Республики Алтай
- охарактеризовать геоэкологическое состояние г. Горно-Алтайска
- охарактеризовать методы исследования
- представить результаты исследования и провести их интерпретацию.

**Объектом исследования** являются пробы накипных лишайников г. Горно-Алтайска, собранные с крыш домов, покрытых шифером.

**Предмет исследования:** концентрация химических элементов в накипных лишайниках с крыш домов агломерации г. Горно-Алтайска ( г. Горно-Алтайск, села Майма. Алферово и Кызыл-Озёк).

**Научная или практическая новизна.** Изучение проб накипных лишайников, собранных с крыш домов, в г. Горно-Алтайске проводилось впервые. Были проведены исследования на концентрацию химических элементов в лишайниках с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), а также было проведено определение минерального состава в лишайниках с помощью РЭМ на электронном сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N.

**Практическая значимость результатов ВКР.** Данные исследования позволяют представить геоэкологическую оценку состояния атмосферного воздуха в агломерации г. Горно-Алтайск на основе данных по содержанию 28 химических элементов и некоторых минералов. Полученные данные можно использовать во многих сферах исследований (влияние концентраций химических элементов на человека и окружающую среду в целом), прогнозах (риск заболеваемости людей, связанный с содержанием различных химических элементов в воздухе). Самое важное - они могут послужить толчком для разработки природоохранных мероприятий и улучшения существующей экологической ситуации.

**Фактические материалы и методы исследования.** В основу работы положены материалы собственных исследований (подготовка проб лишайников к анализу ИНАА, изучение проб под электронным микроскопом, интерпретация результатов) в 2016-2018 гг., а также теоретические материалы. Пробы лишайников были предоставлены сотрудниками Робертус Ю. В. (Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул), Рихвановым Л. П. (Томский политехнический университет).

Всего на территории агломерации г. Горно-Алтайска отобрано, обработано и проанализировано 28 проб накипных лишайников и 4 пробы шифера (субстрата). Отбор проб проводился по районам города.

**Объём и структура диссертации.** Работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы, содержит 23 таблицы, 18 рисунков, 1 приложения. Объём рукописи – 110 страниц машинописного текста.

**Благодарности:** Автор благодарен научному руководителю доценту, канд.геол.-минерал.наук Межибор Антонине Михайловне за ценные советы, поддержку и помощь на всех этапах выполнения и написания работы. Автор благодарен за проведение лабораторных исследований сотрудникам лабораторий Н.А. Осиповой, Е.Е. Ляпиной, С. С. Ильенку.



# 1 БИОИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛИШАЙНИКОВ

## 1.1 Характеристика лишайников и их применение в биомониторинге

Лишайники считаются главным компонентом наземных экосистем. Они участвуют в сложении множественных фитоценозов, считаются биоиндикаторами радиоактивного загрязнения среды, а еще антропогенных загрязнений атмосферы и уровня деградации растительных сообществ. При их помощи устанавливается возраст горных пород, ледников, археологических памятников.

Лишайники представляют собой симбиоз микобионта и фотобионта. Эти организмы широко признаны хорошими биомониторами в связи со способностью накапливать элементы в концентрациях, превышающих их физиологические потребности, и удерживать их в талломе (теле) долгое время [2]. Так как питание лишайников атмосферное, они получают вещества мокрых и сухих выпадений посредством захвата их всей поверхностью таллома.

По внешнему виду различают лишайники:

Накипные, или корковые. Таллом таких лишайников представляет собой корочку («накипь»), его нижняя поверхность плотно срастается с субстратом и не отделяется без значительных повреждений. Толщина корочки очень различна. Она может быть весьма тонкой и иметь вид еле заметной накипи или порошкообразного налета; может быть толщиной 1-2 мм, а иногда бывает и довольно толстой, достигая в толщину половины сантиметра. Как правило, накипные слоевища небольших размеров, их диаметр составляет всего несколько миллиметров или сантиметров, но иногда может достигать и 20—30 см. В природе нередко можно наблюдать, как небольшие по размерам накипные слоевища лишайников, сливаясь друг с другом, образуют на

каменистой поверхности скал или стволах деревьев крупные пятна, достигающие в диаметре нескольких десятков сантиметров. Накипные лишайники могут жить на крутых склонах гор, деревьях и даже на бетонных стенах. Иногда такие лишайники развиваются внутри субстрата и снаружи совершенно не заметны.

**Листоватые.** Листоватые лишайники имеют вид пластин различной формы и размера, они более или менее плотно прикрепляются к субстрату при помощи выростов нижнего коркового слоя.

**Кустистые.** У наиболее сложных с точки зрения морфологии кустистых лишайников таллом образует множество округлых или плоских веточек. Такие лишайники могут расти как на земле, так и свисать с деревьев, древесных остатков, скал.

В природе лишайники занимают несколько экологических ниш: эпилитные, эпифитные, эпиксильные, напочвенные и водные.[2]

*Эпилиты* очень многочисленны, это растения, произрастающие на голых камнях и скалах. Сюда относятся из накипных лишайников представители родов аспицилия, леканора, лецидея, ризокарпон; из листоватых - дерматокарпон, коллема, пармелия, фисция. К эпилитам также относятся лишайники, произрастающие на искусственных сооружениях, таких как бетонные блоки, шифер и др.

*Эпифиты* обживают ветви и стволы деревьев и кустарники. К эпифитам принадлежат накипные лишайники графис, леканора, псора; листоватые - коллема, лептогиум, пармелия, фисция; кустистые - кладония и уснея.

*Эпиксилы* сравнительно немногочисленны, к ним принадлежат растения, заселяющие мертвую, гниющую древесину, а также старые деревянные постройки. Среди накипных эпиксиллов известны растения из родов леканора и псора; среди листоватых - пармелия и фисция; среди кустистых - кладония и уснея. *Напочвенные* лишайники,

заселяющие также моховой «ковер», относятся к родам лецидея (накипные), кладония, уснея (кустистые), цетрария, пельтигера, солорина, (листоватые). Собственно *водным* лишайником является лишь американская гидротирия жилковатая. Все остальные лишайники приспособились выдерживать затопление, но не переселяются в воду окончательно. Это дерматокарпон речной, лецидея беловато-голубоватая, ризокарпон темный и др.

Лишайники – обширно известная категория организмов, но при ботанических исследованиях отдельных территорий им уделяется мало внимания. Применение классических способов оценки загрязнения не позволяет вычислить содержание множества токсичных химических элементов, таких как редких и радиоактивных, поступление которых в окружающую среду возросло в несколько раз за прошедшее столетие[7]. В таких исследованиях использование лишайников в качестве биомониторов позволяет оценить накопление большого спектра химических элементов в окружающей среде.

Методы лишенодикации позволяют оценить, насколько факторы окружающей среды благоприятны для экосистем в целом. В случае городских территорий методы лишенодикации дают наглядную картину, насколько благоприятен тот или иной район городского населения, а также для зеленых насаждений, которые на урбанизированных территориях выполняют множество разных функций [6, 10].

Например, воздух является подвижной средой, и применение методов исследования его химического состава на стационарных постах или с использованием газоанализаторов для решения экологических задач не всегда рационально, так как требует либо установки большого количества автоматических станций, либо постоянного отбора проб с большой частотой (6 раз в сутки). В этом случае использование биологических индикаторов – аккумуляторов атмосферных выпадений – является наилучшим способом решения этой проблемы [1].

Русские исследователи М. Г. Нифонтова и её коллеги установили, что лишайники скапливают радионуклиды на несколько величин более, нежели травянистые растения. Кустистые лишайники накапливают больше изотопов, нежели листоватые и накипные, в следствии этого для контроля за радиоактивностью в атмосфере выбирают конкретно данные виды. Напочвенные лишайники накапливают как правило цезий и кобальт, а эпифиты (произрастающие на деревьях) – в основном стронций и железо. Эпилиты, растущие на камнях, скапливают совсем мало радиоактивных элементов. Вымывание изотопов из талломов в значительной степени заторможено, в связи с долгими периодами обезвоживания, в следствии этого лишайники служат препятствием для последующего распространения губительной радиации. Благодаря возможности накапливать изотопы, лишайники применяются как индикаторы радиоактивного загрязнения среды.

География использования биомониторинга с помощью лишайников для оценки загрязнения воздуха довольно обширна. По опубликованным материалам В.Д. Страховенко, Б.Л. Щербова и др. средние содержания микроэлементов в лишайниках на территории Западной Сибири находятся на уровне фоновых для территории арктических регионов Евразии. Отмечаются лишь повышенные значения для кадмия и марганца в Алтайском Крае и Республике Алтай и свинца, хрома во всём регионе [11, 13].

В связи с угрозой надвигающейся экологической катастрофы, и возникшей необходимостью выявлять антропогенные изменения состояния природной среды сформировалась потребность в организации специальной информационной системы – системы наблюдения и анализа состояния природной среды, называемой мониторингом.

Экологический мониторинг подразделяется на биологический и географический.

Биологический мониторинг направлен на выявление и оценку антропогенных изменений, связанных с изменением биоты, биологических систем, на оценку состояния этих систем.

Главное внимание в биологическом мониторинге уделяется наблюдениям за биологическими последствиями, откликами, реакциями биологических систем на внешние воздействия, на изменения состояния природной среды.

Биологическому мониторингу уделяется большое внимание по следующим причинам:

- во-первых, измерение физических и химических параметров загрязненности природной среды более трудоемко по сравнению с методами биологического мониторинга;

- во-вторых, в окружающей человека среде нередко присутствует не один, а несколько токсических компонентов.

Разумеется, биологический мониторинг не подменяется и не вытесняет физико-химических методов исследования состояния природной среды. Однако его использование позволяет повысить точность прогнозов в экологической обстановке, сложившейся в результате деятельности человека.

Например, по некоторым видам лишайников можно довольно точно установить концентрацию сернистого газа в воздухе. Если на стволах деревьев присутствуют пармелии, алектории и др., значит, воздух чист; если же лишайники на деревьях полностью отсутствуют, значит, концентрация двуокиси серы в воздухе превышает 0,3 мг/м<sup>3</sup>. В местах постоянного антропогенного воздействия лишайники исчезают. Это говорит о том, что атмосфера данной местности загрязняется, негативное антропогенное воздействие велико [3].

## **2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Общая характеристика Республики Алтай**

Республика Алтай — субъект Российской Федерации, республика в её составе. Столица — город Горно-Алтайск.

Входит в Сибирский федеральный округ, является частью Западно-Сибирского экономического района. На северо-западе граничит с Алтайским краем, на северо-востоке — с Кемеровской областью, на востоке — с Республикой Хакасия и Республикой Тыва России, на юге — с Монголией и Китайской Народной Республикой, на юго-западе — с Казахстаном.

Образована 1 июня 1922 года как Ойратская автономная область (с 1932 года — Ойротская автономная область, с 1948 года — Горно-Алтайская автономная область), преобразована в республику 25 октября 1990 года.

Государственные языки: алтайский, русский. Также распространён казахский язык.

Численность населения республики по данным Росстата составляет 218063 чел. (2018). Плотность населения: 2,35 чел./км<sup>2</sup>(2018). Городское население: 28,99% (2018).

Основу экономики составляет животноводство, а также туризм, выращивание кормовых культур, садоводство и прочее. Средняя начисленная заработная плата в Республике Алтай в 2016 году равнялась 23 609 рублям[29].

Туризм в Республике Алтай является одной из основных отраслей экономики региона, а также важным источником дохода. Ежегодно на Алтай приезжает до 1 млн туристов. Среди активных видов отдыха наибольший объём занимают летние экологические и культурно-

познавательные путешествия и экскурсии по автомобильным, пешим, конным, водным, альпинистским, охотничьим, рыболовным, спелеологическим и иным маршрутам с посещением природных и культурно исторических объектов и территорий.

На территории республики находится большое число примечательных природных объектов. Наибольшей популярностью у туристов пользуется Телецкое озеро, на берегах которого разместились около двадцати пансионатов, турбаз и кемпингов.

ОАО «Газпром» планирует проложить по территории республики магистральный газопровод из месторождений Сибири до границы с Китаем в районе плоскогорья Укок. Он может принести существенные поступления от налогов в бюджет республики и создать рабочие места для строительства и обслуживания, однако, по мнению ряда экологов, может разрушить уникальную экосистему Укока, объявленного объектом всемирного наследия ЮНЕСКО.

В республике действует 5 солнечных электростанций: в Кош-Агаче, Усть-Кане, Онгудае, Майме. За 2017 год они произвели 22,6 млн кВт\*ч энергии — третью часть потребления электричества в регионе. С введением в эксплуатацию ещё четырёх СЭС к 2020 году планируется полностью закрыть потребности Республики Алтай в электроэнергии[29].

## **2.2 Административно-географическая характеристика района**

Горно-Алтайск - административный центр и единственный город в Республике Алтай (рисунок 2.1). Город административно относится к Майминскому району и является культурным, научным и промышленным центром республики. Географически расположен в северо - западной части Республики Алтай в межгорной котловине

среди цепи невысоких гор на высоте 270- 305 метров над уровнем моря на месте слияния двух небольших рек - Улалушки и Маймы, которые в свою очередь впадают в большую горную реку Катунь. Окружен низкогорным хребтом Иолго; с северной стороны возвышается гора Тугая (641 м) на южной окраине города располагается гора Комсомольская (427 м).



Рисунок 2.1 – Республика Алтай [25].

Годом рождения Горно-Алтайска принято считать 1830-й, тогда в селении, где проживали 19 семей алтайцев и 3 семьи русских крестьян, появились первые миссионеры во главе с архимандритом Макарием. Официально же статус города получил в 1928 году[25].



Площадь города 95,5 км<sup>2</sup>, численность населения по предварительным данным переписи в 2017 году составила 63 295 человек. Официальные языки в городе русский и алтайский.

Расстояние от Горно-Алтайска до Москвы 3641 км.

### **2.3 Климатическая характеристика района**

На формирование климата Горного Алтая огромное влияние оказывает его географическое положение и сложный рельеф - колебание высот от 350 до 4500 м.

Располагаясь на значительном удалении от океанов, Горный Алтай имеет умеренно-континентальный климат с холодной зимой и теплым летом.

Климатообразующими факторами являются: континентальный арктический воздух свободно достигающий внутренней территории в течении всего года, теплые и влажные западные воздушные массы, приходящие с Атлантического океана, теплые юго-западные и южные ветры и формируемые рельефом горной страны местные циклоны и фенообразные воздушные течения. Как правило определяющим фактором в формировании погодных условий является движение западных воздушных масс.

Климат Горно-Алтайска континентальный, с жарким летом и холодной зимой с оттепелями. Выпадает много осадков в среднем 726 мм в год. Средняя температура воздуха в городе +10. Самый теплый месяц – июль, его средняя температура +17,80, а максимальная +36. Самый холодный месяц – январь, средняя температура – 16 и минимальная –49. Осень приходится на сентябрь и октябрь, в ноябре чаще всего уже наблюдаются устойчивые отрицательные температуры воздуха[29].

В условиях высокого атмосферного давления в межгорных котловинах имеет место температурная инверсия. На высоте около 450 м, где застаивается холодный воздух, средняя температура февраля -  $22,3^{\circ}$ , а на высоте около 1000 м -  $12,5^{\circ}$ . Это вызвано тем, что холодный, более тяжелый воздух скатывается вниз по склонам и заполняет нижнюю часть долины, образуя "озеро холода". В разных долинах ночное выхолаживание различается в широких пределах, в зависимости от местных условий. Во влажных закрытых долинах на склонах бывает на  $10-15^{\circ}\text{C}$  теплее, чем внизу. Утром с восходом солнца воздух прогревается, начинает подниматься вверх и температурные инверсии разрушаются.

В низкогорье, среднегорье и долинах рек зима продолжается 3-5 месяцев. Особенно суровые зимы бывают в межгорных котловинах, где происходит застой холодного воздуха. Так, средняя температура января в Чуйской степи составляет  $-31,7^{\circ}$ , тогда как в районе южной оконечности Телецкого озера только  $-8,1^{\circ}$ .

Очень интересная особенность климата во многих горных долинах наблюдается зимой. Это настоящие теплые климатические "оазисы". В них не бывает сильных морозов, устойчивого снежного покрова, постоянно дует ветер. Такие явления наиболее выражены в долинах рек Чулышман и Катунь, у берегов Телецкого озера. Одновременно в соседних долинах температура может быть ниже на  $10-15^{\circ}\text{C}$  и господствовать полное безветрие. Причиной всему является "фен" - сухой и теплый ветер. Причиной возникновения "фенов" является большая разность давлений, которая в течение всей зимы поддерживается над территорией Горного Алтая[4].

Южные районы республики находятся под влиянием Азиатского максимума, а над северными районами часто проходят циклоны - центры низкого давления. В таких случаях по долинам, направление которых совпадает с направлением воздушного потока - с юга на север,

развиваются "фены". Метеостанции в долине р. Катунь и в долине Телецкого озера фиксируют более 100 дней с фенами за холодный период года. На земном шаре нет другой такой горной страны, где бы "фены" играли столь существенную роль в формировании климата.

Также характерна для климата Республики Алтай большая разница абсолютных температур в различных районах. Например, средняя температура января в Чемале  $-12,6^{\circ}$ , на юге Телецкого озера  $-8,1^{\circ}$ , а абсолютный минимум температуры в Кызыл-Озеке  $-44^{\circ}$ , в Кош-Агаче  $-55^{\circ}$ .

В юго-восточных районах (Кош-Агачский) зима малоснежна, что способствует развитию вечной мерзлоты. Переход от зимы к лету совершается очень быстро[29].

В апреле среднемесячные температуры становятся положительными. Весной теплые юго-западные воздушные массы Средней Азии сменяются холодными арктическими, поэтому теплая погода часто сменяется, холодной. Для весеннего периода среднегорью свойственны большие суточные колебания температур и давлений.

Лето в Республике Алтай в связи со значительной высотой гор, наличием ледников, вечных снегов, многочисленных рек и озер холоднее чем на соседней равнине. По мере увеличения высоты на 100 м, температура воздуха падает приблизительно на  $0,5^{\circ}$ .

Наиболее прохладно на высотах свыше 1000 м. Если средняя температура июля в низкогорье и сред-негорье составляет  $+16^{\circ} \dots +18^{\circ}$ , то на высоте около 2000 м  $+8^{\circ} \dots +10^{\circ}$ . Самое жаркое лето бывает в меж-горных котловинах, где температура воздуха достигает  $+30^{\circ} - +35^{\circ}$ .

Летом в Республике Алтай господствуют северо-западные и западные воздушные массы низкого атмосферного давления, которые приносят много влаги и отдают ее на высотах свыше 1000-2000 м, преимущественно на Западных склонах гор. Горные хребты имеющие наибольшие высоты (Катунский, Южно-Чуйский, Северо-Чуйский)

получают максимальное количество осадков (2000-2500 мм в год), на район горы Белухи приходится 3000 мм в год.

В среднегорье выпадает 500-600 мм осадков в год. Наибольшее количество осадков за год выпадает в Северо-Восточной части Горного Алтая - 700-1000 мм и на юго-западе - 1500 мм. Больше количество осадков выпадает во второй половине лета. Максимум приходится на июль, минимум на январь.

Снежный покров устанавливается в конце октября-ноября. Распределение снежного покрова обуславливается рельефом, силой ветра и его направлением. Наибольшая высота снежного покрова наблюдается на северо-востоке (до 1 м), наименьшая в Чуйской степи (8 см - Кош-Агач).

Годовое изменение относительной влажности воздуха противоположно ходу температуры. Самая низкая относительная влажность (35-40%) наблюдается в апреле-мае, а самая высокая (до 70-80%) в декабре-январе.

