

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Изучение влияния сезонных условий на аккумуляционные способности эпифитных мхов-трансплантатов.

УДК 551.510.42:504.3:635.058:546.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4А	Сечная Дарья Юрьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОЯТЦ	Рогова Н.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ядерная физика и технологии	Бычков П.Н.	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общекультурные компетенции	
P1	Демонстрировать культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; способность работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.
P2	Способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.
P3	Готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе; к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала и фондов оплаты труда; генерировать организационно-управленческих решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений; осуществлению и анализу исследовательской и технологической деятельности как объекта управления.
P4	Умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности; использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы; осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
P5	Владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P6	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Р8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны).
Р9	Уметь производить расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформление законченных проектно-конструкторских работ; проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов.
Р10	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, приборов, установок и систем; к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и программных средств; к монтажу, наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов, установок, узлов, систем и деталей.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
P12	Способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок; и проведения математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
P13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.
P14	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов; анализу затрат и результатов деятельности производственных подразделений; к разработки способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.
P15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования.

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ 23.04.2018 Бычков П.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0А4А	Сечной Дарье Юрьевне

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none">– Образцы мха <i>Pylaisia polyantha</i>.– Концентрации химических элементов в пробах мха, определенные НАА.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none">– Обзор иностранной литературы по методам обеспечения жизнедеятельности и по сезонной изменчивости накопления химических элементов во мхах при активном биомониторинге.– Отбор проб, изготовление планшетов с трансплантатами мха.– Проведение эксперимента.– Пробоподготовка для НАА.– Обработка результатов измерения.– Анализ результатов исследования.

Перечень графического материала	– Презентация PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е.В.
Социальная ответственность	Гоголева Т.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языке:	
Введение	
Обзор литературы	
Расчетная часть	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОЯТЦ	Рогова Н.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4А	Сечная Дарья Юрьевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0А4А	Сечная Дарья Юрьевна

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	14.03.02 Ядерные физика и технологии

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	– Материальные затраты – 297 руб.; – Зарботная плата – 321226 руб.; – Отчисления во внебюджетные фонды – 87051 руб.; – Накладные расходы – 2488 руб.; – Бюджет затрат – 411062 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Тариф на электроэнергию – 5,8 руб. за 1 кВт·ч.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 27,1 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Сравнение конкурентных технических решений
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	– SWOT-анализа; – Планирование научно-исследовательских работ; – Разработка графика проведения научного исследования (диаграмма Ганта).
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Бюджет научно – технического исследования: – расчет материальных затрат; – расчет основной и дополнительной; – заработной платы исполнителей темы; – отчисления на социальные нужды; – накладные расходы; – формирование бюджета затрат.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4А	Сечная Дарья Юрьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А4А	Сечная Дарья Юрьевна

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	14.03.02 Ядерные физика и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны) на предмет возникновения:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующее излучение); – опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность; – пожаровзрывобезопасность; – радиационная безопасность; – требования охраны труда при работе на ПЭВМ;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (коллективные и индивидуальные).
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ	Гоголева Т.С.	к.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А4А	Сечная Дарья Юрьевна		

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 14.03.02 Ядерные физика и технологии
Отделение школы Отделение ядерно-топливного цикла
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2018
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
09.02.2018	Составление и утверждение технического задания	3
11.02.2018	Подбор и изучение материалов по теме	7
03.03.2018	Выбор направления исследования	3
15.03.2018	Проведение эксперимента	10
24.05.2018	Анализ и описание результатов	10
31.05.2018	Подготовка к защите ВКР	7

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОЯТЦ	Рогова Н.С.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ядерные физика и технологии	Бычков П.Н.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 81 страницу, 7 рисунков, 23 таблицы, 25 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: активный биомониторинг, эпифитный мох, сезонные условия, нейтронно-активационный анализ, загрязнение атмосферы.

Объектом исследования являются концентрации химических элементов в атмосферном воздухе города Томска.

Целью работы является изучение влияния сезонных условий на содержание химических элементов, накопленных эпифитными мхами-трансплантатами за летний и зимний периоды экспозиции.

