TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Элементный и микроминеральный фазовый состав мхов Polytrichum commune как индикатор пыле-аэрозольного загрязнения в районах хвостохранилищ (Кемеровская область)

УДК: 582.32.550.47(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения общетехнических дисциплин	Будницкая Юлия Юрьевна	кандидат технических наук		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор отделения социально-гуманитарных наук	Трубникова Наталья Валерьевна	доктор исторических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
Уровень образования магистратура
Отделение геологии
Период выполнения (весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

Дата контроля	**Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)**	**Максимальный балл раздела (модуля)**
28.02.2019	*Литературный обзор*	*10*
30.03.2019	*Характеристика объекта и территории размещения объекта исследований*	*10*
15.04.2019	*Характеристика методов исследования*	*10*
26.04.2019	*Результаты исследования, комплексная эколого-геохимическая оценка*	*10*
30.04.2019	*Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение*	*10*
30.04.2019	*Социальная ответственность при проведении исследований*	*10*

СОСТАВИЛ:
Руководитель ВКР

Должность	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
доцент отделения геологии	Межибор Антонина Михайловна	канд. геолого-минералогических наук		

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ООП

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

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ _____Барановская Н.В.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна

Тема работы:

Элементный и микроминеральный фазовый состав мхов Polytrichum commune как индикатор пыле-аэрозольного загрязнения в районах хвостохранилищ (Кемеровская область)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.02.2019, №1063/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Литературные материалы, результаты собственных исследований (пробы вида мхов кукушкин лен, отобранные на территории Кемеровской области и Республики Алтай, так же данные аналитических исследований).
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1.Природно-географическая характеристика района исследования 2.Геоэкологическая характеристика района исследования 3.Обзор литературы по уровням накопления химических элементов мхами кукушкин лен 4.Методика и организация работ 5.Оценка содержания химических элементов во мхах кукушкин лен в районах хвостохранилищ Кемеровской области и территории заповедника Республики Алтай

	6.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 7. Социальная ответственность
Перечень графического материала	Результаты ранее проведенных исследований, карта-схема опробования на территории Кемеровской области, диаграммы уровней содержания химических элементов во мхах кукушкин лен Кемеровской области Республики Алтай
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	**Консультант**
Социальная ответственность	Будницкая Юлия Юрьевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубникова Наталья Валерьевна
Раздел на иностранном языке	Щеголихина Юлия Викторовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Moos wie Bioindikator der Umweltverschmutzung	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВО МХАХ КУКУШКИН ЛЕН КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна

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

Тема ВКР: Элементный и микроминеральный фазовый состав мхов Polytrichum commune как индикатор пыле-аэрозольного загрязнения в районах хвостохранилищ (Кемеровская область)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – образцы мха кукушкин лен, отобранные с территории хвостохранилищ Кемеровской области. Область применения – исследование загрязнения окружающей среды.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.019-79 ГОСТ12.1.004-91 ГОСТ 12.1.030-81 СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 23-05-95 СНиП 2.04.05-91 ПНД Ф 12.13.1-03
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: отклонение параметров микро-климата в помещении; повышенная запыленность и загазованность помещений; недостаточная освещенность рабочей зоны; повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой; превышение уровня шума. Опасные факторы: электрический ток. Также описываются меры по их возможному предотвращению, а в случае возникновения - ликвидация последствий.

3. Экологическая безопасность:	Выполнение данной ВКР не оказывает никакого негативного воздействия на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Наиболее типичные ЧС: возникновение пожара при отборе проб на открытой местности, пожар на рабочем месте.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	**ФИО**	**Уч.степень/ звание**	**Подпись**	**Дата**
Доцент отделения общетехнических дисциплин	Будницкая Юлия Юрьевна	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	**ФИО**	**Подпись**	**Дата**
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ71	Абзаидовой Камиле Муратовне

Школа	ИШПР	**Отделение школы (НОЦ)**	Геологии
Уровень образования	Магистратура	**Направление/специальность**	05.04.06 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	1.Сметная стоимость камеральных и полевых работ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ССН-92, СНОР-93;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	30% страховые взносы; 20% НДС; 0,4 профессиональные риски.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1.Расчет стоимости ОЗП, амортизации материалов
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2.Составление плана исследований по анализу геохимии элементов во мхах
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Обоснование необходимости изучения геохимии элементов во мхах

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор отделения социально-гуманитарных наук	Трубникова Наталья Валерьевна	Доктор исторических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа магистра состоит из введения, 7 глав, заключения и приложения. Список литературы содержит 112 наименований. Объем работы 115 страниц машинописного текста, включая 31 рисунок и 23 таблицы.

Ключевые слова: биоиндикация, биомониторинг, геохимическая характеристика мха, концентрация химических элементов.

Объектом исследования является мох Polytrichum commune (кукушкин лен), отобранный на территории хвостохранилищ в пос. Комсомольск и пос. Урское Кемеровской области.

Цель работы - оценка состояния окружающей среды Комсомольского и Урского хвостохранилищ (Кемеровская область).

В процессе исследования проводился литературный обзор по теме, отбор проб мхов кукушкин лен в районах исследования, проводилось определение химического состава проб путем лабораторных исследований, также проводилась обработка и анализ полученных данных.

В результате был изучен геохимический состав мхов кукушкин лен, проведен экологический анализ территории исследования, по результатам сделаны выводы.

Область применения: использование полученных результатов может быть использовано для постановки более детальных работ по исследованию данной территории, а также практический интерес для специалистов экологов, геоэкологов и смежных направлений.

Экономическая эффективность/значимость: полученные научные результаты могут быть применены на практике при обосновании более детальных исследовательских работ на данной территории и разработке рекомендаций по природоохранным мероприятиям.

Содержание

Реферат 8
Введение 11
Глава 1. Мох Polytrichum commune как биоиндикатор экологического состояния территорий 14
1.1 Общая характеристика мха Polytrichum commune 14
1.2 Биоиндикационные свойства мха Polytrichum commune 15
Глава 2. Общая характеристика района исследования 22
2.1 Экономико-географическое положение района исследования 22
2.2 Геологическое строение 27
2.3 Гидрологические условия 30
2.4 Климатические условия 31
2.5 Характеристика почвенного покрова 32
2.6 Растительный и животный мир 33
Глава 3. Геоэкологическая характеристика района исследования 35
3.1 Общие геоэкологические проблемы территории 35
3.2 Оценка качества атмосферного воздуха 39
3.3 Оценка качества водных ресурсов 41
3.4 Оценка качества почвенного покрова 43
3.5 Радиационная обстановка 44
Глава 4. Методы исследований 46
4.1 Отбор и подготовка проб 46
4.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ 49
4.3 Математическая обработка результатов 52
Глава 5. Особенности накопления химических элементов во мхах кукушкин лен территорий Кемеровской области 54
Глава 6. Социальная ответственность при исследовании концентраций химических элементов во мхах кукушкин лен Кемеровской области 90
1. Правовые и организационные решения обеспечения безопасности 91
2. Производственная безопасность 92
2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов, и мероприятия по их снижению 93
3. Экологическая безопасность 99

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 100
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 103
7.1. Технико-экономическое обоснование продолжительности и объема работ 103
7.2. Расчет затрат времени и труда по видам работ 105
7.3. Нормы расхода материала 107
7.4. Расчет затрат на подрядные работы 108
7.5. Расчет амортизационных отчислений 109
7.6. Общий расчет сметной стоимости 110
Заключение 112
Список использованной литературы 114
Приложение I 127

Введение

В качестве биоиндикаторов загрязнения наземных экосистем успешно применяются мхи. Благодаря своим физиологическим особенностям, они могут впитывать минеральные вещества как из атмосферы, так и из гумусового покроя почвы. По этой причине, мхи используют с целью загрязнения воздуха, а также для тестирования состояния верхнего покрова почв.

Биоиндикационные свойства мхов были применены для оценки загрязнения окружающей среды в районах хвостохранилищ Кемеровской области.

Кемеровская область считается одной из самых загрязненных областей России, так как традиционно является одним из крупнейших индустриальных регионов России. Причиной сильного нарушения экологической обстановки выступает угольная промышленность, горнодобывающая деятельность, действие крупнейших предприятий и заводов химической промышленности. Здесь находится 1560 предприятий, загрязняющих окружающую среду, поэтому данная территория характеризуется напряженной экологической обстановкой.

Объектом наблюдений и исследований является мох Polytrichum commune (кукушкин лен), отобранный на землях хозяйственного освоения, Комсомольское хвостохранилище пос. Комсомольск Кемеровская область и Урское хвостохранилище пос. Урское Кемеровская область.

Предметом наблюдений являются концентрации различных химических элементов и минералогический состав во мхах кукушкин лен территорий Комсомольского и Урского хвостохранилищ.

Актуальность работы обоснована потребностью получения данных по содержаниям химических элементов во мхах кукушкин лен для более достоверной оценки эколого-геохимического состояния атмосферного воздуха Кемеровской области.

Цель работы – оценить степень пылеаэрозольного загрязнения на территориях хвостохранилищ Кемеровской области по результатам изучения мхов кукушкин лен.

Задачи работы:

1. проведение обзора литературы по биогеохимическим исследованиям с помощью мхов кукушкин лен;
2. проведение опробования мохового покрова на территориях Кемеровской области, выполнение их пробподготовки;
3. определение микроминерального состава отобранных проб мхов кукушкин лен, выявление геохимических особенностей, на основе предоставленных данных по химическому составу в сравнении с фоновыми и литературными данными;
4. проведение характеристики эколого-геохимической обстановки Кемеровской области по данным биогеохимических исследований с помощью мхов кукушкин лен.

Фактический материал и методы исследований. В основу магистерской диссертации положены результаты исследований, выполненные сотрудниками отделения геологии (Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Межибор А.М.) в период с 2016-2017 гг. на базе лабораторных и учебных помещений ИШПР ОГ ТПУ, научно-аналитического центра (НАЦ) ТПУ и исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ.

Работа основана на результатах анализа 10 проб мха кукушкин лен, отобранных в районах хвостохранилищ Кемеровской области.

Определение уровней содержания элементов-примесей производилось с помощью метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИННА) в ядерно-геохимической лаборатории ОГ ТПУ на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ.

Личный вклад автора заключается в подготовке проб мха кукушкин лен к аналитическим исследованиям и статистической обработке полученных

результатов по данным исследований проб мха кукушкин лен на территории Кемеровской области.

Благодарности: автор выражает благодарность научному руководителю, доценту, кандидату геолого-минералогических наук Межибор Антонине Михайловне за совместное обсуждение и обобщение материалов, ценные рекомендации, всестороннюю помощь и поддержку на всех этапах выполнения работы.

Глава 1. Мох Polytrichum commune как биоиндикатор экологического состояния территорий

1.1 Общая характеристика мха Polytrichum commune

Мхи - это высшие споровые растения, живущие на суше во влажных местах. Они небольшие по размерам, достигают до 20 см в длину [5].

Ввиду высокой отзывчивости мхов к изменениям условий произрастания и химического состава окружающей среды, их нередко применяют в качестве биоиндикаторов загрязнения наземных экосистем. Ввиду своих физиологических особенностей, они могут поглощать минеральные вещества как из атмосферы, так и из гумусового слоя земли. По химическому составу мхов можно дать оценку источникам, ареалам, степени загрязнения окружающей среды, а также обнаружить главные вещества-загрязнители. По этой причине мхи используют для оценки воздушного загрязнения, а также для тестирования состояния верхнего слоя почвенного покрова.

Мохообразные растения являются неотъемлемой частью фитоценозов. Мхи встречаются на всех континентах, в том числе в Антарктиде, нередко в экстремальных условиях обитания.

Обычно мхи образуют плотные скопления в затенённых местах, нередко в непосредственной близости от воды, хотя могут встречаться и на относительно открытых, сухих участках. Диапазон их произрастания обширен и разнообразен. На планете Земля практически отсутствуют места, где мохообразных вовсе нет. Роль их в природе велика, в одних случаях они участвуют в создании особых биоценозов, в других - играют большую роль в регулировании водного баланса ландшафтов, так как способны впитывать и удерживать большое количество воды, но и в тех и других случаях они были и остаются неотъемлемой частью растительного мира всех регионов планеты [5].

Самый крупный род зеленых мхов – мох Polytrichum commune (кукушкин лен). Мхи этого рода - многолетние растения, произрастающие в местах с повышенной влажностью. Чаще всего кукушкин лен можно увидеть в наших лесах, на болотах, в горах, тундре, а также в северной части страны. Кроме того, отдельные виды данного семейства растений принимают активное участие в заболачивании, а также торфообразовании почвы.

Мох кукушкин лен из-за своего особого строения и ареала произрастания является оптимальным биоиндикатором широко спектра загрязнителей, так как может накапливать в своем организме большой спектр техногенных поллютантов: от органических веществ, включая пестициды, до тяжелых металлов и радионуклидов. Это способность считается оптимальной для изучений территории с долгим техногенным загрязнением воздушной среды определенными источниками [40].

1.2 Биоиндикационные свойства мха Polytrichum commune

Природная среда находится под воздействием растущей антропогенной нагрузки. Это обусловливает надобность широкого использования достоверных и доступных способов оценки влияния человека на естественные экосистемы и выявления аномалий экологических факторов. Одним из этих способов является биоиндикация, суть которой состоит в выявлении ответных реакций живых организмов на внешние воздействия [3].

Биоиндикация экологических условий производится методом исследования изменений процессов жизнедеятельности организмов, их химического состава, морфологических признаков, распространения и видового контраста на той или иной территории.

Большую значимость для биоиндикации представляют многолетние растения, в которых накапливается информация о влиянии факторов окружающей среды как за короткий промежуток времени, так и за длительный этап. Такими растениями являются мхи. Мхи благополучно применяются в

качестве биоиндикаторов загрязнения наземных экосистем. Вследствие физиологических особенностей, они могут поглощать минеральные вещества как из атмосферы, так и из гумусового слоя почвы. По этой причине мхи используют с целью оценки воздушного загрязнения, а также для тестирования состояния верхнего слоя почвенного покрова [4].

В России первые сведения об аккумуляции химических элементов мхами встречаются у Л.В. Бардунова [5], который пишет о том, что из-за отсутствия покровных тканей, мхи впитывают попавшую влагу дождя, росы или тумана всей поверхностью своего тела. Эта влага содержит ионы тех или иных элементов, а также мелкие твердые частицы металлов и минералов, которые неизбежно оказываются в теле мха.

В Европе первые упоминания о мхах, как об аккумуляторах тяжелых металлов из атмосферного воздуха встречаются в исследованиях состояния окружающей среды Германии А. Рёлинга и Г. Тайлера, еще в конце 1960-х годов [86]. В данных исследованиях также были описаны преимущества использования мхов при мониторинге окружающей среды в качестве биоаккумуляторов загрязнений атмосферного воздуха, т.к. применение газоанализаторов и исследования на стационарных постах для решения задач мониторинга воздушной среды не всегда рациональны. А мхи не требуют дорогостоящего оборудования для проботбора и просты в подготовке к аналитическим исследованиям.

Как и все живые существа, мхи довольно чувствительны к изменению газового состава атмосферы. При немалых концентрациях в атмосфере углекислого газа, фтористых соединений, углекислого газа и ионов тяжелых металлов мхи зачастую погибают. Будучи чувствительными к нарушениям газового состава, мохообразные быстро вымирают при больших содержаниях в воздухе сернистого газа, углекислого газа, ионов тяжелых металлов, фтористых соединений.

Из-за некоторых морфологических особенностей мхов, они способны накапливать и удерживать в своем теле ионы различных элементов, так как у

мохообразных отсутствуют покровные ткани, и питание они получают напрямую из атмосферных выпадений, будь то просто воздух, влага от дождя, тумана или росы с субстрата. И если в воздухе или влаге, которыми питает мох, присутствуют ионы различных элементов, в том числе и металлов, то мох впитает их в себя.

Большое значение имеет использование мохообразных (в большей степени листостебельных мхов) для индикации условий среды, выявления степени ее загрязнения. Тут возможно обозначить два момента. Один основан на том, что бриофиты при всей своей необыкновенной толерантности, возможности переносить неблагоприятные условия среды, все же очень чувствительны к разным загрязнениям, в частности к переменам газового состава атмосферы; иной - на их сорбирующих свойствах.

Мхи могут извлекать ионы различных элементов, напрямую из атмосферы, в случае, если этих элементов нет в субстрате. Связано это с тем, что мохообразные не имеют покровных тканей и влагу впитывают всей поверхностью тела. И если в этой влаге есть ионы тех или иных элементов, они будут оказываться в теле мха. Это же относится и к переносимым по воздуху маленьким твердым частичкам металлов.

Быстрое и в значимых количествах поглощение элементов существенно облегчается тем, что у мохообразных довольно велика поверхность тела по отношению к объему. Накапливая в себе разные элементы, мохообразные считаются их концентраторами. Различные виды проявляют, естественно, различную энергичность в этом отношении. Важно обозначить, что в целом бриофиты концентрируют элементы в значительно больших количествах (в процентах на сухой вес), чем остальные высшие растения. Спектральный анализ позволяет быстро и точно определить, какие элементы находятся в теле мохообразного и в каком количестве что позволяет судить о степени и характере загрязненности окружающей среды.

Поглощение элементов мхами осуществляется всем телом и удерживается на протяжении всей их жизнедеятельности. Но стоит отметить,

что различные виды мхов проявляют различные уровни накоплений элементов. Но тем не менее, бриофиты имеют существенные преимущества в биоиндикационной способности, нежели другие высшие растения, т.к. мхи способны накапливать в себе больший процент примесей по отношению к объему своего тела.

Роль биоиндикации в современных исследованиях загрязнения окружающей среды заметно возрастает. В настоящее время мхи активно используются при мониторинге окружающей среды.

Если иметь образцы одних и тех же видов мхов, которые были собраны с одних и тех же мест в разные годы, возможно получить картину изменений загрязнения воздушной среды во времени. В европейских государствах уже давно используется такой биоиндикационный способ. Так, есть данные о том, что содержание свинца во мхах, которые были отобраны на территории Швеции, за последние 100 лет выросло больше чем в 4 раза. Содержание цинка во мхах, отобранных в Канаде возле Монреаля, возросло с начала века (в некоторых видах) до 5 раз. Без сомнения, возрастание содержания металлов в теле мхов отображает такое же или почти такое увеличение содержания их в воздушной среде тех территорий [92].

Накапливая в себе различные элементы, мохообразные не только отображают уровень загрязненности атмосферы. Они служат еще и прекрасными индикаторами наличия или отсутствия их в субстрате. Это раскрывает широкие способности применения их в биогеохимических исследованиях.

Советским геологом Лапаевым Г.П. во второй половине 20-го столетия был разработан метод применения водных мхов для поиска полезных ископаемых, и назвал он этот метод бриогеохимическим [5]. Данный метод основан на способности организмов отражать в химическом составе, в видовых ассоциациях и в морфологии организмов особенности среды обитания.

Существуют также запатентованные методики бриогеохимических методов поиска месторождений полезных ископаемых. К примеру, существует патент на изобретение Чипизубова В.В., Баландина А.В. [22], суть которого заключается в исследовании проб водных мхов для разведки месторождений нефти и газа. Схожий по методу отбора проб патент на изобретение Загоскина С.В., но в данном патенте разработана методика поиска золоторудных месторождений [45, 46].

В Европе самым эффективным видом мха для исследований состояния окружающей среды является мох рода Pleurozium schreberi. Данные выводы подтверждаются многолетними исследованиями Winfried Schröder и Roland Pesch, в период с 1990 по 2009 года. По их результатам, мох рода Pleurozium schreberi является самым оптимальным видом мхов для биомониторинговых исследований, т.к. данный вид обладает высокой скоростью накопления и лучшей способностью к аккумуляции тяжелых металлов из атмосферного воздуха [93].

К настоящему времени опубликовано множество информации, в которой подтверждается высокая аккумуляционная способность мхов по отношению к тяжелым металлам [25, 35, 44, 50, 67, 83, 85]. Кроме того, в область биомониторинговых исследований введена некая техника «moss technique» или «моховая техника», которая состоит в оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха по их концентрации в моховом покрове исследуемой территории [85]. В конце XX века, в рамках исследований в Самарской области, была установлена корреляционная зависимость между концентрацией тяжелых металлов в окружающей среде и фитомассе мхов. В исследуемых мхах тяжелые металлы аккумулируются в больших концентрациях, нежели в цветковых растениях [44].

В ходе многолетних исследований [8], направленных на изучение металлоаккумуляционных свойств мхами, была утверждена возможность применения некоторых видов (B. Capillare Hedw., Bryum caespicum Hedw.,

Bartramia pomiformis Hedw.) в экологических мониторингах как природной среды в целом, так и урбанизированных территорий.

Также мхи способны аккумулировать нефтепродукты, стойкие органические соединения и радионуклиды [28, 37, 50, 52, 55]. Различные виды мхов отличаются по способности накапливать химические элементы. Мхи отличаются в своем строении, что и обуславливает разную степень захвата химических элементов.

Мхи Pleurozium schreberi и Hylocomium splendens Прибайкалья послужили объектами исследования на возможность их использования в качестве биомониторинга. Проведенные исследования показали, что данные виды мхов оптимально подходят для биоиндикации и биомониторинга и способны накапливать в себе широкий спектр элементов, таких как, тяжелые металлы всех классов опасности, а также редкоземельные металлы. [31].

Также проводились масштабные исследования, в частности, мониторинг атмосферных выпадений тяжелых металлов с применением покрово-образующих мхов в Калининградской области с 1994 года. Проведенные исследования показали, что географические и климатические условия произрастания мхов значительно сказываются на уровне накопления мхами тяжелых металлов. И также подтверждается отличительная способность эпифитных мхов накапливать и удерживать в течение долгого времени большинство химических элементов [27].

По данным мониторинга содержания кадмия в лесных экосистемах Приволжской возвышенности, проведенного в 2015 году, выявлено, что мхи способны аккумулировать высокотоксичные элементы, пары которых могут быть ядовиты для человеческого организма. Поэтому организмы рассматриваемых групп мхов рекомендуется использовать в биомониторинге, как индикаторов загрязнения воздуха [23, 24].

Мхи также чувствительно реагируют на изменение радиационного фона окружающей среды. В некоторых исследованиях [38, 39] было доказано, что мхи считаются индикаторами радиоактивного загрязнения, по причине своих

морфологических особенностей, которые могут увеличить эффективность концентрации в них радионуклидов. В итоге, удельная активность некоторых радионуклидов во мхах на порядок выше, чем в травянистых видах-аккумуляторах.

Кроме того, мхи способны показать пространственное распределение радионуклидов на обширных территория постчернобыльского пространства, что и подтверждается многими исследованиями [9, 36, 80].

В ходе многолетних исследований [64], которые были проведены в природных зонах чернобыльского влияния, было обнаружено, что наибольшие биоиндикационные свойства мхов проявляются по отношению к ^{137}Cs, другой радионуклид – ^{90}Sr, также аккумулируется мхами, но уже в меньшей степени, что отмечается и в других исследованиях [39, 39].

В результате некоторых исследований [62, 63] было определено, что наиболее высоким уровнем аккумуляции ^{137}Cs, по отношению к различным видам мхов, характеризуется мох плеурозий Шребера (Pleurozium schreberi (Brid.)).

Кукушкин лен - самый распространенный из мхов, он живет в любых местностях, где есть доступ к воде, а особенно на болотах и во влажных старых лесах. Имеет хорошие аккумулятивные свойства. При прикреплении к субстрату, где не хватает каких-либо необходимых элементов, мох кукушкин лен способен получать ионы непосредственно из атмосферы, впитывая осаждающуюся из атмосферы пыль и влагу всей поверхностью тела. Именно поэтому данный вид мха целесообразно использовать в качестве индикаторов окружающей среды.

Глава 2. Общая характеристика района исследования

2.1 Экономико-географическое положение района исследования

Кемеровская область расположена в юго-восточной части Западной Сибири. Имеет границы с Томской и Новосибирской областями, Алтайским и Красноярским краями, республиками Алтай и Хакасия.

Площадь территории Кемеровской области - 95,7 тыс. кв. км. Административно-территориальное деление территории Кемеровской области представлено 18 районами (рисунок 1).

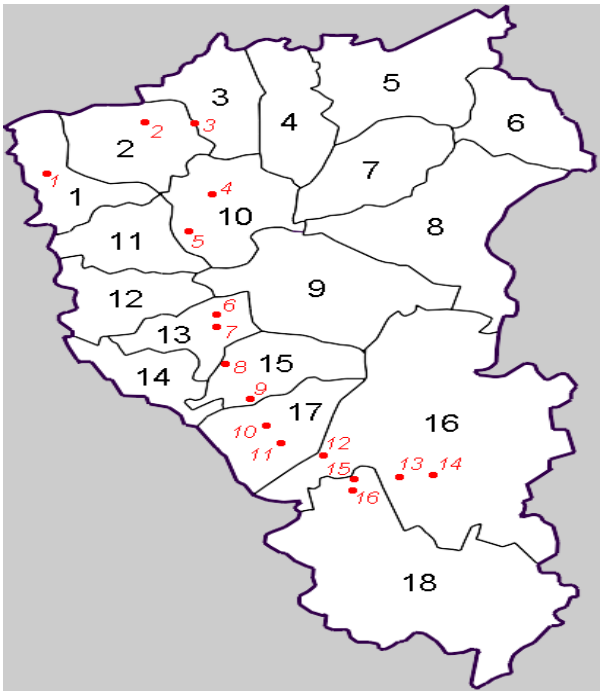

Рисунок 1 - Административно-территориальное устройство Кемеровской области [123]

Районы Кемеровской области (1 - 18): 1 - Юргинский, 2 - Яшкинский, 3 - Яйский, 4 - Ижморский, 5 - Мариинский, 6 - Тяжинский, 7 - Чебулинский, 8 - Тисульский, 9 - Крапивинский, 10 - Кемеровский, 11 - Топкинский, 12 - Промышленновский, 13 - Ленинск-Кузнецкий, 14 - Гурьевский, 15 - Беловский, 16 - Новокузнецкий, 17 - Прокопьевский, 18 – Таштагольский.

Исследуемые хранилища отходов территориально расположены в Кемеровской области и представляют собой два контрастных морфологических типа: наливное хвостохранилище дамбового типа (Комсомольское) и насыпной отвал (Урское) (рисунок 2).

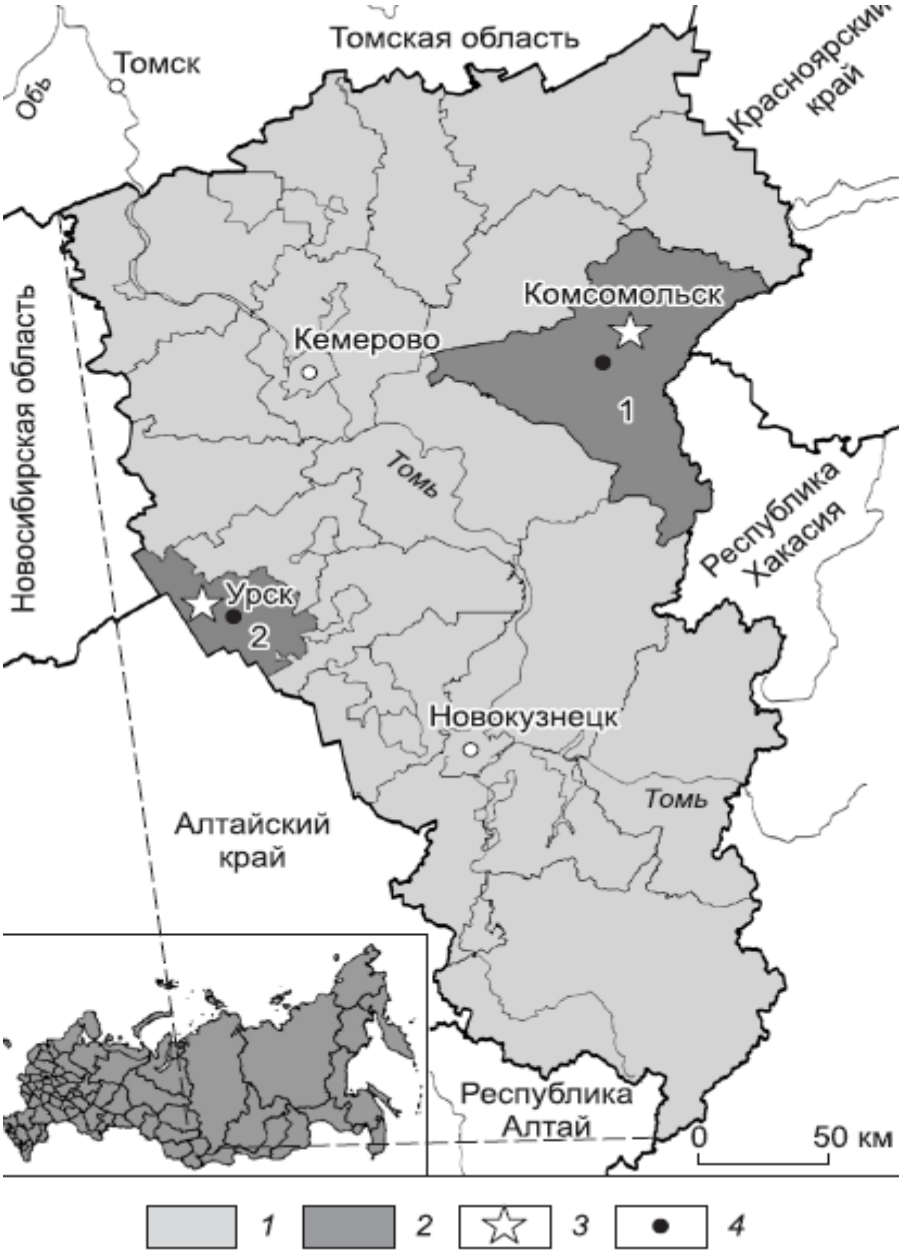

Рисунок 2 - Обзорная карта расположения объектов исследования

1 - территория Кемеровской области; 2 - территория административных районов: Тисульского (1), Гурьевского (2); 3 - местоположение Комсомольского и Урского хвостохранилищ; 4 - фоновые точки [8]

Комсомольский золотоизвлекательный завод (КЗЗ) находится в пос. Комсомольский Кемеровской области на территории шахты (в 20 км от райцентра - пгт. Тисуль, в 65 км от железнодорожной станции Тяжин).

Поселок находится в непосредственной близости к рудному полю Комсомольского месторождения близ рудничных и заводских построек. Завод введен в эксплуатацию в течение 1937-1940 гг. По архивным данным, общая масса отработанной руды за эти годы составила ~1 300 000 т. На заводе были переработаны золото-арсенопирит-кварцевые руды Комсомольского месторождения, а в последние годы - штейн осадительной плавки сурьмяного концентрата Кадамджайского комбината [127]. Точные сроки включения в процесс переработки штейнов неизвестны.