Одним из главных факторов, оказывающих влияние на климат Горного Алтая, является обилие солнечной энергии. Весной солнечного сияния в Горном Алтае больше, чем в Ялте, Сочи, Швейцарском курорте Давос и Байрам Али на юге Туркмении. Приток суммарной солнечной радиации в году достигает огромных величин сравнимых с суммарной радиацией получаемой курортами Кавказа, Крыма, и Швейцарии.

Например, Катандинская степь, расположенная на высоте 900 м над уровнем моря получает за год 112 ккал/см<sup>2</sup>, Чуйская 142 ккал/см<sup>2</sup> суммарной солнечной радиации, а Кавказский курорт Абастумани (Южная Грузия) получает 93, Сочи - 111, Ялта - 117, Давос - 130 ккал/см<sup>2</sup>. Все это создает исключительно благоприятные условия для организации и развития в Республике Алтай туристических и оздоровительных учреждений, домов и баз отдыха.

В целом можно сказать, что наиболее суровые природно-климатические условия имеют юго-восточные районы Алтая (Улаганский и Кош-Агачский районы), климат северной и северо-восточной части Алтая (Чойский, Майминский, Турачакский районы) более мягок.

Так как рельеф в городе пересеченный, в отдельных районах наблюдаются микроклиматические различия в температуре почвы и воздуха приземных слоев, в направлении и скорости ветра, в количестве осадков. Эти микроклиматические различия оказывают существенное влияние на произрастание овощных и садовых культур в коллективных садах и приусадебных участках.

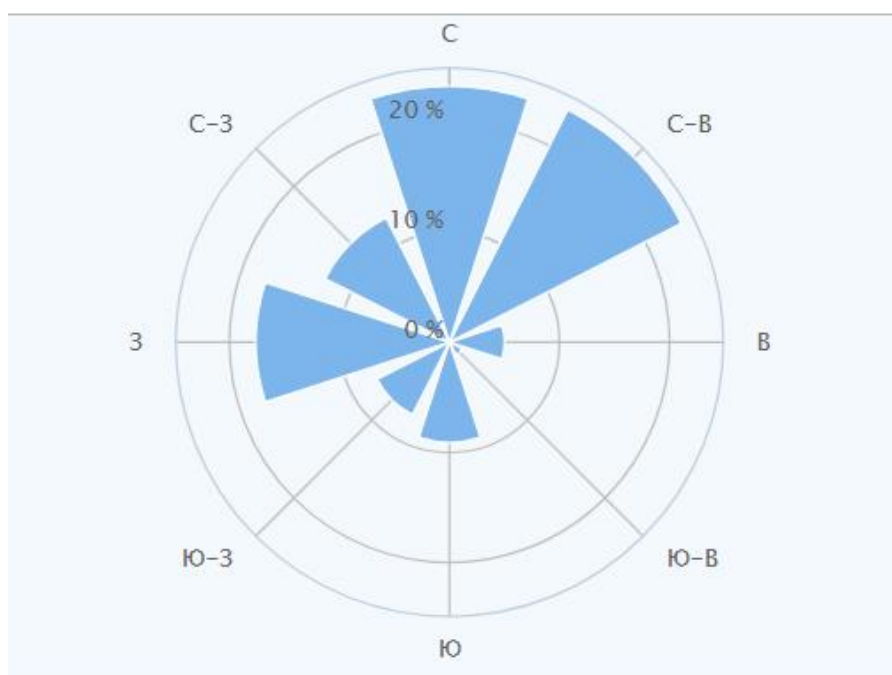


Рисунок 2.2 – Роза ветров в Горно-Алтайске[30]

Город расположен в предгорной лесостепной зоне, где открытые степные пространства чередуются с березовыми и хвойными лесами, покрывающими главным образом северные склоны долины. Из 9272 га городских земель значительную часть занимают сельскохозяйственные угодья 34 % (3147 га) и лесные площади 47,5 % (4400 га). Наибольший удельный вес в общей площади городских земель занимают земли

общего пользования (43,0 %). Основная их часть занята улицами, площадями, проездами и дорогами.

Рельеф характеризуется высокими хребтами, разделенными узкими и глубокими речными долинами, редкими широкими межгорными котловинами. Самая высокая гора Белуха (другие названия: Кадын-Бажы, Уч-Сумер) (4509 метров) является высочайшей точкой Сибири [25].

## **2.4 Растительный мир**

Растительные ресурсы г. Горно-Алтайска и Республики Алтай насчитывают более 2 тысяч видов растений, из них 200 видов растений-эндемиков, встречаются только в горах Алтая. Здесь произрастают свыше 40 видов плодово-ягодных растений, отличающихся хорошими вкусовыми качествами, высоким содержанием витаминов, бактерицидными свойствами, к тому же многие виды являются ценными лекарственными растениями. Среди кустарников лесного пояса выделяются маральник даурский, покрывающий ранней весной склоны гор яркими фиолетовыми цветами, можжевельник, рябина, крыжовник, малина, смородина, жимолость, голубика, ежевика, брусника, дающие прекрасные сочные ягоды.

Произрастает большое количество лекарственных растений, среди них: маралий и золотой корень, бадан толстолистный, валериана, марьян корень, адонис весенний и др. Около 100 видов растений входят в группу лекарственных, используемых в фармацевтической промышленности, а в народной медицине этот перечень гораздо шире.

Так же здесь зарегистрировано около 17 видов реликтовых растений. Многие реликтовые растения и растения-эндемики занесены в Красную Книгу.

Лесные ресурсы г.Горно-Алтайска и Республики Алтай сосредоточены на площади около 43 тыс.кв.км. и оцениваются в 700 млн.куб.м., в том числе 600 млн.куб.м. хвойных пород. Спелые и перестойные леса составляют около 300 млн.куб.м., а расчетная лесосека более 2 млн.куб.м. Жемчужиной горных лесов считается кедр (сибирская сосна), дающий полезный кедровый орех, лечебное масло и ценную древесину[4, 25].

## **2.5 Фауна**

Животный мир Республики Алтай представлен 80 видами млекопитающих, 300 видами птиц (из которых около 250 гнездящихся), 44 видами рыб, 7 видами пресмыкающихся, 2 видами земноводных и большой группой беспозвоночных животных. Многие из них занесены в Красную книгу (снежный барс, хорь перевязка, кот манул, белка телеутка, журавль красавка и др.).

В фауне представлены животные и птицы, встречающиеся исключительно в высокогорной зоне: аргали (горный баран), бун (горный козел), ирбис (снежный барс), беркут.

Среди животных тундры встречаются северный олень, тундряная куропатка. В лесах Республики Алтай живут белка летяга, бурундук, соболь. Лоси водятся в северо-восточной части Алтая, в Прителецком районе, в тайге по реке Башкаус. Дикий олень марал сбрасывает весной рога, в которых содержится полезное вещество пантокрин. В основном маралы встречаются в горно-лесных районах.

В хвойных лесах водится кабарга – самое маленькое из парнокопытных животных. Охотятся на кабаргу главным образом ради мускусной железы, которая служит сырьем для парфюмерии. Почти повсеместно в тайге распространен бурый медведь – наиболее типичный

представитель лесных массивов. Также в лесах республики встречаются рысь, россомаха, выдра, горностай, барсук, крот.

В малоснежных местах обитают косули, волки, рыси, лисицы. Реки и озера Алтая богаты рыбой. В реках предгорий водятся щука, язь, налим, стерлядь, окунь, елец, чебак, ерш, пескарь. Для горных рек республики характерны хариус, таймень, голяна, щиповка. Только в Телецком озере обитают 14 видов рыб.

Охотничья фауна насчитывает 33 вида млекопитающих и 34 вида птиц, поэтому регион, издавна считался и сегодня считается одним из лучших охотничьих регионов Западной Сибири. Редкие, находящиеся на грани исчезновения, животные также занесены в Красную Книгу[28].

## **2.6 Водные ресурсы**

Республика Алтай богата водными ресурсами, представленными реками, озерами, ледниками, болотами и подземными водами. Суммарная протяженность 12209 больших и малых горных рек на ее территории, по данным Верхне-Обского бассейнового водного управления, составляет 42277 км. На долю мельчайших (длина менее 10 км) и малых рек (10-25 км) приходится 98,6% от общего числа рек и 78,4% от их суммарной протяженности. К средним рекам (длина от 100 до 500 км) относятся 15 рек: Бия, Лебедь, Чулышман, Башкаус, Кокса, Аргут, Жасатер, Чуя, Урсул, Иша, Песчаная, Ануй, Антроп и Чапша.

Большими реками (длина более 500 км) являются Катунь и Чарыш. Крупные реки республики – Катунь и Бия при слиянии формируют одну из величайших рек мира – Обь.

Реки начинаются от ледников и многочисленных озер. На некоторых плоских водоразделах находятся обширные болота, которые



также дают начало рекам. В отдельных районах значительные доли площадей (первые десятки км<sup>2</sup>) заняты болотами (Ыныргинский и Тюгурюкский массивы в Чойском и Усть-Коксинском районах соответственно) [4].

На территории Республики Алтай насчитывается около 7 тысяч озер общей площадью более 600 км<sup>2</sup> (более 0,6% территории республики), в которых заключено около 50 кубокилометров воды. В целом преобладают мелкие каровые озера, основная масса которых расположена на высотах 1500-2600 м. Наибольшее количество озер находится на Чулышманском нагорье, плоскогорье Укок, в осевых зонах Катунского, Южно- и Северо-Чуйского хребтов. Самым крупным в республике является Телецкое озеро (Алтын-Кёль) площадью 227,3 км<sup>2</sup>, вмещающее более 41 кубокилометра пресной чистой воды.

К характерным для Республики Алтай водным объектам относятся ледники. По данным Проблемной научно-исследовательской лаборатории гляциоклиматологии Томского государственного университета, в настоящее время на территории республики известно около 1035 ледников, которые расположены, в основном, в верхней части бассейна р. Катунь. Общая площадь оледенения составляет 748 км<sup>2</sup>, а объем ледников – 38,3 км<sup>3</sup> или около 35 кубокилометров воды.

Искусственные водные объекты на территории РА представлены прудами и малыми водохранилищами. Пруды, как правило, имеют рекреационное или сельскохозяйственное назначение, либо предназначены для рыборазведения. Ведомственная принадлежность прудов – муниципальные, их владельцами являются землепользователи или частные лица. Водоохранилища имеются при малых ГЭС (Чемальская, Кайру, Акалахинская), а также на горнодобывающих предприятиях – рудник "Веселый", прииск "Алтайский" и др.

Водообразующую роль Горного Алтая в формировании экологически чистых поверхностных вод бассейна Верхней Оби трудно

переоценить. Достаточно отметить, что 70% среднемноголетнего поверхностного стока, поступающего в Новосибирское водохранилище, формируется на территории Республики Алтай. Суммарный поверхностный сток воды с территории РА в средний по водности год составляет 33,4 км<sup>3</sup> и еще 85 км<sup>3</sup> находится в виде многолетних запасов – в ледниках, снежниках и озерах[26].

## 2.7 Геологическое строение

Геологическое строение и полезные ископаемые территории Республики Алтай сложена протерозойскими, палеозойскими (девонскими и каменноугольными) и кайнозойскими палеогеновыми породами.

Повсюду широко распространены интрузии гранитов и гранитоидов. Наиболее древние протерозойские породы подверглись сильной метаморфизации. В более поздние периоды палеозойской эры отлагались в основном различные вулканогенные породы. В континентальных условиях мезозоя и палеогена палеозойские складчатые сооружения были постепенно разрушены, а на их месте образована денудационная мелкосопочная равнина. Однако значительно позже произошли мощные неоген-четвертичные поднятия, создавшие современный высокогорный рельеф. В четвертичное время Алтай подвергся трёхкратному оледенению.

Алтайские горы сформировались в байкальскую и каледонскую эпохи, но испытали вторичный подъем в мезозойскую и кайнозойскую эры.

Начало формирования Алтайских гор относится к концу байкальской складчатости, когда начали возникать северо-восточные хребты. На юго-западе ещё существовало море. В каледонскую и

герцинскую эпохи, дно моря смялось в складки, внутренние силы выжали их вверх образовав горную страну. Горообразовательные движения сопровождались сильными извержениями вулканов, изливавшими лаву на поверхность молодых складок. Начала подниматься высокая горная страна. В мезозойскую эру Алтайские горы постепенно разрушались под действием солнца, ветра и других природных сил. За миллионы лет, бывшая горная страна превратилась в равнину с возвышенными участками. В кайнозойскую эру на Алтае вновь возникают тектонические процессы альпийского горообразования[25].

## **2.8 Горнодобывающая деятельность**

На Алтае разведано несколько крупных месторождений золота, редкоземельных металлов (практически все сосредоточены на Ю.-В. республики в Кош-Агачском районе), серебра (крупнейшее месторождение – Озёрное), мрамора, железной руды, каменного и бурого угля. Изучаются месторождения волластонита (уникального сырья для тонкой керамики, звуко- и теплоизоляционных материалов) и медицинского гипса. Имеются залежи почти всех видов строительных материалов, ювелирно-поделочных, декоративных и коллекционных камней. К уникальным по запасам сырья относятся Алахинское литиевое и Холзунское железорудное месторождения. Однако в силу сложных физико-географических условий минерально-сырьевой потенциал республики практически не используется. Ведутся разработки золота (св. 90% всей добычи даёт рудник «Весёлый»), молибдено-вольфрамовых руд, декоративного камня и строительных материалов. В 1990-х гг. прекращена добыча ртути, которая в 1940–80-х гг. считалась основным полезным ископаемым Горного Алтая (Акташский и Чаган-Узунский рудники).

**Золото** известно на территории Горного Алтая с глубокой древности, что нашло свое отражение в самом названии этой страны, происходящем от древне-тюркского "алт" - золото. Наиболее крупным коренным месторождением золота является Синюхинское золото-медное на Бийско-Кагунском водоразделе в Чойском районе. Это месторождение с начала 50-х годов успешно разрабатывается рудником "Веселый". Рудник "Веселый" дает более 90% годовой добычи золота Республики Алтай. Остальная часть добывается из немногочисленных и уже истощенных длительной отработкой россыпей бассейна р. Лебедь - правого притока р. Бии.

Синюхинское месторождение представлено сложной формы залежами, погружающимися до глубины 500 и более метров. Руды богатые и легкообогатимые. Несмотря на сорокалетний опыт эксплуатации, Синюхинское месторождение до сих пор недоразведано и его перспективы до конца не выяснены. Площадь месторождения, очерченная по известным к настоящему времени рудным участкам, составляет не менее 10 кв. км.

Резерв запасов категории С2 - 19,6 т золота, категории Р1-46 т (из них 8 т на глубине до 300 м), Р2 + Р3 - 50-70 тонн.

Кроме Синюхинского месторождения резервом сырьевой базы рудника "Веселый" можно считать Ишинскую площадь, Чойское рудное поле, Майско-Лебедскую зону[26].

Наиболее перспективной по рудному золоту представляется самая северная часть Горного Алтая. Кроме Майского месторождения, в северной части Турочакского района целесообразно возобновление геологоразведочных работ на Андобинском, Чанышском, Водораздельно-Майском, Семеновском и ряде других участков северной части обширного рудного поля. Это один из наиболее богатых в прошлом золоторудных узлов всей Западной Сибири.

В Центральных районах Горного Алтая с середины 19 века известна, но до сих пор не изучена золотоносность в Семинском хребте и в долине р. Чуи. Многочисленные проявления рудного, и отчасти россыпного золота, по р. Таре, в верховьях р. Елангаш и р. Себестей (Южно-Чуйский хребет) до сих пор должным образом не разведаны. На этом фоне более известным и получившим положительную прогнозную оценку является золоторудное проявление Тошан.

**Серебро.** В начале 80-х годов в Юго-восточном Алтае (с продолжением в Монголию) были открыты месторождения комплексных серебро-висмут-сурьмяных руд, которые можно считать аналогами известных в мире месторождений серебра - Айдахо в США, Рудных гор в Саксонии, Спишско-Гемерского рудогорья.

Серебро-сурьмяное оруденение структурно связано с Делюно-Юстыдским прогибом. Распределение серебряного оруденения носит здесь выраженный узловой характер, выделяются два рудных узла: Юстыдский и Толбонурский. Главные компоненты руд - серебро, висмут и сурьма, отмечаются повышенные содержания ртути и золота [26].

Основное месторождение серебра - Озерное. Оно расположено в 70 км от с. Кош-Агач у истоков р. Юстыд в осевой части хребта Чихачева с абсолютными отметками 2500-3000 м. Выявлено около 20 рудных столбов мощностью 0.1-2.5 м длиной 100-200 м (наиболее изученное 1-ое рудное тело имеет длину 450 м). Содержание основных компонентов: серебро - от 100 до 2000 г/т, свинец - от 0.01 до 0.06 %, медь - от 0.26 до 7.5%, висмут - от 0.01 до 0.6 %, сурьма -16%.

На юго-востоке Горного Алтая, в основном в Кошагачском районе, сосредоточены месторождения редких металлов: **ртути, вольфрама, молибдена**, известные с 40-х и 50-х годов. Кроме того, здесь находятся месторождения **лития, тантала, кобальта**, открытые в последние десятилетия и еще недостаточно изученные.

Ртуть, начиная с 40-х годов и до 80-х, считалась основным полезным ископаемым Горного Алтая. Здесь со времен Великой Отечественной войны действовал Акташский рудник, на котором за 30 лет было добыто более 3000 т ртути. В начале 90-х годов добыча руды прекращена и ртутный завод перешел на переработку вторичного сырья.

Курайская ртутная зона имеет протяженность около 100 км в направлении Чуйского тракта. Ширина зоны 6-8 км, в ее пределах насчитывается более 100 ртутных проявлений, среди них два промышленных месторождения - Акташское и Чаган-Узунское, и более десятка мелких месторождений.

**Каракульское золото-висмут-кобальтовое месторождение** расположено в 80 км от поселка Кош-Агач в непосредственной близости от Российско-Монгольской границы и месторождения Озерного. Район месторождения - высокогорный, абсолютные отметки до 2700 м. Разведочные работы проводились в 80-х и 90-х годах. Пройдено 3000 м подземных горных выработок, канав и разведочных скважин с поверхности.

Запасы месторождения уникальны. Руды сложного минерального состава, окислены с поверхности до глубины 50-60 м. Среднее содержание металлов в кондиционных рудах: кобальта - 0.23%, висмута - 0.15%, меди - 0.32%, триоксида вольфрама - 0.055% [26].

На юго-востоке Алтая известны и другие проявления кобальта, подобные Каракульскому месторождению.

Калгутинское месторождение, уникальное по содержанию **вольфрама** в руде (около 2%), разведывалось в 1944 -1954 гг. Месторождение расположено в 100 км к югу от Кош-Агача по грунтовой дороге. Рудное поле имеет размеры около 3 кв. км. Кроме вольфрама и молибдена в последние годы на Калгутинском месторождении в радиусе 5 км выявлены запасы цезия и бериллия. Попутно можно получать литий, рубидий, соду.

Для промышленного освоения в настоящее время можно считать подготовленными запасы в объеме 700 тыс. тонн кварцево-жильной руды. Примерно 1/4 часть запасов может быть отработана штольнями, остальное - шахтой. Нерешенной проблемой остается выбор способа и систем разработки ввиду разрозненности и небольших размеров рудных тел.

Алахинское месторождение - одно из крупнейших литиевых месторождений Сибири. Прогнозные запасы его оцениваются в 68 млн. т руды со средним содержанием сподумена 5%, то есть приблизительно 3,4 млн. т сподуменного концентрата или 448 тыс. т  $Li_2O$ . Наряду со сподуменом из руд можно извлекать танталовый, слюдяной, полевошпатовый концентраты.