В ходе выполнения работы изучена иностранная литература по методам обеспечения жизнедеятельности мхов-трансплантатов и по сезонной изменчивости накопления химических элементов во мхах при активном биомониторинге; произведен отбор образцов мха *Pylaisia polyantha*; изготовлены и размещены на исследуемой территории планшеты (время экспозиции составило 30 недель); выполнена пробоподготовка к нейтронно-активационному анализу; получен расчёт концентраций 27 химических элементов в 32 образцах; проведена обработка полученных результатов с помощью непараметрических методов сравнения; проведён анализ полученных результатов; проведено сравнение содержания химических элементов во мхах за разные сезоны.

Результаты проведённого исследования будут использованы при разработке метода активного биомониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжёлыми металлами.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 с применением пакета Microsoft Excel 2016.

Содержание

Введение.....	13
1 Обзор литературы по методам обеспечения жизнедеятельности мхов и по влиянию сезонных условий на аккумуляционные способности мха	16
1.1 Методы обеспечения жизнедеятельности мхов.....	16
1.2 Влияние сезонных условий.....	18
2 Методы исследования	22
2.1 Нейтронно-активационный анализ	22
2.2 Гамма-спектрометрия.....	24
2.3 Расчёт концентраций химических элементов в образцах мха	26
2.4 Статистическая обработка результатов	27
2.4.1 Коэффициенты асимметрии и эксцесса.....	28
2.4.1 Критерий Манна-Уитни	29
3 Проведение эксперимента.....	31
3.1 Пробоотбор, пробоподготовка и трансплантация мха.....	31
3.3 Подготовка образцов к нейтронно-активационному анализу.....	33
4 Анализ полученных результатов.....	35
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	41
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	41
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	42
5.1.3 SWOT-анализ.....	43

5.2 Планирование научно-исследовательских работ	46
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	46
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	47
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	48
5.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	50
5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	56
6 Социальная ответственность	57
6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	57
6.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ	59
6.2.1 Организационные мероприятия	59
6.2.2 Технические мероприятия	59
6.3 Условия безопасной работы	62
6.4 Радиационная безопасность	64
6.4.1 Общие положения	64
6.4.2 Работа с радиоактивными веществами	65
6.5 Электробезопасность	68
6.6 Пожарная и взрывная безопасность	69
Заключение	72
Список использованной литературы	73
Приложение А	76

Введение

Проблема загрязнения окружающей среды встала особенно остро в связи с интенсивной индустриализацией общества в последние десятилетия. Возникла необходимость разработки методов контроля и анализа загрязнения окружающей среды, в том числе атмосферы. Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой. Результаты экологических исследований, как в России, так и за рубежом однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы - самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека, пищевую цепь и окружающую среду. Поэтому охрана атмосферного воздуха и озонового слоя является наиболее приоритетной проблемой экологии и ей уделяется пристальное внимание во всех развитых странах.

При оценке состояния окружающей среды ведущая роль обычно отводится физическим и химическим методам экологического контроля. Однако на сегодняшний день биомониторинг широко используется наравне с физико-химическими методами для оценки воздействия различного рода токсикантов на окружающую среду. Под биомониторингом понимается регулярно проводимая оценка качества окружающей среды с помощью специально выбранных для этой цели живых объектов (т.н. биоиндикаторов) [1].

Биомониторинг окружающей среды с использованием мхов в качестве биоиндикаторов получил довольно высокую популярность в течение последних десятилетий. Мох является оптимальным тест-объектом, он чутко реагирует на антропогенные воздействия, аккумулируя поступающие из окружающей среды химические элементы, в частности тяжёлые металлы. Помимо своих физиологических особенностей мох привлекателен тем, что обладает широкой распространённостью – существует множество видов мха, произрастающих во всевозможных климатических условиях – и является экономичным и эффективным вариантом для проведения исследований.

Различают активный и пассивный биомониторинг с помощью мхов-биоиндикаторов. Пассивный биомониторинг заключается в сборе образцов мха на анализируемой территории с их последующим анализом. Однако одним из существенных ограничений использования биоиндикационных методов является отсутствие индикаторных видов на исследуемой территории. В этом случае на исследуемой площадке (часто это урбанизированные территории) применяется активный биомониторинг или метод мхов-трансплантатов. Он состоит в том, что предварительно собранные образцы мха на территории с низким уровнем загрязнения переносятся на исследуемую территорию и после установленной экспозиции анализируются [2].