В 90-е гг. XX в. туда была перебазирована часть отходов с Берикульской золотоизвлекательной фабрики, ставших серьезной экологической проблемой для экосистемы р. Кия, прежде всего из-за высоких концентраций As.

За время работы завода было сформировано техногенное тело - Комсомольское хвостохранилище. Оно находится на территории бассейна ключа Екатерининского с северо-восточной стороны от завода на расстоянии 1200 м и представляет собой естественный лог, который заполнен отходами. Сегодня площадь данного тела составляет 146 тыс. м2, объем ~ 810 тыс. м3. Количество накопленного материала превышает 1,1 млн м3, что соответствует примерно 3,5 млн т.

Состав вещества, который поступает в хвостохранилище, представляет собой комплексный характер. Основу здесь составляют переработанные золото-мышьяковистые руды Комсомольского месторождения, в конце 90-х гг. XX в. сюда переместили мышьяковистые отходы Берикульской золотоизвлекательной фабрики.

Материал отходов Комсомольского золотоизвлекательного завода несет в себе широкий спектр потенциально токсичных компонентов, а именно: Sb, As, Pb, Zn, Cu, Cd [127].

Комсомольское хвостохранилище расположено в долине, с трех сторон ограниченной естественными склонами, а с четвертой - насыпными дамбами (рисунок 3).

Месторождение было вскрыто тремя вертикальными шахтами на глубину 200 м. Отдельные жилы прослежены бурением на глубину 1000 м. Глубина отработки составила 420 м. Разработка объекта осуществлялась до 1995 г. В настоящее время месторождение законсервировано. Именно на его базе стало формироваться Комсомольское хвостохранилище, а вокруг месторождения сформировался жилой поселок, часть жилых построек которого оказалась в зоне влияния золото- извлекательной фабрики (ЗИФ).

В хвостохранилище отходы золотоизвлекательного завода поступали в виде пульпы (твердое: вода = 1:3). В результате над поверхностью хвостохранилища существовал гидроотвал, представляющий собой экран от проникновения атмосферных окисляющих факторов. После остановки завода в 1999 г. гидроотвал пополняется за счет осадков и впадающих в него природных ручьев, и ключей.

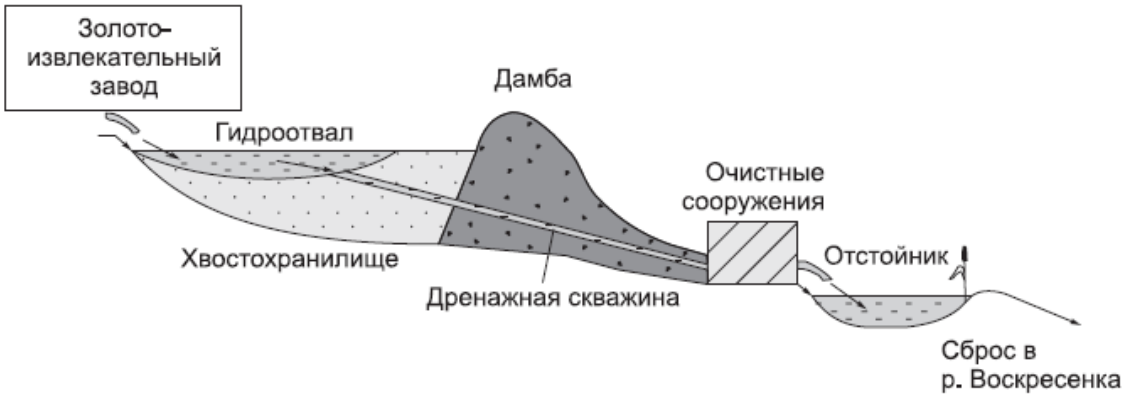

Рисунок 3 - Схема строения Комсомольского хвостохранилища и очистной системы дренажа [8]

Второе хранилище отходов – Урской отвал, которое сформировано в виде насыпной кучи, куда складировались отходы цианирования кварц-

баритовой и кварц-пиритовой сыпучек из зоны окисления Урского месторождения.

Представляя собой положительную форму рельефа, отвал доступен кислороду и сезонным водам. Вследствие этого процессы окисления сульфидов и разрушения вещества идут в нем особенно активно, что обусловливает кислую и ультракислую среду дренажных потоков, вытекающих из отвала, и их высокую минерализацию.

Урское хвостохранилище отходов обогащения, которое расположено среди жилого пос. Урск (Кемеровская область) на территории Урского рудного поля, в северной части Салаирского кряжа Алтае-Саянской складчатой области (рисунок 4). Изучаемый район выглядит как низкогорная слабоувалистая поверхность, резко приподнятая над Кузнецкой котловиной и полого спускающаяся к Западно-Сибирской низменности [31].

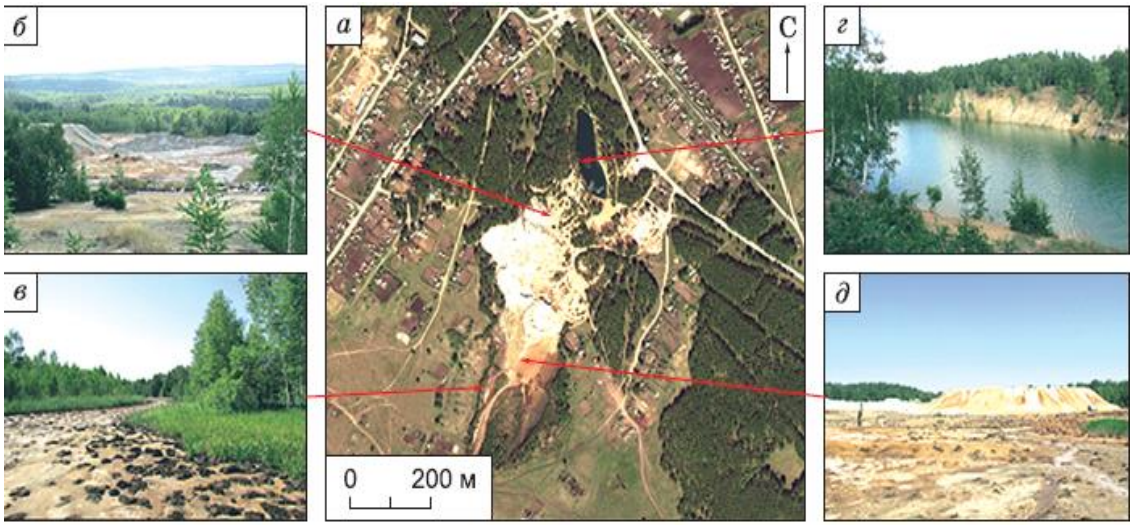

Рисунок 4 - Общий вид хвостохранилища в пос. Урск (а) и фотографии окрестностей: отвалы первичной руды (б), кислый дренажный ручей (в), заполненный водой карьер (г), отвалы руды зоны окисления (д) [8]

Урское хвостохранилище было сформировано более 50 лет назад. Оно содержит отходы цианирования полиметаллических первичных и окисленных

руд Ново-Урского месторождения. Месторождение было открыто и стало разрабатываться в начале 40-х годов XX века. До сих пор отходы от золотодобычи и обогащения руд складированы в заболоченном логу двумя сухими отвалами высотой 10-12 метров. Ложе хвостохранилища не огорожено дамбами, а в логу протекает ручей, воды которого имеют сильнокислую реакцию. В результате территория в 7,85 га ниже хвостохранилища загрязнена под влиянием сернокислых растворов дождевых и поверхностных вод, дренирующих отвалы.

2.2 Геологическое строение

Кемеровская область находится на границе Западно-Сибирской низменности и гор Южной Сибири. Большая часть территории области занята Кузнецкой котловиной, крайний юг области - это Горная Шория. На западе области располагается Салаирский кряж, на востоке - Кузнецкий Алатау. Высшая точка - голец Верхний Зуб на границе с Республикой Хакасия поднимается на 2178 м, наименьшая - 78 метров над уровнем моря находится на территории долины реки Томи на границе с Томской областью [124].

В геологическом строении Комсомольского рудного узла принимают участие главным образом стратифицированные образования палеозойского и протерозойского возрастов, наиболее древними являются красноцветные конгломераты, песчаники, светлые известняки, эффузивы девонского возраста, ограниченно развиты в юго-западной и восточной части рудного узла. Наиболее распространены, залегающие в пойме реки Кия, белые и темно серые известняки, черные сланцы, песчаники кембрийской системы. В Южной части развиты темно-серые известняки, черные кварциты, кристаллические сланцы и гнейсы, протерозойского возраста (рисунок 5).

На территории восточной части Кемеровской области концентрируется немалое количество золоторудных месторождений. Комсомольское золоторудное месторождение считается мелким[124].

Рисунок 5 - Геологическая карта Кемеровской области [124].

Комсомольское месторождение относится к кварц-золото-сульфидному типу [57]. Расположено в пределах восточной ветви Кузнецко-Алатауского глубинного разлома, который контролирует размещение главных золоторудных месторождений этой части Кузнецкого Алатау. Интрузивные образования находятся в Юго-Восточной части. Породы представляют собой палеозойские граниты. В минерагеническом отношении территория Комсомольского хвостохранилища относится к литофильно-халькофильному рудному району и литофильно-халькофильному Комсомольскому рудному узлу, продуктивность рудного узла высокая [151].

Рудные жилы представлены кварцем (90-91%) с небольшим количеством кальцита, анкерита, барита, сульфидами (3-10%): пиритом, пирротином, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, реже - шеелитом, киноварью и др. Золото находится в самородном виде. В связи с

тем, что образование минеральных ассоциаций происходило в несколько этапов, в рудных жилах распространено несколько генераций главных нерудных и рудных минералов.

Общее количество сульфидов в хвостохранилище в среднем составляет 5%. Главным минералом является пирит - около 65% от общего количества тяжелых минералов.

Урское рудное поле относится к колчеданно-полиметаллической рудной формации, и в пределах Алтае-Саянской металлогенической провинции к ней относятся метасоматические залежи баритово-полиметаллических, колчеданно-полиметаллических, медно-колчеданных и серно-колчеданных руд в вулканогенных образованиях. Они широко известны на северо-восточном склоне Салаирского кряжа (месторождения Салаирского и Урского рудных полей).

В рудном поле выявлены барит-полиметаллические, медно-цинковые и золото-кварцевые месторождения. В них наиболее распространенными рудными минералами являются пирит, арсенопирит, пирротин, халькопирит, блеклая руда, сфалерит, галенит. Руды образовались в четыре стадии, низко-температурные образования, завершающие этап формирования колчеданно-полиметаллических руд, представлены маломощными кварцевыми жилами скарбонатом и флюоритом.

Основные сульфидные минералы в рудах Урского поля - пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, галенит. В.И. Зеркаловым отмечались редкие минералы: пирротин, аргентит, золото, алтаит, гессит, калаверит, антимонит, клаусталит. Жильные минералы: кварц, серицит, барит, кальцит, гипс. Минеральный состав руд месторождения по современным исследованиям представлен пиритом (FeS_2), сфалеритом (ZnS), халькопиритом ($CuFeS_2$), галенитом (PbS), арсенопиритом ($FeAsS$), блеклыми рудами (теннантит Cu_3AsS_3), киноварью (α-HgS), а также кварцем (SiO_2), баритом ($BaSO_4$), кальцитом ($CaCO_3$), серицитом ($KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$),

альбитом ($Na[AlSi_3O_8]$), графитом (C), рутилом (TiO_2) и флюоритом (CaF_2) [31].

Урское месторождение, расположенное в Кемеровской области, является самым крупным среди Урской группы колчеданных медно-цинковых [12]. Месторождение было открыто в начале 40-х годов XX века, и сразу стало разрабатываться [13]. Урское хвостохранилище расположено в логу рядом с пос. Урск и было основано более 50 лет назад. Хвостохранилище представляют отходы цианирования как первичных сульфидных руд (50-90% пирита), так и руд зоны окисления [14,15]. Содержание золота в рудах достигало 4 г/т. Отработанный материал складировался в виде двух куч высотой 10-12 м, вещество отходов никак не закреплялось.

Материал Урского хвостохранилища условно можно охарактеризовать как «окисленный» и «первичный». Материал из окисленного отвала имеет характерный рыжий цвет, рыхлую неоднородную структуру с включениями гравия и щебня, низкую влажность и плотность, отчетливый запах серной кислоты. Поверхность отвала до глубины 20 см сложена плотной сцементированной коркой разнородного по крупности материала с остатками щебня, сланца, гравия, покрытых гидроксидами трехвалентного железа, гипса и вторичных сульфатных солей.

2.3 Гидрологические условия

Гидрографическая сеть Кемеровской области относится к бассейну р. Оби и отличается значительной густотой. На территории области протекает более 32 тыс. рек.

Поселок Комсомольск находится в пойме реки Кия, хвостохранилище располагается в 5 км от правого берега и в 6 км от ближайшего крупного озера Большой Берчикуль. Поверхностные воды Комсомольского хвостохранилища лежат в области от слабокислых значений pH (проба К-4, рыжее озеро за дамбой (pH 5,98) к субнейтральным (пробы К-1, воды очистного сооружения

(pH 6,81) и дренажного потока (pH 6,83)) до слабощелочных значений pH (пробы с гидроотвала К-8, 9 (pH 8,1)), с окислительной обстановкой (0,2-0,4 В) и общей минерализацией от 0,34 до 1,3 г/л.

Содержания ТМ (Zn, Cu, Cd, Ni, Co) в поверхностных водах низкие, что объясняется щелочной средой, в которой эти элементы малоподвижны.

Пос. Урское расположен на восточной окраине Салаирского кряжа, в долине реки Ур. Природные воды в окрестностях Урского хвостохранилища и техногенные растворы потока рассеяния классифицированы на основе их основного ионного состава в соответствии с геохимическими классификация ми А.И. Перельмана и А.А. Алекина [70]. Природные водоемы выше впадения дренажного ручья холодные (Т ≤ 30 °С), кислородные (13,5 мг/л), слабощелочные (pH 7,5, Eh 515 мВ), пресные (минерализация ≤ 0,2 г/л), гидрокарбонатные с преобладанием Mg^{2+} и Ca^{2+}. Основной ионный состав вод сопоставим с результатами Б.А. Воротникова, изучавшего одним из первых воды данного региона в 1970-х гг. [76]. Воды не насыщенны халькофильными, сидерофильными и литофильными элементами, за исключением Si, As, Br, Sr, I, Ba и U.

Концентрации ТМ в водах р. Ур были сопоставлены с ПДК химических веществ в водах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Концентрации Cd, Zn, Pb, Cu и Fe в этих водах не превышают ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [8].

2.4 Климатические условия

Кемеровская область находится на стыке больших климатических областей (Западносибирской,Восточносибирской, Среднеазиатской и

Центральноазиатской), которые обусловливают циркуляцию этих воздушных масс. Перемещение воздуха с запада на восток определяет циклоническую погоду - влажную и прохладную летом и влажную неморозную зимой. Движение арктических и континентальных воздушных масс со свойственной им сухостью в меридиональном направлении (с севера на юг) определяют ясную антициклональную погоду с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой.

Климат резко континентальный. Зима холодная и длительная, лето тёплое и короткое. Длительность неморозного периода длится от 100 дней на севере области до 120 дней на юге Кузнецкой котловины. Средние температуры воздуха января составила -20, -24°С, что на 4-7°С ниже нормы; июля – +19, +21°С, что на 1-2°С выше нормы. Наблюдается неравномерность в количестве выпадения осадков.

2.5 Характеристика почвенного покрова

Кемеровская область имеет континентальный климат, разнообразный рельеф и богатый растительный покров. Это во многом определяет и многообразие типов почв на территории области [153].

Почвенные аномалии для большинства металлов и металлоидов концентрируются в северо-восточной части Комсомольского хвостохранилища, в соответствии с господствующим направлением ветров. Для As, Sb, Cd, Pb положение аномалии одинаково и находится в северо-восточной части.

Максимальные концентрации Pb превышают ПДК в пять раз и достигают 160 г/т. Средние концентрации As равны 160 г/т, что в 99,5 раз больше ПДК. В большинстве опробованных точек [8] концентрации As оказались ниже предела обнаружения (300 г/т), но вдоль господствующего направления ветра они достигают 430 г/т даже на удалении 200 м от хвостохранилища. Средние содержания Sb и Cd равны 69 и 0,79 г/т

соответственно. Для Ni, Zn и Cu отмечены другие закономерности в образовании аномалий. Для Cu и Zn аномалии наблюдаются в юго-западной части, возможно, это связано с антропогенным переносом части хвостового материала в жилую зону. Среднее содержание Cu на уровне ПДК и равняется 50 г/т, Zn – 220 г/т, что больше ПДК в два раза. Ni образует аномалию в восточной части.

Значения pH водных вытяжек из почв территории Урского хвостохранилища варьирует от 2,68 до 7,58. Кислые pH имеют почвы, отобранные вблизи хвостохранилища и на участке потока рассеяния. На удалении от хвостохранилища значения pH меняются на нейтральные и слабощелочные. Среднее содержание Pb в почвах превышает ПДК в 15 раз, Cu и Zn – в 3 раза, Co – в 4 раза. На исследованной территории содержания As высоки во всех точках отбора. В направлении розы ветров As был обнаружен в почве и на расстоянии 350 м от хвостохранилища с превышением ПДК в 18 раз. Среднее содержание Sb и Cd достигает 64 и 0,28 г/т соответственно.

Результаты расчета индекса геоаккумуляции [8] показали, что для Al, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, As его значения лежат выше 0, что говорит о превышении содержаний элементов в почвенных пробах над фоновым значением. Выделяются пробы, отобранные в восточном, северо-восточном, юго-западном и южном направлениях, для которых индексы по As и Hg превышают 5, что, согласно классификации, указывает на очень сильное загрязнение. Для Ba индекс больше 1 для всех проб.

2.6 Растительный и животный мир

Около 65 процентов площади Кемеровской области занято лесами и кустарниками. Значительное влияние на распространение растительности оказало естественное месторасположение горных цепей, протянувшихся от севера к югу. На территории Кузнецкого бассейна можно условно выделить четыре зоны лесных экологических систем: Кузнецко-Алатаутскую горно-

таежную зону, Шорскую горно-таежную зону, Салаирскую таежно-лесную зону и Томско-Кийскую таежно-лесостепную зону. Во флоре области находится до 420 видов лекарственных растений, из них 120 видов используются в научной медицине, 300 видов в народной медицине.

Фауна Кузбасса очень разнообразна. В Кемеровской области водится около 450 видов позвоночных животных, в том числе 68 видов млекопитающих и более 300 видов птиц.

Глава 3. Геоэкологическая характеристика района исследования

3.1 Общие геоэкологические проблемы территории

Кемеровская область считается своеобразным регионом со стороны эколого-географических позиций. Центральную часть области занимает Кузнецкий угольный бассейн, где сконцентрированы добыча угля, металлургические и химические предприятия, крупные ТЭЦ.

Несмотря на то, что Кемеровская область имеет небольшую по сибирским масштабам территорию (96,5 тыс. кв.км), она обладает богатым минерально-сырьевым потенциалом, на сегодняшний день в ее пределах открыто более 90 месторождений и сотни рудопроявлений различных металлов. Это уголь, Fe, Au, Ag, Al, Mn, Zn, Pb, Cu, Ti, Cr, W, As, Hg, U и др. [11].

Область считается ведущим горнодобывающим регионом Сибирского федерального округа [13]. Главная роль принадлежит топливно-энергетическому комплексу, который представлен 89 угледобывающими предприятиями, 17 обогатительными фабриками и 8 ТЭС.

Для Кемеровской области характерны все главные составляющие, которые определяют негативное влияние промышленности на атмосферу: большие масштабы промышленного производства, высокий уровень концентрации промышленных объектов в юго-западной и западной частях области, сложная структура промышленности, которая включает в себя виды экономического действия высокого класса вредности (добыча полезных ископаемых, металлургическое и химическое производство, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, рисунок 6).

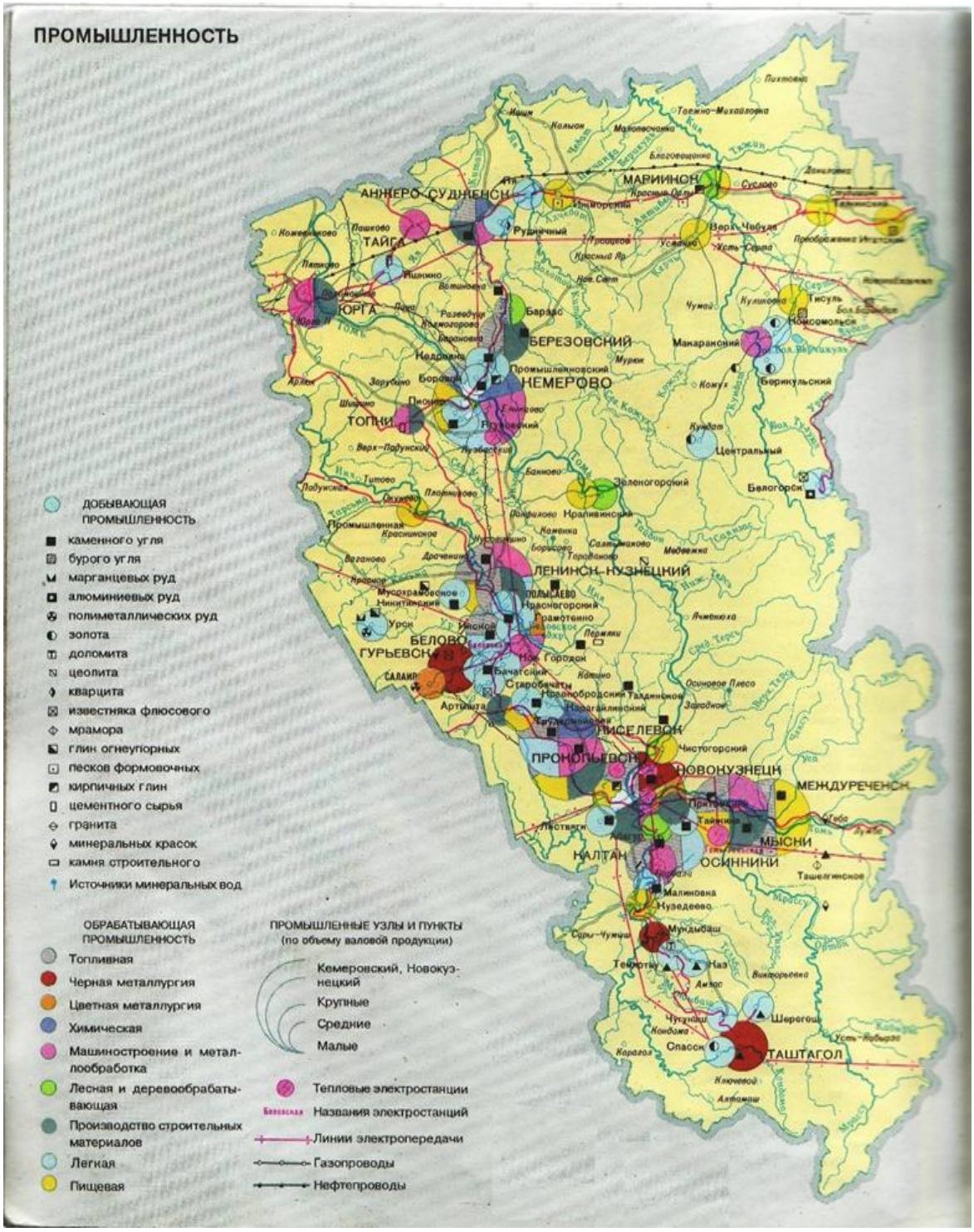

Рисунок 6 - Карта промышленности Кемеровской области [122]

На территории Кемеровской области функционирует 22,2 тыс. стационарных организованных и неорганизованных источников выбросов, от которых в атмосферу поступает более 250 наименований загрязняющих веществ разных классов опасности.

Главными стационарными источниками загрязнения атмосферы на территории области считаются предприятия по добыче полезных ископаемых, предприятия обрабатывающих производств, предприятия по обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха (рисунок 7).

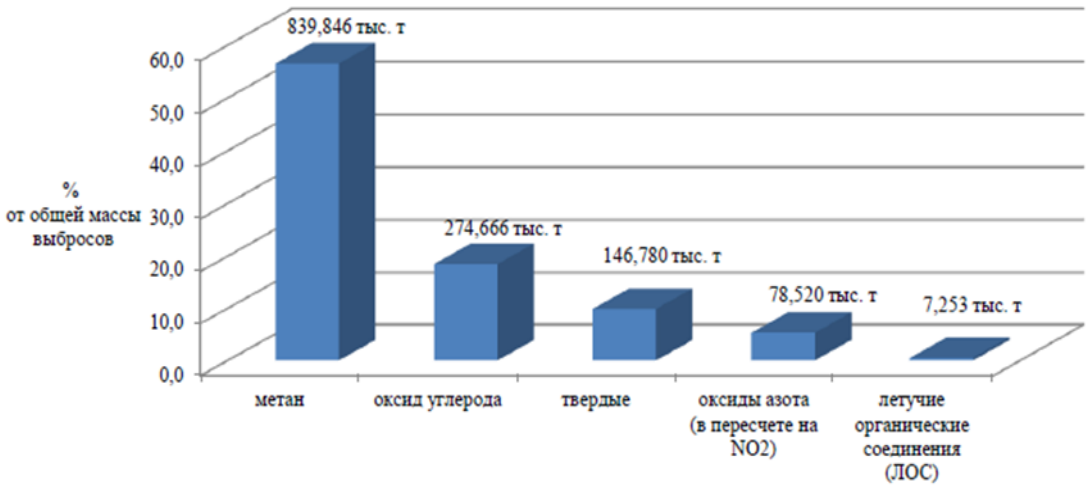

Рисунок 7 - Доля загрязняющих веществ в общей массе выбросов, отходящих от стационарных источников за 2018 год [19].

Значительную долю в общей массе выбросов в атмосферный воздух составляют: метан – 56,5% и оксид углерода – 18,5%. На долю твердых веществ приходится 9,9%, диоксид серы – 9,0%, оксидов азота (в перерасчете на NO_2) – 5,3%.

На территории области развита угольная промышленность, наиболее главные её центры - Прокопьевск, Междуреченск, Белово, Берёзовский, Кемерово, Новокузнецк, Осинники, Ленинск-Кузнецкий,Киселевск, Беловский, Кемеровский, Новокузнецкий и Прокопьевский районы. Шахты и разрезы находятся по большей части в центральной части области от г. Берёзовский на севере до Осинников на юге. На юге региона развиты также металлургия и горнодобывающая промышленность (Новокузнецк, Таштагол). Также в области есть машиностроение (Юрга, Анжеро-Судженск, Новокузнецк, Кемерово, Ленинск-Кузнецкий, Киселёвск) и химическая

промышленность (Кемерово). Хорошо развиты железнодорожный транспорт и теплоэнергетика (Кемерово, Новокузнецк, Белово, Калтан, Мыски).

Основной причиной загрязнения окружающей среды в районах расположения хвостохранилищ является воздействие на них внешних факторов: атмосферных осадков, воздушных потоков, поверхностных вод, температуры, микроорганизмов, среди внутренних факторов можно отметить химический и минеральный составы, дисперсность, пористость, водопроницаемость и др. [89].

Даже после прекращения работы месторождений и консервации горных выработок отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду будет продолжаться в течение 100-200 лет за счет гипергенных преобразований горных пород и минеральной составляющей горнопромышленных отходов [84]. Например, в водах хвостохранилища законсервированного Комсомольского золотоизвлекательного завода (Кемеровская область), который перерабатывал золото-кварц-арсенопиритовые руды одноименного месторождения и штейн осадительной плавки сурьмяного концентрата методом цианирования, сконцентрированы высокие содержания растворенной сурьмы [97]. В 1996 г. ее значения в гидроотвале составляли в среднем 3,6 мг/л, а в 1998 г. достигли 11,8 мг/л, по этой причине над окружающей территорией возникла серьезная угроза заражения Sb. Также было установлено, что цианиды являются устойчивыми в водах хвостохранилищ и могут сохраняться в них больше 20 лет. Подведя итог, можно предположить дальнейшее растворение в хвостохранилище сурьмяных фаз и вынос Sb в атмосферу [98].

Помимо непосредственного воздействия загрязняющих веществ окружающей среды на население, важно также учесть, что попавшие в среду выбросы переносятся на большие расстояния и, оседая на поверхности земли, загрязняют поверхностные воды, почву, тем самым нарушая естественные процессы в биосфере.

Выделяются территории, которые подвергнуты очень сильному техногенному воздействию практически по всем составляющим элементам окружающей среды, а именно: разрушению и деградации растительного покрова, нарушению гидрологического режима и загрязнению поверхностных и подземных вод, загрязнению среды промышленными выбросами, деградации естественной растительности. Эти территории отнесятся к Кемеровскому и Южно-Кузбасскому эколого-географическим районам.

3.2 Оценка качества атмосферного воздуха

Одним из важных факторов, которые определяют экологическую ситуацию в Кемеровской области, является оценка состояния атмосферного воздуха и степень его загрязнения. По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, в 2018 году суммарный объем выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу составил 1718,848 тыс. т, что на 9,0 % больше соответствующей величины в 2016 году. В общем объеме выбросов доля от передвижных источников (автомобильного и железнодорожного транспорта) составила 13,5%, от стационарных источников - 86,5 %.

Степень загрязнения атмосферы оценивается при сравнении фактических содержаний с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) загрязняющих веществ для населенных мест. Средние (суточные) концентрации загрязняющего вещества сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.), максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимальными разовыми (ПДКм.р.).

Для того, чтобы оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха, нужно использовать следующие показатели: ИЗА - комплексный индекс загрязнения атмосферы, который может учесть несколько примесей. Величина ИЗА считается по значениям среднегодовых концентраций; СИ - стандартный

индекс - максимальная измеренная разовая концентрация примеси, которая делится на ПДКм.р. и определяется из данных наблюдений на станции за одной примесью, или на всех станциях изучаемой территории за всеми примесями за месяц или за год; НП - максимальная повторяемость (%) превышения ПДКм.р. по данным наблюдений за одной примесью на всех станциях города за месяц или за год.

Уровень загрязнения можно считать повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5, НП < 20%, высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10, НП от 20 до 50% и очень высоким при ИЗА равном или больше 14, СИ > 10, НП > 50%.

Мониторинг качества атмосферного воздуха на территории Кемеровской области производится на стационарных постах Кемеровским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиалом Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (далее -Кемеровский ЦГМС - филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС») и Новокузнецкой гидрометеорологической обсерваторией.