Расположено это месторождение в истоках реки Караалахи, вблизи границы с Казахстаном. Рельеф - резкорасчлененный, с абсолютными отметками высот 2000 - 3200 м. Отметка месторождения 2250 - 2700 м. Транспортное сообщение отсутствует, за исключением заброшенной грунтовой дороги, соединяющей пос. Усть-Чиндагатуй с законсервированным рудником Чиндагатуй в 5 км южнее Алахинского месторождения. Ближайший жилой пункт - рудник Калгуты в 100 км к востоку, из них 75 км - полевая дорога[26].

Наиболее крупное известное железорудное месторождение - Холзунское - находится в Западном Алтае в безлесной высокогорной части хребта Холзун с отметками 1700-2000 м в истоках р. Коксу. Часть разведанного рудного поля лежит на территории Казахстана. В 50 км к западу и в 60 км к югу находятся железнодорожные станции Лениногорск и Зыряновск. Существуют проект отработки с вывозом сырья через Лениногорск. Утверждены запасы магнетитовых легкообогатимых руд по категориям C1+C2 - 680 млн.тн до глубины 1000 м с содержанием Fe - 30%, S - 0.7%.

Коксинское месторождение расположено на западном таежном склоне Коксинского хребта в 30-35 км северо-западнее Холзунского месторождения в 60 км от г. Лениногорска. Вблизи проходит лесовозная дорога с твердым покрытием. Прогнозные запасы руды до глубины 1000 м по геолого-геофизическим оценкам составляют 200 млн. т. Низкое содержание железа и маломощный характер месторождения при большой его протяженности практически исключают отработку месторождения в современных условиях.

Тимофеевское месторождение расположено в Западной части Алтая в верхнем течении р. Чарыш. Месторождение удалено от пос. Владимировка на 7 км, а от райцентра Усть-Кан - на 44 км по твердой автодороге. Запасы до глубины 500 м оценены в 50-100 млн. т, из которых не менее 1/3 - богатые руды с содержанием железа - 57-63%.

В Горном Алтае существует месторождение марганцевых руд расположенное в водораздельной части Холзунского хребта на высоте около 1800 м в 12 км к северо-западу от Холзунского железорудного месторождения. Прогнозные ресурсы этого месторождения до глубины 500 м составляют более 20-25 млн. т марганцевой руды.

Талды-Дюргунское месторождение бурого угля расположено в 5 км к юго-западу от с. Чаган-Узун, через которое проходит трасса Новосибирск-Бийск-Ташанта. Вскрыто по мощности три кондиционных пласта. Удельная теплота сгорания данного угля составляет 6630 ккал/кг. Предварительно разведаны запасы в размере около 50-55 млн. т, прогнозные ресурсы - не менее 100 млн. тонн. Расчетная глубина карьера 14-100 м[26].

Пыжинское месторождение расположено в Турочакском районе, на 50 км южнее с. Иогач и связано с ним дорогой с твердым гравийным покрытием. Далее до г. Горно-Алтайска проходит улучшенная автодорога 120 км. Детально разведаны и утверждены запасы в 4.5 млн.т.



Это прежде всего сырье для производства строительных материалов (мрамор, граниты, базальты и другие виды пород), широко распространенные в Горном Алтае. Наиболее разведаны и частично разрабатываются месторождения мраморов и гранита. Высокое качество и большие запасы позволяют рассматривать этот вид сырья как очень перспективный для горнодобывающей промышленности Республики Алтай.

Среди полезных ископаемых многоцелевого назначения на первое место выдвигается нетрадиционное волластонитовое сырье. На территории республики расположено Лебедское и Синюхинское месторождения волластонита с крупными запасами и уникальной длиной волокна. Значительная часть руды не нуждается в особой очистке. Уже непосредственно после добычи и измельчения может быть применена в многих отраслях народного хозяйства (производство специальной радиокерамики, фаянса, фарфора, санитарных изделий, специальных фильтров, защитных покрытий, красок и т.д.).

Еще один перспективный вид сырья - мелкочешуйчатая разновидность гематита - спекулярит. Спекулярит является сырьем для производства особо прочных красок. На территории республики предварительно разведано среднее по запасам месторождение "Рудный Лог"[26].

Кроме того, на территории республики известны месторождения охристых глин (пригодны для производства красок), гипса и минеральных солей, облицовочных и поделочных камней: яшма, порфиры горного хрусталя и т.д., флюорит, асбест, мусковит, полишпатовое сырье и многое другое.

### **3 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **3.1 Общая экологическая характеристика г. Горно-Алтайск**

Основные отрасли городской промышленности: машиностроение, производство строительных материалов (завод железобетонных изделий, кирпичный завод); легкая (фабрики: ткацкая, гардинно-тюлевая, обувная, швейная), производство мебели. Пищевая промышленность представлена мясо- и хлебокомбинатами. Горно-Алтайск является центром района по производству сельскохозяйственной продукции.

Геоэкологическая изученность агломерации г. Горно-Алтайска в целом удовлетворительная, но при этом отсутствует как обобщение полученных результатов, так и система мониторинга состояния окружающей природной среды.

Анализ структуры потенциальных источников антропогенного загрязнения ОС позволяет выделить среди них два разных комплекса – позднесоветский (1970-1980-е гг.) и постсоветский (с середины 1990-х гг. по настоящее время). Первый из них имел промышленно-сельскохозяйственную направленность и характеризовался наличием небольших предприятий легкой, пищевой, обрабатывающей и строительной промышленности (заводов, фабрик, цехов), объектов малой энергетики, автотранспортных предприятий, животноводческих комплексов, полей, садов, плантаций хмеля.

В постсоветский период произошла ликвидация большинства промышленных, автотранспортных и сельскохозяйственных предприятий и объектов на территории агломерации. Оставшиеся предприятия (завод ЖБИ, швейная фабрика, ОПХ "Подгорное", ОПХ "Горно-Алтайское" и др.) уменьшили объемы производства или перепрофилировали свою деятельность[4].

Все это привело к существенному изменению как интенсивности антропогенного воздействия на экологическое состояние окружающей среды, так и его спектра. В настоящее время основными источниками негативного воздействия на ОС агломерации являются объекты транспортной инфраструктуры и многочисленные мелкие котельные советского периода. Следует отметить, что до 2008 г. все котельные работали на угле, в последние годы многие из них переведены на природный газ. При этом их количество практически не изменилось – около 150 ед.

### **3.2 Геоэкологическая характеристика атмосферы**

Республика Алтай является преимущественно сельскохозяйственным регионом, в котором отсутствуют крупные и средние промышленные предприятия, поэтому загрязнение атмосферного воздуха обусловлено, в основном, выбросами автомобильного транспорта, котельных и отопительных печей.

Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от всех источников в отчетном году составил 33,6 тыс. т. При этом с 2016 г. стали суммироваться ранее не учитывавшиеся выбросы от автотранспорта. Их доля достигает 75% от валового поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

От стационарных источников в приземную атмосферу поступило 2,32 тыс. т твердых и 4,80 тыс. т газообразных загрязнителей, основным из которых является оксид углерода (3,56 тыс. т или 82,5% к показателю 2015 г.), в меньшей степени диоксид серы и оксиды азота – 0,48 и 0,46 тыс. т соответственно[26].

Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов составила 19,7% от их общего

объема, а доля уловленных и обезвреженных твердых веществ (сажа, недожог угля, пыль) – 43%.

Необходимо отметить, что начиная с 2002 г. в РА отмечалось постоянное увеличение объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в связи с ростом экономического развития республики.

Начиная с 2008 года, наметилась тенденция снижения объемов выбросов твердых веществ, по причине проводимой газификации котельных и жилого сектора в г. Горно-Алтайске и с. Майма, ранее формировавших до половины от всех выбросов по республике. Однако продолжающийся рост числа автотранспортных средств значительно нивелирует этот положительный в экологическом отношении эффект в районе республиканского центра[26].

Основным фактором улучшения состояния атмосферного воздуха стала газификация Республики Алтай. В 2016 г. количество автотранспорта на котором установлено газовое оборудование составило 1145 единиц, из них на автобусах 91, грузовом транспорте 737, легковых машинах 316. В 2016 г. прошли технический осмотр в республике 27203 единиц автотранспортных средств.

Одним из приоритетных направлений в деятельности Управления Роспотребнадзора по РА в 2016 году являлась деятельность по надзору за организацией санитарно-защитных зон промышленных объектов. Согласовано 36 проектов СЗЗ.

Рассмотрено 97 проектов предельно допустимых выбросов от источников загрязнения атмосферного воздуха, с выдачей положительных санитарно-эпидемиологических заключений. Таким образом, состояние атмосферного воздуха на территории г. Горно-Алтайска и в целом Республики Алтай характеризуется как удовлетворительное.

### 3.3 Геоэкологическая характеристика водных ресурсов

В 2016 г Комплексной лабораторией мониторинга окружающей среды Алтайского ЦГМС (центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) (КЛМС Бийск) был проведен мониторинг водных объектов. Для оценки состояния поверхностных водных объектов использовались показатели, рассчитываемые согласно РД 52.24.643-2002 "Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям": коэффициент комплексности загрязнения воды (Ккомп.); удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ); критические показатели загрязненности воды (КПЗ).

Полученные результаты мониторинга показали, что основными загрязнителями (более 1 ПДК) поверхностных водных объектов РА в отчетном году были нефтепродукты, фенолы, железо, ХПК и легкоокисляемая органика (по показателю БПК5). Из них повышенные концентрации тяжелых металлов обусловлены, в основном, природными факторами, а остальные загрязнители – антропогенным воздействием на водные объекты [26].

В 2016 г. величина УКИЗВ на контролируемых водных объектах варьировалась от 0,55 (оз. Телецкое у кордона Кокши) до 2,74 для р. Майма (с. Майма), т.е. от условно чистых (1 класс) до очень грязных (класс 3"Б") вод. Основная часть поверхностных вод РА по величине УКИЗВ относится к 2 классу слабозагрязненных вод (таблица 3.1.).

Таблица 3.1 – Качество водных объектов Республики Алтай в 2017г [26].

Водный объект (пункт)	УКИЗВ	Класс	Состояние воды	O <sub>2</sub> , мг/л	Загрязнители	
р. Катунь (с. Тюнгур)	1,56	2	Слабозагрязненная	9,4	Fe, Cu, Ф, ХПК	
р. Чулышман (с. Балыкча)	1,06	2	Слабозагрязненная	6,8	Ф, НП	
р. Сема (с. Шебалино)	2,55	3"А"	Загрязненная	9,9	НП, Fe, ХПК, БПК	
р. Майма (с. Майма)	2,74	3"Б"	Очень грязная	7,5	ХПК, НП, Fe, АА, АТ	
р. Б. Терехта (с. Терехта)	1,39	2	Слабозагрязненная	8,1	НП, БПК, Fe, ХПК	
р. Кокши (кордон Кокши)	0,55	1	Условно чистая	6,9	НП	
озеро Телецкое	с. Артыбаш	1,14	2	Слабозагрязненная	7,3	НП, Ф
	с. Яйлю	0,74	1	Условно чистая	7,0	НП
	Кыгинский залив	1,11	2	Слабозагрязненная	6,4	НП, ХПК

Ф – фенолы; НП – нефтепродукты; азот: АА – аммонийный, АН – нитратный, АТ – нитритный; ХПК, БПК – химическое и биологическое потребление кислорода; жирным выделено устойчивое загрязнение

Качество воды по сравнению с предыдущими годами улучшилось практически на всех контролируемых водных объектах, причем весьма заметно (0,45-1,08) для р. Катунь (с. Тюнгур), рек Сема, Майма, Терехта. Это свидетельствует о частичном улучшении их экологического состояния и поверхностных водоемов Республики Алтай в целом.

Напротив, качество воды ухудшилось в северной и южной частях Телецкого озера (Кыгинский залив и с. Артыбаш) с условно чистого класса воды до слабозагрязненного.

На состояние воды р. Майма оказывает негативное воздействие агломерация республиканского центра, в которой проживает 40% населения республики (около 85 тысяч человек). Как и прежде, качество ее воды относится к категории очень грязных вод (класс 3"Б").

Для ряда слабо изученных малых рек республики, подверженных воздействию предприятий горнодобывающей и пищевой промышленности, также характерно напряженное экологическое состояние, о чем свидетельствуют полученные в отчетном году и в предыдущий период данные аналитического контроля воды рек Майма, Улалушка (в черте г. Горно-Алтайска), Сейка, Черга, Чулта, Андоба, Бол. Каурчак, Чугуна, Ашпанак, Чуйка и др[25,26].

Несмотря на большое количество источников и узкий спектр загрязнителей, качество питьевой воды источников централизованного водоснабжения по микробиологическим и санитарно-химическим показателям по данным Управления Роспотребнадзора по РА на протяжении последних 5 лет постоянно улучшается.

### **3.4 Геоэкологическая характеристика почв**

Значительная неоднородность почвенного покрова Республики Алтай обусловлена разнообразием и сложностью рельефа, климата, растительности. Распределение почв подчинено вертикальной зональности. При переходе от низкогорий Северного Алтая к высокогорью Юго-Восточного Алтая, по мере увеличения высоты над уровнем моря постепенно меняются природно-климатические условия, и происходит смена растительного и почвенного покрова. На территории республики выделяется три основных высотных почвенных пояса[4]:

- оподзоленные и выщелоченные черноземы, серые лесные и реже бурые лесные почвы низкогорий (абсолютные высоты менее 800 м);
- горно-лесные бурые и серые почвы, оподзоленные черноземы и горно-луговые почвы среднегорий, низкогорных котловин и речных долин (высоты 500-1200 м);
- преимущественно каштановые почвы котловин и речных долин среднегорий и высокогорий, а также лугово-степные каштановидные почвы долин и плато высокогорий (высоты 900-2600 м).

Пояс горно-лесных и лугово-степных почв представлен темно-серыми лесными, оподзоленными и выщелоченными черноземами. Луговые, черноземно-луговые, лугово-элювиальные, лугово-болотные и болотные аллювиальные почвы развиты в долинах

рек. Распаханы, в основном, оподзоленные и выщелоченные черноземы, в меньшей степени, темно-серые лесные, черноземно-луговые и лугово-черноземные почвы. Остальные почвы, не покрытые лесом, находятся под сенокосами и пастбищами. В состав низкогорного почвенного пояса входит основная часть территории Майминского, Чойского, Турочакского и, частично, Чемальского районов.

Почвы второго пояса занимают примерно половину центральной части территории республики. Они, в свою очередь, подразделяются на верхнюю, среднюю и нижнюю зоны. Верхняя зона в виде узкой прерывистой полосы отвечает области развития кедровых, кедрово-лиственничных и реже лиственничных лесов. Под ними сформировались преимущественно маломощные сильнощелочистые почвы. В средней, наиболее обширной зоне, почвенный покров представлен, главным образом, бурыми дерново-подзолистыми почвами.

В менее увлажненных районах встречаются горно-лесные черноземовидные почвы, близкие к черноземам, с сильным колебанием мощности гумусового горизонта. В нижней зоне (в поймах долин) преобладают маломощные и среднемощные обыкновенные черноземы и луговые почвы. В этом поясе распаханы небольшие участки в средней и нижней зонах, а основные площади заняты сенокосами и пастбищами. В состав этой зоны входят территории Шебалинского, Онгудайского, Усть-Канского, Усть-Коксинского и, частично, Чемальского районов[28]

Высотный пояс занимает, в основном, верхние части горных хребтов. Здесь, преимущественно на скальных породах, местами на плохо отсортированных рыхлых отложениях, преобладают почвы с большим содержанием дресвы и щебня. Этот пояс и его почвы не пригодны для развития земледелия из-за сурового климата и большой крутизны склонов. На более выровненных участках господствуют альпийские луга, которые используются для отгонного животноводства.



Таким образом, земледелие Республики Алтай ограничивается особенностями строения поверхности, климатическими условиями и характером почв, в связи с чем их использование в районах низкогорий возможно на пологих склонах и в речных долинах, а в среднегорье и высокогорье – только в межгорных котловинах и речных долинах. Остальные площади сельскохозяйственных угодий используются как сенокосы и пастбища.

На отдельных участках агломерации имеется ряд локальных очагов прошлого загрязнения почв хлорорганическими пестицидами (ДДТ, ГХЦГ), применявшимися в 1960-1980-е годы в овощеводстве, садоводстве, хмелеводстве и пр. Такие очаги выявлены на землях ОПХ "ГорноАлтайское" (заимка "Каяс", район ул. Плодоваягодной, территория Алтайской противочумной станции и др.), а также на территории сел Майма, Кызыл-Озек, Карлушка.

Радиоэкологическая ситуация в пределах агломерации выглядит следующим образом. Уровень гамма-излучения варьирует в пределах 10-15 мкР/час, то есть на уровне местного фона.

Удельная активность основного техногенного радионуклида (ТРН) цезия-137 в почвах агломерации (14-63 Бк/кг) не превышает регионального фона его глобальных выпадений. Концентрации другого долгоживущего ТРН – плутония-239,240 в почвах в районе республиканского центра составляют 0,41-0,92 Бк/кг или 2-3 фона глобальных выпадений для Западной Сибири.

Проведенное в последние годы Управлением Роспотребнадзора по РА выборочное обследование атмосферного воздуха и общественных помещений выявило в пределах агломерации большое число помещений с двух-пяти и более кратным превышением ПДК по радону[26].

Выполненный анализ потенциальной радоноопасности свидетельствует, что значительная часть территории г. ГорноАлтайска (около 30 %) относится к категории опасной по радону.

Средневзвешенная объемная концентрация радона по г. Горно-Алтайску в 2011-2015 гг. составила 155 Бк/м<sup>3</sup>, что соответствует средней дозе облучения 6 мЗв/год (максимальная до 12,8 мЗв/год).

Из современных геологических процессов на территории агломерации потенциально опасны эрозионные процессы в поймах рек Катунь, Майма, Улалушка и оползневые явления на горных склонах в окрестностях Горно-Алтайска и Маймы. Так, потенциальной активизацией обладают мелкие оползни в районе г. Горно-Алтайска, в частности, находящиеся в борту левого притока руч. Каяс (микрорайон "Пекарский лог") и в долине руч. Бочеркушка (ул. Гагарина), а также Майминский оползень, расположенный на восточной окраине с. Майма, непосредственно у федеральной автодороги Р-256 "Чуйский тракт". В 2016 г. его активность была низкой, на уровне 2015 г.[26].

Таким образом, имеющиеся в настоящее время данные по району г. Горно-Алтайска свидетельствуют об условноблагоприятном в целом и участками – малоблагоприятном состоянии окружающей среды на этой урбанизированной части территории Республики Алтай

## 4 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1 Методика отбора и первичной подготовки проб

Пробы лишайников были предоставлены Робертус Ю. В. (Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул), Рихвановым Л. П. (Томский политехнический университет). Пробы были отобраны с шиферных крыш одноэтажных домов и построек, возраст шифера составил 40-60 лет. Всего на изучаемой территории было отобрано 28 проб лишайника *Caloplaca* sp., представляющего собой мелкий накипные агрегаты зеленовато-желтого оттенка, толщиной до 1-2 мм (рисунок 4.1) и 4 пробы шифера (субстрата).

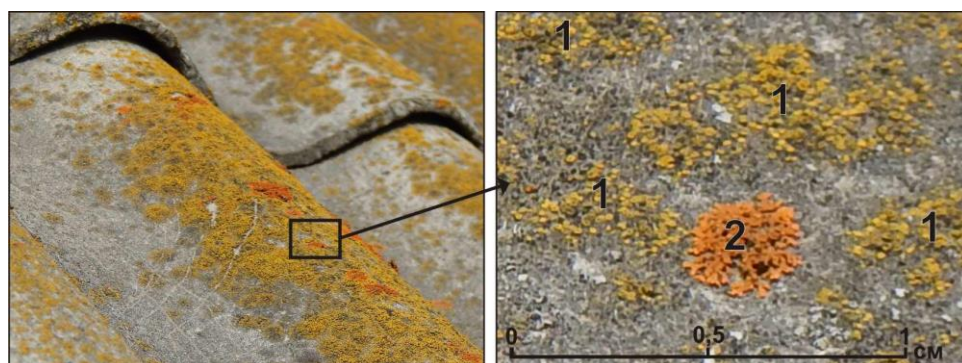


Рисунок 4.1 - Лишайники на шифере: 1 - *Caloplaca* sp. (накипная),  
2 - *Xantoria* sp. (лопастная). [9]

Расстояние между пунктами отбора проб составило примерно 1 проба на 1 км<sup>2</sup>.