В данной работе используется мох *Pylaisia polyantha*, относящийся к виду эпифитных мхов – мхов, произрастающих на коре деревьев (таких как тополи, берёзы, осины). Данный вид мха широко распространён на территории проведения исследования и обладает высокими аккумуляционными способностями.

На содержание веществ в трансплантированных мхах влияет множество факторов, связанных с процессом пробоподготовки образцов и условиями размещения. В данной работе представлен анализ сезонной изменчивости накопления химических элементов во мхах при активном биомониторинге.

Целью работы является изучение влияния сезонных условий на аккумуляционные способности мхов-трансплантатов. Результаты проведённого исследования будут использованы при разработке метода активного биомониторинга с помощью эпифитного мха *Pylaisia polyantha*.

Поставленные задачи:

- 1) Обзор литературы по методам обеспечения жизнедеятельности мхов и по сезонной изменчивости накопления химических элементов во мхах при активном биомониторинге.
- 2) Пробоотбор мха с фоновой территории и изготовление планшетов.
- 3) Трансплантация планшетов на исследуемую территорию.

- 4) Пробоподготовка образцов мха к нейтронно-активационному анализу (НАА).
- 5) Расчет концентраций элементов в образцах мха.
- 6) Анализ результатов измерений.
- 7) Выработка рекомендаций по размещению эпифитных мхов в зависимости от сезонных условий.

1 Обзор литературы по методам обеспечения жизнедеятельности мхов и по влиянию сезонных условий на аккумуляционные способности мха

1.1 Методы обеспечения жизнедеятельности мхов

В исследованиях часто используют образцы мха, которые не сохраняют свою жизнедеятельность на протяжении эксперимента. Основная проблема при этом заключается в вероятности высыхания мхов. Из-за этого эффективность накопления металлов начинается варьироваться в зависимости от условий окружающей среды, таких как влажность воздуха, осадки, солнечное излучение, интенсивность ветра и т.д. В случае гибели мха становится невозможно сравнить результаты, полученные при различных условиях окружающей среды (то есть на различных территориях или на одной территории в разное время). Для того, чтобы защитить мох от пересыхания и сохранить его жизнеспособность на протяжении всего времени экспозиции, применяют оросительные системы [3, 4].

Существует два основных типа систем орошения. Первый тип – автоматическое орошение: мох размещают на капиллярном коврике, соединенном с контейнером, наполненным водой. Второй тип применяется значительно реже из-за большой трудоемкости: дистиллированную воду распыляют над мхом один или два раза в неделю.

В работе [5] для того, чтобы исследовать роль влияния увлажнённости мха в способности накопления, был проведен эксперимент с сухими и орошаемыми (мокрыми) мешками. Мох *S. girgensohnii*, используемый в качестве биоиндикатора, был собран в июне 2005 года с водно-болотного района, расположенного вблизи Дубны. В лаборатории мох очищали от частиц почвы и других посторонних веществ и высушивали на воздухе. Около 3 г высушенного воздухом мха упаковали свободно в мешки из нейлона размерами 10×10 см² с размером ячейки 1 мм. Образцы мха размещали в трёх наиболее густозаселённых районах г. Белград на высоте порядка 5-10 м. Общее

количество образцов составило 30 штук (15 сухих и 15 орошаемых). Время экспозиции составило шесть месяцев.

Орошаемые мешки увлажняли, помещая их на верхнюю часть губки из целлюлозы, нижняя часть которой была погружена в дистиллированную воду. Подвод воды осуществлялся с периодичностью в несколько дней в зависимости от влажности и температуры окружающей среды. Вся конструкция по подводу воды была помещена в полиэтиленовую коробку размерами 130 × 110 × 80 мм.

В результате, более высокое содержание практически всех элементов, за исключением Mn, было зафиксировано в орошаемых. Наиболее распространенным элементом в сухих моховых пробах оказался Al, далее, в порядке убывания, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, V, Ni, Cr, As и Cd. Порядок элементов был почти идентичным для мокрых мешков (за исключением Cu).