Наблюдательная государственная сеть в Кемеровской области представляет собой 18 стационарных постов наблюдения в городах: Кемерово (8), Новокузнецк (8), Прокопьевск (2).

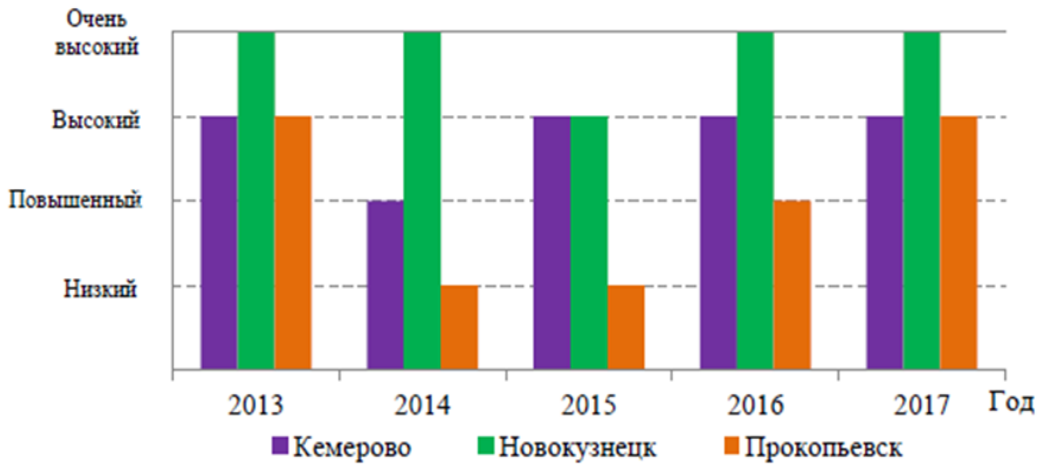

Рисунок 8 - Уровень загрязнения атмосферного воздуха городов Кемеровской области [19]

По данным наблюдений в 2018 году [19] уровень загрязнения атмосферы оценивался как высокий в городах Кемерово, Прокопьевск; очень высокий - в городе Новокузнецк.

Основными веществами (по количеству исследований), контролируемыми в городских и сельских поселениях, являлись: диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества, диоксид серы, сажа (углерод). Максимальный удельный вес проб атмосферного воздуха, который не соответствует гигиеническим нормативам и превышает среднеобластной показатель, приходился на 8 загрязняющих веществ: бенз(а)пирен (15,49%), дигидросульфид (10,86%), хлористый водород (4,54%), оксид углерода (3,08%), водород фтористый (2,57%), фенол (2,36%), взвешенные вещества (2,19%), сажу (углерод) (2,09%).

3.3 Оценка качества водных ресурсов

На территории Кемеровской области располагаются водохозяйственные системы промышленного, сельскохозяйственного и коммунального водоснабжения и водоотведения, а также накопители жидких отходов

(гидроотвалы, шламонакопители, флотохвостохранилища, отстойники, гидрозолоотвалы); пруды, которые обеспечивают регулирование стока рек и временных водотоков, и являются стратегическим запасом водных ресурсов на случаи пожаров и засухи.

В течение 2018 года наблюдения на территории Кемеровской области проводились на 18 водных объектах, в 27 пунктах, 39 створах.

Характерными загрязняющими веществами рек Кемеровской области считаются нефтепродукты, фенолы летучие, соединения азота, железа, цинка, марганца, меди, взвешенные вещества, органические соединения по показателям ХПК и БПК5.

Реку Томь и ее притоки загрязняют сточные воды предприятий горнодобывающей, топливно-энергетической, металлургической, коксохимической, химической, деревообрабатывающей промышленности, агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства.

В верховье Томи (п. Теба) превышены ПДК среднегодовые концентрации фенолов в 2 раза, нефтепродуктов в 1,2 раза, органических соединений по показателю БПК5 в 1,1 раза. Вода оценивается как «загрязненная», класс качества 3 «А». Максимальную долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят фенолы летучие и нефтепродукты.

Превысили ПДК среднегодовые значения выше/ниже г. Междуреченск: фенолов в 2 раза; нефтепродуктов в 1,8/1,2 раза; железа общего в 1,1/1,5 раза. Кроме этого, в створе ниже г. Междуреченск превысила ПДК среднегодовая концентрация марганца в 1,3 раза.

В районе г. Кемерово превышены ПДК среднегодовые концентрации: железа общего в 3,3 - 3,5 раза; меди в 1,1 - 1,3 раза; марганца в 1,7 раза (створ д. Подъяково).

В реке Томи в створе выше г. Новокузнецк в течение зимы зафиксировано 9 случаев теплового загрязнения из-за сброса горячей воды Томь-Усинской ГРЭС.

На протяжении года проводилось биотестирование проб воды реки Томи, отобранных в двух створах г. Кемерово (д. Металлплощадка, д. Подъяково). В течение года изучалось 22 пробы воды, острой токсичности не обнаружено.

Значительное влияние на качество воды Томи оказывают ее притоки. В 2017 году так же наиболее загрязненными притоками Томи считаются реки: Ускат, Аба и Кондома.

В Кондоме среднегодовые концентрации превысили ПДК: железа общего в 3,8 - 6,1 раза; марганца в 1,1 - 1,6 раза; фенолов в 2-3 раза; нефтепродуктов в 2,0 - 2,2 раза. Среднегодовые концентрации соединений азота в Кондоме составили 1 - 1,3 ПДК.

В Ускате и Абе среднегодовые концентрации превысили ПДК: марганца в 1,8 - 6,9 раза; фенолов в 2 - 3 раза; нефтепродуктов в 1,6 – 2,4 раза; азота нитритного в 2,2 – 2,5 раза; железа общего в 1,7 раза. Кроме этого, в Ускате превышены ПДК среднегодовые концентрации азота аммонийного и органических соединений по показателю БПК5 в 1,3 раза.

3.4 Оценка качества почвенного покрова

Природные условия и почвенный покров Кемеровской области разнообразны. Северная часть характеризуется серыми почвами, Кузнецкая котловина - выщелоченными и оподзоленными, среднемощными и мощными черноземами, горные массивы - дерново-подзолистыми почвами. Более благополучные природные условия для сельскохозяйственного производства в центральных степных и лесостепных районах.

Высокоплодородные черноземные почвы в Промышленновском, Беловском, Ленинск-Кузнецком, Юргинском, Прокопьевском районах и составляют основной фонд пахотных земель.

Общая площадь земель в административных границах Кемеровской области по состоянию на 01.01.2018 составляет 9572,5 тыс. га [19].

Отрицательный вклад в процессы деградации и уничтожения почвенного покрова на территории Кемеровской области вносят горнодобывающие предприятия, в большей степени при открытой добыче угля, с образованием в зоне действия объектов техногенных ландшафтов.

Развитие негативных процессов нарушения качественного состояния почв связано не только с интенсивным промышленным освоением, а также с развитием сопутствующих негативных процессов - эрозия, засоление, заболачивание, загрязнение наблюдается на большей территории Кемеровской области.

При использовании земель объектами транспорта также наблюдается негативное воздействие на сельскохозяйственные угодья: изъятие земель, уплотнение почв, эрозия, заболачивание, загрязнение земель.

Площадь почв сельскохозяйственных угодий, загрязненная тяжелыми металлами свыше ПДК по валовому их содержанию, составляет: кадмием - 76,4 тыс. га, свинцом - 31,3 тыс. га, цинком - 17,6 тыс. га, марганцем - 15,8 тыс. га, никелем - 6,1 тыс. га. Загрязненные земли расположены по большей части близ промышленных центров. Почвы, которые загрязнены цинком, встречаются в Беловском районе, кадмиевое загрязнение есть практически во всех районах области. Это связано с загрязнением воздуха промышленными выбросами [19].

3.5 Радиационная обстановка

На территории Кемеровской области работают свыше двух десятков различных организаций (предприятий, учреждений), осуществляющих свою деятельность с использованием радиационных источников. К их числу относится предприятия металлургической, химической и горнодобывающей промышленности, геологоразведочные организации, предприятия топливно-энергетического комплекса, научные, медицинские учреждения и силовых структур России, (далее - организации). В своем составе они имеют

территориально обособленные или технологически независимые радиационно-опасные объекты (далее - РОО), на которых проводятся работы с радиоактивными веществами и радиоактивными отходами (цеха, лаборатории, установки, производственные линии, хранилища радиоактивных веществ, пункты хранения радиоактивных отходов и т.п.).

Наибольшую потенциальную опасность представляют организации, которые эксплуатируют радиоизотопные приборы, технологические и терапевтические облучающие установки, и имеют большое количество источников и/или большую суммарную паспортную активность источников, несмотря на низкую категорию потенциальной опасности:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», суммарная активность 4,6Е+14 БК, 4 категория,

2. ГБУЗ КО «Областной клинический онкологический диспансер», Минздрав РФ суммарная активность источников 4,25Е+14 Бк, 4 категория,

3. ГБУЗ «Новокузнецкий клинический онкологический диспансер», Минздрав РФ, суммарная активность источников 5,95Е+14 Бк, 4 категория,

4. ГБУЗ КО «Прокопьевская городская больница № 1», г. Прокопьевск, Минздрав РФ, суммарная активность источников 6,21Е+14 Бк, 4 категория.

По данным Управления Роспотребнадзора по Кемеровской области в 2018 году на территории области радиационных аномалий и загрязнений не выявлено. Средняя годовая эффективная доза облучения на 1 жителя области от всех источников ионизирующего излучения (далее - ИИИ) в 2018 году составила 5,243 мЗв/год, что по сравнению с 2017 годом больше на 0,535 мЗв/год (4,708 мЗв/год).

Содержание цезия-137 в почвах в пределах среднее/максимальное 1,517/1,850 кБк/м$_2$, стронция-90 - 0,222/0,296 кБк/м$_2$ (в санитарно-защитных зонах радиационных объектов). Распределение цезия-137 и стронция-90 в почвах носит неравномерный характер и зависит от количества выпавших осадков на земную поверхность, либо от типов почвенного покрова [67].

Глава 4. Методы исследований

4.1 Отбор и подготовка проб

Пробы мха кукушкин лен Кемеровской области были отобраны в летне-осенний период 2015-2016 гг. Мхи отбирались в прикорневой зоне деревьев.

Для отбора проб использовались одноразовые резиновые перчатки, пробы были упакованы в гигроскопические пакеты и транспортированы в лабораторию ИШПР ОГ ТПУ.

Пробы мха кукушкин лен были отобраны в нескольких точках территории Кемеровской области:

1) в поселке Комсомольск, на территории хвостохранилища (рисунок 9). Комсомольск является посёлком городского типа в Тисульском районе Кемеровской области России, административный центр Комсомольского городского поселения. На территории административного участка находятся: средняя школа в п.г.т. Комсомольск, общеобразовательная школа в п. Макаракский, торговые точки, два Дома культуры, два детских сада, административные здания, пилорамы, известковые ямы, пихтовые заводы [6]. Фоновые пробы для мхов для Комсомольского хвостохранилища - пос. Макаракский на берегу р. Кия в 10 км к юго-западу от хвостохранилища.

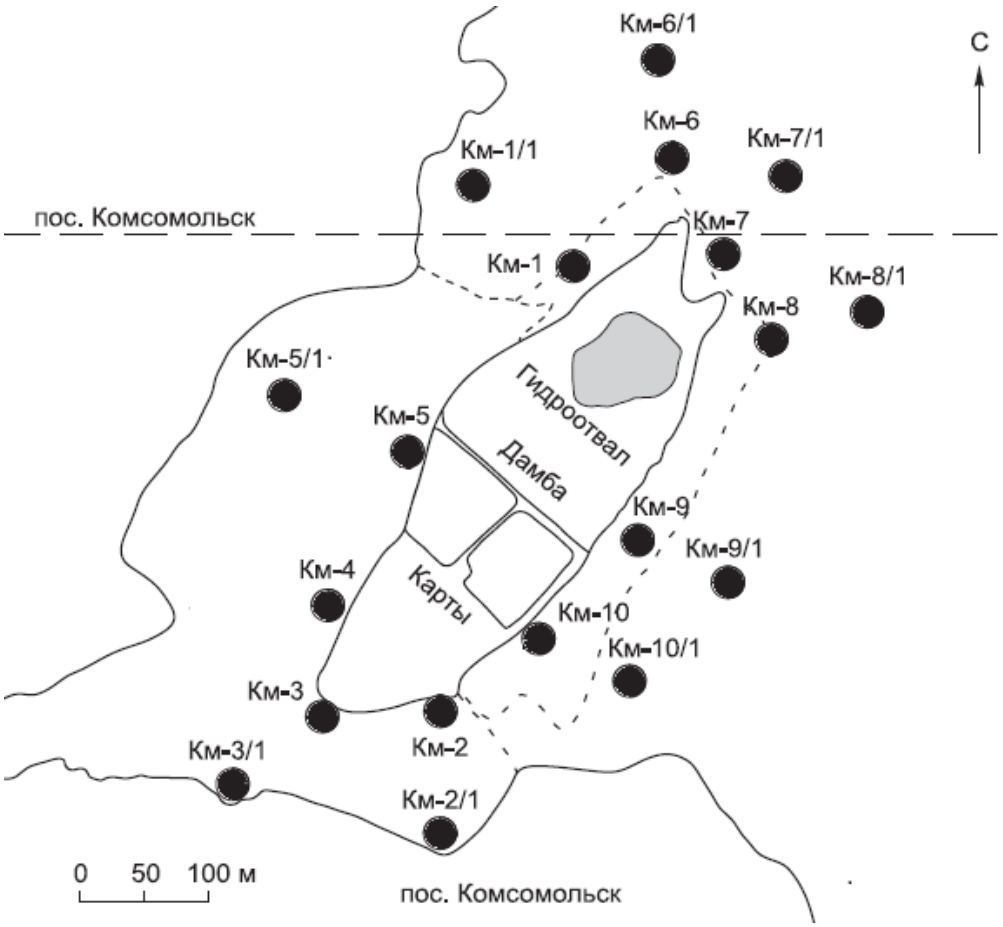

Рисунок 9 - Схема опробования мхов кукушкин лен на территории Комсомольского хвостохранилища [8]

Прим.: Штриховой линией показаны дороги

Территориально Комсомольское хвостохранилище располагается на территории бывшего Комсомольского золотоизвлекательного завода в пос. Комсомольск Кемеровской области. На заводе были переработаны методом цианирования золото - арсенопирит кварцевые руды. Завод также перерабатывал золотосодержащие отходы Кадамжайского сурьмяного комбината (Кыргызстан) и Берикульской золотоизвлекательной фабрики [6].

2) в поселке Урск, который является административным центром Урского сельского поселения, на территории Урского хвостохранилища. На территории поселения расположены расположены 13 объектов торговли, 3 почтовых отделения, Администрация Урского сельского поселения, 2 школы,

3-ДК, 2 Детских сада, 3 библиотеки, Урская Амбулатория. Фоновые пробы для мхов для Урского хвостохранилища – в районе оз. Урское в 4 км к юго-востоку от хвостохранилища (рисунок 10).

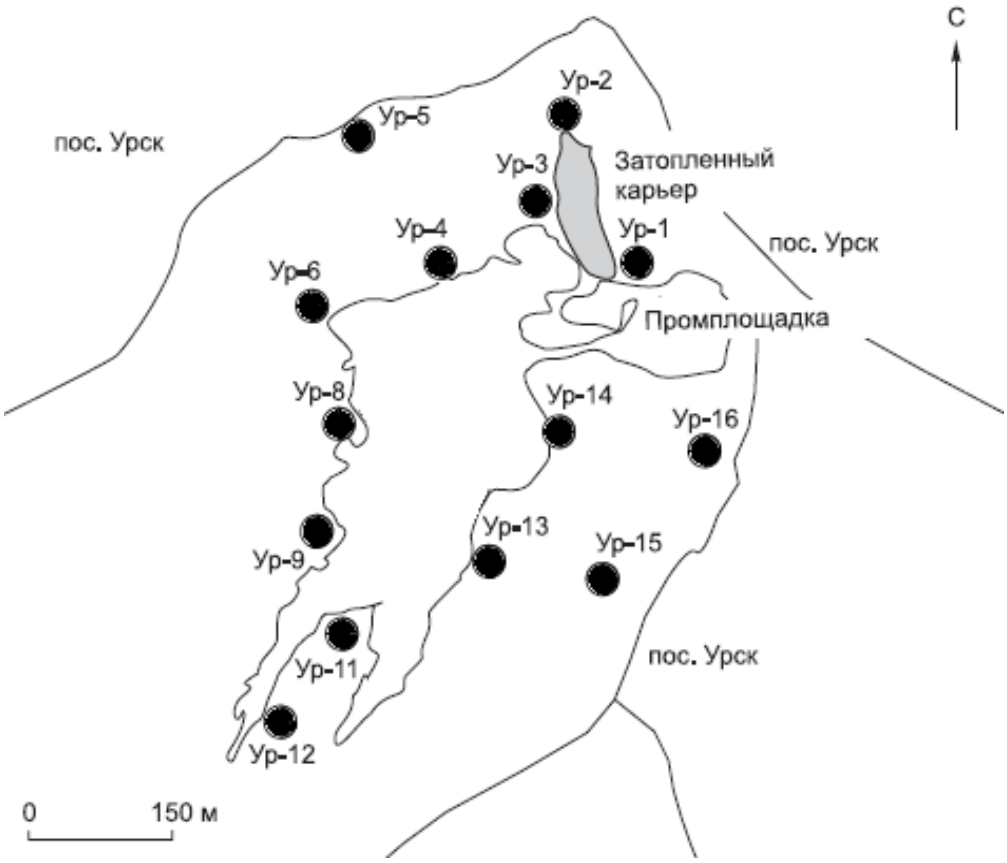

Рисунок 10 - Схема опробования мхов кукушкин лен на территории Урского хвостохранилища [8]

На территории Кемеровской области было отобрано 10 проб мха кукушкин лен. Мох отбирался вручную, после чего упаковывался в герметичные полиэтиленовые пакеты с указанием места и даты отбора. Далее пробы отправлялись в лабораторию для дальнейшей подготовки к аналитическим исследованиям. Из проб удалялись посторонние предметы - ветки, листья, кора дерева, насекомые; далее пробы высушивались при комнатной температуре. После чего пробы мха измельчались на электрической кофемолке и в агатовой ступке до пудры. Далее пробы с

территории Кемеровской области весом 100 мг упаковывались в алюминиевую фольгу и передавались на инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).

Данных по накоплению химических элементов во мхах территорий, подверженных влиянию хвостохранилищ, крайне мало. Хвосто- и шламохранилища, как правило, представляют собой источники вторичного загрязнения атмосферы посредством ветровой эрозии, когда происходит вынос тонкодисперсной пыли, содержащей токсичные компоненты, за пределы территории расположения хвостохранилищ.

4.2 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Определение уровней содержания элементов-примесей производилось с помощью метода инструментального нейтронно-активационного анализа (ИННА) в ядерно-геохимической лаборатории ИШПР ОГ Томского политехнического университета (ТПУ) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ.

Нейтронно-активационный анализ обладает некоторыми преимуществами перед другими аналитическими методами. В ходе подготовки проб к ИНАА отсутствует химическая подготовка проб, за счет чего исключается погрешность из-за привноса или удаления элементов вместе с реактивами. Механическое истирание или дробление проб нужно лишь для стандартизации и упрощения процесса взвешивания и упаковки проб перед анализом. Так как регистрация аналитического сигнала производится непосредственно с ядер химических элементов, то химическое и физическое состояние пробы не оказывает влияния на итог анализа. Влияние изменения состава матрицы пробы определяется лишь интерферирующими и нейтронопоглощающими элементами. Это позволяет в различном материале (пробах) определять содержания химических элементов в обширном диапазоне (от n x 10 % до n x 10^{-9} %) [2].

Также к преимуществам инструментального нейтронно-активационного анализа можно отнести возможность анализа сравнительно небольших навесок (100-400 мг), что не требует наличия большого количества материала проб; количественное определение большого спектра химических элементов из одной навески, что позволяет воспользоваться только одним методом анализа без дополнительных аналитических исследований; отсутствие зависимости результатов определений от химических свойств элементов. Минусом метода является лишь необходимость наличия специальных помещений для «остывания» облученных проб и для выполнения дополнительных радиохимических и измерительных исследований.

Метод определяет в пробах концентрации некоторых тяжелых металлов I, II и III классов опасности (As, Cr, Ba, Sr, Co, Zn, Sb), редких (Hf, Sc, Cs, Rb, Ta) и редкоземельных (Eu, Sm, Lu, Yb, La, Ce, Tb, Nd) элементов, радиоактивных (U, Th) элементов, макрокомпонентов (Ca, Na, Fe), некоторых благородных металлов (Au, Ag) и Br.

Пределы обнаружений химических элементов в веществах методом нейтронно-активационного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетные пределы обнаружения для НАА [124]

Чувствительность (пикограмм)	**Элементы**
1	Dy, Eu
1–10	In, Lu, Mn
10–100	Au, Ho, Ir, Re, Sm, W
100–1000	Ag, Ar, As, Br, Cl, Co, Cs, Cu, Er, Ga, Hf, I, La, Sb, Sc, Se, Ta, Tb, Th, Tm, U, V, Yb
$1000–10^4$	Al, Ba, Cd, Ce, Cr, Hg, Kr, Gd, Ge, Mo, Na, Nd, Ni, Os, Pd, Rb, Rh, Ru, Sr, Te, Zn, Zr
$10^4–10^5$	Bi, Ca, K, Mg, P, Pt, Si, Sn, Ti, Tl, Xe, Y
$10^5–10^6$	F, Fe, Nb, Ne
10^7	Pb, S

Обнаружение методом ИНАА некоторых элементов (Mg, Al, Si, P) весьма затруднительно, т.к. сечения ядерных реакций с данными элементами либо слишком малы, либо слишком велики для образования радионуклидов.

Методика НАА заключается в том, чтобы облучить исследуемые пробы в реакторе потоком тепловых нейтронов и дальнейшем измерении наведенной активности на гамма-спектрометре с полупроводниковыми детекторами.

Навески исследуемых проб, а также стандартных образцов или контрольных проб упаковывают в материал, который практически не активируется под действием нейтронов (как правило, полиэтиленовая пленка) или дающий продукты активации с малым периодом полураспада (например, алюминий), и помещают в пенал из алюминия высокой чистоты, далее облучают в течение определенного времени в канале реактора тепловыми нейтронами [5].

При аналитических исследованиях методом ИНАА для упаковки проб необходимо использовать радиационно-устойчивый, относительно чистый и доступный материал. Чаще всего пробы упаковывают в алюминиевую фольгу марки А-995 или полиэтиленовую пленку.

Определение уровня содержаний тория и урана методом ИНАА соответствует требованиям количественного анализа 3 класса. Для тория метрологические показатели немного лучше, чем для урана. Содержание урана в пробе в количестве менее 1 г/т практически не определяется из-за мешающих компонентов. Но обратная ситуация у тория, присутствие его в таких количествах в пробах успешно регистрируется [5].

Пробы мха кукушкин лен были подготовлены вручную методом истирания пробы в агатовой ступке до состояния измельченной пудры.

Изучение минеральных форм элементов в пробах мха кукушкин лен территорий Кемеровской области проводилось в МИНОЦ «Урановая геология» при ИШПР ОГ ТПУ с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010/5010 для проведения рентгеноспектрального анализа (рисунок 11).

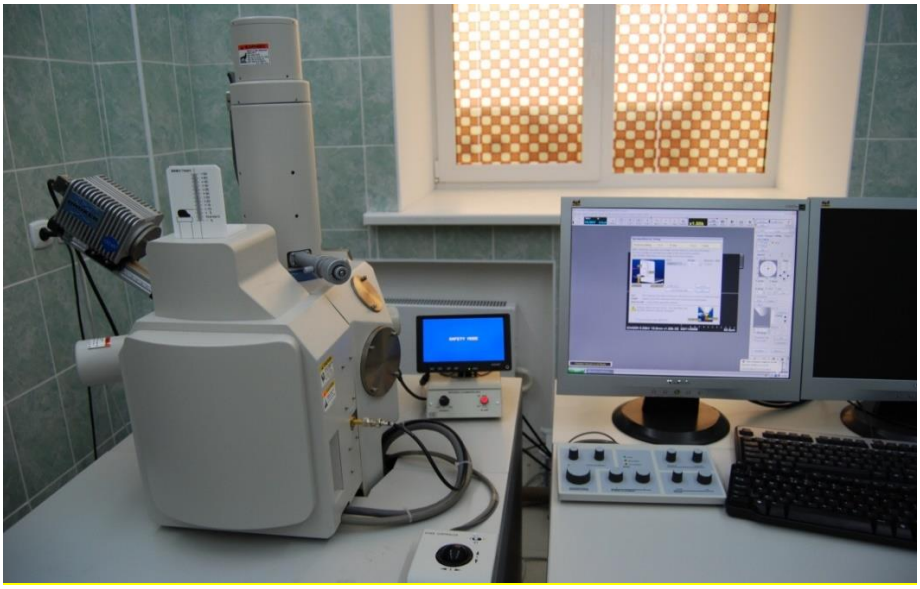

Рисунок 11 - СЭМ Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010/5010

Режим съемки: низкий вакуум, детектор вторичных электронов, ускоряющее напряжение 20 кВ, увеличение в 839 раз.

4.3 Математическая обработка результатов

Обобщение результатов аналитических исследований и их дальнейшая обработка производилась с помощью программного обеспечения: Microsoft OfficeExcel 2016, Microsoft OfficeWord 2016 и «Statistica 8.0».

Статистическая обработка данных включала расчет основных статистических характеристик распределения химических элементов во мхах (медианы, моды, стандартного отклонения, дисперсии, вариации и некоторых других параметров). Был проведен корреляционный анализ, в результате которого были сформированы графф-ассоциации химических элементов в пробах, а также проверка на нормальность распределения выборки полученных данных. Также проводился кластерный анализ и факторный анализ методом главных компонентов.

В ходе обработки результатов применялись расчеты эколого-геохимического критерия – коэффициента концентрации ($К_к$). Расчет коэффициента концентрации химических элементов в эпифитных мхах производился по формуле:

$$К_к = \frac{С}{С_ф},$$

где $К_к$ – коэффициент концентрации,

$С$ – содержание элемента в природной среде,

$С_ф$ – фоновое содержание элемента в исследуемой среде.

Фоновые пробы для мхов для территории Комсомольского хвостохранилища - пос. Макаракский на берегу р. Кия в 10 км к юго-западу от хвостохранилища, для мхов Урского хвостохранилища – в районе оз. Урское в 4 км к юго-востоку от хвостохранилища.

Глава 5. Особенности накопления химических элементов во мхах кукушкин лен территорий Кемеровской области

Мхи различных видов в последние годы активно используются в эколого-геохимических исследованиях как индикаторы состояния окружающей среды. Мхи не имеют корневой системы, что делает их отличными сорбентами для атмосферных выпадений. Благодаря своим морфологическим особенностям, мхи поглощают выпавшие на их поверхность вещества, а низкий уровень метаболизма способствует их последующему накоплению в биомассе [4].

Из-за своего особого строения и ареала произрастания мох кукушкин лен способен накапливать в себе широкий спектр загрязнителей, от тяжелых металлов и до редкоземельных элементов. Это способность является оптимальной для исследований территории с длительным техногенным загрязнением атмосферы конкретными источниками [4].

На основе аналитических исследований были определены содержания химических элементов в пробах мхов кукушкин лен исследуемых территорий, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание химических элементов (г/т) в мхах кукушкин лен территорий хвостохранилищ Кемеровской области

№ п/п	Шифр	Sm	Ce	Ca	Lu	U	Th	Cr	Yb	Au	Hf	Ba	Sr	Nd	As
1	КМ1/8	0,184	2,36	0,338	0,015	0,799	0,146	0,25	0,069	0,002	0,055	39,0	5,0	1,48	8,36
2	КМ-2	0,329	4,76	0,290	0,026	0,970	0,277	0,25	0,122	0,011	0,158	45,5	5,0	1,59	1,36
3	КМ-2/1	0,153	2,22	0,284	0,008	0,819	0,172	0,25	0,022	0,011	0,051	47,3	5,0	0,23	0,77
4	КМ-3	0,223	4,05	0,510	0,020	0,762	0,237	0,25	0,140	0,002	0,113	35,1	44,1	0,69	1,10
5	КМ-3/1	0,221	2,72	0,412	0,013	0,800	0,209	0,25	0,087	0,002	0,093	32,2	5,0	2,24	1,59
6	Ур-1	0,517	5,48	0,189	0,033	1,029	0,435	0,25	0,307	0,046	0,459	10735,4	90,4	12,25	15,61
7	Ур-2	0,623	6,84	0,832	0,066	1,161	0,962	0,25	0,405	0,038	0,646	10994,7	5,0	6,89	15,51
8	Ур-3	0,282	4,78	0,563	0,045	0,951	0,422	0,25	0,186	0,051	0,254	11499,6	78,0	8,52	14,49
9	Ур-4	0,583	7,15	0,796	0,036	1,079	0,838	0,25	0,234	0,049	0,643	17005,7	113,9	13,98	24,95
10	Ур-5	0,333	5,48	0,581	0,026	1,114	0,523	0,25	0,190	0,002	0,314	269,8	5,0	3,76	1,43
11	Кия	0,184	2,90	0,672	0,016	0,810	0,173	0,25	0,064	0,002	0,090	99,9	60,5	1,44	0,39
12	Ур-7	0,168	3,03	0,661	0,013	0,591	0,283	0,25	0,092	0,000	0,104	45,3	5,0	1,46	0,39
№ п/п	**Шифр**	**Ag**	**Br**	**Cs**	**Tb**	**Sc**	**Rb**	**Fe**	**Zn**	**Ta**	**Co**	**Na**	**Eu**	**La**	**Sb**
1	КМ1/8	0,050	2,34	0,073	0,019	0,258	3,64	0,019	2,5	0,005	0,766	0,023	0,030	0,879	1,234
2	КМ-2	0,050	2,73	0,137	0,013	0,389	10,70	0,195	8,5	0,005	1,354	0,032	0,014	1,325	0,207
3	КМ-2/1	0,050	2,54	0,092	0,021	0,226	14,05	0,015	2,5	0,005	0,705	0,014	0,000	0,744	0,058
4	КМ-3	0,050	3,05	0,203	0,028	0,426	9,77	0,052	2,5	0,005	0,927	0,049	0,067	1,187	0,097
5	КМ-3/1	0,050	3,40	0,314	0,003	0,409	25,51	0,062	2,5	0,005	1,026	0,034	0,031	0,979	0,147
6	Ур-1	3,06	3,89	0,142	0,077	1,568	5,00	0,604	14,4	0,189	1,714	0,059	0,016	2,688	17,844
7	Ур-2	4,24	6,23	0,705	0,223	2,142	12,30	0,862	101,5	0,005	2,680	0,110	0,180	3,597	24,040
8	Ур-3	3,51	0,08	0,423	0,059	1,118	4,47	0,645	31,5	0,115	1,298	0,058	0,005	1,807	24,554
9	Ур-4	4,71	3,83	0,497	0,099	1,461	5,38	1,521	85,8	0,005	3,439	0,102	0,141	3,444	33,418
10	Ур-5	0,050	6,21	0,227	0,111	0,797	7,65	0,153	34,7	0,005	1,524	0,051	0,061	1,931	0,480
11	Кия	0,050	2,78	0,071	0,033	0,256	3,55	0,036	2,5	0,023	0,777	0,023	0,031	0,857	0,112
12	Ур-7	0,050	1,84	0,223	0,020	0,399	3,99	0,015	2,5	0,023	0,545	0,020	0,023	0,917	0,025

Примечание: КМ – пос. Комсомольск; Ур – пос. Урск; Кия – условно фоновая территория; Ур-7 – условно фоновая территория

Стандартные статистические параметры (среднее значение, медиана, мода, частота моды, max, min, стандартное отклонение, коэффициент вариации), рассчитанные с помощью программного обеспечения «Statistica 8.0», приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Числовые характеристики содержаний химических элементов во мхах Комсомольского хвостохранилища

Название элемента	**Мода**	**Медиана**	**Среднее значение**	**К. вариации**
Sm	Multiple	0,20	0,42	193,47
Ce	Multiple	2,90	3,67	76,51
Ca	Multiple	0,41	0,47	59,16
Lu	Multiple	0,01	0,02	134,29
U	Multiple	0,82	0,92	39,36
Th	Multiple	0,21	0,23	42,40
Cr	0,5	0,5	0,5	0,5
Yb	Multiple	0,09	0,13	151,46
Au	0,003	0,003	0,006	97,26
Hf	Multiple	0,10	0,11	58,31
Ba	Multiple	47,32	306,87	289,30
Sr	10	10	19,77	74,38
Nd	1	1,36	2,13	106,75
As	Multiple	2,44	2,72	80,91
Ag	0,1	0,1	0,21	143,24
Br	Multiple	3,05	4,16	72,60
Cs	Multiple	0,16	0,16	50,70
Tb	0,01	0,02	0,04	178,74
Sc	Multiple	0,40	0,52	125,37
Rb	Multiple	9,21	9,31	58,01
Fe	0,03	0,06	0,13	182,53
Zn	5	5	33,96	254,70
Ta	0,01	0,01	0,1	77,85
Co	Multiple	0,93	1,14	65,07
Na	Multiple	0,03	0,03	72,06
Eu	Multiple	0,03	0,06	196,75
La	Multiple	0,98	1,31	85,52
Sb	Multiple	0,58	1,05	167,67

В соответствии с таблицей 4 была приведена классификация геохимических полей по степени их изменчивости.