Отбор проб проводился в сухую погоду с помощью специального ножа-скребка, который был обмотан изолентой, что бы исключить его контакт с поверхностью шифера. Это позволяло сделать срез лишайника

на высоте 0,5 мм. Все пробы были проверены под микроскопом на наличие частиц шифера и очищены от них.

Далее пробы лишайников истирались до состояния пудры.

## **4.2 Метод инструментального нейтронно-активационного анализа**

В пробах лишайников, высушенных до воздушно-сухого состояния, были определены 28 химических элементов с использованием метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА).

Нейтронно-активационный анализ (НАА) — это ядерный процесс, используемый для определения концентраций элементов в образце.

Из методов НАА наибольшее признание и применение получил активационный анализ на тепловых нейтронах. Первые работы по нейтронно-активационному анализу были выполнены с тепловыми нейтронами. С тех пор, подавляющее число работ по активационному анализу различных элементов в самых разнообразных объектах выполнено с облучением тепловыми нейтронами. Активацию тепловыми нейтронами в настоящее время можно считать самым установившимся и наиболее разработанным методом активационного анализа.

Такое значение этот метод приобрел, так как он применим к подавляющему числу элементов периодической системы, и в большинстве случаев отличается исключительно высокой чувствительностью определения. Анализ показывает, что из 84 стабильных и долгоживущих естественных радиоактивных (U и Th) элементов с помощью активации тепловыми нейтронами сравнительно просто и с высокой чувствительностью можно обнаружить и

количественно определить 74 элемента в том числе уран и торий[5]. Минимальные пределы обнаружения от 0,1 до  $1 \times 10^6$  нг г<sup>-1</sup> в зависимости от элемента. Более тяжелые элементы имеют большее ядро, поэтому они имеют большую площадь сечения захвата нейтрона и, скорее всего, будут активированы. Некоторые ядра могут захватывать нейтроны и остаются относительно стабильными, не подвергаясь трансмутации или распаду в течение многих месяцев или даже лет.

НАА обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. Отсутствует химическая подготовка пробы, что исключает погрешности за счёт привноса или удаления элементов вместе с реактивами. Так как аналитический сигнал снимается с ядер химических элементов, то физическое и химическое состояние пробы не влияет на результат анализа. Влияние изменения состава матрицы пробы определяется лишь интерферирующими и нейтроно-поглощающими элементами, прежде всего высокими содержаниями редких земель, что сказывается на достоверности определения урана, в значительной меньшей степени - тория. Поэтому, в методах нейтронно-активационного анализа с успехом применяется один СОС' как для углей, так и для их зол и горных пород. Это позволяет одним методом в различных пробах определять в широком диапазоне (от  $n \cdot 1\%$  до  $n \cdot 10^{-6}\%$ ) содержания химических элементов.

Методика НАА заключается в облучении исследуемых проб в реакторе потоком тепловых нейтронов и последующем измерении наведенной активности на гамма-спектрометре с полупроводниковыми детекторами.

Детектор представляет собой коаксиальный германиевый детектор с тонким контактом на фронтальной поверхности [8].

Навески исследуемых проб (100+-1мг) упаковывают в материал, практически не активирующийся под действием нейтронов (полиэтиленовая пленка) или дающий продукты активации с малым

периодом полураспада (например, алюминиевая фольга), помещают в пенал из алюминия высокой чистоты и облучают в течение определенного времени в канале реактора. Далее измерение наведенной активности конкретных элементов проводится на гамма-спектрометре с полупроводниковыми детекторами.

### **4.3. Метод растровой электронной микроскопии**

Поиск и определение состава микроминералов в пробах лишайников изучался в учебно – научной лаборатории электронно – оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» отделения геологии ТПУ с применением растрового электронного микроскопа.

Электронный сканирующий микроскоп Hitachi S-3400N — аналитический прибор, способный демонстрировать высокое разрешение в широком диапазоне ускоряющих напряжений и давлений остаточного вакуума в камере (режим VP-SEM). Микроскоп оснащен термоэмиссионным вольфрамовым катодом[27].

В основе РЭМ лежит сканирование поверхности образца электронным зондом и детектирование (распознавание) возникающего при этом широкого спектра излучений. Принцип действия РЭМ основан на использовании некоторых эффектов, возникающих при облучении поверхности объектов тонко сфокусированным пучком электронов – зондом. В результате взаимодействия электронов с образцом (веществом) генерируются различные сигналы. Проба обрабатывалась в высоком вакууме.

Для исследования потребовалась следующая пробоподготовка: проба была высушена, стерта в порошок, а также был проведен инструментальный нейтронно-активационный анализ.

Разрешающая способность при пользовании детектором вторичных электронов:

- 3,0 нм (ускоряющее напряжение 30 кВ, при работе с высокой степенью разрежения)
- 10 нм (ускоряющее напряжение 3 кВ, при работе с высокой степенью разрежения)

Разрешающая способность при пользовании детектором обратно рассеянных электронов:

- 4,0 нм (ускоряющее напряжение 30 кВ, при работе с низкой степенью разрежения)

Степень увеличения от 5 до 300 000 (степень увеличения оптического микроскопа до 1000 - 1200)

Вакуумная система:

- Управление созданием разрежения: полностью автоматическое
- Достижимая степень разрежения:  $1,5 \times 10^{-3}$  Па
- Диапазон настраиваемой степени разрежения: от 6 до 270 Па (22 дискретных уровня)

Для проведения электронно-микроскопических исследований был выбран следующий режим съемки:

- режим получения изображения на обратно рассеянных электронов;
- в режиме высокого вакуума ( $10^{-1} - 10^{-3}$  Па);
- детектор отраженных электронов и энергодисперсионный детектор рентгеновского излучения;
- ускоряющее напряжение 20кВ;

Диагностика минеральных фаз проводилась с помощью интернет ресурсов [mindat.org](http://mindat.org); [webmineral.com](http://webmineral.com).

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

Математическая обработка результатов заключалась в построении диаграмм, таблиц с помощью программы Excel, а также расчет и сравнение основных статистических параметров (среднее, медиана, мода, коэффициент вариации). С использованием программного комплекса Statistica был проведен факторный анализ методом главных компонентов.



## **5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **5.1 Особенности распространения химических элементов в лишайниках г. Горно-Алтайска**

В результате исследования проб лишайников с помощью ИНАА, проведена оценка содержания химических элементов в лишайниках и субстрате (шифере)( таблицы 5.1, 5.2, 5.3):

Таблица 5.1 – Результаты ИНАА проб лишайников, г/т.

№ п/п		S m	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Ba	Sr	Nd	As	A g	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	F e	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb
1	4Л	2,5 61	18, 27	1,1 48	0,1 48	0,8 31	2, 44	49, 62	0,9 83	0,0 15	1,8 65	23 0,7	10 3,2	11, 25	6,1 3	<0 ,1	11, 85	1,0 11	0,2 16	4,7 53	14, 48	1, 43	97, 7	0,2 24	7,6 7	0,2 99	0,3 98	9,6 8	0,9 92
2	23 Л	3,5 67	30, 17	1,7 15	0,2 01	1,1 09	2, 71	83, 42	1,5 16	0,0 34	2,3 41	34 2,8	<1 0	13, 29	12, 80	<0 ,1	14, 16	0,7 06	0,2 86	6,0 97	19, 96	2, 03	24 8,6	0,7 10	11, 93	0,4 23	0,4 32	14, 59	2,1 71
3	19 Л	2,6 52	32, 64	1,0 47	0,1 66	0,6 39	2, 85	63, 62	1,1 30	0,0 10	1,9 43	27 5,2	<1 0	<1	8,2 0	<0 ,1	9,4 1	1,0 14	0,3 55	4,7 24	17, 63	1, 54	14 9,0	0,0 18	8,0 2	0,3 08	0,1 77	10, 75	1,6 86
4	16 Л	3,1 52	20, 56	1,5 69	0,1 74	0,0 88	2, 65	51, 79	0,9 95	0,0 28	1,9 31	24 7,0	<1 0	10, 15	14, 41	<0 ,1	11, 42	1,0 46	0,2 84	4,9 40	22, 14	1, 63	11 9,4	0,1 85	7,8 0	0,3 38	0,4 25	10, 02	0,4 90
5	26 Л	2,5 26	16, 62	1,6 51	0,1 52	0,7 29	2, 57	75, 55	0,7 57	0,0 11	1,7 64	5,8	77, 4	10, 60	10, 35	<0 ,1	0,1 2	1,2 26	0,2 63	5,0 36	19, 67	1, 74	16 3,4	0,0 35	9,7 3	0,2 62	0,4 93	9,5 7	2,0 75
6	12 Л	2,0 11	21, 98	1,1 84	0,1 34	1,8 35	2, 04	62, 66	0,9 82	0,0 10	1,8 21	31 2,4	<1 0	<1	9,5 9	<0 ,1	12, 92	1,1 95	0,2 60	4,6 08	22, 39	1, 59	12 9,9	<0, 01	9,0 0	0,2 75	0,4 51	9,8 1	1,4 68
7	11 Л	2,6 71	13, 38	1,4 01	0,1 68	0,9 12	2, 74	40, 50	1,0 80	0,0 11	2,0 45	22 8,9	91, 8	11, 67	6,9 7	<0 ,1	11, 64	1,3 15	0,1 44	4,9 08	21, 24	1, 49	10 2,2	0,4 51	7,6 6	0,3 46	0,4 28	11, 85	1,2 19
8	33 Л	4,2 35	71, 50	1,5 44	0,2 75	0,9 13	3, 77	84, 30	1,4 51	0,0 13	6,4 39	32 3,6	<1 0	2,4 6	16, 39	<0 ,1	16, 53	1,5 98	0,6 02	10, 540	37, 64	2, 83	52 1,5	0,5 68	17, 17	0,4 14	0,6 55	16, 35	2,9 58
9	50 Л	4,7 40	42, 63	2,3 33	0,2 99	1,8 00	4, 78	92, 01	2,1 46	0,0 09	4,9 61	30 8,2	<1 0	25, 18	9,8 1	<0 ,1	7,4 7	0,9 84	0,3 91	9,9 91	19, 79	2, 96	14 0,7	0,7 84	13, 02	0,7 02	0,9 59	22, 94	2,0 88
10	46 -л	2,6 15	27, 28	1,3 46	0,1 88	1,0 16	3, 10	85, 21	1,3 13	0,0 17	2,0 51	28 4,5	<1 0	9,6 5	9,1 6	<0 ,1	21, 73	1,1 86	0,3 37	6,2 46	33, 66	2, 11	16 0,3	0,5 30	10, 23	1,2 78	0,4 66	12, 42	1,6 53
11	57 -л	1,8 45	20, 88	0,9 06	0,1 32	0,7 31	2, 53	102 ,75	0,9 76	0,0 31	1,4 80	27 3,4	<1 0	8,8 5	5,8 9	<0 ,1	23, 98	1,5 67	0,3 09	3,5 16	21, 70	1, 34	11 6,2	0,2 23	7,0 7	0,6 61	0,2 66	8,8 1	0,8 36
12	49 Л	2,1 29	22, 10	1,3 81	0,1 61	0,7 54	- 0, 02	163 ,72	1,0 77	0,0 11	1,4 56	19 8,8	56, 5	7,3 2	6,8 6	0, 67	29, 33	1,1 38	0,3 01	4,6 99	22, 25	1, 78	17 4,2	0,4 20	12, 00	0,6 25	0,3 75	10, 16	0,8 16
13	9Л	2,2 08	23, 86	1,5 37	0,1 50	1,4 75	2, 76	84, 52	1,0 57	0,0 19	1,6 47	21 5,8	20 6,7	8,3 2	8,9 9	<0 ,1	27, 34	1,5 45	0,3 52	5,0 36	26, 46	1, 69	25 0,8	0,3 26	9,4 3	0,6 28	0,3 69	10, 65	0,6 99
14	7Л	2,5 41	26, 66	0,9 80	0,1 83	2,0 34	3, 15	57, 92	1,2 68	0,0 17	2,0 92	30 6,5	<1 0	14, 67	7,1 2	<0 ,1	21, 61	1,4 93	0,2 87	5,8 55	23, 50	1, 87	36 4,5	0,3 57	8,5 9	1,1 60	0,5 16	12, 20	0,8 99
15	59 Л	2,7 31	29, 01	1,3 95	0,2 12	1,4 73	3, 62	55, 36	1,4 33	0,0 12	2,3 37	29 7,8	<1 0	12, 81	8,8 7	<0 ,1	23, 21	1,4 13	0,3 27	5,9 18	28, 76	2, 24	33 8,9	0,4 34	9,8 2	1,1 04	0,4 96	13, 32	0,9 71
16	13 Л	1,7 70	18, 39	1,1 13	0,1 33	1,1 08	2, 14	63, 37	0,9 56	0,0 19	1,4 45	22 8,0	<1 0	11, 93	7,3 0	<0 ,1	19, 44	1,0 07	0,3 46	3,8 08	18, 48	1, 35	15 0,5	0,1 56	7,5 3	0,5 88	0,3 29	8,4 0	0,6 50

Продолжение таблицы 5.1 Результаты ИНАА проб лишайников, г/т

№ п/п		Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Ba	Sr	Nd	As	Ag	Br	Cs	Tb	Sc	Rb	Fe	Zn	Ta	Co	Na	Eu	La	Sb		
17	Л	25,26	2,9	33,53	1,0	0,2	2,1	3,75	94,08	1,5	0,0	2,5	31	14	20,00	7,6	<0,1	19,68	1,2	0,5	6,8	25,41	2,08	12,16	0,4	10,00	1,2	0,7	14,69	1,1	84
18	Л	36,80	2,9	33,49	1,2	0,2	1,7	3,96	234,95	1,6	0,0	2,6	36	81,5	12,64	9,0	<0,1	30,98	1,4	0,3	6,5	30,24	2,23	15,5,8	0,5	12,18	0,4	0,5	14,20	1,1	89
19	3Л	1,5	18,96	0,8	0,1	1,2	1,97	29,52	0,8	0,0	1,3	13	<1	6,2	5,3	<0,1	15,00	1,0	0,2	3,5	20,81	1,12	10,5,7	0,2	4,7	0,3	0,3	7,3	0,2	57	
20	Л	54,58	2,0	19,12	0,9	0,1	1,2	2,96	42,91	1,0	0,0	1,5	20	<1	9,8	5,8	<0,1	21,20	1,1	0,3	4,4	18,36	1,37	90,0	0,4	6,8	0,2	0,3	9,0	0,5	53
21	Л	48,71	2,7	29,89	1,0	0,2	1,9	3,99	110,99	1,4	0,0	2,0	34	94,1	13,15	7,6	<0,1	22,49	1,4	0,3	6,9	22,72	2,11	12,6,4	0,5	10,97	0,4	0,4	12,75	1,1	54
22	5Л	2,6	29,67	1,1	0,1	1,7	3,94	61,54	1,4	0,0	2,5	31	11	8,1	6,1	<0,1	23,58	1,6	0,4	5,8	32,59	1,93	13,3,4	0,5	9,5	0,3	0,5	12,38	0,8	85	
23	Л	39,70	2,8	30,75	1,1	0,2	1,8	3,64	64,49	1,5	0,0	2,6	23	<1	13,7,1	<0,1	23,07	1,7	0,6	6,5	26,20	2,01	10,2,2	0,4	9,8	0,4	0,5	13,31	0,7	29	
24	Л	32,97	3,3	38,34	1,6	0,2	2,6	4,98	1,8	0,0	3,3	49	26	21,82	10,11	<0,1	26,70	1,7	0,6	7,0	24,35	2,84	15,8,4	0,7	13,89	0,3	0,6	19,34	1,4	73	
25	Ш	52,10	1,9	16,86	19,654	0,1	1,2	1,36	207,01	0,9	0,0	0,7	79	26	10,41	<0,1	2,6	0,8	0,1	4,5	9,0	2,37	35,9,1	0,0	16,22	0,0	0,3	8,0	14,54		
26	Л	52,98	1,5	14,81	1,4	0,1	1,0	1,40	40,55	0,8	0,0	1,2	19	<1	4,9	5,1	<0,1	14,45	1,0	0,1	3,5	22,25	1,24	11,8,1	0,2	6,1	0,1	0,2	7,8	0,3	93
27	Ш	31,31	1,9	22,42	9,2	0,1	1,6	2,50	298,65	1,0	0,0	1,3	61	21	8,8	29,04	<0,1	2,7	0,1	0,3	4,3	2,1	2,30	98,2	0,3	14,84	0,0	0,3	10,88	1,9	88
28	Л	31,71	2,1	25,96	1,2	0,1	1,4	3,96	1,1	0,0	1,7	27	<1	9,9	8,0	<0,1	18,69	0,6	0,4	4,7	20,17	1,65	14,2,2	0,6	8,7	0,2	0,4	12,86	0,9	99	
29	Ш	41,64	1,6	17,24	19,693	0,1	1,3	1,97	140,93	0,8	0,0	0,9	18	20	6,9	12,75	<0,1	1,6	0,2	0,1	5,1	2,4	2,65,4	0,1	12,31	0,1	0,4	8,0	0,8	66	
30	Л	41,60	2,6	29,76	0,9	0,2	1,6	3,61	1,4	0,0	2,6	18	<1	10,71	5,5	<0,1	20,51	1,5	0,2	6,1	28,97	1,87	10,0,2	0,4	9,2	0,4	0,5	13,63	0,5	38	
31	Ш	32,21	1,4	17,33	19,444	0,1	1,3	2,197	0,9	0,0	1,0	55	16	7,5	22,29	<0,1	2,8	0,1	0,2	3,4	<2	2,34	11,2,1	0,0	13,78	0,0	0,2	7,7	1,1	74	
32	2Л	1,2	16,76	0,9	0,0	1,3	1,93	51,35	0,7	0,0	0,8	19	<1	8,0	4,8	<0,1	19,9	1,4	0,2	3,1	20,32	1,13	16,8,6	0,1	5,9	0,1	0,3	6,5	0,9	26	

Таблица 5.2. – Результаты описательной статистики полученных данных методом ИНАА (лишайники).

	Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Коэффициент вариации	Характер геохимического поля
Sm	2,60	0,14	2,63	0,76	1,28	4,74	29,32	Однородное
Ce	26,98	2,15	26,31	11,39	13,38	71,50	42,20	Неоднородное
Ca	1,28	0,06	1,21	0,33	0,87	2,33	25,33	Однородное
Lu	0,18	0,01	0,17	0,05	0,09	0,30	26,59	Однородное
U	1,33	0,11	1,27	0,56	0,09	2,66	41,84	Неоднородное
Th	2,90	0,18	2,81	0,97	0,00	4,78	33,34	Однородное
Cr	78,67	7,80	64,06	41,26	29,52	234,95	52,45	Неоднородное
Yb	1,24	0,06	1,13	0,34	0,75	2,15	27,57	Однородное
Au	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,08	80,46	Весьма неоднородное
Hf	2,24	0,21	1,99	1,13	0,90	6,44	50,37	Неоднородное
Ba	262,23	16,44	274,34	86,98	5,80	492,67	33,17	Однородное
Sr	50,17	12,50	10,00	66,14	10,00	260,42	131,84	Весьма неоднородное
Nd	10,68	1,04	10,38	5,49	1,00	25,18	51,36	Неоднородное
As	8,26	0,52	7,64	2,75	4,87	16,39	33,28	Однородное
Ag	0,1	8E-18	0,1	4,24E-17	0,1	0,1	0,00	Однородное
Br	18,52	1,33	19,83	7,03	0,12	30,98	37,98	Однородное
Cs	1,27	0,05	1,25	0,29	0,66	1,77	22,82	Однородное
Tb	0,35	0,03	0,32	0,14	0,14	0,69	39,18	Неоднородное
Sc	5,57	0,33	5,04	1,74	3,14	10,54	31,21	Однородное
Rb	23,65	1,00	22,25	5,31	14,48	37,64	22,44	Однородное
Fe	1,83	0,09	1,76	0,49	1,12	2,96	26,74	Однородное
Zn	169,66	18,21	141,48	96,36	90,04	521,48	56,80	Неоднородное
Ta	0,39	0,04	0,44	0,22	0,01	0,78	54,97	Неоднородное
Co	9,46	0,50	9,33	2,65	4,77	17,17	27,98	Однородное
Na	0,51	0,06	0,42	0,32	0,16	1,28	62,31	Неоднородное
Eu	0,46	0,03	0,45	0,16	0,18	0,96	34,24	Однородное
La	11,95	0,68	11,94	3,58	6,52	22,94	29,93	Однородное
Sb	1,14	0,12	0,98	0,62	0,26	2,96	54,49	Неоднородное

Таблица 5.3. – Результаты описательной статистики полученных данных методом ИНАА (шифер).

	Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Коэффициент вариации	Характер геохимического поля
Sm	1,73	0,12	1,79	0,24	1,42	1,93	13,85	Однородное
Ce	18,46	1,32	17,29	2,64	16,86	22,42	14,32	Однородное
Ca	17,01	2,59	19,55	5,17	9,26	19,69	30,40	Однородное
Lu	0,12	0,01	0,12	0,01	0,12	0,14	8,39	Однородное
U	1,39	0,08	1,38	0,16	1,20	1,60	11,78	Однородное
Th	2,00	0,30	2,06	0,59	1,36	2,50	29,66	Однородное
Cr	210,98	32,66	202,17	65,31	140,93	298,65	30,96	Однородное
Yb	0,96	0,04	0,94	0,09	0,89	1,09	8,83	Однородное
Au	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	54,20	Неоднородное
Hf	1,02	0,13	0,97	0,26	0,76	1,37	25,52	Однородное
Ba	538,57	127,50	582,84	255,00	189,80	798,81	47,35	Неоднородное
Sr	213,25	20,30	210,04	40,60	166,95	265,98	19,04	Однородное
Nd	8,35	0,71	8,18	1,42	6,93	10,11	17,00	Однородное
As	26,51	6,14	25,67	12,27	12,75	41,95	46,30	Неоднородное
Ag	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	0,00	Однородное
Br	2,50	0,27	2,73	0,54	1,69	2,84	21,71	Однородное
Cs	0,35	0,16	0,24	0,32	0,10	0,81	91,84	Весьма неоднородное
Tb	0,23	0,04	0,22	0,09	0,15	0,35	38,21	Однородное
Sc	4,39	0,34	4,46	0,67	3,49	5,12	15,36	Однородное
Rb	3,88	1,72	2,25	3,43	2,00	9,02	88,45	Весьма неоднородное
Fe	2,28	0,06	2,32	0,11	2,12	2,37	4,99	Однородное
Zn	158,69	67,52	105,15	135,04	65,36	359,11	85,10	Весьма неоднородное
Ta	0,14	0,08	0,08	0,16	0,02	0,37	116,48	Весьма неоднородное
Co	14,47	0,72	14,31	1,43	12,98	16,29	9,89	Однородное
Na	0,09	0,01	0,09	0,01	0,08	0,11	13,42	Однородное
Eu	0,34	0,03	0,35	0,06	0,26	0,41	18,66	Однородное
La	8,67	0,74	8,02	1,48	7,78	10,88	17,02	Однородное
Sb	4,64	3,31	1,58	6,62	0,87	14,54	142,53	Весьма неоднородное

Таблица 5.4. – Классификация геохимических полей по степени их изменчивости.

Группа	Характер геохимического поля	%
I	Однородное	<39
II	Неоднородное	40-79
III	Весьма неоднородное	80-159
IV	Крайне неоднородное	>160

Согласно расчетным данным (таблицы 5.2, 5.3) в пробах лишайников на территории г. Горно-Алтайска преобладает однородный и неоднородный характер геохимического поля. Два элемента характеризуют весьма неоднородный характер геохимического поля – Au, Sr.

В пробах субстрата (шифера) преобладает однородный характер геохимического поля. А также три элемента характеризуют неоднородный характер геохимического поля – Au, Ba, As. Cs, Rb, Zn, Ta, Sb – весьма неоднородный характер геохимического поля.

По полученным данным (таблицы 5.1, 5.2, 5.3) были построены диаграммы (рис. 5.1, 5.2), которые показывают, что в районе г. Горно-Алтайска в пробах лишайников в преобладающем количестве содержатся такие химические элементы как Cr, Zn, Ba, а в пробах субстрата (шифера) – Cr, Zn, Sr, Ba. В принципе, можно говорить о том, что концентрация химических элементов в лишайниках прямо пропорциональна содержанию этих же элементов в субстрате.

Далее была построена диаграмма (рисунок 5.3) коэффициента концентрации химических элементов в лишайниках относительно субстрата (шифера), который равен отношению среднего содержания х.э. в лишайниках к среднему содержанию х.э. в субстрате. Если  $K_k > 1$ ,

то это говорит о том, что химический элемент в какой-то степени поступает из субстрата.

Коэффициент концентрации химических элементов в лишайниках относительно субстрата (шифера) показывает, что такие элементы как Na, Hf, Br, Cs, Rb, Ta, редкие земли в значительно больших концентрациях присутствуют в лишайниках.

Накопление химических элементов в лишайниках может быть результатом воздействия местных антропогенных источников, а именно – выбросов котельных, работавших на кузнецком угле [9] , а также характером рельефа, т.к район расположен в межгорной котловине, где вероятность аккумуляции высоких концентраций химических элементов велика.

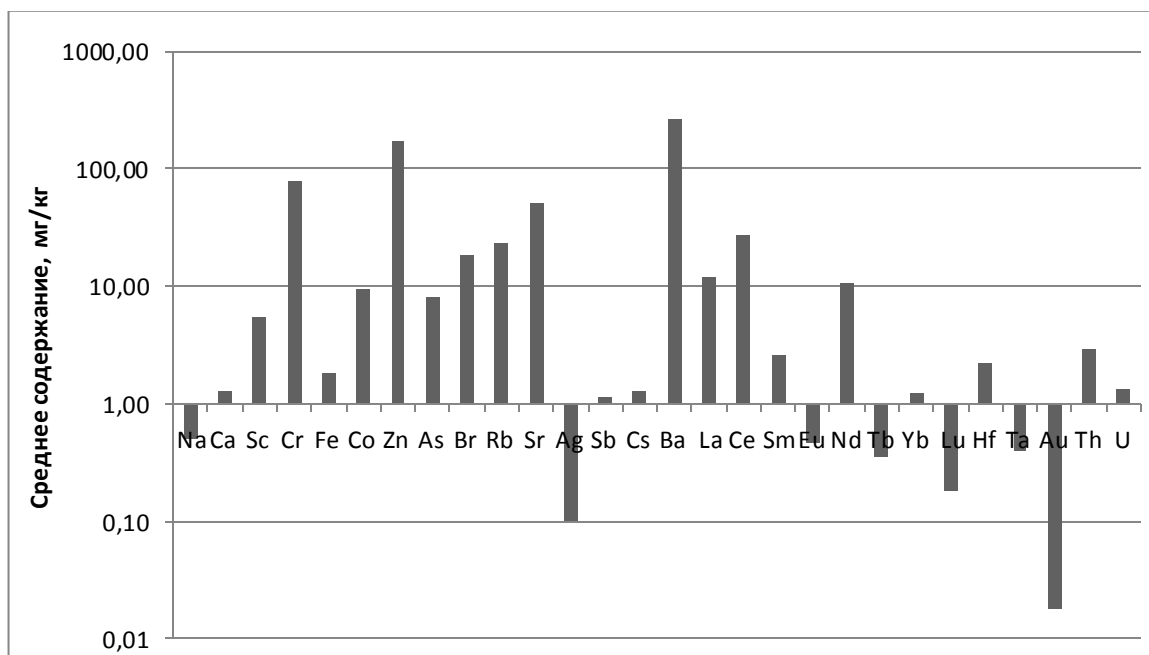


Рисунок 5.1 – Среднее содержание химических элементов в пробах лишайников района г. Горно-Алтайска

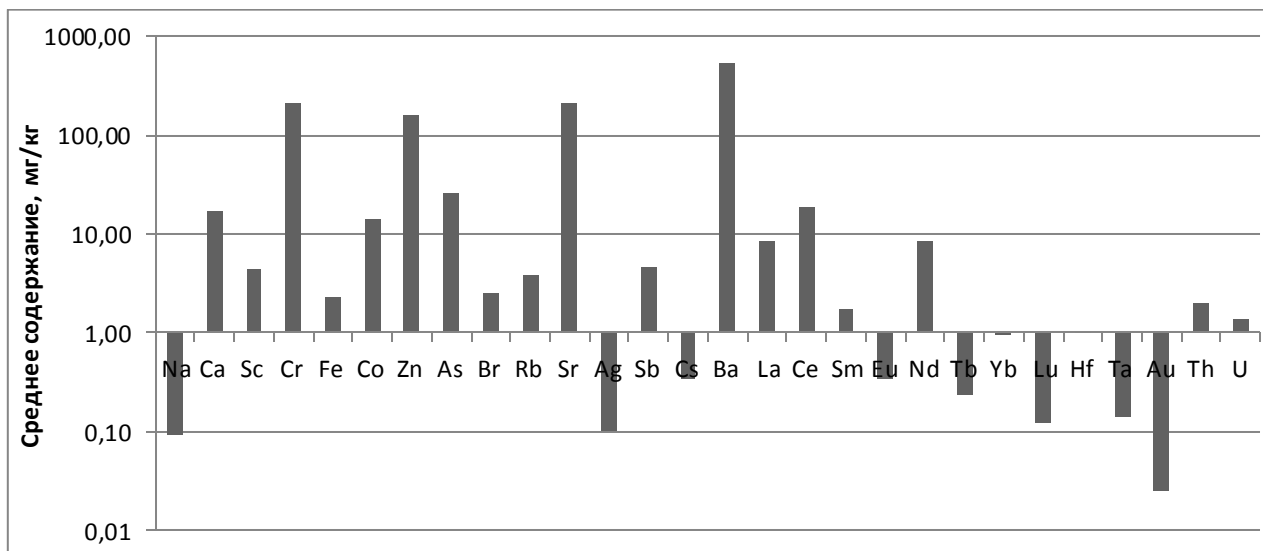


Рисунок 5.2 – Среднее содержание химических элементов в пробах субстрата района г. Горно-Алтайска



Рисунок 5.3 – Коэффициент концентрации химических элементов в лишайниках относительно субстрата (шифера)

Элементный состав лишайника *Caloplaca* sp. и, вероятно, других лишайников на шифере служит надежным биоиндикатором специфики и интенсивности прошлой и частично текущей антропогенной



деятельности [28] и может использоваться в качестве дополнительного метода при мониторинге состояния приземной атмосферы населенных пунктов агломерации г. Горно-Алтайска.

## 5.2 Факторный анализ распределения химических элементов в пробах лишайников г. Горно-Алтайска

Главными целями факторного анализа являются сокращение числа рассматриваемых микроэлементов и определение структуры взаимосвязей между микроэлементами, т.е. классификация микроэлементов.

Для построения факторной модели использовалось вращение Варимакс исходных данных.

Таблица 5.5 - Дисперсия, объясненная последовательностью всех собственных значений проб лишайников.

	Собств. Знач.	% общей	Кумулятивн.	Кумулятивн.
1	6,67	23,84	6,67	23,84
2	4,38	15,65	11,06	39,48
3	2,83	10,12	13,89	49,61
4	2,18	7,78	16,07	57,39
5	1,84	6,56	17,91	63,95
6	1,57	5,59	19,47	69,55
7	1,39	4,96	20,86	74,51
8	1,22	4,36	22,08	78,87
9	1,05	3,74	23,13	82,60
10	0,87	3,09	23,99	85,69

Для построения модели используется 9 факторов. График собственных значений (рисунок 5.4) характеризует каменистость территории, и говорит о том, что влияние оказывают 9 факторов.

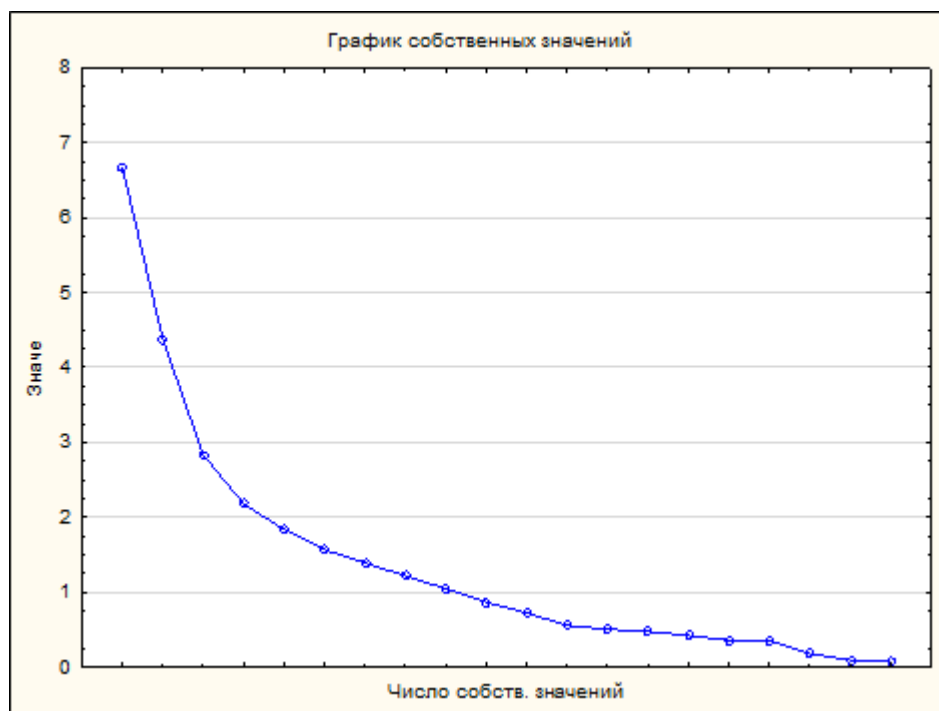


Рисунок 5.4 – График собственных значений (лишайники)

Таблица 5.6 - Факторные нагрузки в выбранной 9-и факторной модели (лишайники)

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7	Фактор 8	Фактор 9
Sm	0,51	-0,47	0,01	0,22	0,24	0,24	0,11	0,52	0,03
Ce	0,22	-0,08	0,87	-0,05	-0,18	0,12	-0,10	0,08	0,16
Ca	-0,22	-0,73	-0,38	-0,09	-0,14	0,09	0,14	0,09	-0,11
Lu	0,83	0,13	0,13	0,16	0,06	0,11	0,12	0,33	-0,13
U	-0,05	0,43	-0,01	0,15	0,02	0,11	-0,15	-0,75	-0,01
Th	0,36	0,22	0,05	0,70	0,12	0,13	-0,18	0,03	0,05
Cr	-0,10	0,16	0,00	-0,80	0,07	0,09	-0,20	0,13	0,00
Yb	0,76	0,37	0,14	0,16	0,14	0,14	-0,18	0,05	-0,30
Au	-0,70	0,03	0,11	0,09	0,17	-0,05	0,12	0,39	-0,13
Hf	0,17	-0,41	0,37	0,37	-0,11	0,40	0,35	0,21	0,12
Ba	0,03	-0,02	0,04	0,02	0,08	0,05	-0,90	-0,18	-0,03
Sr	-0,22	0,08	-0,58	-0,09	0,24	0,43	-0,06	-0,11	0,38
Nd	-0,07	0,20	-0,39	0,19	0,74	-0,19	0,22	-0,04	-0,19
As	-0,13	-0,75	0,15	-0,19	0,01	-0,11	-0,05	0,25	0,12
Ag	-0,88	-0,12	-0,10	0,10	0,04	0,11	-0,01	0,10	0,00
Br	-0,43	0,70	-0,02	-0,34	-0,19	-0,16	-0,16	-0,11	-0,20
Cs	-0,17	0,58	-0,21	0,19	-0,41	0,12	0,15	-0,01	0,46
Tb	-0,10	0,32	0,61	-0,05	0,29	0,10	0,09	-0,34	0,01
Sc	0,78	-0,11	0,17	0,12	-0,01	0,18	0,26	0,17	0,05
Rb	0,03	0,24	-0,01	0,03	-0,85	-0,18	0,16	-0,04	-0,04

Продолжение таблицы 5.6. Факторные нагрузки в выбранной 9-и факторной модели (лишайники)

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7	Фактор 8	Фактор 9
Fe	0,91	-0,14	0,07	-0,13	-0,15	-0,11	0,00	-0,07	0,01
Zn	-0,35	-0,35	0,08	0,00	-0,32	-0,56	-0,07	-0,05	0,16
Ta	0,14	0,22	-0,17	0,02	0,07	0,20	0,02	-0,03	-0,83
Co	0,54	-0,33	0,13	-0,69	-0,11	0,16	0,01	-0,02	0,11
Na	-0,07	0,12	-0,10	0,06	0,02	-0,91	0,05	0,05	0,12
Eu	0,36	-0,09	-0,07	0,27	0,21	0,06	0,60	-0,43	-0,11
La	0,77	-0,23	-0,04	0,25	0,15	0,23	0,02	0,00	-0,24
Sb	-0,05	-0,72	0,11	-0,11	0,04	0,10	-0,15	0,09	0,29
Общ. дис.	5,94	3,86	2,14	2,30	2,02	1,96	1,73	1,65	1,53
Доля общ	0,21	0,14	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05

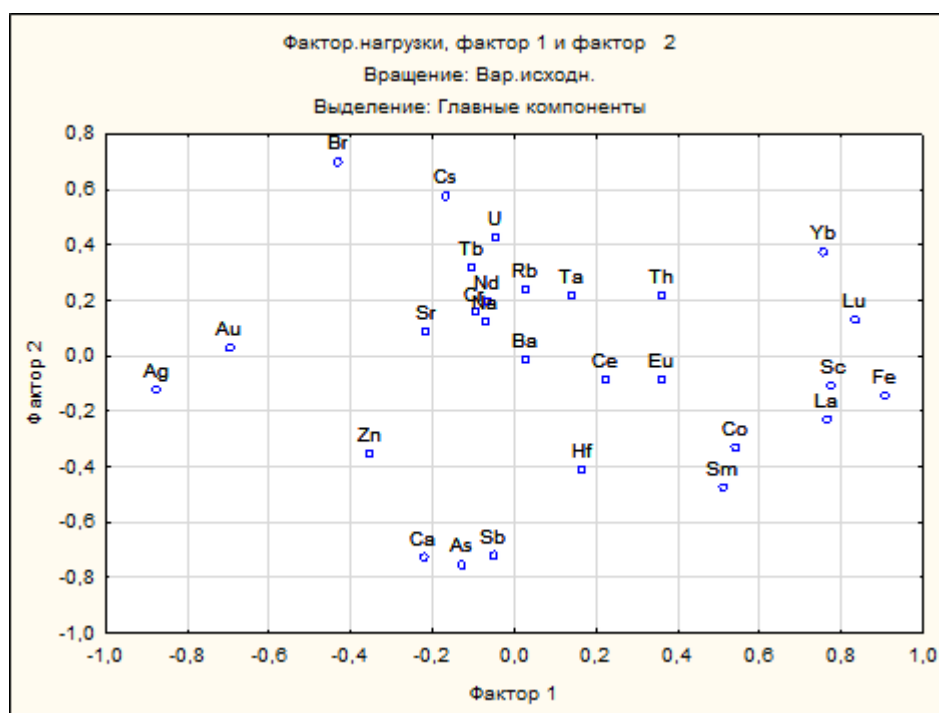


Рисунок 5.5 – Двумерный график факторов нагрузки (лишайники)

Исходя из результатов факторного анализа получено следующее:  
1 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Lu, Yb, Ag, Sc, Fe, La. 2 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Ca, As, Br, Sb. 3 фактор оказывает существенное влияние на

распределение следующих химических элементов: Се. 4 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Сг. 5 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Nd, Rb. 6 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Na. 7 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Ва. 8 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: U. 9 фактор оказывает существенное влияние на распределение следующих химических элементов: Та.