Таблица 1.1 – Концентрации элементов (мкг/г) в пробах мха *S. girgensohnii*. Столбцы «Мин», «Макс» и «Средн» означают минимальное, максимальное и среднее значения соответственно.

Элемент	Сухие мешки			Орошаемые мешки		
	Мин	Макс	Средн	Мин	Макс	Средн
Al	659	1960	1363	802	3523	1870
V	43345	112	13	43345	69	14
Cr	2,0	43318	43103	43284	43167	43317
Mn	92	322	215	77	212	134
Fe	732	2496	1219	1026	4810	1682
Ni	43344	41	43289	43224	30	12
Cu	10	49	20	42	476	144
Zn	44	105	71	85	264	113
As	0,38	43133	0,67	0,53	43195	0,80
Cd	0,19	0,36	0,27	0,25	0,50	0,36
Pb	7,0	38	20	14	63	31

Авторами данного исследования был сделан соответствующий вывод о том, что увлажнение мха в течение экспозиции способствует поддержанию его жизнедеятельности и улучшению его аккумуляционных способностей, что согласуется с работами других авторов [6, 7].

Помимо прочего при экспозиции используют системы затенения и укрытия для того, чтобы снизить экологические стрессы для мха, такие как прямое солнечное излучение и влияние ветра. Цель этих действий, определяемая некоторыми исследованиями, – обеспечение более четкой идентификации взаимосвязей между концентрациями определенных загрязняющих веществ в тканях мха и их влиянием на различные физиологические переменные. Однако, использование каких-либо конструкций или сеток может создать высокую степень неоднородности при накоплении загрязняющих веществ (например, из-за воды, точно капающей с сетки) [8].

1.2 Влияние сезонных условий

В работе [4] рассматривается влияние сезонных условий на способность мхов накапливать тяжелые металлы. Содержание химических элементов было проанализировано для разных времен экспозиции: лето (май-октябрь) и зима (ноябрь-апрель, в соответствии с официальным отопительным сезоном). В качестве места экспозиции были выбраны три района северной части г. Белграда.



Рисунок 1.1 – Расположение мест размещения проб в городской среде Белграда: офис ректора (RB); Факультет ветеринарной медицины (VF); Институт общественного здравоохранения (HI).

Исследование проводилось с использованием в качестве биоиндикатора наземного мха *S. girgensohnii*. Предварительно высушенные на воздухе образцы мха массой по 3 г каждый помещали в нейлоновые мешки размером 10 × 10 см². Образцы размещались на высоте 5 м над поверхностью земли. Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно–активационного анализа на тепловых нейтронах и атомно-абсорбционной спектрометрии.

Для большинства анализируемых элементов наблюдались сезонные колебания (за исключением *Al*, *Pb*, *Mn*). Наибольшие вариации наблюдались для *V* и *Ni*, их значения зимой были соответственно в два и три раза выше, чем летом. Содержание *As* и *Fe* в зимний период было в 1,5 раза выше. Концентрации же *Cu*, *Zn* и *Cd* были летом выше, чем в зимний период.

Следует добавить, что такие элементы как *As* и *Fe* являются помимо прочего маркерами сжигания угля и нефти, что является отопительными мерами в зимний период. *Zn* и *Cd* же являются маркерами выхлопных газов.

Наиболее выраженные сезонные изменения на всех исследуемых участках были выявлены для *V* и *Ni* и представлены на рисунке 1.2. Несмотря на сезонные колебания, не было найдено никакой корреляции с количеством осадков. Вероятно, это связано с практически одинаковым уровнем осадков во время экспозиции (200±40 мм).

Из рассмотренной работы можно заключить, что существует влияние времени года на качество накопления отдельных элементов во мхах. Однако нельзя сделать однозначного вывода, сказываются ли таким образом погодные условия, характерные для конкретного времени года или антропогенная деятельность, привязанная этим условиям.