Таблица 4 - Классификация геохимических полей по степени их изменчивости («Litogeochemical…1987»)

Группа	**Характер геохимического поля**	**Значения, %**
I	Однородные	<39
II	Неоднородные	40-79
III	Весьма неоднородные	80-159
IV	Крайне неоднородные	>160

Результаты анализа однородности геохимических полей в соответствии с коэффициентом вариации изучаемых элементов представлены в таблицах 5, 7.

Таблица 5 - Результаты распределения химических элементов по группам в соответствии с их коэффициентом вариации (Комсомольское хвостохранилище)

Группа	**Характер геополя**	**Название элементов**
1	Однородные	Ce, Ca, U, Cr
2	Неоднородные	Sm, Lu, Th, Yb, Hf, Nd, Cs, Sc, Co, Na, Eu, La
3	Весьма неоднородные	Au, Ba, Sr, As, Ag, Br, Tb, Rb, Zn, Ta, Sb
4	Крайне неоднородные	-

Таблица 6 - Числовые характеристики содержаний микроэлементов во мхах Урского хвостохранилища

Название элемента	**Мода**	**Медиана**	**Среднее значение**	**К. вариации**
Sm	Multiple	0,39	0,48	39,95
Ce	Multiple	4,79	5,49	31,07
Ca	Multiple	0,57	0,56	35,10
Lu	Multiple	0,02	0,03	49,76
U	Multiple	1,03	1,02	15,44
Th	Multiple	0,43	0,52	56,97
Cr	0,5	0,5	0,5	0
Yb	Multiple	0,19	0,21	46,41
Au	Multiple	0,01	0,02	90,01
Hf	Multiple	0,25	0,32	72,51
Ba	Multiple	1118,34	4913,71	130,01
Sr	10	10	30,27	118,09
Nd	11,03	3,76	5,25	72,20
As	Multiple	4,17	10,41	105,58
Ag	0,1	0,1	1,29	122,74
Br	Multiple	4,22	5,55	100,72
Cs	Multiple	0,33	0,40	77,24
Tb	Multiple	0,06	0,06	86,15
Sc	Multiple	0,82	0,90	62,82
Rb	Multiple	7,65	10,14	80,47
Fe	Multiple	0,39	0,46	79,24
Zn	5	29,13	36,19	97,30
Ta	0,01	0,01	0,04	142,96
Co	Multiple	1,52	1,95	42,58
Na	Multiple	0,06	0,07	40,91
Eu	Multiple	0,06	0,07	68,75
La	Multiple	1,95	2,56	40,05
Sb	Multiple	4,05	11,22	98,94

Таблица 7 - Результаты распределения химических элементов по группам в соответствии с их коэффициентом вариации (Урское хвостохранилище)

Группа	Характер геополя	Название элементов
1	Однородные	Ce, Ca, U
2	Неоднородные	Sm, Lu, Th, Yb, Hf, Nd, Cs, Sc, Fe, Na, La, Eu
3	Весьма неоднородные	Au, Ba, Sr, As, Ag, Br, Tb, Rb, Zn, Ta, Sb
4	Крайне неоднородные	-

Для районов территорий Комсомольского хвостохранилища поля большинства химических элементов (Sm, Lu, Th, Yb, Hf, Nd, Cs, Sc, Co, Na, Eu, La, Au, Ba, Sr, As, Ag, Br, Tb, Rb, Zn, Ta, Sb) являются неоднородными и весьма неоднородными, а для районов территорий Урского - так же однородными и весьма неоднородными (Sm, Lu, Th, Yb, Hf, Nd, Cs, Sc, Fe, Na, La, Eu, Au, Ba, Sr, As, Ag, Br, Tb, Rb, Zn, Ta, Sb). Исходя из этого следует, что для данных элементов мы можем ожидать значительных показателей дисперсии.

В качестве критерия соответствия эмпирического распределения нормальному теоретическому применяют отношения показателей асимметрии A и эксцесса E к их стандартным ошибкам A и E соответственно:

$$t_1 = \frac{A}{\sigma_A}; \quad t_2 = \frac{E}{\sigma_E}$$

Если эти значения по абсолютной величине превышают 3, то гипотеза о нормальном распределении отвергается.

При использовании критериев Колмогорова-Смирнова и χ^2 в качестве критерия проверки гипотезы о законе распределения содержания химических элементов во мхах исследуемой территории была использована следующая градация.

Степень значимости отличия распределения от соответствующего нормального закона качественно определяется по уровню значимости: не значимые ($p \geq 0{,}100$), слабо значимые ($0{,}100 > p \geq 0{,}050$), статистически

значимые (0,050> $p \geq 0,005$), сильно значимые (0,005> $p \geq 0,0005$), высоко значимые (0,0005> p) [5].

Результаты соответствия нормальному закону распределения содержаний химических элементов для исследуемой территории представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Анализ принадлежности распределения химических элементов проб мхов кукушкин лен исследуемой территории нормальному закону распределения (Комсомольское хвостохранилище)

Элемент	**Критерий**				**Заключение**
	T_1	T_2	Колмогорова - Смирнова	X^2	
Sm	7,4	15,7	p < 0,01	-	Не принадлежит
Ce	6,5	13,0	-	P=0.00000	Не принадлежит
Ca	4,9	8,3	-	-	Не принадлежит
Lu	7,1	14,6	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
U	6,0	11,6	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Th	2,0	0,6	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Cr	0	0	-	-	Не принадлежит
Yb	7,1	14,9	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Au	2,7	1,4	-	P=0.02842	Не принадлежит
Hf	3,3	4,1	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Ba	7,3	15,4	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Sr	2,2	0,1	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Nd	3,6	2,8	P<0.01	-	Не принадлежит
As	2,4	1,3	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Ag	5,7	9,3	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Br	5,4	9,4	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Cs	1,1	-0,4	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Tb	7,1	14,9	P<0.10	-	Не принадлежит
Sc	7,0	14,3	P<0.01	-	Не принадлежит
Rb	2,6	2,6	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Fe	6,2	11,6	P<0.10	P=0.00000	Не принадлежит
Zn	7,1	14,6	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Ta	5,9	10,6	-	P=0.12251	Не принадлежит
Co	5,5	10,2	P<0.05	P=0.00009	Не принадлежит
Na	4,7	7,7	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Eu	7,1	14,8	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
La	6,5	12,8	P<0.05	P=0.00275	Не принадлежит
Sb	5,4	9,0	-	P=0.00001	Не принадлежит

Таблица 9 - Анализ принадлежности распределения химических элементов проб мхов исследуемой территории нормальному закону распределения (Урское хвостохранилище)

Элемент	**Критерий**				**Заключение**
			Колмогорова - Смирнова	X^2	
Sm	2,3	1,7	P<0.01	-	Не принадлежит
Ce	2,6	2,8	-	P=0.00012	Не принадлежит
Ca	0,2	0,4	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Lu	1,8	0,9	P<0.01	-	Не принадлежит
U	-1,6	1,2	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Th	1,7	0,2	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Cr	0	0	-	-	Не принадлежит
Yb	1,9	0,5	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Au	1,0	-1,2	-	P=0.06896	Не принадлежит
Hf	1,0	-1,1	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Ba	1,7	-0,7	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Sr	2,4	0,2	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Nd	0,8	-1,0	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
As	2,7	2,3	P<0.05	P=0.00001	Не принадлежит
Ag	1,5	-1,0	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Br	4,4	6,9	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Cs	3,4	4,3	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Tb	2,7	2,6	P<0.10	P=0.00001	Не принадлежит
Sc	0,9	0,1	P<0.05	P=0.00000	Не принадлежит
Rb	4,4	6,9	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Fe	3,3	3,9	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Zn	1,7	-0,4	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Ta	2,9	1,5	-	P=0.31751	Не принадлежит
Co	1,4	-0,6	P<0.01	P=0.00001	Не принадлежит
Na	0,6	-1,1	P<0.01	-	Не принадлежит
Eu	1,6	0,2	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
La	1,5	-0,2	P<0.01	P=0.00000	Не принадлежит
Sb	0,9	-1,3	-	P=0.00292	Не принадлежит

Примечание: К-С – критерий Колмогорова-Смирнова; χ^2 – критерий Хи-Квадрат Пирсона.

После проведения анализа данных критерия соответствия нормальному закону распределения на двух исследуемых территориях можно сделать вывод о том, что на территории пос. Комсомольское нормальному

закону распределения не соответствует ни один из элементов; на территории Урского наблюдается аналогичная картина.

Для выделения ассоциаций химических элементов в пробах мха кукушкин лен исследуемых территорий проводился корреляционный анализ отдельно.

Корреляция между результатами концентраций двух химических элементов может охарактеризоваться прежде всего коэффициентом парной корреляции Пирсона r, который отражает степень линейной связи, для нормальных распределений или ранговым коэффициентом корреляции Спирмена R, если распределения сильно отличается от нормального. Исходя из того, что содержания химических элементов на обоих анализируемых территориях не принадлежат нормальному распределению, для выделения ассоциаций в работе использовался ранговый коэффициент корреляции Спирмена.

На первом этапе был рассчитан коэффициент корреляции r. Для районов территорий пос. Комсомольское он составил 0,26, а для пос. Урское - 0,28.

В ходе построения корреляционной матрицы выявлено, что большинство пар элементов имеют значимые связи, для уменьшения количества таких пар искусственно повысили критическое значение корреляции. Для районов пос. Комсомольское оно составило 0,86, для пос. Урское - 0,75.

Результат выделения ассоциаций химических элементов во мхах исследуемых территорий с использованием коэффициента корреляции Спирмена представлен в виде графических ассоциаций (рисунок 13,14).

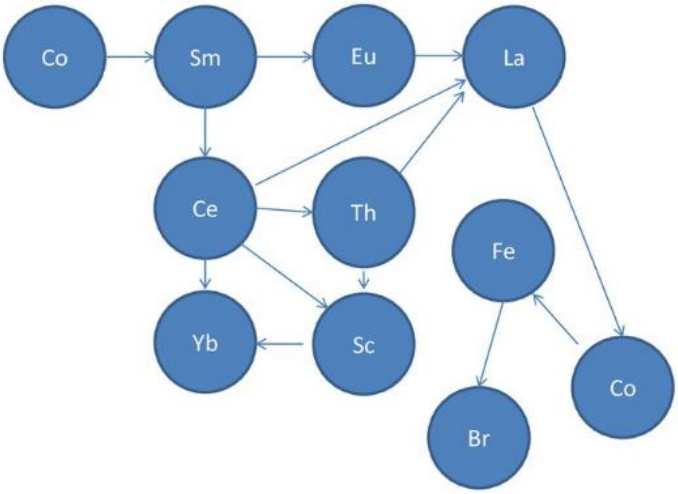

Рисунок 13 - Графические ассоциации химических элементов в пробах мха кукушкин лен (Комсомольское хвостохранилище)

По классификации Гольдшмидта в данной ассоциации можно выделить следующие группы элементов, схожих по поведению:

•сидерофилы: Co, Fe

•литофилы: Sc, La, Sm, Br, Ce, Nd, Na, Cs, U, Eu, Ce, Th, Yb

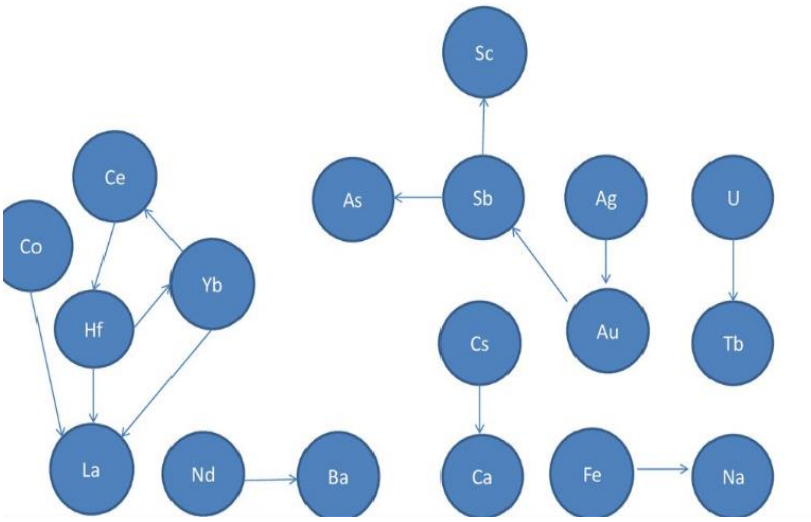

Рисунок 14 - Графические ассоциации химических элементов проб мха кукушкин лен (Урское хвостохранилище)

По классификации Гольдшмидта в данной ассоциации можно выделить следующие группы элементов, схожих по поведению:

•сидерофилы: Co, Fe, Au

•литофилы: , Ca, Sc, La, Sm, Ba, Hf, Ce, U, Nd, Na, Cs, U, Yb, Nd, Tb, Na

•халькофилы: Ag, As, Sb

Таким образом, основная часть элементов ассоциаций обоих территорий представлена литофилами, что свидетельствует о естественной природе данных ассоциаций.

Первая ассоциация (Комсомольское хвостохранилище) представлена 11-ю элементами, вторая – 18-ю. Из всех данных элементов 10 являются для ассоциаций общими.

Далее был проведен кластерный анализ исследуемых территорий методами Варда. Дистанционный коэффициент 1 – r. Жирной линией отмечен критический уровень, для расчета которого в программе высчитывается то количество проб, после которых корреляция значима. Затем высчитывается коэффициент r при доверительном интервале 0,05. Для районов территорий пос. Комсомольское при 17 пробах коэффициент r равен 0,26, а для пос. Урское (при 15 пробах) - 0,28.

Графические результаты кластерного анализа представлены в виде дендрограмм (рисунок 15,16).

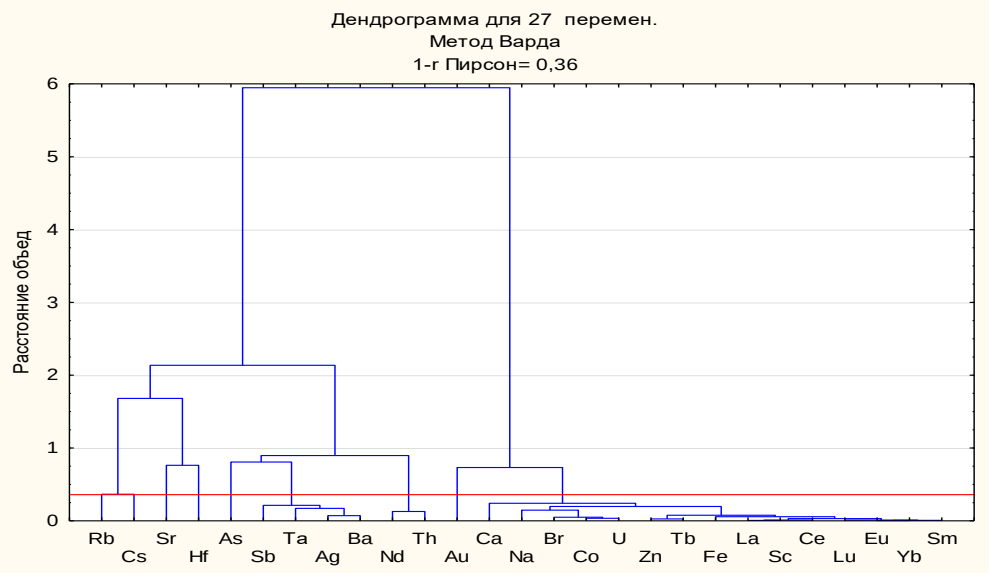

Рисунок 15 - Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов (Комсомольское хвостохранилище)

В пределах первого кластера выделяются следующие значимые ассоциации химических элементов: первая образована Cs, Sr, Hf; вторая – Th, Nd, Ta, Sb; третья – Br, Na, Ca, Au. Природа ассоциаций - техногенная: Nd, Ag, Sb, As, Ba; природная: Na, Ta, Rb, Cs; Eu, Hf, Yb, Sc, Th, Lu, La, Ce, Sm.

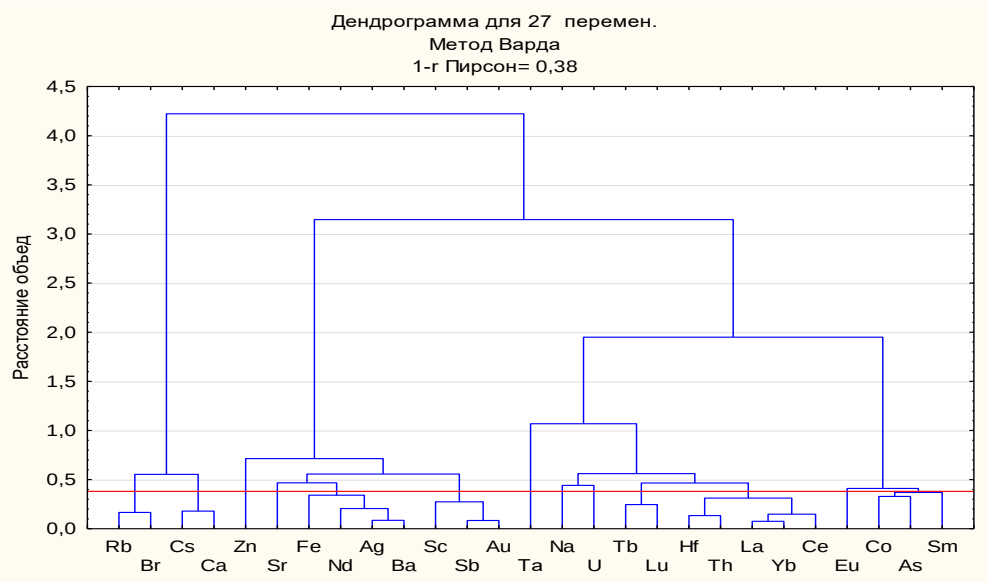

Рисунок 16 - Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра микроэлементов (Урское хвостохранилище)

Для данной территории выделяется 4 крупных кластера. Первый – Zn, Sr, Fe, Nd, Ag; второй – Ta, Na, U, Tb, Lu; третий – Hf, Th, La, Yb; четвертый – Eu, Co, As, Sm. Природа ассоциаций - техногенная: Nd, Ag, Sb, As, Ba; природная: Na, Ta, Rb, Cs; Eu, Hf, Yb, Sc, Th, Lu, La, Ce, Sm.

При построении факторной модели был использован факторный анализ методом главных компонентов. При анализе распределения химических элементов на данных территориях необходимо определить максимальное число факторов, которые оказывают существенное воздействие на дисперсию.

Для этого необходимо рассмотреть график и таблицу собственных значений для проб анализируемых территорий.

Перед построением корреляционных матриц значения необходимо стандартизировать. Было построено 10 факторов по каждому региону с применением нагрузки вращения факторов – варимакс исходных. Из 10 полученных факторов по каждой территории были отобраны те, собственные значения которых были не менее 1.

График собственных значений для территории Комсомольского хвостохранилища представлен на рисунке 17, а дисперсия, объясненная последовательностью всех собственных значений, представлена в таблице 10.

Для территории районов Урского хвостохранилища график собственных значений представлен на рисунке 18, а дисперсия, объясненная последовательностью всех собственных значений, представлена в таблице 11.

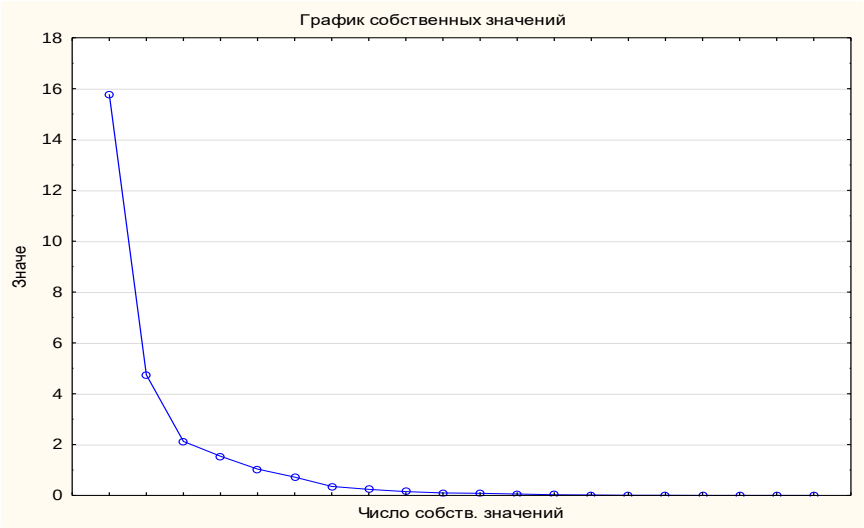

Рисунок 17 - График собственных значений для проб мхов кукушкин лен районов пос. Комсомольское

Рисунок 17 демонстрирует графический метод («критерий каменистой осыпи») оценки значимости собственных значений: справа от критической точки, где убывание собственных значений слева направо максимально замедляется, находится только «факториальная осыпь», которой пренебрегают. В соответствии с этим критерием можно оставить 5 факторов.

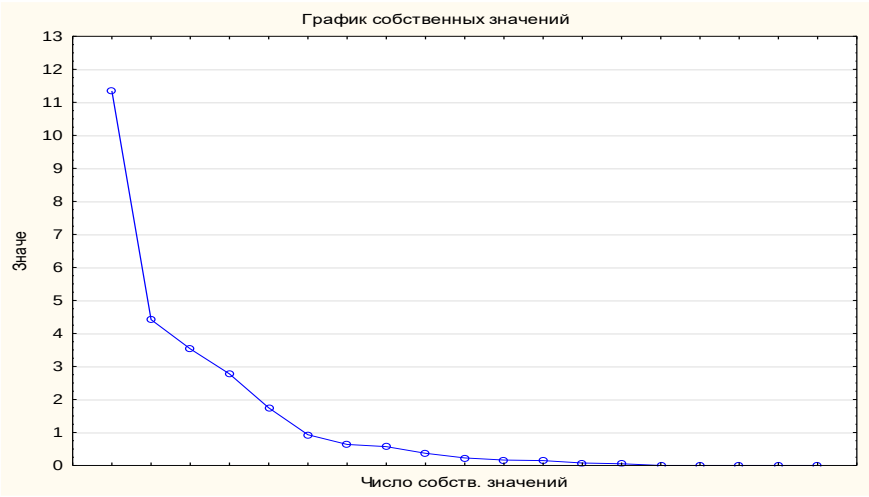

Рисунок 18 - График собственных значений для проб мхов кукушкин лен районов пос. Урское

Рисунок 18 демонстрирует графический метод оценки значимости собственных значений: справа от критической точки, где убывание собственных значений слева направо максимально замедляется, находится только «факториальная осыпь», которой пренебрегают.

Таблица 10 - Дисперсия, объясненная последовательностью всех собственных значений по данным проб Комсомольского хвостохранилища

	Собств. Знач.	**% общей**	**Кумулятивн.**	**Кумулятивн.**
1	15,77665	58,43204	15,77665	58,43204
2	4,74380	17,56964	20,52045	76,00168
3	2,12436	7,86801	22,64482	83,86969
4	1,54385	5,71797	24,18867	89,58766
5	1,03749	3,84255	25,22616	93,43021
6	0,72161	2,67261	25,94776	96,10282
7	0,35507	1,31507	26,30283	97,41790
8	0,24013	0,88937	26,54296	98,30727
9	0,15247	0,56469	26,69543	98,87196
10	0,09943	0,36824	26,79485	99,24020

По данным таблицы 10 выделяются 5 факторов, у которых число собственного значения больше 1, а значит, только эти 5 факторов оказывают существенное влияние на распределение химических элементов на территории районов Комсомольского хвостохранилища.

Таблица 11 - Дисперсия, объясненная последовательностью всех собственных значений по данным проб Урского хвостохранилища

	Собств. Знач.	**% общей**	**Кумулятивн.**	**Кумулятивн.**
1	11,34603	42,02235	11,34603	42,02235
2	4,41808	16,36326	15,76411	58,38561
3	3,53333	13,08639	19,29744	71,47200
4	2,77483	10,27713	22,07227	81,74913
5	1,74872	6,47673	23,82098	88,22586
6	0,93097	3,44805	24,75196	91,67391
7	0,63764	2,36163	25,38960	94,03554
8	0,57108	2,11512	25,96068	96,15066
9	0,37030	1,37150	26,33098	97,52215
10	0,22985	0,85129	26,56083	98,37345

По данным таблицы 11 первые 5 факторов имеют число собственного значения больше 1, а значит, они оказывают существенное влияние на распределение химических элементов на территории равнинных районов.

Таблица 12 - Вращаемые факторные нагрузки в выбранной 7-х факторной модели для проб Комсомольского хвостохранилища

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6	Фактор 7
Sm	0,99271	-0,020050	-0,006192	-0,040835	-0,008431	0,066988	0,049384
Ce	0,98973	0,053598	0,041414	0,014849	-0,000954	-0,036989	0,041006
Ca	0,89070	0,052525	-0,162045	0,039222	-0,154595	-0,086666	-0,146259
Lu	0,99142	-0,011166	-0,005100	-0,063918	0,028266	0,038455	0,029980
U	0,95792	0,009896	0,051110	0,161011	0,078076	0,119924	0,034824
Th	0,59819	0,645861	0,187368	0,201505	-0,029531	-0,220254	0,180034
Cr	0,99495	0,017116	0,002849	-0,037255	0,006455	0,015456	0,032305
Yb	0,55962	0,191985	-0,080729	-0,168960	-0,024812	0,764214	0,150716
Au	0,10127	0,298894	0,036725	0,922892	0,062313	-0,111748	-0,162467
Hf	0,04494	0,976660	0,028302	0,051013	0,146966	0,107626	0,040135
Ba	-0,11539	-0,122003	-0,223045	0,159966	-0,170480	-0,059235	-0,928110
Sr	0,72258	0,623141	0,132521	0,014762	0,052851	-0,052829	0,142089
Nd	0,08269	0,332305	-0,139304	0,071656	0,906319	0,002402	0,181795
As	-0,02716	0,935215	0,146478	0,103116	0,051039	0,018970	0,079277
Ag	0,94183	0,111455	0,128822	0,157540	0,020675	-0,043404	0,098106
Br	0,28965	0,096218	0,673995	0,072699	-0,202715	-0,451951	0,224555
Cs	0,98048	-0,072392	-0,036924	-0,077651	-0,064885	0,056904	0,062180
Tb	0,99173	0,063934	0,032630	0,009198	0,013571	0,028146	0,077754
Sc	-0,07275	-0,012343	0,982945	0,007542	-0,057039	0,033234	0,124432
Rb	0,95410	0,250749	0,018123	-0,009279	0,050375	0,108724	0,081756
Fe	0,97264	-0,027194	-0,064271	-0,028299	-0,048421	0,075249	0,048744
Zn	-0,05581	0,951466	-0,148182	-0,042387	-0,025395	-0,017695	-0,031044
K	0,95807	0,123598	0,102936	0,145746	0,130940	0,032652	0,012137
Co	0,88925	-0,006237	0,063296	0,274464	0,073523	0,253345	-0,101366
Na	0,99582	0,006739	-0,008576	-0,008570	0,016802	0,033373	0,034934
Eu	0,98443	0,123052	0,040017	0,052817	0,057506	0,011678	0,062338
La	0,00748	0,823271	-0,091983	0,383838	0,345774	0,094416	0,010225
Sb	15,32512	4,600332	1,673232	1,285608	1,114150	0,997227	1,143816
Общ.дис.	0,56760	0,170383	0,061972	0,047615	0,041265	0,036934	0,042364
Доля общ							

В таблице 12 красным цветом выделены наибольшие нагрузки, оказываемые различными факторами на распределение химических элементов на территории пос. Комсомольское.