Получившийся анализ факторов, оказывающих существенное влияние на распределение химических элементов, может говорить о том, что данными факторами могут являться антропогенные источники - выбросы котельных, работающих на кузнецком угле, а также природные источники – характер рельефа и геохимические особенности территории (территориальные особенности почв, месторождения металлов таких как - вольфрам, молибден, висмут, кобальт, литий, тантал, ртуть, золота).

### **5.3. Состав микроминералов в лишайниках в г. Горно-Алтайске**

При изучении проб лишайников под электронным микроскопом было выявлено, что в образце встречается следующие минералы, представленные на рисунках 5.6, 5.8, 5.10, 5.12, 5.14. Спектры данных минералов представлены на рисунках 5.7, 5.9, 5.11, 5.13, 5.15 соответственно.

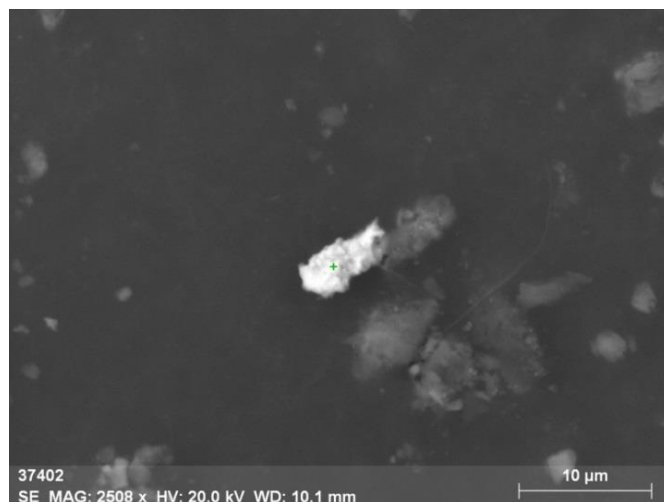


Рисунок 5.6 – Минеральная фаза №1

Таблица 5.5 – Химические элементы и их характеристика в минеральной фазе №1

Element	AN	series	Net	[wt. %]	[norm. wt. %]	[norm. at. %]	Error in wt. % (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	8305	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	13341	33,28	33,19	62,82	4,50
Aluminium	13	K-series	1314	1,29	1,29	1,44	0,10
Silicon	14	K-series	515	0,38	0,38	0,41	0,05
Iron	26	K-series	31266	65,30	65,12	35,30	1,79
			Sum:	100,27	100	100	

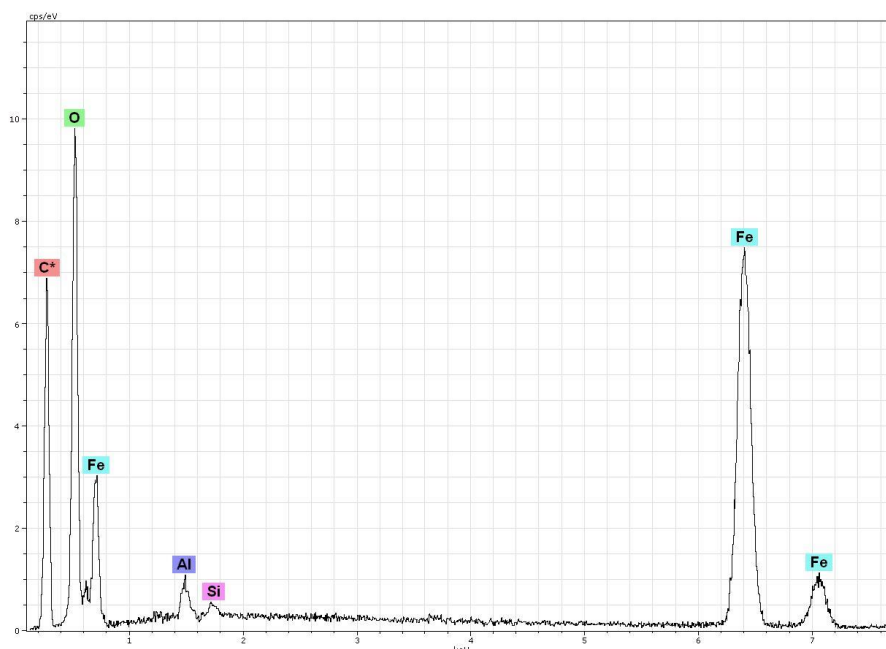


Рисунок 5.7 – Энерго-дисперсионный спектр элементов в минеральной фазе №1

Фазе №1 (Рис.5.6, 5.7, Табл.5.5) соответствует минеральная фаза оксида железа, предположительно это может быть гематит.

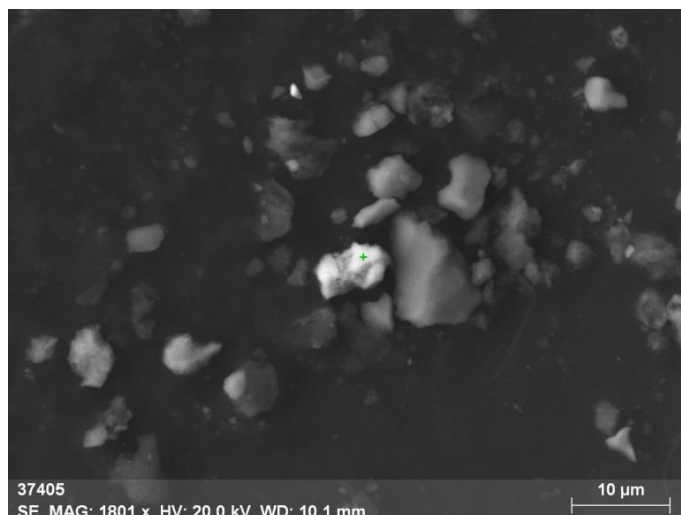


Рисунок 5.8 – Минеральная фаза №2

Таблица 5.6 – Химические элементы и их характеристика в минеральной фазе №2

Element	AN	series	Net	[wt. %]	[norm. wt. %]	[norm. at. %]	Error in wt. % (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	3806	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	17703	32,06	34,82	65,30	4,19
Aluminium	13	K-series	1546	1,49	1,62	1,80	0,11
Silicon	14	K-series	1144	0,74	0,80	0,86	0,07
Potassium	19	K-series	552	0,38	0,42	0,32	0,05
Manganese	25	K-series	23307	32,79	35,62	19,45	0,93
Zinc	30	K-series	7809	24,57	26,69	12,24	0,76
			Sum:	92,06	100	100	

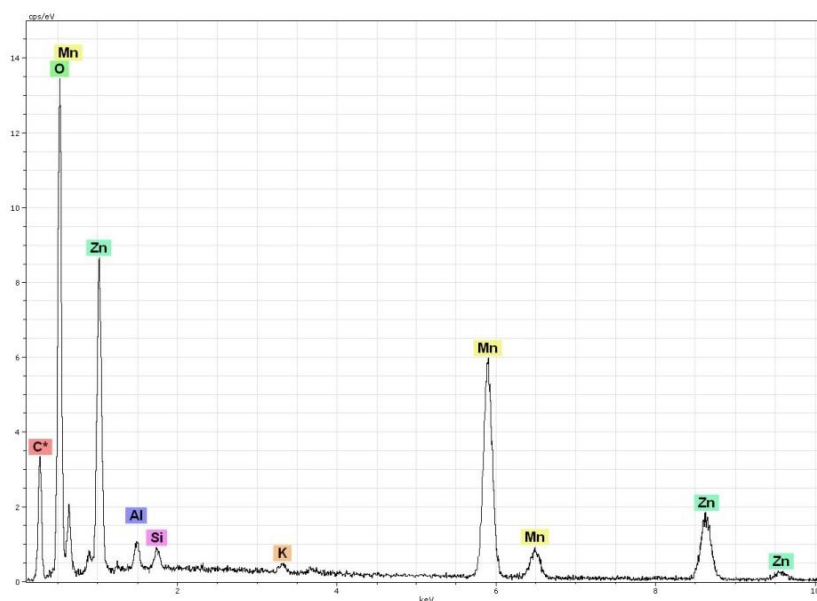


Рисунок 5.9 – Энерго-дисперсионный спектр элементов в минеральной фазе №2

Фазе №2 (Рис.5.8, 5.9, Табл.5.6) соответствует минеральная фаза оксида марганца, предположительно, это может быть пиролюзит.

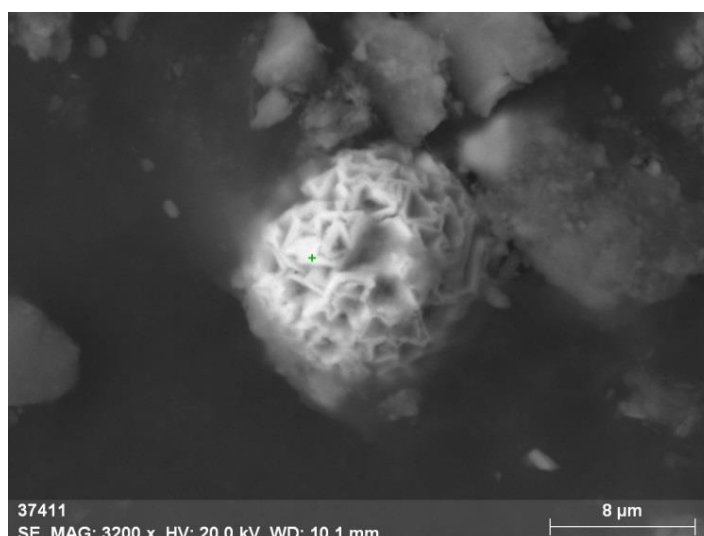


Рисунок 5.10 – Минеральная фаза №3

Таблица 5.7 – Химические элементы и их характеристика в минеральной фазе №3

Element	AN	series	Net	[wt. %]	[norm. wt. %]	[norm. at. %]	Error in wt. % (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	4848	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	20384	31,40	32,39	61,16	4,04
Aluminium	13	K-series	3756	2,68	2,76	3,09	0,17
Silicon	14	K-series	1921	1,02	1,06	1,13	0,07
Calcium	20	K-series	628	0,42	0,44	0,33	0,04
Iron	26	K-series	45089	61,40	63,34	34,26	1,68
			Sum:	96,94	100	100	

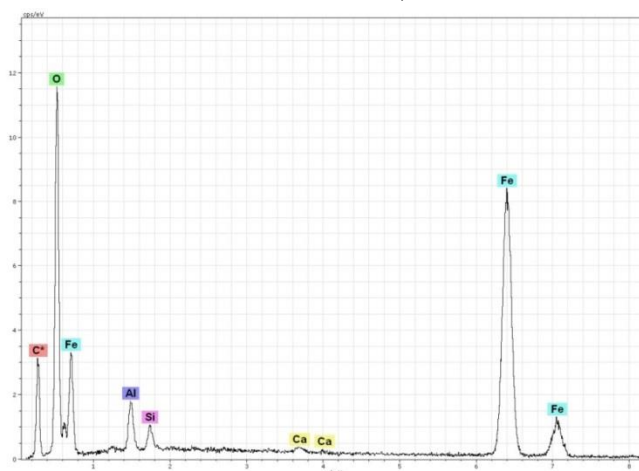


Рисунок 5.11 - Энерго-дисперсионный спектр элементов в минеральной фазе №3

Фазе №3 (Рис.5.10, 5.11, Табл.5.7) соответствует минеральная фаза оксида железа, предположительно, это может быть гематит.

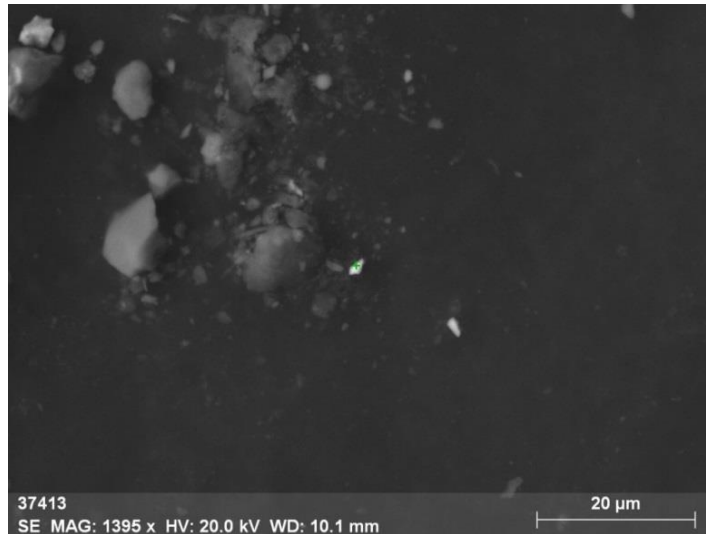


Рисунок 5.12 – Минеральная фаза №4

Таблица 5.8 - Химические элементы и их характеристика в минеральной фазе № 4

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	11829	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	3206	17,67	20,91	42,44	3,04
Aluminium	13	K-series	2914	2,86	3,39	4,08	0,18
Silicon	14	K-series	1200	0,99	1,17	1,36	0,08
Sulfur	16	K-series	16723	16,94	20,05	20,30	0,65
Calcium	20	K-series	300	0,49	0,58	0,47	0,05
Iron	26	K-series	14000	45,53	53,88	31,33	1,30
			Sum:	84,50	100	100	

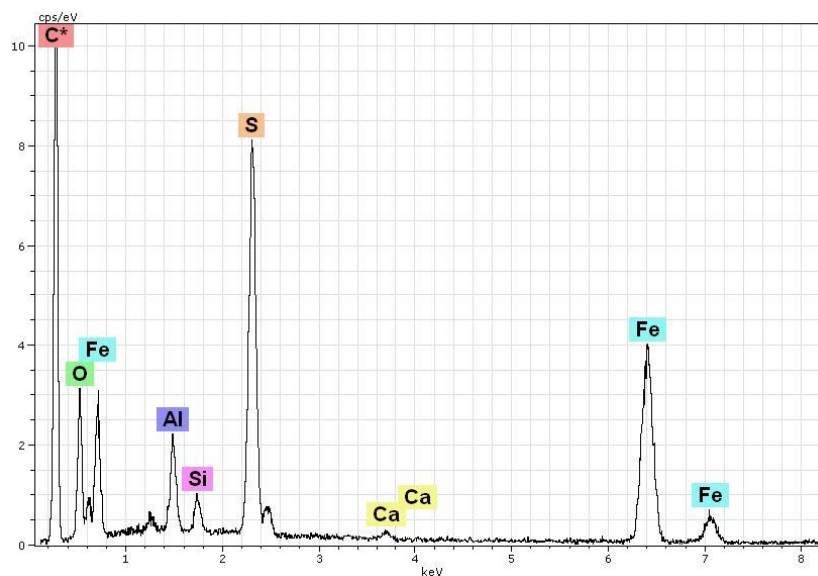


Рисунок 5.13 – Энерго-дисперсионный спектр элементов в минеральной фазе №4



Фазе №4 (Рис.5.12, 5.13, Табл.5.8) соответствует минеральная фаза оксида железа, предположительно, это пирит.

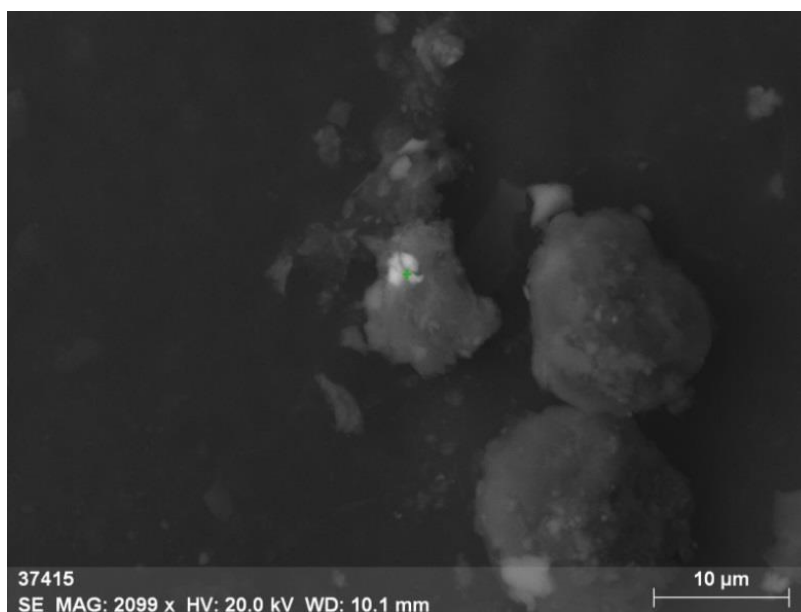


Рисунок 5.14 – Минеральная фаза №5

Таблица 5.9 - Химические элементы и их характеристика в минеральной фазе №5

Element	AN	series	Net	[wt.%]	[norm. wt.%]	[norm. at.%]	Error in wt.% (1 Sigma)
Carbon	6	K-series	6030	0	0	0	0
Oxygen	8	K-series	5744	33,93	35,55	59,31	5,21
Magnesium	12	K-series	793	1,05	1,10	1,21	0,10
Aluminium	13	K-series	5216	5,81	6,09	6,03	0,32
Silicon	14	K-series	3680	3,42	3,58	3,41	0,19
Sulfur	16	K-series	6465	8,72	9,14	7,61	0,36
Calcium	20	K-series	3035	5,83	6,11	4,07	0,23
Iron	26	K-series	9770	36,67	38,41	18,36	1,08
			Sum:	95,46	100	100	

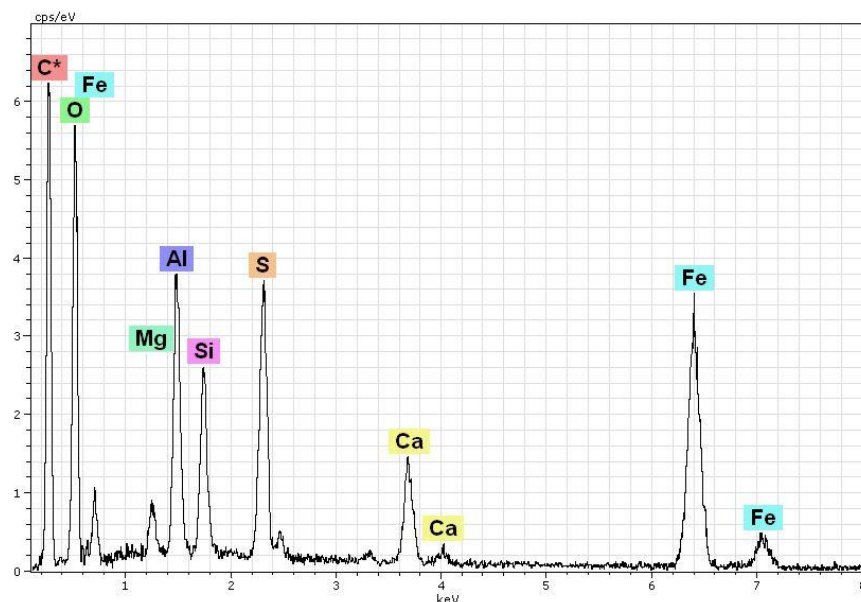


Рисунок 5.15 – Энерго-дисперсионный спектр элементов в минеральной фазе №5

Фазе №5 (Рис.5.14, 5.15, Табл.5.9) соответствует минеральная фаза оксида железа, предположительно это пирит.