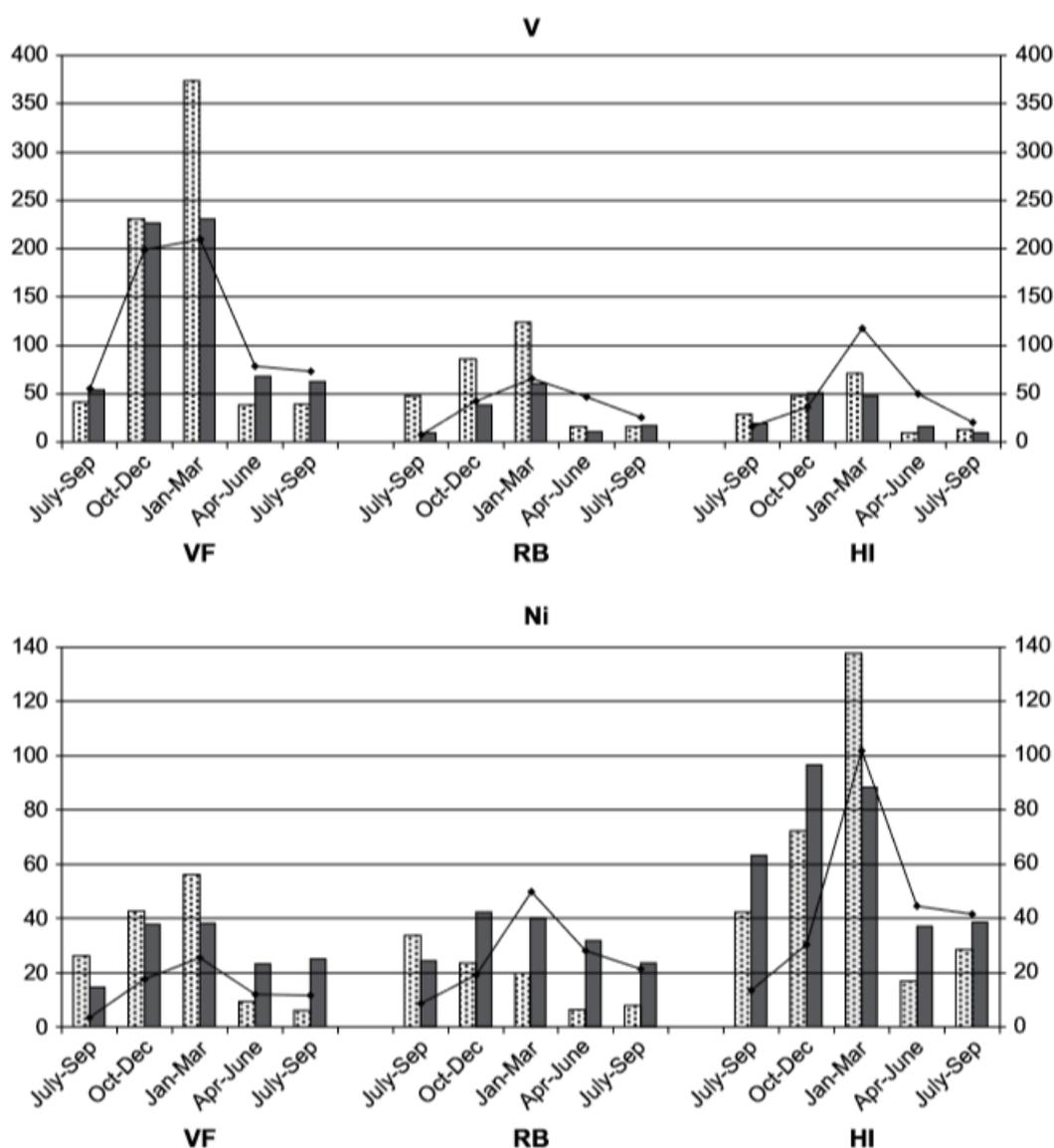


Рисунок 1.2 – Сезонные колебания ежедневных плотностей потока частиц для V (сверху) и Ni (снизу) в мг/(м²·день). Столбцы в крапинку характеризуют сухие мешки, однотонные столбцы – орошаемые мешки, ломаная линия – значения осадков. «VF», «RB» и «HI» соответственно: Факультет ветеринарной медицины (VF), здание офиса ректора (RB) и Институт общественного здравоохранения (HI).