Первый фактор – наиболее весомый, оказывает наибольшую нагрузку на дисперсию следующих элементов: Sm, Ce, Ca, Lu, U, Cr, Sr, Ag, Cs, Tb, Rb, Fe,

Co, Na, Eu. Второй фактор менее весомый, оказывает влияние на следующие элементы Hf, Zn, As, La.

Факторы 3, 4, 5, 6, 7 оказывают нагрузку лишь на один химический элемент, это Sc, Au, Nd, Yb, Ba (знак "-"свидетельствует об обратной связи с фактором). Результаты факторного анализа отражают связи между этими элементами. Данный спектр элементов отражает состав отходов хвостохранилища: сульфидные минералы, отходы цианирования золото-арсенопирит-кварцевых руд.

Таблица 13 - Вращаемые факторные нагрузки в выбранной 7-х факторной модели для проб мхов кукушкин лен районов Урского хвостохранилища

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	Фактор 6
Sm	0,370692	-0,100769	0,098110	0,863808	-0,071458	-0,026139
Ce	0,880506	-0,054006	0,086066	0,359767	-0,095545	0,179714
Ca	0,097442	0,195679	-0,724338	0,051801	0,583778	-0,032791
Lu	0,715086	0,231640	0,094679	0,165083	-0,086035	0,019448
U	0,749234	0,095256	-0,236892	-0,169240	0,078980	0,037728
Th	0,945535	0,218498	-0,047179	-0,008843	0,138968	-0,013356
Cr	0,880939	0,223332	0,056103	0,263290	-0,156647	-0,080119
Yb	0,120395	0,933940	0,129660	0,232814	-0,104560	0,035373
Au	0,796770	0,516599	0,071084	0,015373	0,115127	0,007449
Hf	0,268320	0,931427	0,006568	-0,080199	0,101574	0,061268
Ba	0,007042	0,607056	0,148216	0,002345	-0,121201	0,768926
Sr	0,427931	0,758511	0,001530	-0,208269	-0,139736	0,240692
Nd	-0,027991	0,449694	0,153330	0,845741	0,054597	0,006466
As	0,212491	0,934458	-0,143338	-0,020354	0,021594	0,096696
Ag	-0,179911	-0,158619	-0,892236	-0,061481	0,053478	-0,025830
Br	0,160038	0,155891	-0,938236	-0,081234	0,117463	-0,015017
Cs	0,764764	0,290878	-0,267452	-0,088675	0,130689	-0,095071
Tb	0,151116	0,713565	0,161660	0,253603	0,290110	0,027578
Sc	0,002235	-0,318624	-0,897582	-0,109380	-0,121413	-0,054815
Rb	0,416357	0,674971	-0,159359	0,343325	0,125705	0,342410
Fe	0,386372	0,398816	0,035445	-0,178185	0,703179	0,270658
Zn	0,334784	0,170833	0,137049	-0,052061	-0,869829	0,204136
K	0,615251	0,176213	0,016464	0,641988	0,146099	0,051749
Co	0,590062	0,152984	-0,549699	0,445470	0,028630	-0,004078
Na	0,308425	0,095704	-0,090354	0,614675	0,665260	-0,011400
Eu	0,881623	0,264220	-0,062248	0,362668	-0,012306	0,101529
La	0,116007	0,859010	0,095493	0,432256	0,132861	0,012655
Sb	7,328384	6,497598	3,648810	3,377162	2,366736	0,965249
Общ.дис.	0,271422	0,240652	0,135141	0,125080	0,087657	0,035750
Доля общ	0,209182	0,106914	0,083176	0,068832	0,062869	0,052451

По данным таблицы 13 первый фактор оказывает наибольшую нагрузку на дисперсию следующих элементов: Ce, Lu, Th, U, Cr, Au, Cs, Eu. Второй фактор оказывает влияние на следующие элементы Yb, Hf, Sr, As, Tb, La. Третий фактор оказывает влияние на такие элементы, как Ca, Ag, Br, Sc. Четвертый влияет на следующие элементы: Sm, Nd. Фактор 5 оказывает

влияние на Fe, Zn. Шестой фактор влияет только на один химический элемент – Ba.

В ходе анализа данных апробирования мхов районов территорий Комсомольского и Урского хвостохранилищ была выполнена базовая статистическая обработка 28 химических элементов и определены концентрации следующих химических элементов: Sm, Ce, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Zn, Ta, Co, Eu, La, Sb, выраженные в граммах на тонну (г/т), Fe, Ca, Na – в процентах (%).

Данная статистическая обработка позволила сравнить две различные территории - Комсомольское и Урское хвостохранилища, а также дать объективную характеристику их эколого-геохимического состояния. В данной работе было использовано несколько видов статистического анализа: одномерная статистика, двумерная и факторный анализ.

На каждой территории были проведены расчеты основных показателей описательной статистики для каждой исследуемой территории, выявлены и исключены «ураганные пробы» для каждой выборки. На территории Комсомольского обнаружены ураганные пробы для геохимических полей для Sm, Ce, Ba, Sr, Nd, As, Br, Rb, Zn, La, Sb, а на территории Урского для Ce, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Rb, Zn, Sb.

Также определена степень неоднородности геохимических полей каждого исследуемого элемента. Для исследуемой территории Комсомольского хвостохранилища геохимические поля Sm, Lu, Th, Yb, Hf, Nd, Cs, Sc, Co, Na, Eu, La имеют неоднородный характер изменчивости, в то время как геохимические поля Au, Ba, Sr, As, Ag, Br, Tb, Rb, Zn, Ta, Sb весьма неоднородный. Все остальные совокупности исследуемых элементов определяются однородным характером геохимического поля. Для территории Урского хвостохранилища Sm, Lu, Th, Yb, Hf, Nd, Cs, Sc, Co, Na, Eu, La геохимических полей имеют неоднородный характер; весьма неоднородный - Au, Ba, Sr, As, Ag, Br, Tb, Rb, Zn, Ta, S. Все остальные совокупности

исследуемых элементов определяются однородным характером геохимического поля.

В ходе анализа принадлежности распределения химических элементов проб мхов исследуемых территорий нормальному (с использованием трех критериев: t1, t2,, X2 и критерий Колмогорова-Смирнова) было выявлено, что распределение ни одного из анализируемых химических элементов ему не соответствует.

Оценку влияния территориального признака на содержание химических элементов в пробах с помощью однофакторного дисперсионного анализа осуществляли посредством трех критериев: параметрический однофакторный дисперсионный анализ и непараметрические - дисперсионный анализ Краскела - Уоллиса и медианный тест. Было выявлено, что влияние территориального признака отбора проб на содержание химических элементов в пробах мхов исследуемых территорий незначительно для следующих элементов: Sm, U, Cr, Yb, As, Sc, Rb, Fe, Ta. Для остальных элементов влияние территориального признака является значимым.

Первым шагом сравнительной оценки средних содержаний анализируемых компонентов во мхах исследуемых регионов было определение с помощью критерия Фишера перечня элементов, к которым можно применить критерий Стьюдента для определения значимости различий между средними содержаниями химических элементов на анализируемых территориях. Так как критерий Фишера меньше критического у таких химических элементов как: Ca, Sr, Rb, то для них можно использовать критерий Стьюдента. Данный критерий показал, что различия средних значений содержания в пробах Ca, Sr, Rb двух исследуемых территорий являются не значимыми. Последним шагом выявления значимости различий использовался критерий Манна-Уитни, согласно которому различия средних значений содержания в пробах Ca, Rb, La. двух исследуемых территорий являются значимыми. Это свидетельствует о том, что содержания данных элементов на исследуемых территориях существенно разнятся.

Выделение ассоциаций химических элементов во мхах исследуемых территорий осуществлялось на основе коэффициента парной корреляции Спирмена. Обнаружено, что основная часть связей элементов обоих исследуемых территорий является прямыми. По результатам выделения ассоциаций были составлены графические ассоциации (рисунок 13, 14).

Результатом кластерного анализа стали графические дендрограммы, визуализирующие совокупность ассоциаций элементов двух исследуемых регионов. Ввиду того, что основная часть элементов ассоциаций обоих территорий представлена литофилами, можно сделать предположение о естественной природе (минерального состава руд) данных ассоциаций.

Таким образом, в ходе данной работы выявлено, что содержания элементов обеих территорий, в основном, различаются не значительно, за исключением Sm, U, Cr, Yb, As, Sc, Rb, Fe, Ta. Для остальных элементов влияние территориального признака является значимым. Вероятнее всего, данное различие обусловлено разницей в геологическом строении данных территорий. Также, выявлены различия в нагрузках, создаваемых различными факторами на химические элементы. В случае с пробами районов пос. Комсомольское существенную нагрузку оказывают 9 факторов. Первый фактор – наиболее весомый, оказывает наибольшую нагрузку на дисперсию следующих элементов: Sm, Ce, Ca, Lu, U, Cr, Sr, Ag, Cs, Tb, Rb, Fe, Co, Na, Eu. Второй фактор менее весомый, оказывает влияние на следующие элементы Hf, Zn, As, La.

Заключительным этапом данной работы стало выделение основных факторов, которые имеют наибольший процент от общей дисперсии для исследуемых территорий и выявление ассоциаций, находящихся под воздействием данных факторов. Для проб мхов районов пос. Урское выявлено, что значимые нагрузки создают следующие факторы: первый фактор оказывает наибольшую нагрузку на дисперсию следующих элементов: Ce, Lu, Th, U, Cr, Au, Cs, Eu. Второй фактор оказывает влияние на следующие

элементы Yb, Hf, Sr, As, Tb, La. Третий фактор оказывает влияние на такие элементы, как Ca, Ag, Br, Sc.

Статистическая обработка результатов аналитического определения химических элементов в сухом веществе мхов в окрестностях Комсомольского хвостохранилища позволила определить три маркерных химических элемента, для которых наблюдается превышение фонового значения более чем в 10 раз: мышьяк, сурьму и золото. В сравнении со стандартным растением по Маркерту в группу с коэффициентом концентрации более 10, а также от 5 до 10 дополнительно попадает большая группа элементов. Эти данные могут объяснять большой объем поступления химических элементов во мхи вида Polytrichum commune с частицами почвы.

Для многих химических элементов, содержащихся во мхах территории Урского хвостохранилища, таких как Ba, B, Ni, Sc, Pt, Au, Hg, Eu отмечается значительный разброс содержаний относительного среднего значения [8]

Для элементов с большим разбросом содержаний характерны следующие схемы пространственного распределения в пределах Комсомольского хвостохранилища (рис 19, 20). В юго-западной части хвостохранилища концентрируется Ni. В северо-восточной части исследуемой территории отмечаются максимальные концентрации Ti, V, Fe, As, Ag, Cd, Sb, Au, Hg, Pb. Данный спектр химических элементов соответствует составу твердого вещества отходов, которое состоит главным образом из жильных и сульфидных минералов (пирит, сфалерит, галенит, пирротин, арсенопирит)

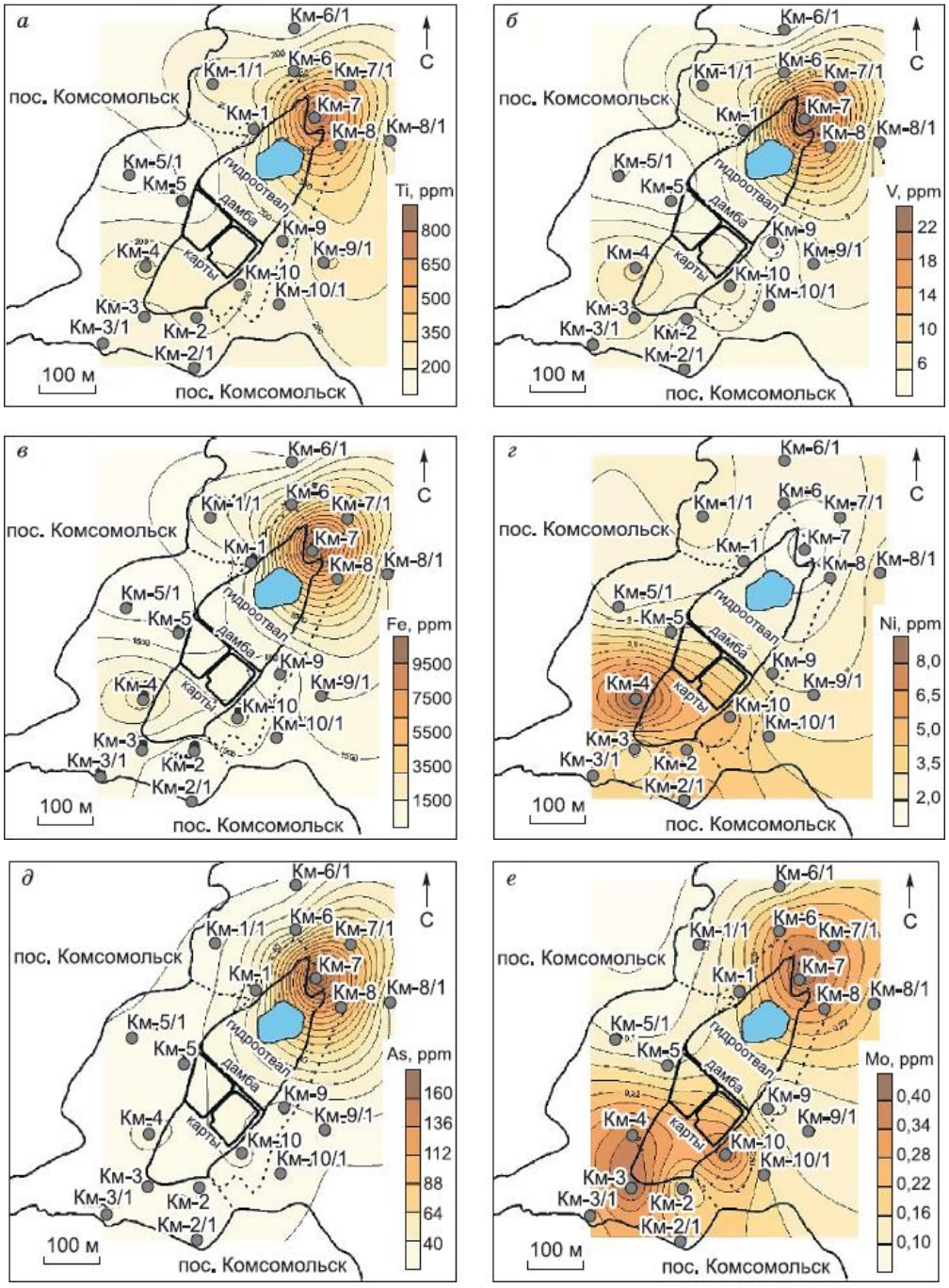

Рисунок 19 - Ореолы техногенных элементов в моховом покрове территории Комсомольского хвостохранилища: титан (а), ванадий (б), железо (в), никель (г), мышьяк (д), молибден (е) (концентрации химических элементов приведены в мг/кг) [8]

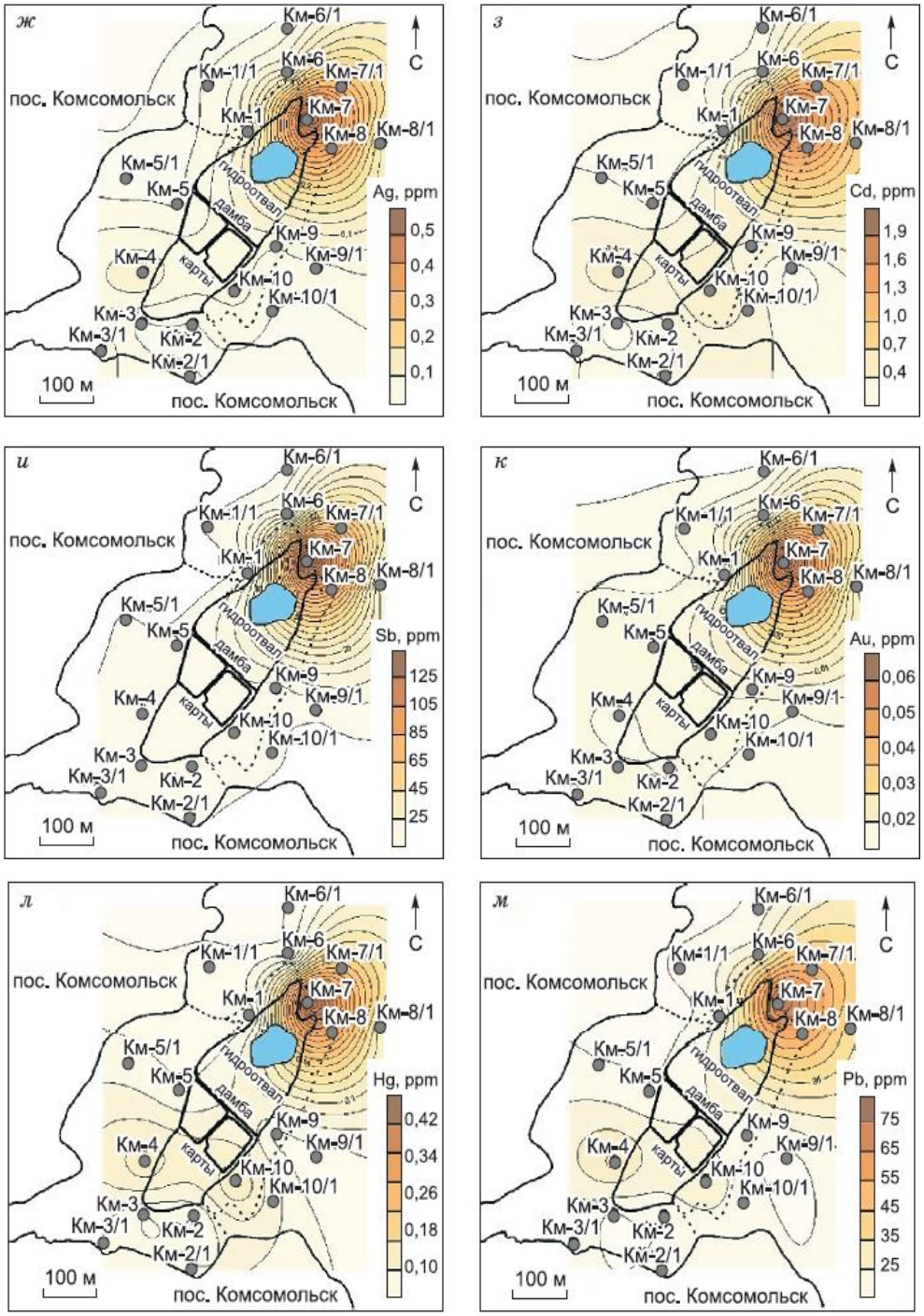

Рисунок 20 - Ореолы техногенных элементов в моховом покрове территории Комсомольского хвостохранилища: серебро (ж), кадмий (з), сурьма (и), золото (к), ртуть (л), свинец (м)
(концентрации химических элементов приведены в мг/кг) [8]

Состав химических элементов, накапливающихся в больших концентрациях во мхах Polytrichum commune в окрестностях Комсомольского хвостохранилища, отражает состав отходов (сульфидные минералы, отходы цианирования золото-арсенопирит-кварцевых руд). Схемы пространственного распределения элементов показывают их преимущественное накопление в северо-восточной части хвостохранилища - в направлении преобладающих ветров в регионе.

Процесс переноса и накопления химических элементов во мхах связан с пересыханием хвостохранилища и перехода их в аэрозольную фазу, что подтверждается исследованиями атмосферного воздуха над хвостохранилищем. Кроме того, ветровой перенос почвенных частиц также влияет на химический состав исследуемых мхов.

По литературным данным и материалам [8], установлено, что при хранении материала отходов переработки сульфидсодержащих руд Урского хвостохранилища формируются кислые дренажные растворы с большими концентрациями Cu, Pb, Zn, Fe, Cd. Высвобождение и миграция этих элементов приводит к их концентрированию в объектах среды.

Накопление мышьяка, сурьмы, серебра, золота во мхах обуславливается элементным составом сульфидных руд месторождения.

Для элементов с большим разбросом содержаний, исходя из статистического анализа, характерны следующие схемы пространственного распределения в пределах Урского хвостохранилища (рисунок 21,22).

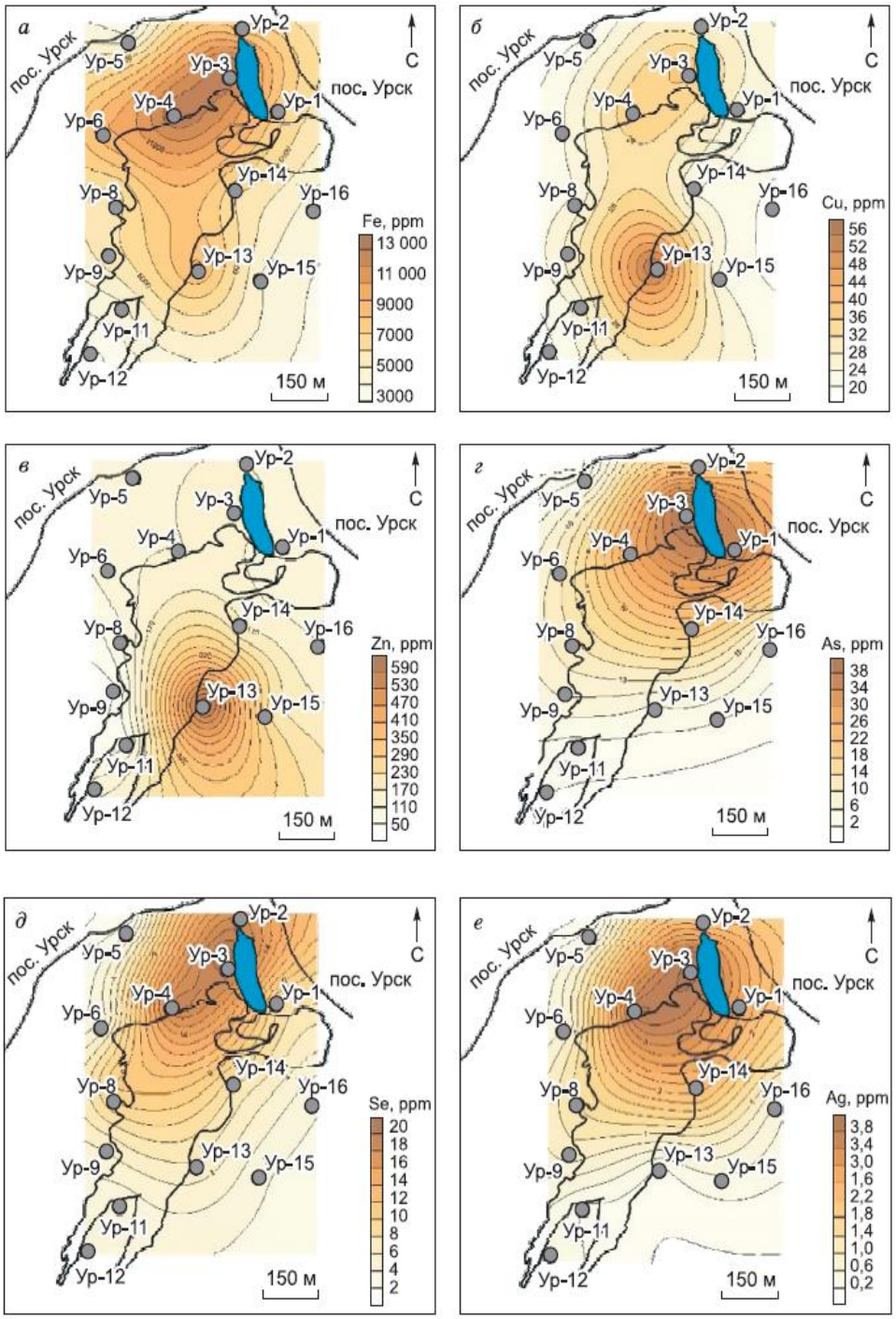

Рисунок 21 - Биогеохимические ореолы элементов-индикаторов в моховом покрове на территории Урского хвостохранилища: железа (а), меди (б), цинка (в), мышьяка (г), селена (д), серебра (е), (концентрации химических элементов приведены в мг/кг сухого вещества) [8]

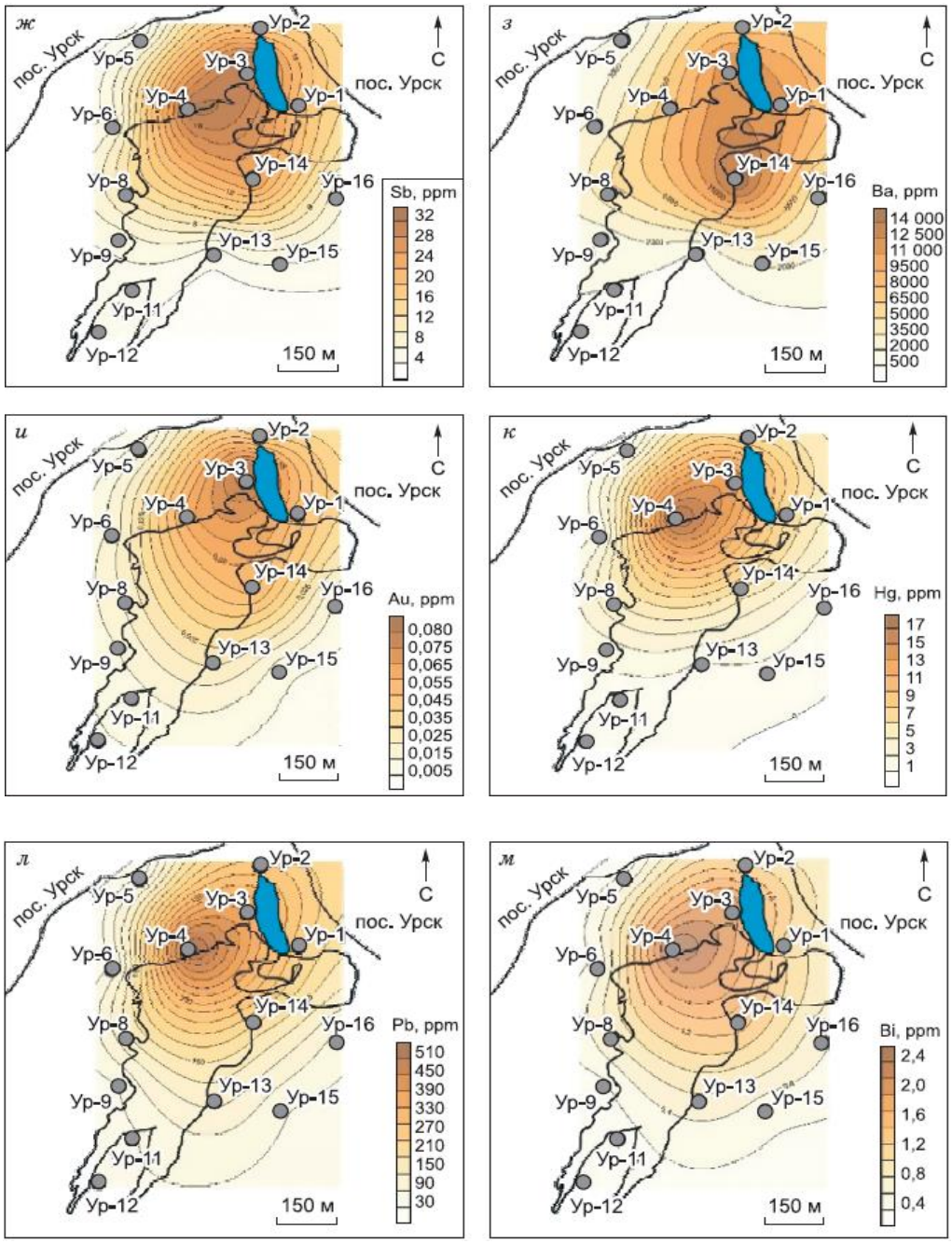

Рисунок 22 - Биогеохимические ореолы элементов-индикаторов в моховом покрове на территории Урского хвостохранилища: сурьмы (ж), бария (з), золота (и), ртути (к), свинца (л), висмута (м) (концентрации химических элементов приведены в мг/кг сухого вещества) [8]

Пространственное распределение химических элементов в моховом покрове в окрестностях Урского хвостохранилища определяется направлением преобладающих ветров на данной территории - с юга и юго-запада. Таким образом, в сравнении с фоновыми содержаниями для мхов исследуемой территории отмечаются довольно высокие концентрации большинства изученных химических элементов. Для территории Урского хвостохранилища, для которого характерна более высокая миграция элементов с пылью, отчетливо выделяется группа химических элементов, превышающих фоновое значение больше чем в пять раз: Mn, Fe, As, Se, Ag, Sb, Ba, Au, Hg, Pb, Bi. Пространственная локализация химических элементов с аномальными значениями приурочена к северо-восточной части хвостохранилища [8].

На исследуемой территории Комсомольского хвостохранилища отмечаются максимальные концентрации Ti, V, Fe, As, Ag, Cd, Sb, Au, Hg, Pb. Состав химических элементов, накапливающихся в больших концентрациях во мхах P. commune в окрестностях Комсомольского хвостохранилища отражает состав отходов (сульфидные минералы, отходы цианирования золото-арсенопирит-кварцевых руд). Данный спектр химических элементов соответствует составу твердого вещества отходов, которое состоит главным образом из жильных и сульфидных минералов (пирит, сфалерит, галенит, пирротин, арсенопирит).

Для таких элементов, как Sc, As, Ag, Sb, Ba, W, Au, Hg, Pb, Bi, средние содержания превышают фоновые значения больше чем в 10 раз. Из них уверенноаномальными значениями относительно фона (Ф + 3σ) характеризуются Mn,Fe, Ba, Pb, близкими к аномальным – As [8]. Спектр химических элементов с коэффициентом концентрации более 10 относительно стандартного растения гораздо шире. Присутствие большого количества литофильных элементов в данном спектре свидетельствует о привносе химических элементов с почвенными частицами.

Высокие показатели стандартного отклонения для железа, цинка, бария свинца говорят о значительном разбросе данных и разной степени накопления данных элементов во мхах. Для остальных элементов отмечается меньший разброс данных, а для кадмия характерно равномерное накопление во всех изученных пробах.

Для района Урского хвостохранилища расчет коэффициентов концентрации химических элементов (Кк = С/Кзк) относительно средних содержаний земной коре (кларка) [8] показал, что Кк > 1 для таких элементов, как As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Au, Hg, Pb, Bi. Для этих химических элементов отмечено более активное аккумулирование мхами в виду наличия дополнительного источника поступления. Кроме того, результаты как корреляционного, так и факторного анализа показали тесную связь между этими элементами. Данные результаты отражают химический состав пород и руд (фактор 1), а также почв (литофильные элементы, фактор 2). Анализ характера пространственного распределения изученных химических элементов во мхах показывает, что для мышьяка и золота максимальные концентрации отмечаются к северо-востоку от хвостохранилища.