Таким образом, в результате исследования в пробе были найдены, предположительно, следующие минеральные формы: гематит, пиролюзит, пирит. Широко распространенные минералы, которые имеют природный характер поступления.

## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В НАКИПНЫХ ЛИШАЙНИКАХ Г. ГОРНО-АЛТАЙСКА**

Горно-Алтайск - административный центр и единственный город в Республике Алтай. Город административно относится к Майминскому району и является культурным, научным и промышленным центром республики. Географически расположен в северо - западной части Республики Алтай в межгорной котловине среди цепи невысоких гор на высоте 270- 305 метров над уровнем моря на месте слияния двух небольших рек - Улалушки и Маймы, которые в свою очередь впадают в большую горную реку Катунь. Окружен низкогорным хребтом Иолго; с северной стороны возвышается гора Тугая (641 м) на южной окраине города располагается гора Комсомольская (427 м)[28].

Объектом биогеохимического исследования являются накипные лишайники. Лишайники впитывают большой объем микропримесей из атмосферы, накапливая и удерживая их в себе на протяжении своей жизни.

С целью оценки концентраций химических элементов в атмосферном воздухе города Горно-Алтайска был произведен отбор накипных лишайников, отбор проб осуществлялся во второй декаде июля 2016г. Пробы отбирались в разных районах города. Масса биогеохимической пробы 50-100г. Всего на исследуемой территории было отобрано 32 пробы.

В числе приоритетных целей Генерального соглашения между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2015 - 2017 годы - это обеспечение нового, более высокого уровня жизни граждан Российской Федерации.

Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы .

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.

Рабочее место расположено в лаборатории (531 ауд.) на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5), имеет естественное и 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>3</sup>. В аудитории имеется 2 персональных компьютера

## **6.1 Производственная безопасность**

В данном разделе будут рассмотрены основные опасные факторы, которые возникают при проведении геоэкологических работ, связанных с отбором проб лишайников.

Данные факторы были выбраны из ГОСТа 12.0.003-15 "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация". И представлены в таблице 6.1 [22].

Таблица 6.1 - Основные элементы производственного процесса при проведении геоэкологических работ по изучению лишайников [22].

Этапы работ	Наименование видов работ и параметров производственно го процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-15)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Лабораторный этап	Подготовка проб для исследований; Обработка результатов анализов проб лишайников и составление отчетов на ЭВМ.	Поражение электрическим током.	1. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 2. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу; 3. Превышение норм параметров шума на рабочем месте. 4. Несоблюдение эргономических требований к рабочему месту (расположение дисплея, ног, клавиатуры). 5. Превышение уровней электромагнитных излучений.	ГОСТ 12.0.003–74; СанПин 2.2.4.548-96; ГОСТ 12.1.003-83; ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ; ГОСТ Р 22.0.02-94; ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ; ГОСТ 12.1.005-88; ГН 2.2.5.686-98; СанПин 2.2.2/2.4.1340–03; ГОСТ Р 50923-96.

### Лабораторный этап и камеральный этап.

#### 1. Отклонение параметров микроклимата в помещении

Состояние среды на рабочем месте зависит от ряда следующих факторов: скорость движения воздуха, влажность, температура, тепловое излучение от нагретой поверхности.

Компьютер и ртутный анализатор могут являться источниками теплового излучения, что может привести к повышению температуры и как следствие понижению влажности в воздухе на рабочем месте[24]. При повышении температуры окружающего воздуха и облучении рефлекторно расширяются кровеносные сосуды поверхности тела, ускоряется ток крови по периферии и значительно увеличивается теплоотдача путём конвекции и излучения (физическая терморегуляция).

При лёгких формах перегревания появляются слабость, головная боль и головокружение, шум в ушах, сухость во рту и жажда, иногда тошнота, рвота.

При воздействии на организм человека воздуха с температурой ниже допустимых значений, наоборот, кожные сосуды сокращаются, скорость кровотока через них снижается, что значительно уменьшает отдачу тепла организмом путем конвекции и излучения (физическая терморегуляция). Значительно повышается обмен веществ, приводящий к образованию тепла в организме, усиливается деятельность желёз внутренней секреции: гипофиза, надпочечников, щитовидной железы. Однако, если воздействие холода сильно выражено или длительно продолжается начинает падать температура тела, дыхание замедляется до 6–4 в минуту, ритм сердечных сокращений резко замедляется, кровяное давление постепенно снижается, нарушается белковый, углеводный и другие виды обмена.

Для подачи в помещение воздуха используются системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция - регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих, так и с помощью проветривание помещений.

В ГОСТе 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.548-96 установлена система стандартов безопасности труда (где установлены нормы микроклимата). В помещениях, где есть компьютеры должны, соблюдаться определенные условия, которые представлены в таблице 6.2[17,24].

Таблица 6.2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры[17].

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный или переходный	Температура воздуха в помещении	22-24 <sup>0</sup> С

Теплый	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	До 0,1 м/с
	Температура воздуха в помещении	23-25 <sup>0</sup> С
	Относительная влажность	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1-0,2 м/с

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ВДТ и ПК необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию.

Система кондиционирования воздуха предназначена для поддержания оптимальных параметров микроклимата и требуемой чистоты воздуха в помещениях с ВДТ И ПК.

Нормы подачи свежего воздуха в помещении, где установлены компьютеры, приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Нормы подачи свежего воздуха в помещениях, где расположены компьютеры[17].

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20-40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20
Более 40м <sup>3</sup> на человека	Естественная вентиляция
Помещение без окон и световых фонарей	Не менее 60

В зимнее время помещение лаборатории должно отапливаться. При проведении камеральных работ на компьютере с монитора вытирать пыль. Для поддержания оптимальных микроклиматических условий в помещении в летний период необходимо своевременно, не реже одного раза в сутки, проветривать помещение, проводить влажную уборку[17].

## 2. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

При подготовке проб лишайников к аналитическим исследованиям (определение концентраций химических элементов в лишайниках), воздух рабочей зоны(лаборатории) содержит вредные для здоровья человека вещества(пары от различных препаратов, пары реактивов, пыль).

Вещества по степени опасности на здоровье человека определяются по классам опасности по ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 6.4 Класс опасности вещества и концентрация ПДК на рабочем месте (лаборатория)[17].

Класс опасности	ПДК
1- чрезвычайно опасные	менее 0,1мг/м <sup>3</sup>
2- высокоопасные	0,1 до 1 мг/м <sup>3</sup>
3- умеренно опасные	1 до 10 мг/м <sup>3</sup>
4- малоопасные	более10 мг/м <sup>3</sup>

При измельчении и подготовки проб лишайников для его изучения используется этиловый спирт (ПДК 1000 мг/м<sup>3</sup>)[15]. 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. Кроме этого, резко снижается острота зрения, появляются боли в правом подреберье.

В данном случае нужно хорошее проветривание и поступление свежего воздуха в помещение. В редких случаях использование защитных приспособлений (респираторов и т.д.).

### 3. *Превышение уровня шума.*

Основные источники шума служат кофемолка с помощью, которой идет измельчение проб лишайников. Так же источником шума может служить охлаждающий вентилятор компьютера.

Повышенный уровень шума на рабочем месте может привести: к раздражительности, головным болям, быстрой утомляемости, нарушению слуха, возникновению профессиональных заболеваний.



Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности”

Для работы на ртутном анализаторе и персональном компьютере уровень шума нормируется и составляет 60дБ (измерительные и аналитические работы в лаборатории). Работы в условиях воздействия уровня шума выше 60 дБ не допускаются[30].

При воздействии шума превышающего 60 дБ необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения следующих мероприятий:

- 1) Подбор оборудования, с меньшими шумовыми качествами;
- 2) Обучение персонала при работе с оборудованием. Чтобы знать какой режим работы будет иметь низкий уровень шума.

4. *Несоблюдение эргономических требований к рабочему месту.*

Согласно ГОСТу Р 50923-96. Рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы[19].

- **Требование к рабочему столу.**

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учетом характера выполняемой работы.

Регулируемая высота рабочей поверхности стола должна изменяться в пределах от 680 до 800 мм. Механизмы для регулирования высоты рабочей поверхности стола должны быть легко достигаемыми в положении сидя, иметь легкость управления и надежную фиксацию.

Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев. Покрытие рабочей поверхности стола должно быть из диффузно

отражающего материала с коэффициентом отражения 0,45-0,50[29].

- **Требование к рабочему стулу (креслу).**

Рабочий стул (кресло) должен обеспечивать поддержание физиологически рациональной рабочей позы оператора в процессе трудовой деятельности, создавать условия для изменения позы с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины, а также для исключения нарушения циркуляции крови в нижних конечностях[29].

- **Требование к дисплею.**

Дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову.

Дисплей на рабочем месте должен быть установлен ниже уровня глаз оператора. Угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать  $60^\circ$ , как показано на рисунке 6.1[19].

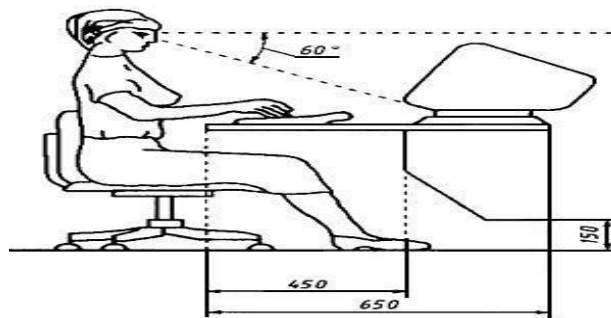


Рисунок 6.1- Расположение дисплея на столе[19].

## 5. *Поражение электрическим током*

Источниками электрического тока в лаборатории может являться оборудование для исследований: ртутный анализатор, кофемолка, ПК. Факторами поражения человека электрическим током могут служить: перепады напряжения, не соблюдение техники безопасности при работе с приборами.

Для человека представляет опасность прохождение электрического тока через организм человека. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает: термическое действие (ожоги кожи, наружных тканей, нагрев внутренних органов), а так же биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

По ГОСТу 12.1.038-82 напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений указанных в таблице 6.5 [21].

Таблица 6.5- Нормирование напряжения прикосновения и тока[21].

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

По опасности поражения электрическим током лаборатория относится к помещению без повышенной опасности, так как здесь соблюдены все условия: влажность и температура воздуха, деревянные полы[21].

## **6.2 Экологическая безопасность.**

Пробы исследовались методом ИНАА и методом растровой электронной микроскопией. Процессы происходили без сжигания и деформации проб, следовательно, без вреда для окружающей среды (атмосфера, гидросфера, литосфера).

## **6.3 Безопасность при чрезвычайных ситуациях**

К наиболее распространенной и одной из самых опасных чрезвычайных ситуаций является пожар. Лаборатория как объект пожарной опасности относится к объектам категории В - производство связанное с применением твердых сгораемых материалов и веществ(мебель, техника и.т.д)[16].

Источниками пожара могут являться: неисправность оборудования, на котором проводятся исследования, нарушение пожарной безопасности (курение, неправильное обращение с легковоспламеняющимися веществами). А так же такие факторы как - искры, и замыкание электросетей[16].

К мерам, повышающим устойчивость объекта к воздействию чрезвычайной ситуации ( в том числе пожара) относятся:

6. Организованные мероприятия в случае возникновения пожара. Заблаговременная разработка и планирование действий персонала при чрезвычайной ситуации;

7. Инженерно - технические мероприятия, проверка устойчивости здания к чрезвычайной ситуации, проверка состояния оборудования;

8. Так же важным фактором относится соблюдение правила пожарной безопасности.

Так же есть требования пожарной безопасности, которые обязательно должны соблюдаться:

1. Устройства оповещения в случае чрезвычайной ситуации;
2. Устройства средств пожаротушения(огнетушители, песок и.т.д);
3. Размещение планов эвакуации на рабочем месте;
4. Наличие запасных выходов;
5. Применение средств индивидуальной защиты(респираторы,

противогазы)[16].

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

Лаборатория в Томском Политехническом университете полностью удовлетворяет требованиям, которые описаны ранее. В лаборатории две комнаты, в одной из них проводится высушивание, измельчение подготовка проб к анализу. Во второй комнате расположены два компьютера, с помощью которых можно анализировать результаты методов исследования проб.

В лабораториях данного типа нужно учитывать следующие факторы: прохождение инструктажа по работе в лаборатории и по работе с оборудованием (в данном случае весы).

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности являются: Конституция РФ и Трудовой кодекс РФ. Конституция РФ обладает высшей юридической силой и закрепляет права и свободу человека и гражданина. Трудовой кодекс РФ, определяет трудовые отношения между работником и работодателем.

В Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда", главе 1, статье 5 утвержден, Права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда, работник вправе: 1) присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте; 2) обращаться к работодателю, его представителю, организации, проводящей специальную оценку условий труда, эксперту организации, проводящей специальную оценку условий труда (далее также - эксперт), за получением разъяснений по вопросам проведения специальной

оценки условий труда на его рабочем месте; 3) обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте в соответствии со статьей 26 настоящего Федерального закона.

2. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда.

Таблица 6.6- Основные права и обязанности работника и работодателя[14].

Работник	Работодатель
Права	Обязанности
1. На предоставление работы, обусловленной трудовым договором, рабочего места, соответствующего условиям госстандартов, безопасности труда	1. Предоставлять работнику работу, обусловленную трудовым договором; обеспечить безопасность труда и условия, отвечающие требованиям охраны труда и гигиены труда
2. На своевременную и в полном объеме выплату заработной платы	2. Выплачивать в полном размере и в установленные сроки причитающуюся работнику заработную плату
3. На отдых (ежедневный, еженедельный, ежегодный)	3. Соблюдать нормативные акты, регулирующие вопросы отдыха работника
4. На возмещение вреда, причиненного в связи с исполнением трудовых обязанностей	4. Возмещать вред, причиненный работнику в связи с исполнением трудовых обязанностей
5. На обязательное социальное страхование, предусмотренное федеральными законами	5. Осуществлять обязательное социальное страхование работника

Нормы рабочей недели прописаны в законе (Трудовой Кодекс) и в трудовых договорах. Так, в ст. 91 ТК РФ обозначено, что рабочая неделя должна составлять не более 40 часов. Для тех, кто официально трудоустроен, по коллективному трудовому договору это максимальная цифра рабочих часов в неделю, которые оплачиваются из расчета обычной ставки. Сверхурочное время, а именно сверх 40 рабочих часов в

неделю, должны оплачиваться по другим тарифам[14]. Основные права и обязанности работника и работодателя представлены в таблице 6.6.

## **7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Горно-Алтайск - административный центр и единственный город в Республике Алтай (рис.1). Город административно относится к Майминскому району и является культурным, научным и промышленным центром республики. Географически расположен в северо - западной части Республики Алтай в межгорной котловине среди цепи невысоких гор на высоте 270- 305 метров над уровнем моря на месте слияния двух небольших рек - Улалушки и Маймы, которые в свою очередь впадают в большую горную реку Катунь. Окружен низкогорным хребтом Иолго; с северной стороны возвышается гора Тугая (641 м) на южной окраине города располагается гора Комсомольская (427 м).

Объектом биогеохимического исследования являются накипные лишайники. Лишайники впитывают большой объем микропримесей из атмосферы, накапливая и удерживая их в себе на протяжении своей жизни.

С целью оценки концентраций химических элементов в атмосферном воздухе города Горно-Алтайска был произведен отбор накипных лишайников, отбор проб осуществлялся во второй декаде июля 2016г. Пробы отбирались в разных районах города. Масса биогеохимической пробы 50-100г. Всего на исследуемой территории было отобрано 32 пробы. Перемещение между районами отбора проб, производилось на автомобильном транспорте.

Расчеты затрат на проведение эколого-геохимических работ биогеохимическим методом произведены в расчете на 1 год. Работы включают в себя отбор проб лишайников, лабораторные работы по определению концентрации химических элементов в лишайниках, камеральную обработку полученных результатов.

### **7.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности**



## **работ по проекту и объемы проектируемых работ**

Организационный период. На этой стадии работ ставится задача проведения эколого-геохимических исследований, производится комплектование подразделения научно-техническим персоналом, оборудованием, снаряжением и расходными материалами, распределяются обязанности между сотрудниками, осуществляются мероприятия по безопасному ведению работ.

Полевой период. Во время полевого периода производился отбор проб накипных лишайников. Опробование проводится по районам.

Камеральный период. Камеральные работы заключаются в подготовке проб к анализам, интерпретации результатов и обработке полученных материалов. Вся полученная информация представляется в виде отчета в соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого-геохимическим исследованиям.

### **7.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу**

Затраты времени и труда рассчитываются на основании технического плана (таблица 7.1). Расчет затрат времени на геоэкологические работы определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы».

Норма времени определена как 4 рабочих часа в 1 смену. Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N=Q*НВР*К,$$

где

N-затраты времени, Q-объем работ,

НВР - норма времени,

К - коэффициент за ненормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Затраты времени по видам работ

№	Виды работ	Объем		Норма длитель ности, Н	Коэффиц иент, К	Нормативн ый докумен т	Итого чел./с мена, Н
		Ед. изм.	Кол- во, Q				
1	Эколого- геохимические работы биогеохимическим методом	Проб	32	0.0591	1	ССН, вып. 2. Табл. 41, стр. 2, ст. 2	1.89
2	Проведение маршрута (по предварительно разбитым районам города.	Км	20	0.327	1	ССН, вып. 2 табл. 45 стр.6, ст.3	6.54
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использова ния ЭВМ)	Проб	32	0.0136	1	ССН, вып. 2. Табл. 59, стр. 3, ст. 3	0.4352
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	Проб	32	0.0337	1	ССН. Вып 2. Табл 61, стр.3, ст.3	1,0784

5	Предварительное изучение результатов анализов проб и выявление элемента-загрязнителя (ртуть) природной среды.	Проб	32	0.0034	1	ССН. Вып 2. Табл 60 стр. 29	0.1088
Итого:							<b>10.05</b>

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

Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества.

Нормы расхода материалов определяются согласно ССН, вып. 2 «Геоэкологические работы». Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Нормы расхода материалов на проведение эколого-геохимических работ

Наименование и характеристика изделия	Норма расхода материала (шт.) 1 месяц работы	Цена, руб.	Сумма, руб.
Нож	1	500	500
Мешки полиэтиленовые для образцов	20	12	240
Блокнот малого размера	1	20	20
Маркер	1	50	50
Ручка шариковая	1	15	15
Бумага офисная(упаковка 100шт)	1	350	350
Вата(упаковка 100г)	1	25	25
Салфетки(упаковка 20шт)	1	30	30
Спирт этиловый(флакон 100мл)	0.5	50	25
Карандаш	1	10	10
Итого:			<b>1265</b>

#### 7.4 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, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 7.3.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * T * K,$$

где

ЗП - заработная плата,

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

K - коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП},$$

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 7.3 - Расчет оплаты труда

№	Статьи основных расходов	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Районный коэффициент	Итого, руб
Основная з/п					
1	Инженер	8.07	445,21	1,3	<b>4670,69</b>
2	Рабочий 2 категории	8.07	331,51	1,3	<b>3477,87</b>
Итого					<b>8148,56</b>
	Дополнительная з/п (7,9%)				<b>643,73</b>
	ФЗП (Фонд заработной платы)				<b>8792,29</b>
	Страховые взносы (30%)				<b>2637,68</b>
Итого					<b>12 073,7</b>

## 7.5 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений (за год) представлена таблице 7.4.

Таблица 7.4- Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол- во	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации , %	Время полезного использования , %	Сумма амортиз ации, руб(за год)
		одного объекта	всего			
Ноутбук Acer Aspire E 15	1	52 000	52 000	10	100	<b>5 200</b>
Лабораторные весы AND GF- 200	1	78 300	78 300	10	100	<b>7 830</b>
<b>ИТОГО</b>						<b>13 030</b>

### **7.6 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы**

Общий расчет сметной стоимости исследований оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этой документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ.