Также влияние сезонных условий на аккумуляционные способности мхов рассматривается в работе [9]. Биомониторинг проводился методично на протяжении нескольких лет. В результате исследования было установлено, что концентрации всех элементов в зимний период были выше, чем в летний

период. Однако причина отличий заключается не во влиянии сезонных характеристик окружающей среды, а в морфологических особенностях мха: в качестве биоиндикатора в данной работе использовался почвенный мох *Polytrichum formosum*, характеризующийся ежегодным бурным периода роста с начала весны и до конца лета, что приводило к увеличению биомассы мха и соответственному понижению концентраций химических элементов в его составе.

В работе [10] время экспозиции составило 1 год, мхи снимались постепенно с периодичностью в 4 недели. В качестве биоиндикатора использовался мох *Sphagnum denticulatum*. Местами экспозиции образцов мха были промышленные районы региона Галисия, Испания. В результате исследования никаких значимых корреляций между временем года и концентрациями химических элементов выявлено не было (за исключением Hg: летом значения концентраций ртути было намного меньше, чем зимой, но это связано с индивидуальной повышенной испаряемостью ртути при высокой температуре атмосферного воздуха).

2 Методы исследования

2.1 Нейтронно-активационный анализ

Активационный анализ – это высокочувствительный аналитический метод определения качественного и количественного содержания химических элементов в исследуемых образцах, основанный на активации – получении радиоактивного вещества за счет ядерных реакций при облучении вещества протонами, нейтронами, гамма-квантами или другими частицами – и измерении активности излучения образцов.

Среди методик активационного анализа наибольшее распространение получил метод нейтронного активационного анализа. Он основан, исходя из названия, на активации изотопов элементов нейтронами с последующей регистрацией испускаемого излучения вследствие снятия возбуждения радиоактивными ядрами.

В зависимости от энергии нейтронов при прохождении через вещество они могут испытывать различные виды взаимодействия. Ведущей среди них и наиболее широко используемой при проведении НАА является реакция на тепловых нейтронах, протекающая по механизму (n,γ) . Для большинства элементов она является либо единственной возможной, либо же остальные реакции имеют значительно меньшее сечение взаимодействия. К тому же, после активации образуется радиоактивный изотоп исходного элемента. Все это обеспечивает простоту проведения анализа и его высокую чувствительность.

При помощи методик НАА могут быть обнаружены практически все элементы, которые являются стабильными либо имеют большие значения периодов полураспада. Исключением являются лишь самые легкие ядра элементов водорода, гелия, лития, бериллия, бора, углерода, азота, кислорода, фтора и неона.

Имеются два метода проведения количественного НАА: абсолютный и относительный методы.

Абсолютный метод основан на измерении наведенной при облучении активности изотопа определяемого элемента с последующим определением его содержания с использованием уравнения активации, позволяющего вычислять концентрацию изотопа, дающую измеренное значение активности. Абсолютный способ используется редко, т.к. реализация его сталкивается с рядом трудностей. Необходимо, чтобы соблюдалось трудно выполнимое условие строгого постоянства потока нейтронов, как по энергии, так и по интенсивности, чтобы длительность облучения была строго определенной, необходимо строго рассчитывать все ядерные реакции, протекающие во время облучения и концентрацию образуемых при этом изотопов, следует строго учитывать время, прошедшее после конца облучения и степень распада за это время, а также ряд других факторов, что существенно ограничивает возможности применения абсолютного способа.

В относительном методе анализируемая проба облучается совместно с пробой (эталоном), с известным содержанием определяемого элемента. При этом определяемый элемент в исследуемой пробе и эталоне активируется в одинаковых условиях. Эти пробы измеряются и, при условии равенства длительностей измерений соотношение активностей определяемого элемента в пробе и эталоне будет равно соотношению содержаний элемента. Зная содержание элемента в эталоне легко можно определить его содержание в пробе:

$$\frac{m_i}{m_{\text{эт}}} = \frac{A_i}{A_{\text{эт}}} \quad (2.1)$$

где m_i – масса элемента в пробе, мкг;

$m_{\text{эт}}$ – масса элемента в эталоне, мкг;

A_i – активность элемента, содержащегося в пробе, Бк;

$A_{\text{эт}}$ – активность элемента, содержащегося в эталоне, Бк.