Накопление Sb и Ag происходит в северном и северо-восточном направлениях от хвостохранилища. Максимальные концентрации бария выявлены в восточной части исследуемой территории, тогда как ртути, свинца, висмута – в северной, северо-западной частях.

Источником повышенных содержаний химических элементов во мхах Урского хвостохранилища являются минералы руд и горных пород, сохранившиеся в отвалах. Накопление золота, мышьяка, сурьмы и серебра во мхах также связано с составом сульфидных руд месторождения.

Высокие содержания бария во мхах определяются наличием руд баритового состава Урского рудного узла [8]. Свинец также связан с составом руд месторождения, где галенит (PbS) входит в состав основных минералов.

Для таких элементов, как Fe и Mn, в целом характерно избирательное и более активное, по сравнению с сосудистыми растениями, накопление мхами

разных видов. Тем не менее поступление данных элементов с пылью от хвостохранилища не стоит исключать, так как их концентрации в районе хвостохранилища значительно превышают фоновые значения.

Полученные данные позволяют предположить, что основным источником поступления отмеченной выше группы элементов (As, Se, Ag, Sb, Ba, Au, Hg, Pb, Bi) во мхи является атмосферный перенос пылевых частиц с хвостохранилища. Эти данные подтверждаются информацией по распределению этой группы элементов в исследуемых мхах в направлении преобладающих ветров.

С помощью СЭМ были получены фотографии минеральных фаз проб мха кукушкин лен. На рисунках 30, 31 представлены результаты спектрометрии проб мха кукушкин лен.

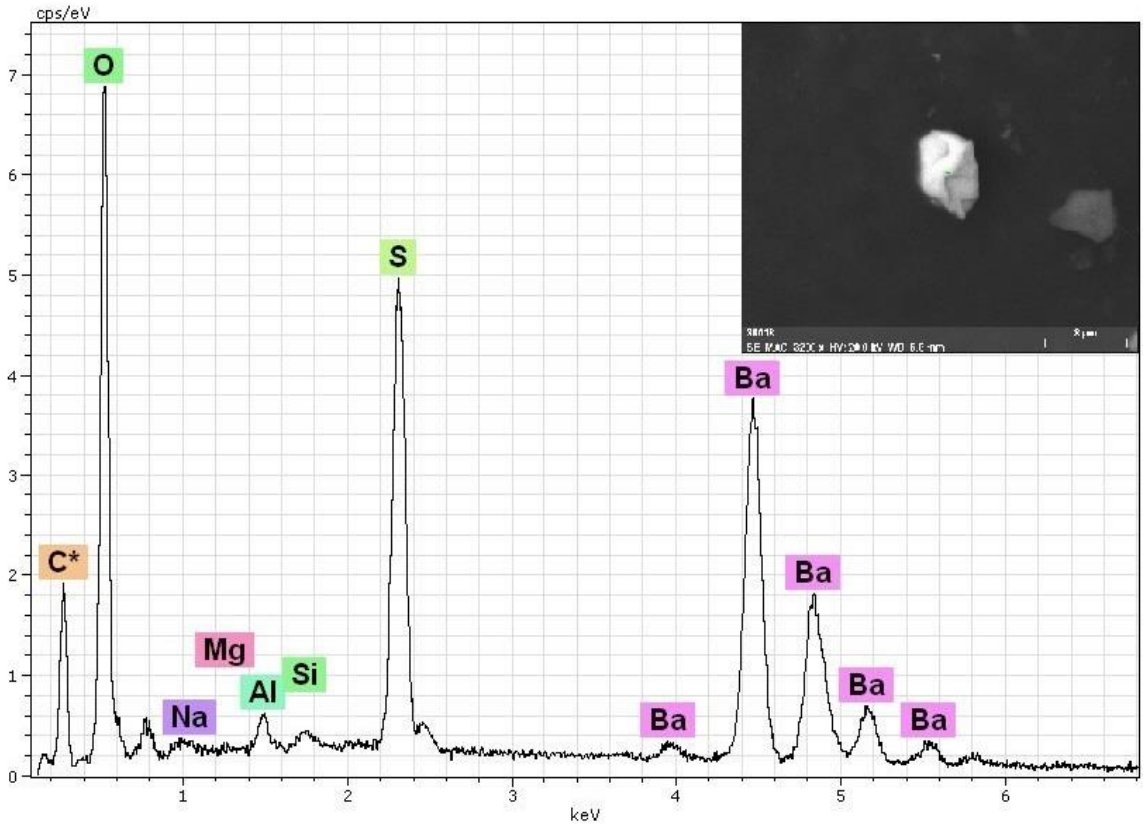

Рисунок 30 – Энергодисперсионный спектр проб мха кукушкин лен (пос. Комсомольск)

По результатам сканирующей микроскопии предположить, что в пробах мха кукушкин лен территории Комсомольского хвостохранилища выявлен минерал барий из класса сульфатов барит (Ba_2SO_4).

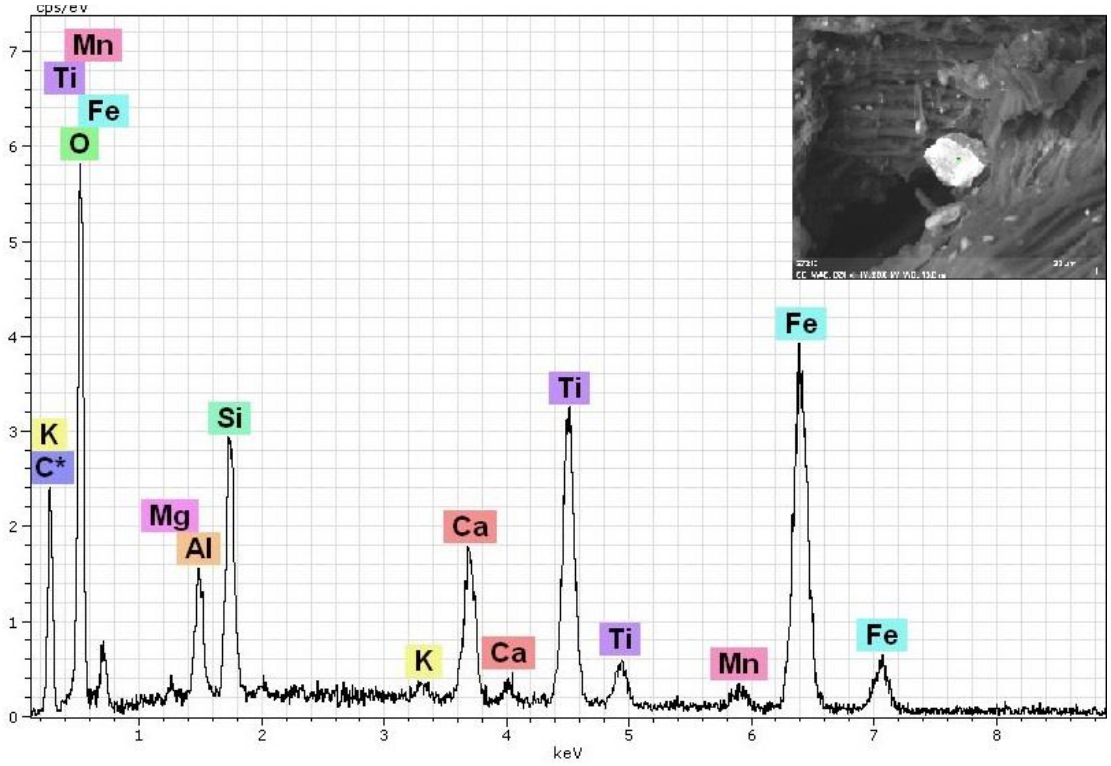

Рисунок 31 – Энергодисперсионный спектр проб мха кукушкин лен (пос. Комсомольск)

По результатам сканирующей микроскопии можно предположить, что в пробах мха кукушкин лен территории Комсомольского хвостохранилища выявлены ильменит ($FeTiO_{3)}$, силицид кальция $CaSi_2$, дисилицид титана $TiSi_2$.

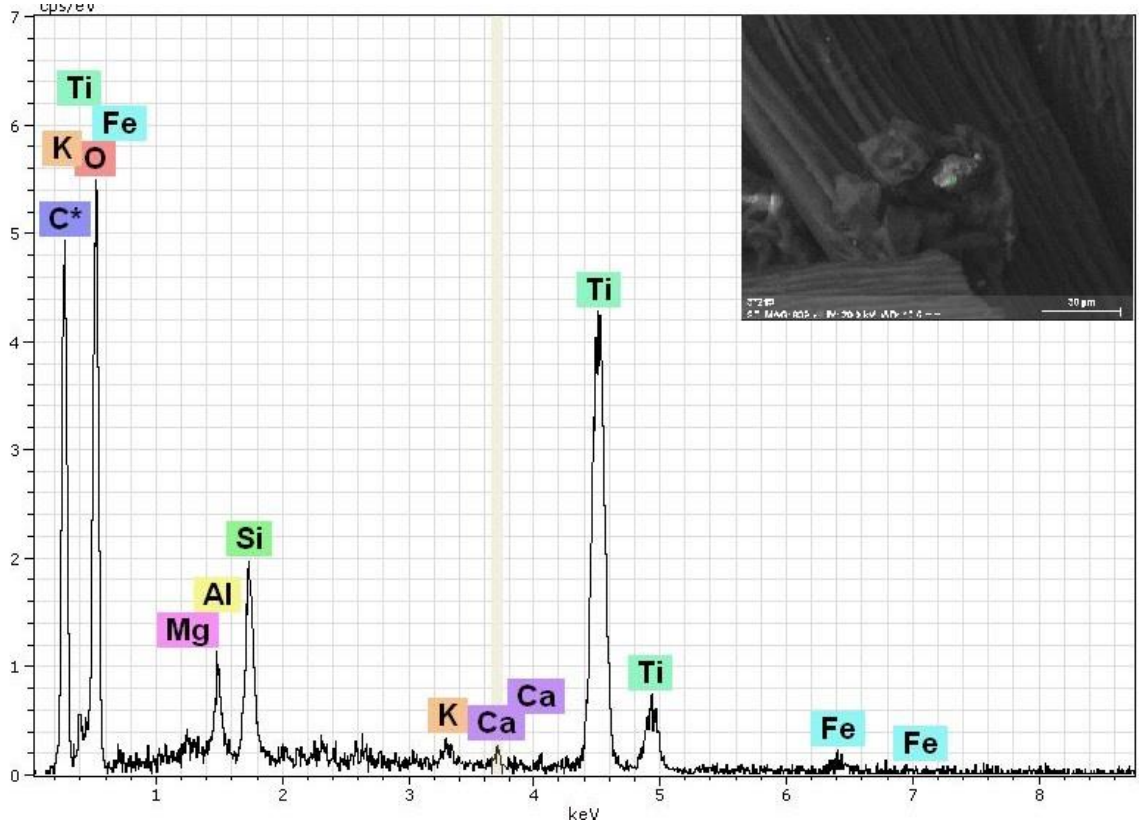

Рисунок 32 – Энергодисперсионный спектр проб мха кукушкин лен (пос. Комсомольск)

По результатам сканирующей микроскопии можно предположить, что в пробах мха кукушкин лен территории Комсомольского хвостохранилища выявлены дисилицид титана $TiSi_2$, силикат или алюмосиликат Al_2SiO_3.

Класс силикатов и алюмосиликатов - самый широко распространенный в природе класс минералов. Они составляют около 75% массы земной коры и треть всего количества известных минералов.

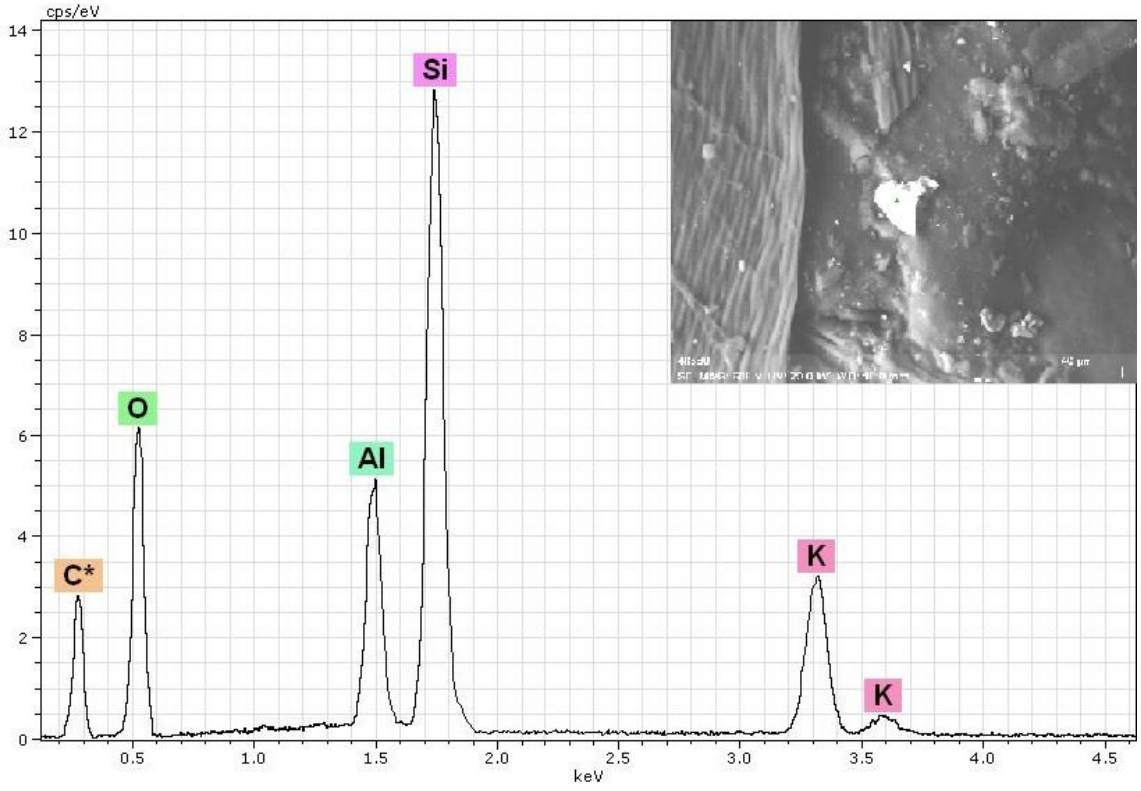

Рисунок 33 - Энергодисперсионный спектр проб мха кукушкин лен (пос. Урск)

По результатам сканирующей микроскопии можно предположить, что в пробах мха кукушкин лен территории Урского хвостохранилища выявлены силикат или алюмосиликат Al_2SiO_3.

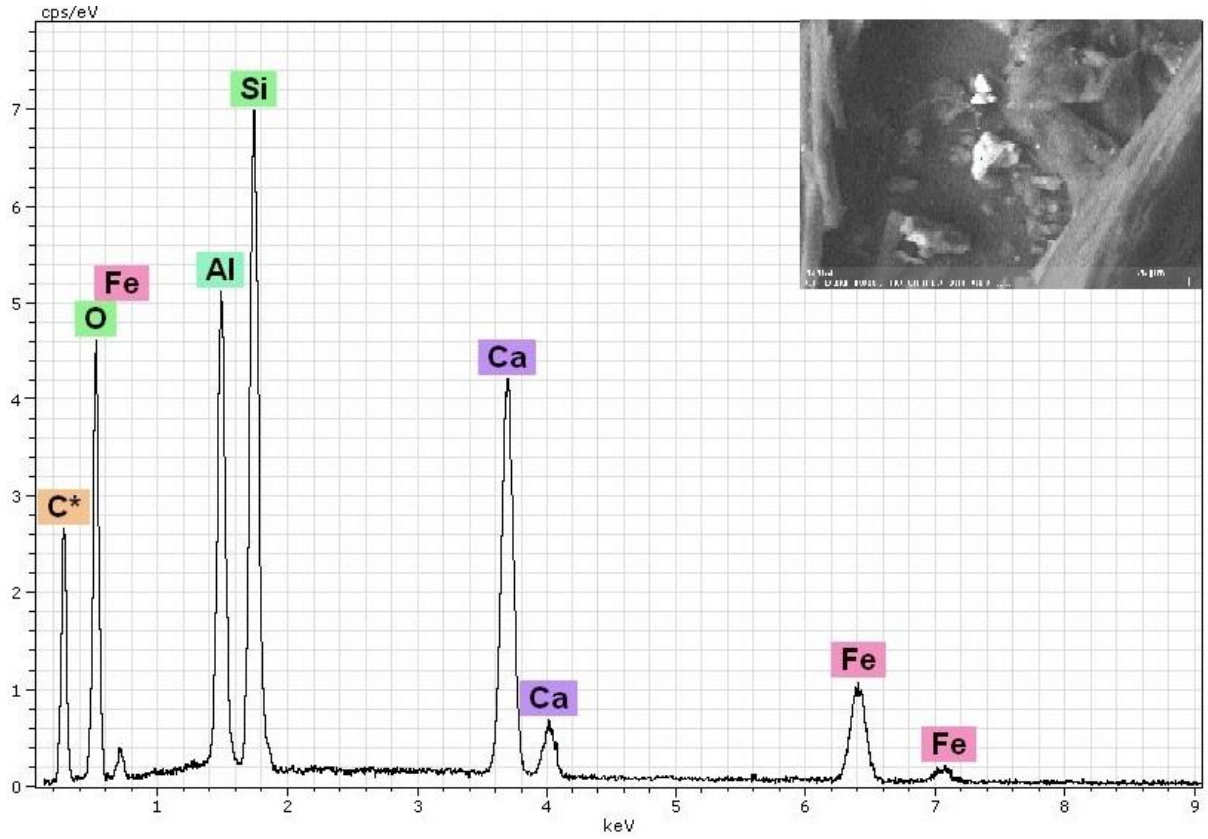

Рисунок 34 - Энергодисперсионный спектр проб мха кукушкин лен (пос. Урск)

По результатам сканирующей микроскопии можно предположить, что в пробах мха кукушкин лен территории Урского хвостохранилища выявлены силикат или алюмосиликат Al_2SiO_3, карбонат кальция $CaCO_3$.

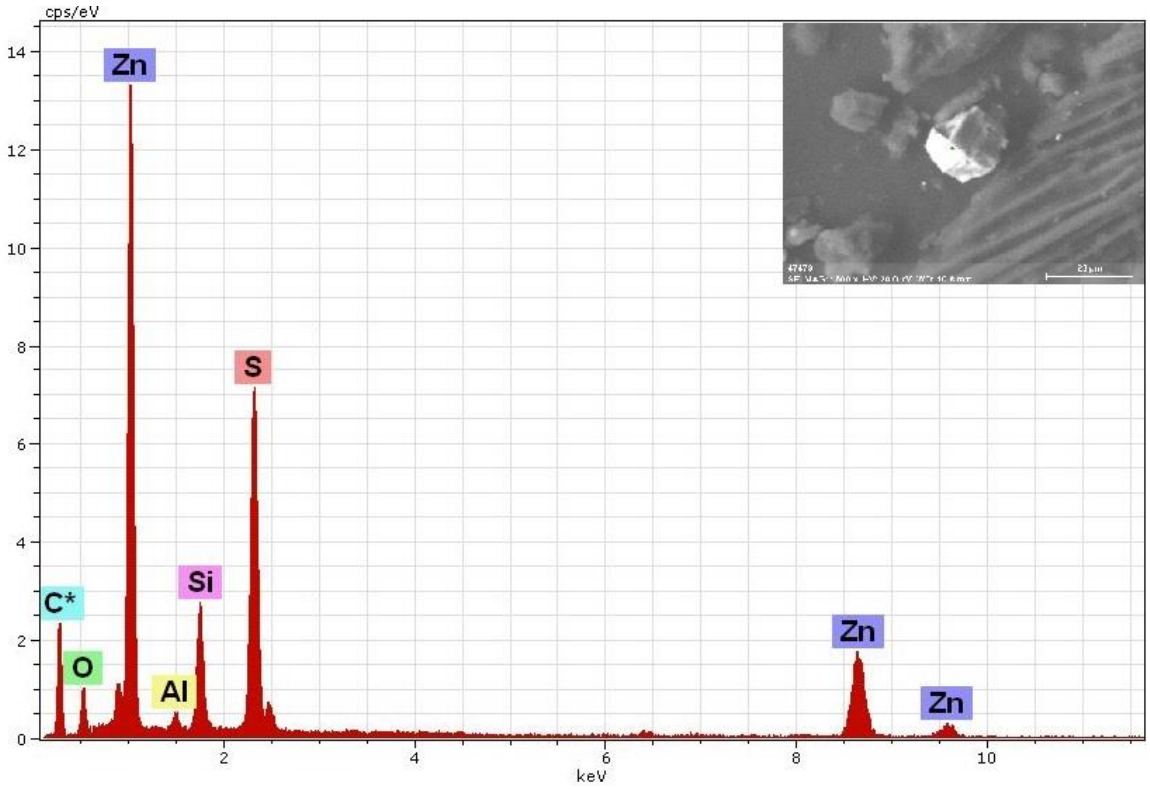

Рисунок 35 - Энергодисперсионный спектр проб мха кукушкин лен (пос. Урск)

По результатам сканирующей микроскопии можно предположить, что в пробах мха кукушкин лен территории Урского хвостохранилища выявлен сульфид цинка ZnS.

Глава 6. Социальная ответственность при исследовании концентраций химических элементов во мхах кукушкин лен Кемеровской области

Объектом наблюдений и исследований данной работы является мох кукушкин лен, отобранный на территориях хозяйственного освоения - Комсомольского хвостохранилища (пос. Комсомольск, Кемеровская область) и Урского хвостохранилища (пос. Урское, Кемеровская область).

Предметом наблюдений являются концентрации различных химических элементов и минералогический состав во мхах кукушкин лен территорий Комсомольского и Урского хвостохранилищ.

Актуальность работы обусловлена необходимостью получения данных по содержаниям химических элементов во мхах кукушкин лен для более достоверной оценки эколого-геохимического состояния атмосферного воздуха Кемеровской области и Республики Алтай.

Цель работы: оценить степень пылеаэрозольного загрязнения на территориях хвостохранилищ Кемеровской области по результатам изучения мхов (кукушкин лен). Область применения – исследование загрязнения окружающей среды.

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.

Рабочие места расположены в лаборатории (539 ауд.) и аудитории (541 ауд.) на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5), имеют естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Площадь на одно рабочее место с ПК с жидкокристаллическим монитором составляет не менее 4,0 м^2, а объем на одно рабочее место – не менее 10 м^3. В кабинете расположены 10 компьютеров с жидкокристаллическими мониторами Samsung Sync Master 713N диагональю

17 дюймов (яркость 85%, контрастность 80%, с частотой обновления 60 Hz и разрешением 1280×1024).

1. Правовые и организационные решения обеспечения безопасности

В лаборатории Томского Политехнического Университета находятся две комнаты, используется в основном одна комната, где проводится высушивание, измельчение и упаковка проб. В лабораториях данного типа нужно учитывать следующие факторы: прохождение инструктажа по работе в лаборатории и по работе с оборудованием.

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности являются: Конституция РФ и Трудовой кодекс РФ. Конституция РФ обладает высшей юридической силой и закрепляет права и свободу человека и гражданина. Трудовой кодекс РФ, определяет трудовые отношения между работником и работодателем. Нормы рабочей недели прописаны в законе (Трудовой Кодекс) и в трудовых договорах [121].

Режим рабочего времени: вторник, среда и пятница, с 11 до 16 часов. Основные эргономические требования к компановке рабочей зоны:

- оснащенность лаборатории современной лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, для реактивов выделены отдельные полки и шкафы;

- поверхность производственных столов для работы с биологическим материалом из водонепроницаемого, кислото-щёлочеустойчивого и индифферентного к действию дезинфектантов материала;

- рабочее место хорошо освещено: находится недалеко от окон и имеет осветительные лампы;

- рабочий стол лаборатории приспособлен к условиям работы, оборудован водопроводными кранами и водостоком;

- наличие во второй комнате лаборатории компьютера с выходом в интернет для обработки данных.

2. Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении лабораторных и камеральных работ описаны в таблице 9 в соответствии ГОСТ 12.0.003-2015 [99].

Таблица 9

Возможные опасные и вредные факторы производственного процесса камеральных работ при изучении свойств мха

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лаб.иссл ед..	Камеральный	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СНиП 23-05-95*[59]
2. Превышение уровня шума		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 [107]
3.Повышенная запыленность и загазованность помещений	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [112]
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СНиП 23-05-95 [118]
5.Повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой		+	+	ПНД Ф 12.13.1-03 [111]
6. Электрический ток		+	+	ГОСТ 12.1.019-79 [101] ГОСТ 12.1.030-81
7. Пожарная опасность	+	+		ГОСТ12.1.004-91 [109]

2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов, и мероприятия по их снижению

1. Отклонение показателей микроклимата в помещениях

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [114], микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и температуры окружающих поверхностей.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [115] содержит конкретные санитарно-гигиенические требования к микроклимату в помещениях. Основными параметрами, характеризующими микроклимат на рабочем месте, являются: температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение.

В процессе выполнения трудовой деятельности происходит обмен веществ в организме человека, который тесно связан с тяжестью и напряженностью труда и протекающими в организме теплообменными процессами. Интенсивность теплообмена организма с окружающей средой определяется, в основном, параметрами микроклимата, т.е. температурой, влажностью, скоростью движения воздуха в рабочей зоне и наличием тепловых потоков.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональному заболеванию. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания или обморожения. Влажность воздуха оказывает значительное влияние на терморегуляцию организма человека. Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма. При низкой температуре воздуха повышенная влажность усиливает теплоотдачу с поверхности кожи и способствует переохлаждению организма. Недостаточный воздухообмен в помещениях предприятий ослабляет внимание, вызывает нервозность, раздражительность, и, как

результат, снижает производительность и качество труда. В то же время высокая подвижность воздуха (сквозняки), вызывает простудные заболевания.

В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПК является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата. Оптимальные микроклиматические условия представляют собой сочетания показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности. Методы обеспечения теплового комфорта - это различные системы отопления, либо кондиционирования помещений и увлажнение воздуха. К средствам индивидуальной защиты от переохлаждения относится специальная тёплая одежда.

2. Превышение уровня шума

Основным источником шума служит кофемолка, с помощью которой осуществляется измельчение проб мхов кукушкин лен. Также источником шума может служить охладительный вентилятор компьютера.

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

Оптимальный уровень звуковых колебаний для человека составляет 40-50 децибел в дневное и ночное время. Если эти показатели превышают норму, то теряется работоспособность, ослабляется внимание, появляются нарушения в работе пищеварительной системы, происходят изменения показателей кровеносного давления.

Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». Работы в условиях воздействия уровня шума выше 60 дБ не допускаются [97]. При воздействии шума, превышающего 60 дБ, необходимо минимизировать возможные негативные

последствия. Для индивидуального ограничения и защиты от шума нужно применить беруши, пробки или наушники.

3. Повышенная запыленность и загазованность помещений

Данный фактор имеет место на этапе лабораторно-аналитических исследований. При подготовке проб мха к анализу предусматривается их измельчение на электрической кофемолке, что приводит к пылеобразованию.

ГОСТ 12.1.005-88 [100] устанавливает предельное содержание главного компонента пыли - диоксида кремния в воздухе рабочей зоны. Предельно допустимые концентрации следующие: 2 мг/м^3 для кристаллического диоксида кремния при содержании в пыли от 10 до 70 % (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др.); 4 мг/м^3 - при содержании в пыли от 2 до 10 % (горючие кукерситные сланцы, медно-сульфидные руды и др.).

Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения заболеваний. Обычно различают специфические (пневмокониозы, аллергические болезни) и неспецифические (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз кожи) пылевые поражения.

Для предотвращения воздействия пыли на организм человека необходимо предпринимать специальные меры: использование средств индивидуальной защиты (к примеру, респираторы); проведение регулярных влажных уборок. Большое значение имеет вентиляция и кондиционирование. Согласно СНиП 2.04.05-91 [119], в помещениях с выделениями пыли приточный воздух следует подавать струями, направленными сверху вниз из воздухораспределителей, расположенных в верхней зоне.

4. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны несет в себе опасность усталости глаз и как следствие снижения зрения. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее

место при естественном освещении. Естественное освещение осуществляется через светопроемы (окна), ориентированные на восток.

Искусственное освещение подразделяется на общее и местное. При работе с документами допускается применение системы комбинированного освещения. При общем освещении светильники устанавливаются в верхней части помещения параллельно стене с оконными проемами, что позволяет их включать и отключать последовательно в зависимости от изменения естественного освещения. Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудия и предметы труда. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должен быть 300-500 лк [118].

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. Допускается применение лампы накаливания в светильниках местного освещения.

5. Повреждение химическими реактивами, стеклянной посудой

При работе с химическими реактивами включается и выключается вытяжная вентиляция не менее чем за 30 минут до начала и после окончания работ. Ни при каких обстоятельствах не допускается нагревание жидкостей в колбах или приборах, не сообщающихся с атмосферой. Нагретый сосуд не закрывается притертой пробкой до тех пор, пока он не охладится до температуры окружающей среды.

Стеклянная посуда легко бьётся и ломается, стеклянные обломки имеют острые края, которыми можно сильно порезать кожу. Поэтому со стеклянной посудой нужно обращаться очень осторожно и никогда не применять силу. Запрещается использовать стеклянную посуду в работе при повышенном давлении. Запрещается использовать стеклянную посуду, имеющую трещины, сколы или отбитые края. Перед любыми работами нужно внимательно осматривать посуду.

Наиболее частыми травмами, полученными в лаборатории, являются термические и химические ожоги, порезы, отравления, попадание агрессивных веществ в глаза. Чтобы глаза не пострадали, нужны защитные очки. При попадании в глаза кислоты, их промывают водой, затем - 2 % раствором бикарбоната натрия. При термических ожогах необходимо как можно быстрее доставить пострадавшего в медицинское учреждение.

6. Электрический ток

Электрические установки (компьютер, принтер, оборудование для анализа проб, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.) представляют для человека большую потенциальную опасность, которая усугубляется тем, что органы чувств человека не могут на расстоянии обнаружить наличие электрического напряжения на оборудовании.

Опасным напряжением для человека является 42 В, а опасным током – 0,01 А [104]. По опасности поражения электрическим током помещения с ПК и лаборатория относятся к категории без повышенной опасности (согласно ПУЭ [112]).

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [115], помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Не следует размещать рабочие места с ПК вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПК.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [110], правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [110] (ПТЭ и ПТБ потребителей) и Правил устройства электроустановок (ПУЭ) [113].

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 [102] и ГОСТ 12.1.038-82 [103].