На эту базу начисляются проценты, обеспечивающие организацию и управление работ по проекту, так называемые расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия. Накладные расходы составляют 10% основных расходов.

Плановые накопления - это затраты, которые предприятие использует для создания нормативной прибыли, которая используется: - для выплаты налогов и платежей от прибыли; -а также для формирования чистой прибыли и создания фондов предприятия (фонда развития производства и фонда социального развития). Существует утвержденный

норматив «Плановых накоплений» равный 14 - 30% от суммы основных и накладных расходов. Выбирается норматив по согласованию с заказчиком. В данном проекте взят норматив 15%.

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

Так же был рассчитан расход топлива на автомобильном транспорте. Общий путь передвижения составил 95 километров. Расход бензина на данном автомобиле по городу на 100 км составляет 9 литров (АИ 95) количество литров бензина составило 8.55л, цена бензина - 41.65 рублей. Расходы на транспорт(бензин) составили 356.11 рубля.

Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 7.5.

Таблица 7.5. Общий расчет сметной стоимости работ

№		Ед. изм.	Кол-во	Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
<b>I Основные расходы</b>					
1	Материальные затраты(за пол месяца работ)			<b>632</b>	
2	Затраты на оплату труда (с учетом страховых взносов)			<b>12073,7</b>	
3	Амортизационные отчисления (ноутбук, лабораторные весы)(за пол месяца работ)			<b>542,92</b>	
4	Транспортные расходы			<b>356,11</b>	
<b>Итого основных расходов (ОР): 13 604, 73</b>					
<b>II Накладные расходы (НР)</b>		<b>%</b>	<b>10</b>	<b>от ОР</b>	<b>1360,47</b>
<b>Итого основных и накладных расходов</b>					

<b>(ОР+НР):14 965, 2</b>				
III Плановые накопления	%	15	от (НР+ОР)	<b>2244,78</b>
IV Резерв	%	3	от ОР	<b>408,14</b>
Итого сметная стоимость				<b>17 618,12</b>
НДС	%	18		<b>3171,26</b>
Итого с учетом НДС:				<b>20 789,38</b>

Таким образом, стоимость исследований содержания концентрации химических элементов в накипных лишайниках на территории города Горно-Алтайск составляет 20 789,38 рублей с учетом НДС.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование накипных лишайников в качестве биогеохимических мониторов позволило оценить концентрации химических элементов в атмосферном воздухе г. Горно-Алтайска. Лишайники, могут выступать как одни из основных биомониторов наряду с другими компонентами окружающей среды, такими как: почва, волосы, снежный покров и т.д.

Благодаря своим особенностям лишайники аккумулируют загрязняющие вещества напрямую из атмосферного воздуха.

В ходе работы была проведена геохимическая характеристика лишайников и субстрата(шифера) г. Горно-Алтайск с использованием методов инструментального нейтронно-активационного анализа и электронной микроскопии.

По полученным данным было выяснено, что в районе г. Горно-Алтайска в пробах лишайников в преобладающем количестве содержатся такие химические элементы как Cr, Zn, Ba, а в пробах субстрата (шифера) – Cr, Zn, Sr, Ba. В принципе, можно говорить о том, что концентрация химических элементов в лишайниках прямо пропорциональна содержанию этих же элементов в субстрате. Это может быть результатом воздействия местной промышленности, а именно – выбросы котельных, работающих на кузнецком угле, также характером рельефа, т.к район расположен в межгорной котловине, вероятность концентраций химических элементов заметно велика.

Коэффициент концентрации химических элементов в лишайниках относительно субстрата (шифера) показывает, что такие элементы как Na, Hf, Br, Cs, Rb, Ta, редкие земли в значительно больших концентрациях присутствуют в лишайниках.

При исследовании методом РЭМ в пробе были найдены, предположительно, следующие минеральные формы: гематит, пиролюзит, пирит.

## Список использованных источников

### Список литературы

1. Ашихмина Т.Я., Тимонюк В.М. Мох *Pleurozium Schreberi* как биоиндикатор загрязнения атмосферы // *Естествознание и гуманизм: Сб. научных трудов / под ред. проф., д.м.н. Н.Н. Ильинских.* – 2008. – Т.5. – Вып. 1. – С. 112-113
2. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / пер. с англ. И.Н. Михайловой. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с
3. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге . М.: Научный мир, 2002. 336 с
4. Город любимый. Горно-Алтайск. — Ком. по делам архивов Респ. Алтай, Администрация г. Горно-Алтайска, 1998. — 368 с.
5. Кузнецов Р. А. Активационный анализ. – М.: Атомиздат, - 1967. – 321 с.
6. Матерна Я. Воздействие атмосферного загрязнения на природные экосистемы // *Загрязнение воздуха и жизнь растений.* Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 436 – 459
7. Межибор А.М., Большунова Т.В. Биогеохимическая характеристика сфагновых мхов и эпифитных лишайников в районах нефтегазодобывающего комплекса Томской области // *Известия Томского политехнического университета.* – Томск, 2014. – Т. 325. – №1. – С. 205 – 206
8. Методы исследования радиоактивных руд и минераллов: учебное пособие / А. В. Волостнов; ТПУ – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 162с.
9. Робертус Ю. В., Рихванов Л. П. Элементный состав лишайника на шифере как биоиндикатор загрязнения атмосферы агломерации г.Горно-Алтайска // *Известия Томского политехнического университета.* – Томск, 2018. – Т. 329. – №4. – С. 70 – 78

10. Романова Е.В. Лишайники – биоиндикаторы атмосферного загрязнения г. Кемерово // Вестник Томского государственного университета. — Томск, 2012. — № 4 (20). — С. 203-2014
11. Страховенко В.Д., Щербов Б.Л., Хожина Е.И. Распределение радионуклидов и микроэлементов в лишайниковом покрове различных регионов Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46. – № 2. – С. 206– 216.
12. Michael R. Waters et al. Diring Yuriakh: A Lower Paleolithic Site in Central Siberia // Science 275, 1281—1284 (1997)
13. Herzog Th. Geographie der Moose. Jena, 1926. 439 p.

#### **Нормативно-методические документы**

14. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).
15. ГН 2.2.5.686-98 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Разделы 1-2).
16. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий (с изменением N 1).
17. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
18. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
19. ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.
20. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
21. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N1).

22. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1).
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
24. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

#### **Интернет ресурсы**

25. Горно-Алтайск. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Горно-Алтайск> (дата обращения: 27.12.2017).
26. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2016 г. [Электронный ресурс] URL: [http://www.altai-republic.ru/society/doklad\\_nature\\_2016.pdf](http://www.altai-republic.ru/society/doklad_nature_2016.pdf) (дата обращения: 20.05.2018).
27. Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии. // Центр коллективного пользования. "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях" [Электронный ресурс] URL: [http://ckp.rinno.ru/uploads/files/labs/SEM\\_EL\\_v.n2.0beta.pdf](http://ckp.rinno.ru/uploads/files/labs/SEM_EL_v.n2.0beta.pdf) (дата обращения: 27.12.2017).
28. Официальный сайт администрации города Горно-Алтайска [Электронный ресурс] URL <http://gornoaltaysk.ru/> (дата обращения: 20.04.2018).
29. Официальный интернет портал Республики Алтай [Электронный ресурс] URL <http://www.altai-republic.ru/> (дата обращения: 20.04.2018).
30. World weather архив погоды в г. Горно-Алтайске [https://world-weather.ru/archive/russia/gorno\\_altaysk/](https://world-weather.ru/archive/russia/gorno_altaysk/)(дата обращения: 20.05.2018)

Приложение(А)

**USING CRUSTACEOUS LICHEN FOR STUDYING THE ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF GORNO-ALTAYSK CITY**

Студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ61	Кудряшова Ольга Андреевна		

<b>Руководитель ООП</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	Доктор биологических наук		

Консультант

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	Доктор филологических наук		

## **USING CRUSTACEOUS LICHEN FOR STUDYING THE ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF GORNO-ALTAYSK CITY**

As a result of anthropogenic activities, industrial development and urbanization, urban ecosystems appear in place of natural communities. In artificial urban ecosystems, woody plants, both indigenous and introduced from other regions and natural areas, are of primary importance. They are subjected to intensive influence of a variety of factors, the most damaging of which are atmospheric pollution and recreational load.

Lichens are an important component of terrestrial ecosystems. They take part in numerous plant formation processes and serve as biological indicators of radioactive contamination of the environment, as well as anthropogenic pollution of the atmosphere and the level of degradation of plant communities. They are used to determine the age of rocks, glaciers, and archaeological monuments. Despite the fact that lichens are a widespread group of organisms, they are neglected in the botanical studies of individual territories. The use of traditional methods of pollution assessment does not allow determining the content of many toxic chemical elements, including rare and radioactive ones, whose presence in the environment has increased significantly in the last century.

Lichens are the most sensitive components of ecosystems, and are one of the first to react to damaging environmental influences and serve as indicators of the ecological state of green spaces.

For example, air is a mobile environment, and the use of methods for studying its chemical composition at stationary stations or using gas analyzers to solve environmental problems is not always practical, since it requires either the installation of a large number of automatic stations or a constant sampling at a high frequency (6 times in day). In this case, the use of biological indicators - accumulators of atmospheric deposition - is the best way to solve this problem.

Lichens are a symbiosis of the mycobiont and the photobiont. These organisms are widely recognized as good biological monitors due to their ability to accumulate elements in concentrations exceeding their physiological needs, and store them in the thallus (body) for a long time. Since lichens feed from precipitation, they receive substances from wet and dry deposition by capturing them all over the surface of the thallus.

The study of samples of crustaceous lichens in Gorno-Altai was carried out for the first time. Studies of the concentration of chemical elements in lichens were carried out using instrumental neutron activation analysis (INAA). The composition of microelements in lichens was determined using raster electron microscopy (REM) on a Hitachi S-3400N electronic scanning microscope.

### **Physicogeographical position of Gorno-Altai**

Gorno-Altai is the administrative center and the only city in the Altai Republic. Administratively, the city belongs to the Maima district and is the cultural, scientific and industrial center of the republic. Geographically, the city is located in the northwestern part of the Altai Republic in the intermontane basin among a chain of low mountains at the altitude of 270-305 meters above sea level at the confluence of two small rivers - Ulalushki and Maima, which in turn flow into a large mountain river, Katun. It is surrounded by the low-mountain range of Iolgo. Tugaya Mountain (641 m) rises on the north side of the city and Komsomolskaya Mountain (427 m) is located on the southern outskirts of the city.

The climate of Gorno-Altai is continental, with hot summers and cold winters with thawing periods. There is a large amount of rain fall: 726 mm per year on average. The average air temperature in the city is +10. The warmest month is July, with the average temperature of +17.80, and the maximum of +36. The coldest month is January, with the average temperature



of -16 and the minimum of -49. The autumn falls on September and October, November is the period when negative air temperature become established.

In the conditions of high atmospheric pressure, there is a temperature inversion in inter-mountane basins. At the altitude of about 450 meters, where cold air stagnates, the average February temperature is 22.3°, and at the altitude of about 1000 meters, it is -12.5 °. This is due to the fact that cold air, being heavier, slides down the slopes and fills the lower part of the valley, forming frost pockets. In different valleys, nocturnal cooling varies to a large extent, depending on local conditions. In wet, closed valleys, the slopes are 10-15 degrees warmer than the bottom. In the morning, when the sun rises, the air warms up and begins to rise, and the temperature inversions are destroyed.

Since the terrain in the city is rugged, microclimatic differences in soil and air temperatures of surface layers, in the direction and speed of the wind, and in the amount of precipitation are observed in certain regions. These microclimatic differences have a significant impact on the growth of vegetable and garden crops in collective gardens and household plots.

The city is located in a piedmont forest-steppe zone, where open steppe spaces alternate with birch and coniferous forests covering mainly the northern slopes of the valley. Of the 9,272 hectares of urban land, a significant portion is occupied by agricultural land 34% (3147 ha) and forest areas 47.5% (4400 ha). The greatest share in the total area of urban land is occupied by public lands (43.0%). Streets, squares, driveways and roads occupy the main part of those lands.

High ridges, separated by narrow and deep river valleys, and rare wide inter-mountain basins, characterize the terrain. The highest mountain, Belukha (other names: Kadyń-Bazy, Uch-Sumer) (4509 meters), is the highest point of Siberia

## **General environmental profile of Gorno-Altai**

The main branches of urban industry are machine building, production of construction materials (reinforced concrete products factory, brick factory); garment industry (factories: weaving, curtain and tulle, shoe, clothing), furniture production. The food industry is represented by meat and bread-baking plants. Gorno-Altai is the center of the region for the production of agricultural products.

The extent of geo-ecological study of agglomeration in Gorno-Altai is generally satisfactory, but there is no generalization of the results obtained, and a lack of any systems for monitoring of the state of the natural environment.

An analysis of the structure of potential sources of anthropogenic pollution of the atmosphere allows us to distinguish among them two different stages - the late Soviet (1970-1980) and the post-Soviet (from the mid-1990s to the present). The former had an industrial-agricultural direction and was characterized by the presence of small enterprises belonging to various industries including garment, food, processing and construction industries (plants, factories, and workshops), small power facilities, trucking enterprises, livestock complexes, fields, gardens, and hop plantations.

In the post-Soviet period, most industrial, trucking and agricultural enterprises and facilities in the agglomeration area were closed. The remaining enterprises (concrete factory, garment factory, Podgornoye experimental production farm, Gorno-Altayskoye experimental production farm, etc.) either reduced production volumes or repurposed their activities [4].

All this led to a significant change in both the intensity and the range of the anthropogenic impact on the ecological state of the environment. At present, the main sources of negative impact on the agglomeration infrastructure are transport infrastructure objects and numerous small boiler

rooms of the Soviet period. It should be noted that, until 2008, all boiler rooms were operating on coal, but in the recent years, many of them have been converted to natural gas. At the same time, their number did not change and remains at about 150 units.

## **MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH**

### **Procedure for the selection and initial preparation of samples**

Lichen samples were taken from slate roofs of single-storey houses and buildings, built 40-60 year ago. A total of 28 samples of the lichen *Caloplaca* sp., were selected in the study area. The lichen is comprised of small scaling aggregates of a greenish-yellow hue, with the thickness of 1-2 mm.

The distance between sampling points is approximately 1 sample per 1 square kilometer. The size of the area covered by lichens on the surface of the slate was measured using the grid-square method.

The sampling was carried out in dry weather with the help of a special scraper knife, which was wrapped with an insulating tape, so as to exclude its contact with the surface of the slate. This made it possible to cut a lichen at the height of 0.5 mm. All samples were inspected under a microscope for the presence of slate particles and cleaned if the particles were detected.

Next, the lichen samples were ground into powder.

### **Instrumental neutron activation analysis method**

Instrumental neutron activation analysis (INAA) is a nuclear process, used to determine concentration of elements in a sample.

Of all the neutron activation analysis methods, the activation and analysis on thermal neutrons received the greatest recognition and application. The first works on neutron-activation analysis were done using thermal

neutrons. Since then, the overwhelming number of works on the activation analysis of various elements in a wide variety of objects is done using thermal neutron irradiation. At present, activation by thermal neutrons can be considered the most established and the most developed method of activation analysis.

This method has acquired such importance due to the fact that it is applicable to the overwhelming number of elements of the periodic system, and in most cases it is characterized by an exceptionally high determination sensitivity. Analysis shows that of 84 stable and long-lived natural radioactive (U and Th) elements, 74 elements including uranium and thorium can be detected and quantitatively determined relatively easily and with high sensitivity using the activation of thermal neutrons [5]. The minimum detection limits are from 0.1 to  $1 \times 10^6$  ng g<sup>-1</sup>, depending on the element. Heavier elements have a larger core, so they have a larger cross-sectional area for neutron capture and are likely to be activated. Some nuclei can capture neutrons and remain relatively stable without transmutation or disintegration for many months or even years. Other nuclei decay instantly, and form only stable isotopes, which can be identified using Rapid NAA.

NAA has several advantages over other methods. There is no chemical preparation of the sample, which eliminates errors due to the introduction or removal of elements together with reagents. Since the analytical signal is removed from the nuclei of chemical elements, the physical and chemical state of the sample does not affect the result of the analysis. The effect of changing the composition of the sample matrix is determined only by interfering and neutron-absorbing elements, primarily by high contents of rare earths, which affects the reliability of the determination of uranium, and to a much lesser extent of thorium. Therefore, in the methods of neutron activation analysis, one standard of comparison is used successfully for both coals and their ashes, and rocks. This means that one

method can be used to determine in a wide range (from  $n * 1\%$  to  $n * 10-6\%$ ) of the content of chemical elements in various samples.

The NAA technique involves irradiation of the samples in the reactor with a thermal neutron flux and then measuring the induced activity on a gamma spectrometer with semiconductor detectors.

The detector is a coaxial germanium detector with a thin contact on the front surface [8].

The weights of the test samples ( $100 \pm 1$  mg) are packed in a material that is usually not activated by neutrons (polyethylene film) or one that produces activation products with a short half-life (for example, aluminum foil), placed in a high-purity aluminum box and are irradiated for a certain time in the reactor channel. Next, the measurement of the induced activity of specific elements is carried out using a gamma spectrometer with semiconductor detectors.

### **Scanning electron microscopy method**

The search for and determination of the composition of micro minerals in the lichen samples was studied in the educational and scientific laboratory of electronic optical diagnostics of the Uranium Geology International Innovative Educational Center of the Department of Geoecology and Geochemistry of Tomsk Polytechnic University with using a scanning electron microscope.

The Hitachi S-3400N Electronic Scanning Microscope is an analytical device capable of demonstrating high resolution in a wide range of accelerating voltages and residual vacuum pressures in a chamber (VP-SEM mode). The microscope is equipped with a thermionic tungsten cathode [12].

Raster electron microscopy (REM) involves scanning of the sample surface by an electronic probe and the detection (recognition) of the resulting wide spectrum of radiation. The working principle of REM is based on the

use of certain effects that arise when a surface of objects is irradiated with a finely focused electron beam—a probe. Various signals are generated as a result of the interaction of electrons with the sample (substance). The sample is then processed in a high vacuum.

The following sample preparation was required for the study: the sample was dried, ground into powder, and instrumental neutron activation analysis was performed.

The resolution when using a secondary electron detector is as follows:

- 3.0 nm (the accelerating voltage is 30 kV when working with a high degree of rarefaction)
- 10 nm (the accelerating voltage is 3 kV when working with a high degree of rarefaction)

The resolving power of the backscattered electron detector is as follows:

- 4.0 nm (the accelerating voltage is 30 kV when working with a low degree of vacuum)

The degree of increase ranges from 5 to 300 000 (the degree of increase in the optical microscope is from 1000 to 1200).

Vacuum system:

- Managing the creation of vacuum: fully automatic
- Achievable degree of rarefaction:  $1.5 \times 10^{-3}$  Pa
- Range of adjustable degree of dilution: from 6 to 270 Pa (22 discrete levels)

For the electron microscope studies, the following shooting mode was selected:

mode for obtaining images of back scattered electrons;

in the high vacuum regime ( $10^{-1} - 10^{-3}$  Pa)

a reflected electron detector and an energy dispersive X-ray detector;

accelerating voltage of 20kV;

Diagnosis of mineral phases was carried out with the help of the following internet resources:

- [mindat.org](http://mindat.org); [webmineral.com](http://webmineral.com).