В качестве эталонов в активационном анализе используют образцы, содержание микроэлементов в которых паспортизировано на основании

многочисленных результатов анализа независимыми методиками в различных лабораториях [11].

Высокая чувствительность активационного анализа является его основным преимуществом, но есть и другие положительные аспекты. Среди достоинств НАА можно выделить возможность проводить определение состава без разрушения образца, способность определять сразу несколько элементов. Отсутствие влияния загрязнителей, поступающих из реактивов, воздуха и посуды, делают этот метод особенно пригодным для определения ничтожно малых следов примесей в чистых веществах.

К недостаткам метода можно отнести относительно малую доступность источников ядерных частиц или γ -квантов, относительную сложность выполнения анализа и радиационная опасность [12]. Для осуществления НАА необходимы потоки нейтронов высокой интенсивности, поэтому он проводится в ядерных реакторах или с помощью нейтронных генераторов.

2.2 Гамма-спектрометрия

Спектрометрия представляет собой совокупность методов исследования спектров ядерных излучений. Под спектром понимают распределение числа частиц по измеряемым величинам или параметрам, приведённое к некоторым стандартным условиям.

Гамма-спектрометрия – изучение распределения гамма-квантов, испускаемых исследуемым веществом, по энергиям – один из наиболее широко применяемых методов идентификации и количественного определения гамма-излучающих радионуклидов. Гамма-излучение сопровождает ядерные превращения подавляющего большинства радионуклидов. Ядро, образующееся при радиоактивном распаде, чаще всего оказывается в возбужденном состоянии, при переходе из которого на уровень с меньшей энергией или в основное состояние испускается γ -квант. Энергия квантов определяется структурой энергетических уровней конкретного ядра и, следовательно, γ -спектр является своеобразным «паспортом» радионуклида.

Метод удобен, обычно не требует вскрытия проб, концентрирования и разделения радионуклидов. Регистрация ионизирующих излучений основана на их взаимодействии с веществом детектора, в котором и реализуются первичные эффекты, обусловленные взаимодействием. Аппаратурный гамма-спектр формируется как результат трех основных процессов взаимодействия гамма-излучения с веществом: фотоэффекта, комптоновского рассеяния и образования электрон-позитронных пар. Вероятность реализации каждого из трех механизмов зависит от энергии фотона и заряда ядра поглощающего материала [13].

Попадание гамма-кванта в детектор вызывает электрический импульс, амплитуда которого пропорциональна доле энергии, которую гамма-квант передает детектору. Гамма-квант может передать детектору всю свою энергию, либо только ее часть. В результате, в аппаратурном гамма-спектре всегда присутствует непрерывная область, обусловленная комптоновским рассеянием, сопровождающимся вылетом рассеянных гамма-квантов за пределы детектора, и пики, соответствующие тем событиям, которые приводят к полному поглощению энергии гамма-квантов. Эти пики (называемые пиками полного поглощения энергии) являются наиболее информативной частью спектра. По их положению на энергетической шкале спектрометра идентифицируют радионуклиды, а по их площади проводят количественное определение.

Одним из наиболее распространенных методов регистрации ионизирующих излучений является сцинтилляционный. Этот метод основан на возникающем в веществе детектора под воздействием ионизирующего излучения возбуждении, которое приводит к появлению вспышки света (сцинтилляции). Сочлененный со сцинтиллятором фотоумножитель преобразует световую вспышку в электрический импульс, величина которого пропорциональна потере энергии излучения на возбуждение сцинтиллятора.

2.3 Расчёт концентраций химических элементов в образцах мха

В данной работе с помощью полупроводникового гамма–спектрометра была измерена активность каждой анализируемой пробы и двух стандартов. Для определения концентраций химических элементов использовали относительный метод.