7. Пожарная безопасность

Опасными факторами, воздействующими на людей и материальные ценности при пожаре, являются [120]:

- пламя и искры;
- повышенная температура окружающей среды;
- токсичные продукты горения и термического разложения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода.

К вторичным проявлениям опасных факторов пожара, воздействующим на людей и материальные ценности, относятся: осколки, части разрушившихся аппаратов, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов, агрегатов.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) [120].

По пожарной опасности, (согласно НПБ 105-03) [109], помещения с ПК и лаборатория относятся к категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

К зданиям, в которых расположены лаборатория и помещения с ПК, предъявляются следующие общие требования [115]:

- наличие инструкций о мерах пожарной безопасности;
- наличие схем эвакуации людей в случае пожара;

- система оповещения людей о пожаре.

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

В помещении с ПК имеются электрические приборы, которые могут стать причиной возникновения пожара, а также деревянная мебель, пластиковые жалюзи, способные поддержать возникший пожар. Для предотвращения возникновения подобных случаев и обеспечении правильных действий во время пожара существует «Инструкция о мерах пожарной безопасности для офисов». Данная инструкция содержит информацию об общих требованиях пожарной безопасности, требованиях безопасности перед началом работы, во время и после окончания работы; регламентирует действия рабочих и служащих в случае пожара; в ней описаны средства пожаротушения и порядок их применения.

К первичным средствам пожаротушения относятся несколько видов огнетушителей: ОУ-2, ОУ-5. Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [120].

В лаборатории обязательно нужно иметь огнетушитель, который должен висеть на доступном месте. Обращение с ним очень простое, и описание имеется на каждом огнетушителе.

Противопожарный инструктаж в здании проводит ответственный за пожарную безопасность, на которого приказом возложены эти обязанности.

О проведении противопожарного инструктажа делают запись в журнале регистрации противопожарного инструктажа с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

3. Экологическая безопасность

Определение уровней содержания элементов-примесей во мхах кукушкин лен производилось методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИННА) в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета

(ТПУ) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ (аналитик А.Ф. Судыко).

В ходе исследований методом ИННА пробы мхов облучаются в реакторе потоком тепловых нейтронов, в следствие чего проба полностью сгорает, тем самым не образуя отходы. Следовательно, исследование проб мхов кукушкин лен не несут вред окружающей среде (атмосфере, гидросфере, литосфере).

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В ходе проведения данных исследований пробы отбирались на открытых местностях населенных пунктов Кемеровской области. В связи с чем, в период проведения отбора проб на открытой местности, а так же на рабочем месте, есть вероятность возникновения пожаров.

Источник возникновения ЧС на рабочем месте – неисправности электроустановок. Пожар может возникнуть на рабочем месте от неисправности нагревательных приборов (газовых горелок, электроприборов и т.п, а также при несоблюдении мер предосторожности.

Меры по предотвращению ЧС:

- помнить правила противопожарной охраны и пожарного надзора;

- все работающие в лаборатории должны быть знакомы с инструкцией по обращению с огнетушителями.

Порядок действий при ЧС: прекратить все работы, при необходимости отключить электроэнергию, аппараты и оборудование. При возникновении пожара в лаборатории все огнеопасные и взрывчатые вещества должны быть убраны в безопасное место, которое следует особо предохранять от пламени. Немедленно использовать все имеющиеся под рукой средства тушения и одновременно вызвать местную пожарную охрану.

Меры для ликвидации: для тушения пожаров в лаборатории можно применять специальные солевые растворы, которые следует иметь в запасе в особых бутылях, установленных на определенном месте, или в больших ампулах, которые бросают в пламя на горящий предмет так, чтобы ампула разбилась. Самым необходимым противопожарным средством в лаборатории

являются огнетушители; их существует несколько типов, и в зависимости от характера работ в лаборатории следует иметь огнетушители соответствующей системы.

На открытой местности запрещается [107]:

- бросать горящие спички, окурки;

- оставлять в лесу промасленный либо пропитанный бензином, керосином и иными горючими веществами обтирочный материал в непредусмотренных специально для этого местах;

- заправлять горючим в лесу топливные баки двигателей внутреннего сгорания при работе двигателя, использовать машины с неисправной системой питания двигателя горючим, а также курить или пользоваться открытым огнём вблизи машин, заправляемых горючим.

На рабочем месте в лаборатории запрещается:

- курить;

- использовать в работе неисправные приборы (оголенная проводка, розетка и т.д.).

- оставлять горящую спиртовку без присмотра;

- оставлять нагревательные приборы и элементы без присмотра;

- сушить спецодежду и т.п. на электроприборах или открытом огне.

- оставлять промасленную горючими и взрывопожароопасными веществами спецодежду на рабочем месте, в раздевалке, в сушилке и т.п. Необходимо немедленно произвести ее очистку, сдать ответственному лицу по окончании смены.

Выводы по разделу

В работе указаны основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении лабораторных и камеральных работ, а также проведен анализ опасных и вредных производственных факторов. Обоснованы мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего). Так же в работе приведены разделы по экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1. Технико-экономическое обоснование продолжительности и объема работ

В ходе проведения настоящих исследований территории Кемеровской области необходим отбор проб мха кукушкин лен, с последующим изучением химического состава проб методом инструментального нейтронно-активационного анализа.

Пробы отбирались на равнинной местности с коэффициентом проходимости 1 (ССН вып.2, табл.5 [54]).

Был совершен выезд на места отбора проб совокупной протяженностью 142 км. Всего было 2 точки отбора проб, в таких населенных пунктах (точках отбора), Комсомольское и Урское было отобрано по 6 и 7 проб мха кукушкин лен. Также был проложен маршрут по отбору проб мха на каждой точке отбора. Пробы мха кукушкин лен отбирались с расстоянием 20 м друг от друга. Совокупная протяженность маршрутов составила 0,26 км.

В ходе проведения работ были использованы подрядные работы для определения уровней содержания элементов-примесей методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИННА) в ядерно-геохимической лаборатории ИШПР ОГ Томского политехнического университета (ТПУ) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т НИИ ядерной физики при ТПУ.

В план выполняемых работ в рамках настоящих исследований входит несколько этапов:

1) Организационный этап работ: на данной стадии работ осуществляется рассмотрение и формирование маршрутов выездов на полевые работы для отбора проб, формирование подразделения научно-техническим персоналом,

снабжение исследовательской группы необходимыми материалами и оборудованием.

2) Полевой этап работ: на данном этапе работ проводится отбор проб мха кукушкин лен биогеохимическим методом.

3) Камеральный этап работ: на данном этапе осуществляется сбор и анализ информации о территории исследования и районе ее расположения, обработка данных лабораторных исследований, проводится анализ полученных таблиц с содержаниями химических элементов в пробах, далее проводится анализ источников поступления элементов-примесей в пробы и характер их проявления. После этого осуществляется систематизация данных, оформляется общий отчет.

Технический план проводимых исследований с объемом и условиями работ представлен в таблице 15.

Таблица 15

Технический план проводимых работ

№	Вид работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Единицы измерения	Количество		
1	Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	км	0,26	Категория проходимости местности - 1	Карта, ручка, блокнот, GPS-навигатор
2	Биогеохимическое исследование с отбором проб мха и торфа	Проб	13	Отбор проб на изучаемых объектах (рекреационные зоны населенных пунктов г. Томска и Томского района) и на фоновом участке.	Перчатки, пакеты, маркер, лопатка
3	Камеральные работы	Проб	13	Обработка данных и анализ материала	Компьютер (ЭВМ)

Перед осуществлением расчета стоимости работ необходимо планирование и составление графика работ. Отбор проб в рамках настоящих исследований проводился в летне-осенний период 2015 и 2016 гг. Полный график работ представлен в таблице 16.

Таблица 16

График проведения работ

Виды работ	Сроки проведения работ			
	2015 г.		2016 г.	
	июль	август	август	сентябрь
Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	+	+	+	
Биогеохимическое исследование с отбором проб эпифитного мха	+	+	+	
Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)		+	+	
Камеральные работы с использованием ЭВМ				+

7.2. Расчет затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные:

Все работы были выполнены ведущим специалистом геоэкологом и рабочим. Используя технический план, в котором указаны все виды работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (табл. 17).

Таблица 17

Расчет затрат времени труда

№ п/п	Виды работ	Объем		Норма длительности	Коэфф.	Нормативный документ	Итого, смен
		Ед. изм	Кол.во				
1	Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	км	0,26	0,005876	1	ССН, вып.2, табл.42, стр. 50	15,2776
2	Биогеохимическое исследование с отбором проб мха	Проб (шт)	13	0,1054	1	ССН вып.2, п. 81, стр. 49	1,3702
3	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	Проб (шт)	13	0,0276	-	ССН вып.2, табл.59, стр.68	0,3588
	Камеральные работы с использованием ЭВМ			0,0401		ССН вып.2, табл. 61, стр.73	0,5213
Итого:							**17,5279 смен**

Во время изучения элементного и вещественного состава мхов были задействованы один рабочий и один специалист-геоэколог. Рабочий занимался непосредственно отбором проб мха, вся остальная работа в исследовании легла на геоэколога. Расчет затрат времени труда для каждого рабочего представлен в 12 таблице.

Таблица 18

Расчет затрат времени труда каждого рабочего

№	Виды работ	Т, смен	Геоэколог	Рабочий 1 разряда
			чел/смен	чел/смен
1	Эколого- геохимические работы биогеохимическим методом	10,25	10,25	10,25
2	Камеральная обработка материалов	7,28	7,27	0,01
Итого, смен:		17,53	17,52	10,26

7.3. Нормы расхода материала

Нормы расхода материалов для биогеохимических, лабораторных и камеральных работ также определялись согласно ССН, выпуск 2, а также с использованием инструкций и методических рекомендаций. Результаты расчета затрат на материалы представлены в таблице 19.

Таблица 19

Расходы материалов

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	ССН	Сумма, руб.
Полевые работы					
Перчатки	шт.	48	2	ССН, вып. 2, табл. 49	96
Перманентный маркер	шт.	67	1	-	67
Пакеты полиэтиленовые	шт.	10	12	ССН, вып. 2, табл. 50	120
Итого по полевым работам:	**283**				
Камеральные работы					
Бумага офисная	пачка (100 листов)	450	0,25	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 2	112,5
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	12	2	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 19	24
Стержень для ручки шариковой	шт.	10	2	ССН, вып. 2, табл. 62, пункт 22	30
Итого по камеральным работам, руб.:	**166,5**				
ИТОГО, руб.:	**449,5**				

7.4. Расчет затрат на подрядные работы

Т.к. анализ проб на качественное и количественное содержание химических элементов в пробах производился в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (ТПУ) на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т

НИИ ядерной физики при ТПУ, необходим расчет затрат на подрядные работы, который представлен в таблице 20.

Таблица 20

Расчет затрат на подрядные работы

№	Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб	Сумма, руб.
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИННА)	13	2500	32500
ИТОГО, руб.:		**32 500**		

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 21.

Таблица 21

Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Балансовая стоимость, руб.		Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации, руб. (за год)
		Одного объекта	всего			
Компьютер (ЭВМ)	1	54 000	54 000	10	100	5 400
ИТОГО за период проведения исследований, руб.:						**450**

7.6. Общий расчет сметной стоимости

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Накладные расходы составляют 15% основных расходов. Сумма плановых накоплений составляет 20% суммы основных и накладных расходов. Сумма доплат рабочим равняется 7,9% от суммы основных и накладных расходов. Резерв на непредвидимые работы и затраты колеблется от 3%. Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлены в таблице 22.

Таблица 22

Сметно-финансовый отчет

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб.	Районный коэффициент	Сумма основных расходов, руб.
Основная заработная плата:						
Геоэколог	1	чел-см	10,25	800	1,3	10660
Рабочий	1	чел-см	7,28	400	1,3	3786
ИТОГО:	2		17,53			14446
Дополнительная зарплата:	7,9%					1141
ИТОГО:						15587
ИТОГО с р.к.=	1,3					20263
Страховые взносы:	30%					6079
ИТОГО, руб.:	***26 342***					

Отбор проб мха кукушкин лен осуществлялся выездами в районы, где проводилось геохимическое изучение территории. Совокупная протяженность выездов на места отбора проб составила 142 км (в обе стороны). Транспортировка рабочих и оборудования производилась на автомобиле с дизельным двигателем, расход бензина которого составляет 12 л/100км. За всё время пути (в обе стороны) было израсходовано 17 литров дизельного топлива, стоимость которого составляет 37 рублей. Общая стоимость транспортировки персонала и грузов составила 629 рублей.

Далее следует общий расчет затрат на произведение работ. Общий расчет сметной стоимости всех работ отображен в таблице 23.

Таблица 23

Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Количество	
I	***Основные расходы на геоэкологические работы***			
1	Проектно-сметные работы (затраты на оплату труда)	26 342		
2	Камеральные работы (материальные + подрядные затраты)	32 949,5		
3	Транспортные расходы	629		
4	Амортизационные отчисления (за период проведения работ)	450		
Итого основных расходов (ОР):		*60 370,5*		
II	***Накладные расходы***	% от ОР	15	9 055,6
Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)		*69 426*		
III	***Плановые накопления***	% от НР+ОР	20	13 885,2
IV	***Резерв***	% от ОР	3	1 811,2
Итого сметная стоимость		*85 122,4*		
НДС		%	18	15 322,1
Итого с учётом НДС, руб.:		**100 444,5**		

Таким образом, стоимость исследований уровня содержаний химических элементов во мхах кукушкин лен на территории Кемеровской области составляет 100 тысяч 445 рублей.

Заключение

Изучение особенностей накопления химических элементов мхами Polytrichum commune позволило получить комплексную эколого-геохимическую оценку исследуемых районов Комсомольского и Урского хвостохранилищ Кемеровской области

Краткие выводы по результатам выпускной квалификационной работы:

1. В ходе статистического анализа данных апробирования мхов районов территорий Комсомольского и Урского хвостохранилищ была выполнена базовая статистическая обработка 28 химических элементов и определены концентрации следующих химических элементов: Sm, Ce, Lu, U, Th, Cr, Yb, Au, Hf, Ba, Sr, Nd, As, Ag, Br, Cs, Tb, Sc, Rb, Zn, Ta, Co, Eu, La, Sb, выраженные в граммах на тонну (г/т), Fe, Ca, Na – в процентах (%).
2. Выявлено, что на исследуемой территории Комсомольского хвостохранилища отмечаются максимальные концентрации Ti, V, Fe, As, Ag, Cd, Sb, Au, Hg, Pb. Состав химических элементов, накапливающихся в больших концентрациях во мхах P. commune в окрестностях Комсомольского хвостохранилища отражает состав отходов (сульфидные минералы, отходы цианирования золото-арсенопирит-кварцевых руд).
3. Для района Урского хвостохранилища расчет коэффициентов концентрации химических элементов (Кк = С/Кзк) относительно средних содержаний земной коре (кларка) показал, что Кк > 1 для таких элементов, как As, Se, Ag, Cd, Sb, Ba, Au, Hg, Pb, Bi.. Высокие содержания бария во мхах определяются наличием руд баритового состава Урского рудного узла. Полученные данные позволяют предположить, что основным источником поступления отмеченной

выше группы элементов (As, Se, Ag, Sb, Ba, Au, Hg, Pb, Bi) во мхи является атмосферный перенос пылевых частиц с хвостохранилища.

По результатам работы, можно сказать, что мох кукушкин лен, благодаря своим особенностям, способен аккумулировать напрямую из атмосферного воздуха загрязняющие вещества широкого спектра. Несомненным плюсом использования мхов в качестве биомониторов является их способность накапливать в себе загрязнения на протяжении всей жизни (2-3 года), что позволяет использовать их круглый год, в отличие от сезонных депонирующих сред (снежный покров, листья и т.д.). Исходя из этого мхи являются идеальными биомониторами загрязнения атмосферного воздуха и могут быть использованы в экологических мониторингах различного масштаба.

Список использованной литературы

Опубликованная:

1. Анищенко Л.Н., Сафранкова Е.А. Биоразнообразие и экологическая информативность брио- и лихенофлоры урбоэкосистем в биомониторинге // в сборнике: Экологические проблемы промышленных городов Сборник научных трудов по материалам 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Е.И. Тихомировой. – 2013. – С. 147-150.
2. Анищенко Л.Н., Шапурко В.Н., Сафранкова Е.А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов растениями и лишайниками в условиях сочетанной антропогенной нагрузки // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-7. – С. 1527-1531.
3. 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. – №1. – С. 112–113.
4. Бабешина Л.Г. Сфагновые мхи Западно-Сибирской равнины: морфология, анатомия, экология и применение в медицине: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Томск, 2011. – 38 с.
5. Бардунов Л. В. Древнейшие на суше. Новосибирск: изд. «Наука» Сибирское отделение, – 1984. – 157 с.
6. Безель В. С., Жуйкова Т. В. Химическое загрязнение среды: вынос химических элементов надземной фитомассой травянистой растительности // Экология. – 2007. – № 4. – С. 259-267.
7. Белкина О.А. Листостебельные мхи антропогенных местообитаний Мурманской области / О.А. Белкина. Ботан. журн. – 2001. – № 11. – Т. 86. – С. 21-36.
8. Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горно-добывающих предприятий с учетом микробиологических факторов

трансформации минеральных компонентов / [Л.П. Рихванов и др.]; М-во образования и науки РФ, Нац. исслед. Том. политехн. ун-т; Ин-т геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 437 с.

9. Богданова Я.А., Корчиков Е.С., Прохорова Н.В. О выявлении экологических оптимумов мохообразных // Самарский научный вестник. – 2016. – № 1 (14). – С. 10-14.
10. Болюх В.А., Вирченко В.М. Накопление радионуклидов мхами Украинского полесья // Укр. ботан. журн. – 1994. – Т. 51. – № 4. – С. 39-45.
11. Бортникова С.Б. Геохимия техногенных систем / С.Б. Бортникова, О.Л. Гаськова, Е.П. Бессонова; ИГМ СО РАН. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – С. 169.
12. Вардуни Т.В., Минкина Т.М., Горбов С.Н., Манджиева С.С., Омельченко Г.В., Шиманская Е.И., Вьюхина А.А., Тагивердиев С.С., Сушкова С.Н., Абрамова Т.И., Колина Е.А. Анализ содержания тяжелых металлов в пилезии многоцветковой (pylaisia polyantha), произрастающей в г. Ростов-на-Дону // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 106. – С. 77-90.
13. Волостнов А.В. Методы исследования радиоактивных руд и минералов: учебное пособие / А.В. Волостнов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2010. – 162 с.
14. Врублевский В.А., Нагорский М.П., Рубцов А.Ф., Эрвье Ю.Ю. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск: Изд-во Томского университета. – 1987. – 96 с.

15. Гапеева М.В., Долотов А.В., Чемерис Е.В. Возможности использования мхов (fontinalis antipyretica hedw. и pylaisia polyantha (hedw.) bruch et al.) в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Экология. – 2010. – № 1. – С. 31-34.
16. Гапеева М.В., Филиппов Д.А., Ложкина Р.А. Тяжелые металлы, в том числе и редкоземельные во мхах Северо-Западного и Центрального регионов России // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №5. – С. 633.
17. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2018 году» / глав. ред. Ю. В. Лунева, редкол.: Ю. В. Лунева, Н. А. Чатурова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Кемеровской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Ижевск: ООО «Принт-2». – 2017 – 160 с.
18. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кемеровской области в 2016 году». – Кемерово. – 2017. – 183 с.
19. Даувальтер В. А. Мониторинг загрязнения реки Печоры // Современные экологические проблемы Севера. Мат-лы междунар. конф. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. – 2006. – Ч. 1. – С. 169-171.
20. Дюкарев А.Г. Земельные ресурсы / / Природные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск. – 1991. – С. 7-25.
21. Евсеева Н.С. География Кемеровской области. (Природные условия и ресурсы.). – Кемерово: Изд-во Кемеровского университета. – 2001. – 223 с.
22. Зеликсон Б. С. Биогеохимические ореолы золоторудных месторождений и их поисковое значение // Сборник тезисов и докладов, Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, Москва. – 2015. – С. 21-22.

23. Иванов А.И. Агарикомицеты Приволжской возвышенности. Порядок Boletales, РИО ПГСХА, – 2014. – 176 с.
24. Иванов А.И., Горохова А.Г., Андреева М.И. Структура и функционирование экосистем в естественных и антропогенных условиях // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. - 2015. – № 5 (27). – С. 15-20.
25. Королева Ю.В. Биоиндикация атмосферных выпадений тяжелых металлов на территории Калининградской области // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. – 2010. – Вып. 7. – С. 39–44.
26. Королева Ю.В Использование мхов Hylocomium splendens и Pleurozium schreberi для оценки абсолютных выпадений тяжелых металлов в Калининградской области / Ю.В. Королева // Вестн. Рос. гос. ун-та. – 2006. – №7. – С. 29-34.
27. Королева Ю. В., Пухлова И. А. Новые данные о биоконцентрировании тяжелых металлов на территории Балтийского региона // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2012. – №1 ¬– С. 99-106.
28. Кузнецова И.А., Холостов С.Б. Листостебельные мхи как биоиндикаторы нефтяного загрязнения природной среды района падения отделяющихся частей ракет-носителей // Успехи современного естествознания. – 2013. – №6. – С. 98 – 101.
29. Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ. – 2002. – 290 с.
30. Лялин В.Г., Куранова В.Н. Животный мир, его использование и охрана // Природные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. – 1991. – С. 136-145.
31. Матяшенко Г. В., Чупарина Е. В., Финкельштейн А. Л. Мхи Hylocomiumsplendens и Pleuroziumschreberi как индикаторы

атмосферного загрязнения побережья Южного Байкала // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: – XI Международная научно-практическая конференция. (Барнаул, 28–31 августа 2012 г.). – С. 135-138.

32. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ. – 2014. – 150 с.
33. Московченко Д.В. Биогеохимические особенности верховых болот Западной Сибири // География и природные ресурсы. Научный журнал. – 2006. – № 1. – С. 63–67.
34. Мэннинг У.Д., Феддер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеоиздат. – 1975. – 141 с.
35. Нифонтова М.Г. Динамика долгоживущих радионуклидов в мохово-лишайниковой растительности // Экология. – 1997. – № 4. – С. 273-277.
36. Нифонтова М.Г. Использование лишайников и мхов для оперативного определения радиоактивного загрязнения природной среды // Дефектоскопия. – 2005. –№ 1. С. 80 – 84.
37. Нифонтова М.Г., Куликов Н.В. О накоплении стронция-90 и цезия-137 в природных условиях // Экология. – 1977. – № 3. – С. 93-96.
38. Нифонтова М.Г., Куликов Н.В. ^{137}Cs в растениях (и фитоценозах) окрестностей Белоярской атомной электростанции им. И.В. Курчатова // Экология. – 1984. – № 5. – С. 81–83.
39. Отнюкова Т.Н., Дутбаева А.Т., Жижаев А.М. Особенности биоразнообразия эпифитного покрова и элементного состава древесного субстрата и мхов в условиях различного уровня загрязнения// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3. – С. 85-90.
40. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа. – 1975. – 392 с.

41. Попкова Л.А. Экологическая ситуация в водоемах 30-ти километровой зоны СХК по гидробиологическим показателям / Л.А. Попкова, А.И. Рузанова, Т.В. Юракова // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири: Мат.конф. – Томск. – 1996. – С. 35-36.
42. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М., Павловский В.А. Аккумуляция тяжёлых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет. – 1998. – 98 с.
43. Пат. 2184385. Бриогеохимический способ поисков золоторудных месторождений. G01V9 - Разведка или обнаружение способами, не отнесенными к группам G01V 1/00-G01V 8/00. Владельцы патента: Загоскин Валерий Александрович. БИ: 17/2005.
44. Пат. 2363021. Способ поиска месторождений нефти и газа. G01V11 - Разведка или обнаружение с использованием комбинированных способов, представляющих собой сочетание двух и более способов, отнесенных к группам G01V – 1/00 G01V – 9/00. Владельцы патента: Загоскин Станислав Валерьевич, Чипизубов Виталий Викторович, Баландин Андрей Владимирович.
45. Рихванов Л.П. Содержание тяжелых металлов в почвах: учебное пособие / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, С.И. Сарнаев. – Томск: Изд-во ТПУ. – 1993. – 83 с.
46. Рогова Н.С. Разработка метода экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. технич. наук (05.11.13) / «Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2013. – 22с.
47. Рогова Н.С., Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Меркулов В.Г. Изучение аккумуляционных свойств мхов, используемых при мониторинге загрязнений атмосферы // Оптики атмосферы и океана. – 2011. – №1. – С. 79-83.

48. Рыжакова Н.К., Бабешина Л.Г., Рогова Н.С. Изучение аккумуляционной способности сфагновых мхов по отношению к долгоживущим изотопам // Химия растительного сырья. – 2011. – №1. – С. 163–167.
49. Рыжакова Н. К., Рогова Н. С., Борисенко А. Л., Меркулов В. Г. Способ оценки загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами и другими химическими элементами с помощью эпифитных мхов. Патент на изобретение № 2463584 от 2011 г.
50. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2. Геолого-экологические работы. (ВНИИ экон. минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС). – М.: ВИЭМС. – 1992. – 153 с. 122
51. Собченко В.А., Переволоцкий А.Н., Храмченкова О.М. Опыт изучения десорбции 137Cs различным видам мхов // Радиоэкология. – С. 55 – 57. 28
52. Справочник по радиометрии / под ред. А.И. Колосова. – М.: Госгеолтехиздат. – 1957. – 198 с.78
53. Содержание тяжелых металлов в сфагновых мхах Вологодской области / В.П. Шевченко, Д.А. Филиппов, В.В. Гордеев, Л.Л. Демина // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 14. – С. 1–8. 87
54. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. ^{137}Cs в компонентах природных экосистем 30-километровой зоны влияния Смоленской АЭС // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. – 2009. – № 3. – С. 3-8.
55. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Роль мохового покрова лесных экосистем в биогеохимической миграции загрязнителей различной природы // Науч. тр. БГИТА. Вып. 7. Брянск. – 2003. – С. 64-66.
56. Цветнова О.Б., Щеглов А.И., Столбова В.В. К вопросу о методах биодиагностики в условиях радиоактивного загрязнения // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2014. – Т. 54. – № 4. – С. 423-431.

57. Шарковскис П.А., Никодемус О.Э. Содержание металлов в продуктах эмиссии на придорожной полосе автодорог Латвии // Воздействие выбросов автотранспорта на природную среду. Рига. –1989. – С. 5–21.
58. Шварцев, С. Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. – М.: Недра. – 1998. – 366 с.
59. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии: Учеб. Пособие для студентов геологических специальностей. – Красноярск: Изд-во Красноярского университета. – 1988. – 208 с.
60. Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Биоиндикация экологического состояния нижнего течения р. Томь по зообентосу // Мир науки, культуры, образования. – 2007. – № 3. – С. 34-36.
61. Arndt, U., Novel, W., Schweizer, B. Bioindikatoren: Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse, Eugen Ulmer Verlag. – 1987. – S. 388.
62. Bruns I., Friese K., Markert B., Krauss G.%J. The use of Fontinalis antipyretica L. ex Hedw. as a bioindicator for heavy metals. 2. Heavy metal accumulation and physiological reaction of Fontinalis antipyretica L. ex Hedw. in active biomonitoring in the River Elbe // The Sci. Total Environ. – 1997. – V. 204. – P. 161-176.
63. Culberson W.L. The corticolous communities of lichens and bryophytes in the upland forest of Northern Wisconsin // Ecology Monography. – 1955. – V. 25. – P. 215-231.
64. Dolegowska S., Migaszewski Z.M. Anomalous concentrations of rare elements in the moss-soil system from south-central Poland // Environmental Pollution. – 2013. – Vol. 178. – P. 33–40.
65. Franzen-Reuter, I. Untersuchungen zu den Auswirkungen atmosphärischer Stickstoffeinträge auf epiphytische Flechten und Moose im Hinblick auf die Bioindikation: Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.) / Bonn. – 2004. – 135 s.

66. Giordano S., Sorbo S., Adamo P. Et al. Biodiversity and trace element content of epiphytic bryophytes in urban and extraurban sites of southern Italy // Plant Ecol. – 2004. – V. 170. – P. 1-14.
67. Gonsales E.P., Boaventura R.A.R. Uptake and release kinetics of copper by the aquatic moss Fontinalis antipyretica // Wat. Res. – 1998. – V. 32. – № 4. – P. 1305-1313.
68. Guillite O., De Brabant B., Gasia M.C. Use of mosses and lichens for the evaluation of the radioactive fallout, deposits and flows under forest-cover // Mem. Soc. Roy. Bot. Belg. – 1990. – V. 12. – P. 89-99.
69. Hock, B., Elstner, E. Pflanzentoxikologie - Der Einfluß von Schadstoffen und Schadwirkungen auf Pflanzen, Bibliographisches Institut. – 1984. – S. 346.
70. Kelly M.G., Whitton B.A. Interspecific differences in Zn, Cd and Pb accumulation by freshwater algae and bryophythes // Hydrobiologia. – 1989. – V. 175. – № 1. – P. 1-11.
71. Little P., Martin M.H. Biological monitoring of heavy metals pollution // Environ. Pollut. – 1974. – Vol. 6. – № 4. – P. 1-19.
72. Mezhibor, A.M. Die ökologische Charakteristik der Elemente-Beimischungen in den Reittorfen des Gebietes Tomsk: Dissertation zur Erlangung des Kandidates der geologo-mineralogischen Wissenschaften / Tomsk. – 2009. – S. 13.
73. Ruhling A., Brumelis G., Coltsova N. Atmospheric heavy metal deposition in Northern Europe 1990 // NORD. – 1992. – V.12. – 42 p.
74. Rühling A., Tyler G. An ecological approach to the lead problem. // Botaniska Notiser. – 1968. – №122. – P. 248–342.
75. Say P.J., Whitton B.A. Accumulation of heavy metals by aquatic mosses. 1: Fontinalis antipyretica Hedw. // Hydrobiologia. – 1983. – V. 100. – P. 245-260.
76. Schofield W. C., Crum H. A. Disjunctions in Bryophytes. — Annales of the Missouri Bot. Garden, 1972, v. 59, N 2, P. 174-202.

77. Schubert, R. Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen, Gustav Fischer Verlag. – 1991. – P. 338.
78. Solga, A. Untersuchungen zur Eignung von Moosen als Bioindikatoren atmosphärischer Stickstoffeinträge: Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.) / Bonn. – 2003. – 178 P.
79. Vazquez M.D., Wappelhorst O., Markert B. Determination of 28 elements in aquatic moss Fontinalis antipyretica Hedw. and water from the upper reaches of the River Nisa (Cz, D) by ICP-MS, ICP-OES and AAS // Water, Air, and Soil Pollution. – 2004. – V. 152. – P. 153-172.
80. Vitt D. H., Ostafichuk M., Brodo I. M. Foliicolous bryophytes and lichens of Thuja plicata in western British Columbia. — Canad. J. Bot., 1973, v. 51, N 3, p. 571 – 580.
81. Winfried Schröder, Roland Pesch. Long-term monitoring of the metal accumulation in forests measured by use of the moss technique // European Journal of Forest Research. – 2010. – V. 129. – P. 145-148.
82. Zechmeister, H. G., Riss A. Biomonitoring mit Moosen am Beispiel der Erfassung von Schwermetalldepositionen in Österreich / 1998. – S. 197-221.

Нормативно-методические документы:

83. ГН 2.2.5.686-98 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (Разделы 1-2).
84. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий (с Изменением N 1).
85. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
86. ГОСТ Р ИСО 26000–2012 Руководство по социальной ответственности. – М: Стандартинформ. – 2014. – 23 с.
87. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Текст. - Введ. 1976 - 01 - 01. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов –1975. – 8 с.

88. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 1989-01-01. – М.: Издательство стандартов,1989. –50 с.
89. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. - М.: Издательство стандартов –2006.
90. ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Введ. 1981-07-01. - М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
91. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. –М.: ИПК Издательство стандартов –1983.
92. ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – Введ. 1983-07-01. - М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.
93. ГОСТ 12.1.019-79 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Введ. 1980-01-07. - М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.
94. ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. – Введ. 1990-01-07. - М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.
95. ГОСТ12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992-01-07. - М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов, 1992. – 126 с.
96. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – Введ. 2003-30-04. - М.: Минздрав России, 2003. – 609 с.
97. НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 2003-01-08. - М.: Стандартинформ, 2003. – 31 с.
98. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – СПб.: ДЕАН, 1999. – 320 с.

99. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях. – Введ. 2003-04-09. - М.: Стандартинформ, 2003. – 6 с.
100. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, дополненное с исправлениями. Новосибирск – 2006.
101. Р 2.2.2006-05. «Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». – Введен: 01.11.2005. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 133 с.
102. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Введен: 01.10.1996. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 12 с.
103. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. — Введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов –2002. –14 с.
104. СанПиН 2.1.1.4.1074 – 01. «Вода питьевая».
105. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Введен: 31.10.1996. М.: Минздрав России – 1996. –8 с.
106. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – Введен: 01.01.1995. М.: Издательство стандартов –1995. –27 с.
107. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. – Введен: 21.01.1994. М.: Издательство стандартов –1999. – 71 с.
108. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) // Собрание законодательства. – 2008. – С. 87–140.
109. «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).

Интернет ресурсы:

110. Карта административного деления Кемеровской области [Электронный ресурс] / Департамент по социально-экономическому развитию Кемеровской области – URL: https://ako.ru/oblast/obshchaya-informatsiya/territories.php, свободный. – Дата обращения: 01.03.2019 г.
111. Природные ресурсы. Охотничье-промысловые ресурсы. [Электронный ресурс] / Лесные ресурсы. URL: https://ako.ru/, свободный. – Кемеровская область. Официальный сайт. – Дата обращения 01.03.2019 г.
112. Тисульский район [Электронный ресурс] / URL: http://kemoblast.ru/tisul/, свободный . – Дата обращения 1.03.2019 г.

Приложение I
(справочное)

Moos wie Bioindikator der Umweltverschmutzung

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ71	Абзаидова Камила Муратовна		

Консультант школы отделения (НОЦ) ИШПР ОГ

Должность	ФИО	Ученая степень/звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Межибор Антонина Михайловна	канд. геол.-мин. наук		

Консультант – лингвист отделения (НОЦ) ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень/звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОИЯ	Щеголихина Юлия Викторовна	канд. фил. наук		

Begriff «Moose»

Unter Bioindikation versteht man die Anzeige von abiotischen und biotischen Standortsfaktoren durch biologische Systeme [89]. Als Bioindikatoren im weiteren Sinn bezeichnet man dementsprechend Organismen oder Organismengemeinschaften, die als Zeiger für bestimmte Umweltfaktoren natürlicher Art oder infolge menschlichen Einwirkens verwendet werden können.

Nach dieser weitgefassten Definition ist jede biologische Art ein Bioindikator, da sich im Laufe der Evolution jede Art an einen Komplex von Standortfaktoren angepasst hat und diesen im Besetzen der ökologischen Nische anzeigt. Diese natürliche Bioindikation macht man sich in der Land- und Forstwirtschaft, der Vegetationskunde und anderen Disziplinen schon seit langem zunutze. So sagt man, dass eine Art Feuchte- oder Kalkzeiger ist usw. Seit einigen Jahrzehnten interessiert man sich jedoch zunehmend für solche Bioindikatoren, die anthropogene Faktoren anzeigen. Im Zuge zahlreicher Programme und Projekte der Umweltüberwachung hat man weltweit schon eine unübersehbare Zahl an tierischen oder pflanzlichen Organismen als Bioindikatoren eingesetzt. Somit sind Bioindikatoren im engeren Sinn Organismen, die auf Schadstoffbelastungen mit Veränderung ihrer Lebensfunktionen antworten, also eine möglichst spezifische Reaktion (Reaktionsindikatoren) zeigen oder den bzw. die betreffenden Schadstoffe aufnehmen und anreichern (Akkumulationsindikatoren), also 'akkumulieren [73].

Das Ziel der Arbeit besteht in der Bestimmung der geochemischen Besonderheiten des Wachsens verschiedener Moose.

Moose sind eine Gruppe der Pflanzen und werden zusammen mit Flechten, Pilzen, Algen und Farnenals Kryptogamen bezeichnet. Moose finden als Schadstoffindikatoren in vielen Ländern Verwendung, aber ihre Einsatzhäufigkeit spiegelt ihre besonders gute Eignung als Bioindikator bei weitem nicht wider, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass die Bestimmung - von wenigen leicht kenntlichen Moosen abgesehen - relativ schwierig ist und einige Erfahrung erfordert.

Die Moose spielen eine sehr wichtige Rolle im globalen Ökosystem. Dort, wo Moose häufig sind, wie in Bergwäldern und Mooren, haben sie eine wichtige

ökologische Rolle im Nährstoffkreislauf, da sie die Nährstoffe aus dem Niederschlag filtern, ferner für den Wasserkreislauf, da sie zum einen Nebel ausfiltern können und zu einem gewissen Grad auch den Niederschlag speichern können.

Epiphyten (von griech.epi für «auf» und phyton für «Pflanze») nutzen andere Pflanzenkörper als Unterlage. An diese besondere Lebensform als «Aufsitzerpflanzen» hat sich auch eine ganze Reihe von Moosarten angepasst. Sie wachsen auf den Ästen und Stämmen von Bäumen und Sträuchern und nutzen deren Borke als Substrat. (Weitere Ausführungen dazu im Heft 3 der «Beiträge zum Naturschutz im Mittleren Erzgebirgskreis»: E. Seifert: Epiphyten im Wandel-Zum Vorkommen epiphytischer Moose im Erzgebirge).

Die Versorgung dieser Moospflanzen mit mineralischen Nährstoffen, Wasser und Kohlendioxid erfolgt bekanntlich ausschließlich aus der Luft. Sie nehmen diese Stoffe nicht mit Wurzeln, sondern mit ihrer gesamten Oberfläche auf. Ebenso wirken aber auch die aus Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Haushalten stammenden Gase und Stäube direkt auf die Moospflanzen ein.

Da die zarten Blätter oft einzellschichtig und nicht durch eine Wasser abweisende Kutikula geschützt sind, dringen die genannten Stoffe ziemlich leicht in die Pflanzen ein.

Da die zarten Blätter oft einzellschichtig und nicht durch eine Wasser abweisende Kutikula geschützt sind, dringen die genannten Stoffe ziemlich leicht in die Pflanzen ein. Aber auch Stoffe, die wegen geringer Wasserlöslichkeit an der Oberfläche der Pflanzen haften bleiben, bewirken oft Schäden an den Zellwänden und beeinflussen so die natürlichen Funktionen der Blätter, was zu Verfärbungen oder Verformungen, Funktionsverlust oder zum Absterben der Pflanzen führen kann [90].

Die Immissionen der oben genannten Schadstoffe beeinflussten nachhaltig unterschiedliche physiologische Vorgänge in den lebenden Zellen, darunter lebenserhaltende Stoff- und Energiewechselprozesse wie Photosynthese und Zellatmung, aber auch Reproduktionsprozesse, zum Beispiel die Beweglichkeit der

Spermatozoiden und die Sporenbildung. Die Auswirkungen zeigen sich in geringem Wachstum, zunehmender Sterilität und schwacher ökologischer Potenz.

Epiphyten nutzen andere Pflanzenkörper als Wuchsunterlage. An diese besondere Lebensform als «Aufsitzerpflanzen» hat sich auch eine ganze Reihe von Moosund Flechtenarten angepasst, aber auch einheimische Sproßpflanzen probieren gelegentlich die epiphytische Lebensweise. Hier wachsen auf dem Stamm einer alten Eberesche verschiedene Laubmoose gemeinsam mit jungen Farnpflanzen und Fichtensämlingen als Epiphyten.

Typen der epiphytischen Moosen

Ontogenetisch betrachtet gibt es zwei Typen von Epiphyten: Holoepiphyten, oder echte Epiphyten, keimen und wachsen während ihres gesamten Lebens auf einer anderen Pflanze. Hemiepiphyten dagegen verbringen nur einen Teil ihres Lebens auf einer anderen Pflanze. Man unterscheidet bei letzteren zwischen primären und sekundären Hemiepiphyten.

Primäre Hemiepiphyten beginnen ihren Lebenszyklus als Epiphyt und entwickeln in einer späteren Phase Wurzeln, die eine Verbindung zum Boden ermöglichen. Sekundäre Hemiepiphyten wachsen zunächst terrestrisch und verlieren in einer späteren Lebensphase die Verbindung zum Erdboden [90].

Geografische Verbreitung

Epiphytische Gefäßpflanzen kommen fast ausschließlich in den Subtropen und Tropen vor. Niedere Pflanzen wie Algen, Moose, Flechten und Farne können hier in Regionen mit kontinuierlicher Wasserverfügbarkeit auch als Epiphylle auftreten.

In den gemäßigten Breiten kommen je nach Regenmenge nur niedere Pflanzen (z. B. Europa), aber auch Gefäßpflanzen (z. B. Neuseeland oder südlicher Himalaya) epiphytisch vor. Gelegentlich findet man auch sonst terrestrisch wachsende Pflanzen, die in Humusakkumulationen von Baumastgabeln ein geeignetes

Wuchsmilieu vorfinden (Zufallsepiphyten). In Europa gibt es sonst, bis auf seltene Einzelfälle, keine epiphytischen Gefäßpflanzen. Als Grund wird hierfür in der Literatur der Frost genannt, der eine Wasserversorgung der Pflanzen für einen längeren Zeitraum verhindert [90].

Physiologische Anpassungen

Der CAM-Mechanismus erlaubt es einer Pflanze, ihre Spaltöffnungen während des Tages zu schließen und so weniger Wasser zu verdunsten als mit offenen. Die für die Photosynthese wichtige Kohlenstoffdioxidaufnahme wird in die Nacht verlegt, wenn die Umgebungstemperaturen niedriger sind und die Luftfeuchtigkeit höher.

Epiphytische Moose und Flechten saugen, wenn es regnet, in ihrer oft verfilzten, schwammartigen Masse große Mengen Wasser auf. Bei längeren Trockenperioden schrumpfen sie zusammen und reduzieren ihren Stoffwechsel bis zur nächsten Regenzeit [90].

Bedeutung der Moose für die Ökologie

Die Moose spielen eine sehr wichtige Rolle im globalen Ökosystem. Dort, wo Moose häufig sind, wie in Bergwäldern und Mooren, haben sie eine wichtige ökologische Rolle im Nährstoffkreislauf, da sie die Nährstoffe aus dem Niederschlag filtern, ferner für den Wasserkreislauf, da sie zum einen Nebel ausfiltern können und zu einem gewissen Grad auch den Niederschlag speichern können [90].

Mehrere Eigenschaften machen die Moose zu sehr guten Bioindikatoren: Sie nehmen Wasser und Nährstoffe über die Oberfläche auf und sind so der direkten Wirkung von Schadstoffen ausgesetzt; ihr kurzer Lebenszyklus führt zu raschen Reaktionen auf Umweltveränderungen; sie sind makroskopisch bestimmbar und sind ganzjährig präsent. Moose werden jedoch bis jetzt nur in Europa, Kanada, Japan und Neuseeland als Bioindikatoren verwendet [90].

Moose haben im folgenden genannte Eigenschaften, die sie als Bioindikatoren geeignet machen [81]: Moose decken ihren Nährstoffbedarf überwiegend aus der

Atmosphäre, das bedeutet sie nehmen Nährstoffe aus Niederschlägen und aus der Luft über ihre meist einzellschichtige Blättchenoberfläche und die Epidermisoberfläche anderer Sprossteile auf; Moosepidermen haben keine Cuticula (wachsartige, weitgehend undurchlässige Abschlussschicht der Epidermis höherer Pflanzen), so dass Moose eine Stoffaufnahme über ihre Oberfläche nicht verhindern können. Moose können die Schadstoffaufnahme auch nicht regulieren über Stomata (Spaltöffnungen), sofern sie überhaupt vorhanden sind. Die "Wurzeln" der Moose dienen im Gegensatz zu höheren Pflanzen nur der Verankerung der Moose im Substrat und nicht der Wasser- und Nährstoffaufnahme.

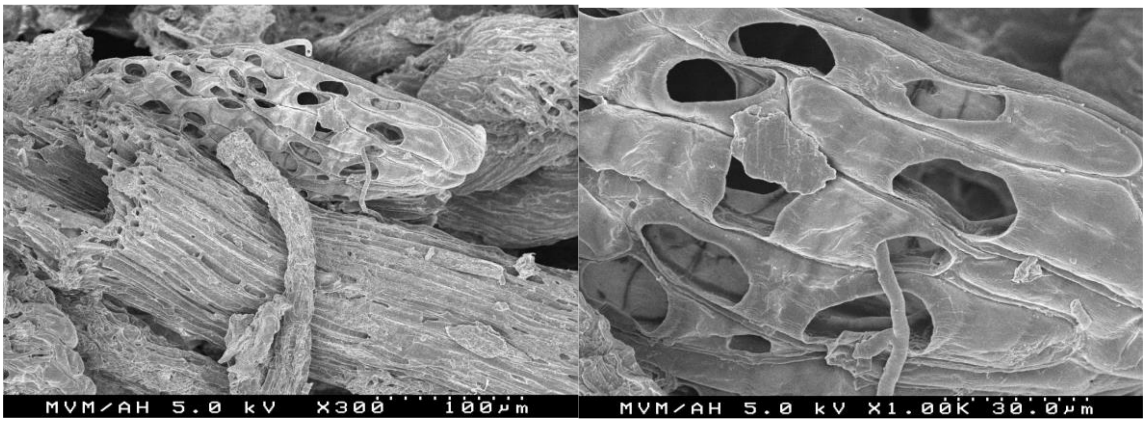

Abbildung 2. Die Struktur der Käfige des Mooses bei der Vergrößerung unter dem elektronischen Mikroskop: die Vergrößerung ×300 (links), die Vergrößerung ×1000 (rechts) [84]

Rolle der epiphytischen Moose

Verglichen mit anderen Pflanzengruppen haben Moose wichtige Eigenschaften, die sie als Bioindikatoren besonders geeignet machen [77]:

- Als poikilohydrische Organismen ohne schützendes Abschlussgewebe nehmen sie Wasser und darin gelöste Nährstoffe mit Regen, Tau oder Nebel über die gesamte Oberfläche auf. Somit gelangen auch Schadstoffe direkt in die Pflanze;
- Moose haben weitaus größere Areale als Blütenpflanzen;

- Moose verfügen über eine leichte und effektive Windverbreitung, können sich somit rasch ausbreiten und auf Veränderungen der Umweltbedingungen schnell reagieren;
- Moose haben schnelle Reproduktionszyklen. Ein ganzer Entwicklungszyklus wird schnellstens in 4 Wochen durchlaufen, bei vielen Arten in einem halben Jahr. Eine schnelle Reaktion auf Umwelteinflüsse ist dadurch gesichert;
- Untersuchungen mit Moosen können ganzjährig durchgeführt werden;
- Aufgrund ihres geringen Temperaturoptimums erreichen Moose ihr Maximum an Stoffwechselaktivität im Spätherbst und Winter, wo Hausbrand und Inversionswetterlagen die Schadstoffbelastungen erhöhen;
- Moose verfügen über keine physiologische Anpassung, die es ihnen ermöglichen würde, schädliche Stoffe abzuscheiden.

Aufgrund dieser Eigenschaften werden Flechten und Moose schon seit Jahrzehnten als Bioindikatoren für die Luftqualität genutzt. Es sind insbesondere die Auswirkungen säurebildender Luftverunreinigungen (SO2), die in der Vergangenheit in zahlreichen Studien untersucht wurden [77].

Bedeutsamkeit Biomonitoring

Jeder Organismus ist das Produkt einer langen Evolution. Jedes Lebewesen zeigt demnach gegenüber seiner Umwelt eine mehr oder wenige große Kapazität zur Anpassung, und hat in Abhängigkeit von seiner genetischen Prädisposition unterschiedliche physiologische Toleranzbereiche und unterschiedliche ökologische Potenzen. Im weitesten Sinn ist daher jedes Lebewesen ein Bioindikator, weil es über die Lebensumstände unter denen es wächst, Auskunft gibt. Es zeigt (indicare = anzeigen) sowohl die abiotischen als auch die biotischen Umgebungsparameter, bei Pflanzen besser Standortsfaktoren, an [94].

Von Bioindikator im engeren Sinn wird aber zumeist nur dann gesprochen, wenn es um die Reaktion einer Pflanze auf direkte anthropogene Einflüsse, häufig

Schadstoffe bzw. um die Überprüfung rein anthropogener oder anthropogen modifizierter Umweltfaktoren geht (z.B.: Veränderungen durch Drainage, Düngung oder durch übergeordnete Effekte wie «climate change»). In diesem Sinne findet der Begriff in einem Großteil der Literatur Verwendung.

Während der Bioindikator über die Art der Einwirkung des Schadstoffes Auskunft gibt, ist es mittels eines Biomonitors möglich, auch etwas über die Menge des einwirkenden Schadstoffes zu erfahren. Biomonitoring ist daher unmittelbar mit «Messen» bzw. Analyse verbunden [94].

Im schadstoffbezogenen Biomonitoring gibt es zwei Formen: passives und aktives Monitoring. Im passiven Monitoring werden Organismen untersucht (gemessen) welche an ihrem natürlichen Standort wachsen. Im aktiven Monitoring werden die Monitoringarten unter Standardbedingungen gezogen, aktiv exponiert und nach genau vorgegebenem Zeitraum analysiert.

Die Vorteile des Biomonitorings gegenüber anderen Monitoringmethoden sind vielfältig [94]:

- Durch biologische Materialen wird ein besserer Einblick darüber gewährt, welche Schadstoffe tatsächlich in einem Lebensraum wirksam deponiert werden.
- Es können genauere Informationen über die Menge und Wege der Schadstoffe in der Nahrungskette erlangt werden.
- Man kann die tatsächlichen Auswirkungen eines Schadstoffes im Ökosystem erkennen, bzw. die Pufferkapazitäten eines Systems abschätzen.
- Biomonitore erlauben ortsunabhängige Einsatzmöglichkeit, weil sie unabhängig von jeglicher technischer Energieversorgung sind und keiner Infrastruktur bedürfen. Sie sind daher sowohl für punktuelle als auch flächendeckende Untersuchungen geeignet.
- Im Gegensatz zu technischen Meßgeräten haben sie nur geringen (aktives Monitoring) oder keinen Betreuungsaufwand.

- Biomonitoringmethoden sind im Vergleich mit technischen Geräten extrem kostengünstig.
- Sie sind außerdem wenig auffällig, und dementsprechend weniger anfällig gegenüber Vandalismus.

Auch die Nachteile sollen nicht verschwiegen werden [94]:

- Die Resultate sind zumeist abhängig von den eingesetzten Arten und können nicht immer standardisiert werden.
- Die Untersuchungsgebiete sind (zumindestens im passiven Monitoring) auf die Verbreitungsgebiete der Bioindikatoren beschränkt.
- Einzelne Schadstoffe sind in ihrer Einzelwirkung nicht immer klar erfaßbar bzw. zu trennen. Eine rein additive Wirkung muß oft einer multiplikativen Wirkung weichen.
- Schwankungen im genetischen bzw. physiologischen Bereich können Ergebnisse verfälschen.
- Tierfraß, Pflanzenkrankheiten, Klimaschwankungen usw. können das Untersuchungsprogramm bisweilen beeinträchtigen.
- In legislativen Bereichen werden in Österreich fast immer technische Messungen als Standard gesetzt.

In Anbetracht sich ständig verändernder Umweltbedingungen (Klima, Luftbelastung) ist es notwendig, Verfahren zu entwickeln, die diese Veränderungen erkennen, bewerten und überwachen können. Für solch ein Umweltwarnsystem kommt in erster Linie das Biomonitoring, d.h. Langzeitüberwachung von Organismen, in Frage. Die Vorteile eines solchen biologischen Überwachungssystems zeigen sich darin, dass [77]:

- Organismen die Umwelteinflüsse und –änderungen integrieren;
- viele Organismen eine besondere Sensibilität auf spezielle Veränderungen besitzen;
- die biologische Wirkung auf einen Organismus erfasst wird;
- die Wirkung von Schadstoffen über einen langen Zeitraum erfasst wird;

- die Kumulationswirkung aller Schadstoffe erfasst wird;
- die Wirkungen flächendeckend und nicht nur punktuell erfasst werden;
- mit denselben Methoden Veränderungen unterschiedlichster Parameter, z.B. Auswirkungen von Klimaänderungen und atmosphärischen Veränderungen bestimmt werden können.

Die Umweltüberwachung mit Messinstrumenten allein erscheint nicht ausreichend, weil immer nur einzelne Parameter gemessen werden, die Relevanz der Messwerte für die Umwelt oder den Menschen nicht abschätzbar ist und Organismen schon auf kleinste, kaum messbare Änderungen reagieren. In vielen Fällen werden die relevanten Schadstoffkomponenten mit technischen Verfahren auch nicht ausreichend erfasst. So existiert beispielsweise für die Ermittlung der Ammoniakkonzentrationen in der Luft aufgrund des hohen Aufwandes und der Kostenintesität kein flächendeckendes Messnetz. Bei dem Einsatz von Messstationen bzw. Messwagen werden einzelne Schadstoffe an wenigen Standorten über eine bestimmte Zeit oder zu bestimmten Zeitpunkten gemessen. Das ist sicherlich in Hinblick auf eine Luftüberwachung nicht nur sinnvoll, sondern auch notwendig, da es die Veränderung einzelner Parameter erfasst. Der Einsatz von Bioindikationsmethoden zielt jedoch auf die Wirkung auf den Organismus. Es wird die Wirkung auf komplexe Systeme wie die Natur (Ökosysteme) und Teilen davon (auch den Menschen) erfasst und nicht nur die Veränderungen an sich.

Ein weiterer Vorteil des Biomonitorings gegenüber chemisch-physikalischen Messverfahren ist, dass es meist weitaus kostengünstiger ist [77].

Biomonitoring mit Moosen

Die Methode des Moosmonitorings wurde in den späten 1960er-Jahren entwickelt. Sie basiert darauf, dass polsterartig ausgebildete Bodenmoose den Großteil ihrer Nährstoffe direkt aus dem Niederschlag und aus trockener Deposition (Ablagerungen aus der Luft) beziehen und nur sehr wenige Stoffe aus dem Boden aufnehmen. Deponierte Schadstoffe reichern sich im Moos an und können über einen bestimmten Zeitraum gemessen werden. Bei der großräumigen Kartierung der

Bioakkumulation von Metallen und Stickstoff können Moose daher als Indikator dienen. Das Moosmonitoring ist für ein flächendeckendes Screening der Belastungssituation bei vielen selten gemessenen Metall-Elementen besonders geeignet. Häufig ist das Moosmonitoring die einzige flächenbezogene Informationsquelle zur räumlichen Verteilung der Belastung, da in anderen Programmen nur wenige Schwermetalle und diese oft nur optional und punktuell gemessen werden.

Moose finden seit einer immer breiteren Verwendung als Bioindikatoren. Dabei werden sie einerseits als passive Reaktionsindikatoren zur Erfassung von Luftschadstoffen eingesetzt, ohne daß es dabei aber zu einer klaren Trennung der einzelnen Einflußfaktoren wie SO^2, Fluor, NO^x und anderen Schadstoffen kommen kann [94].

Zur Untersuchung ausgewählter Stoffgruppen hingegen werden Moose als Akkumulationsindikatoren verwendet. Dabei haben sie sich vor allem zur Quantifizierung von atmosphärischen Schwermetalleinträgen bewährt. Es gibt wohl kaum eine zweite Organismengruppe, welche sich dafür so gut eignet wie die Moose [94].

Die Identifizierung der annuellen Zuwächse ist bei den eingesetzten Monitoringarten möglich, womit eine zeitliche Zuordnung der analysierten Konzentrationen gewährleistet wird. Dadurch wird es erst ermöglicht, daß mittels einer einzigen Aufsammlung die Depositionen der letzten Jahre exakt erfaßt und quantifiziert werden können. Dies stellt wohl einen der größten Vorteile dieser Methode gegenüber anderen Biomonitoringmethoden dar. Darüberhinaus ermöglicht die exakte zeitliche Zuordnung auch das Verfolgen von mittel- und längerfristigen Veränderungen der Schwermetalldepositionen an exakt denselben Orten und Regionen [94].

Die spezielle Eignung von Moosen als Bioindikatoren beruht auf ihrem vergleichsweise ein-fachen Bau und ihrer Form der Wasser- und Nährstoffaufnahme. Der Gametophyt besitzt weder Wurzeln noch Spaltöffnungen, besonders ektohydrischen Arten fehlt eine gut ausgebil-dete Kutikula, weshalb die

Aufnahme von Wasser und darin gelösten Stoffen über die gesamte Oberfläche erfolgen kann. Dies bedeutet gleichzeitig, dass Moose einer Beeinflussung durch Schadstoffe bzw. durch Nährstoffe in schädlich hohen Konzentrationen weitgehend schutzlos ausgesetzt sind, was man sich letzt-lich bei der Bioindikation zu Nutze macht. Weitere Eigenschaften von Moosen, die zu einer effizienten Stoffaufnahme beitragen, sind allgemein hohe Blattflächen-indices, große Oberflächen zu Volumen-Verhältnisse sowie hohe Kationenaustauschkapazitäten. Außerdem besitzen viele Arten aufgrund ihrer Morphologie ein großes Partikel-Fangvermögen [90].

Moose haben in der Vergangenheit sowohl als Akkumulations- wie auch als Reaktionsindi-katoren Verwendung gefunden, neben passivem ist mit ihnen auch aktives Monitoring durchgeführt worden. Da bereits mehrere Übersichten über die vielfältigen Einsatzgebiete und methodischen Ansätze existieren, soll an dieser Stelle nur auf einige wesentliche Punkte eingegangen werden. Zu den bekanntesten Beispielen zählt das passive Monitoring von Luftverschmutzungen, hierbei insbesondere der SO2-Belastung der Luft. Bis heute am stärksten etabliert hat sich das Akkumulationsmonitoring luftgetragener Schwermetalle, das in den späten 1960er Jahren begann und mittlerweile in zahlreichen europäischen Ländern in regelmäßigen Zeitabständen stattfindet. Als weitere Anwendungsgebiete sind Akkumulationsuntersuchungen zum Eintrag organischer Schadstoffe sowie Radionuklide zu nennen. Im aquatischen Bereich wurden Moose als Akkumulations- und Reaktionsindikatoren zur Beurteilung der Schadstoffbelastung und dem Grad der Gewässerversauerung eingesetzt. Neuere Untersuchungen befassen sich mit Moosen als Indikatoren für Klimafluktuationen. daneben findet die «Bryodiversität» bei der Analyse kulturlandschaftlicher Veränderungen heute besondere Berücksichtigung [90].

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Moose für ökologische Kontrolle der geochemischen Lage ideal passen. Moose haben in der Vergangenheit sowohl als Akkumulations- wie auch als Reaktionsindikatoren Verwendung gefunden, neben passivem ist mit ihnen auch aktives Monitoring durchgeführt worden.

Moose können Schadstoffe bis zu sehr hohen Konzentrationen akkumulieren, da sie eine große Oberfläche aufweisen und eine hohe Kationenaustauschkapazität (KAK) besitzen.

Die meisten Moose sind nicht an bestimmte Jahreszeiten gebunden, können also jederzeit gesammelt oder kontrolliert werden; zudem besiedeln sie nahezu alle Substrate, auch künstliche Standorte wie Mauern und Hausdächer etc.

Für Moose bestehen folgende Einsatzmöglichkeiten als Bioindikatoren [89]: Bei Luftverschmutzung reagieren Moose besonders auf Schwefeldioxid. In den vergangenen Jahrzehnten wurde die steigende Belastung anhand des Verschwindens von Moosen aus Industriegebieten kartiert, heute die sinkende Belastung anhand der Wiederbesiedlung, besonders durch Epiphyten.

Moose akkumulieren aufgrund ihrer hohen Ionenaustauschkapazitäten Schwermetalle. Europaweit werden zum Monitoring die Moosarten Hylocomium splendens, Hypnum cupressiforme und Pleurozium schreberi untersucht. Das Forschungskonsortium Mossclone testet, welche Torfmoose sich zur standardisierten Luftüberwachung eignen. Die gleichen Mechanismen lassen Moose auch Radionuklide anreichern, sodass sie als Langzeitsensoren für die radioaktive Belastung dienen.

Ebenso kann man sie einsetzen als Indikatoren für Klimaschwankungen. So haben sich beispielsweise in den letzten Jahren einige Arten, die bisher nur im stark ozeanisch geprägten Klima Westeuropas vorkamen, weiter nach Mitteleuropa ausgebreitet. Man kann dies ev. als Indiz für feuchtere und mildere Winter und für ein ausgeglicheneres Klima in Mitteleuropa werten.

Über die Effektivität jeder Art sagend, muss man in erster Linie die wichtigste Kennziffer - die Erweitertheit der gegebenen Art, d.h. die Möglichkeit des Wachsens in vielen natürlichen Zonen mit verschiedenen Klimabedingungen berücksichtigen. Da bei jeder Art die Areale des Vertriebes, über die am meisten herankommende Art des Mooses schwierig zu sagen.