Концентрацию элемента можно рассчитать по формуле [14]:

$$C_{xi} = C_{xэт} \frac{A_{xi} \cdot m_{xэт}}{A_{xэт} \cdot M_i} \left[\frac{\text{мкг}}{\text{г}} \right], \quad (2.2)$$

где C_{xi} – концентрация химического элемента в i -ой пробе мха;

$C_{xэт}$ – концентрация химического элемента в эталоне;

A_{xi} – удельная активность химического элемента в i -ой пробе мха;

$A_{xэт}$ – удельная активность химического элемента в эталоне;

M_i – масса i -той пробы;

$m_{xэт}$ – масса химического элемента в эталоне.

Активность элемента, т.е. активность γ -излучения с энергией E_i , соответствующего данной аналитической γ -линии, пропорциональна площади под пиком полного поглощения.

$$A_i = \frac{S_i}{n_i \cdot \varepsilon_i \cdot t \cdot m}, \quad (2.3)$$

где S_i - площадь под пиком полного поглощения, соответствующей энергии E_i радионуклида;

t – время измерения спектра радионуклида;

ε_i – эффективность регистрации γ -квантов с энергией E_i ;

n_i – квантовый выход i -ой линии E_i радионуклида, отн.ед.;

m – масса пробы.

Для определения содержания элементов относительным методом используют полученные в результате измерений площади под пиком полного поглощения определяемого элемента в i -ом образце и в образце сравнения.

Поскольку n_i , ε_i , t для анализируемых проб и стандартов одинаковы, то A_i пропорциональна $\frac{S_i}{m_i}$.

Таким образом, расчетная формула для концентрации i -го элемента принимает вид:

$$C_{xi} = C_{xэт} \frac{S_{xi} \cdot m_{xэт}}{S_{xэт} \cdot M_i} \left[\frac{\text{мкг}}{\text{г}} \right], \quad (2.4)$$

где S_{xi} – площадь под пиком полного поглощения химического элемента в i -ой пробе мха;

$S_{xэт}$ – площадь под пиком полного поглощения химического элемента в эталоне.

2.4 Статистическая обработка результатов

Из концентраций химических элементов, рассчитанных для каждого образца мха, были сформированы выборки для каждого элемента. Далее выборки необходимо проверить на соответствие нормальному распределению. Эта проверка нужна для того, чтобы в дальнейшем иметь возможность применять статистические критерии при анализе полученных результатов расчётов концентраций, поскольку некоторые критерии можно применять только в том случае, если эмпирическое распределение соответствует нормальному.

Нормальное распределение (называемое также распределением Гаусса), характеризуется тем, что крайние значения признака в нем встречаются достаточно редко, а значения, близкие к средней величине – часто. Однако в природе подобные условия выполняются далеко не всегда. В результате эмпирические кривые, характеризующие распределение, могут иметь асимметричный вид, отличный от кривой нормального распределения.

Существует ряд методов проверки эмпирического распределения на нормальность. В данной работе предположение о законе распределения проверялось с помощью коэффициентов асимметрии A и эксцесса E .

2.4.1 Коэффициенты асимметрии и эксцесса

В случае нормального распределения должны выполняться равенства эмпирических центральных моментов $M_3 \approx 0$, $M_4 \approx 3S^4$. Для удобства сравнения подсчитывают безразмерные характеристики: показатель асимметрии и эксцесс [15]:

$$A = M_3/S^3; E = M_4/S^4 - 3. \quad (2.5)$$

Здесь S – оценка среднеквадратичного отклонения; $M_3 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$;

$M_4 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$ – центральные моменты 3-го и 4-го порядка.

Обе эти характеристики должны быть малы, если распределение нормально. О малости этих характеристик обычно судят по их среднеквадратичным отклонениям соответственно равным

$$S(g_s) = \sqrt{6(n-1)/[(n+1)(n+3)]}; \quad (2.6)$$

$$S(E) = \sqrt{24(n-2)(n-3)/[(n-1)^2(n+3)(n+5)]}. \quad (2.7)$$

Если хотя бы одна из указанных характеристик по абсолютной величине значительно (в 2 – 3 раза) превосходит своё среднеквадратическое отклонение, то нормальность закона распределения следует подвергнуть сомнению.

В результате проверки полученных в данной работе выборок концентраций установлено, что абсолютное большинство из них не подчиняется нормальному распределению. Следовательно, для дальнейшего сравнения и анализа выборок решено использовать непараметрический метод Манна-Уитни.

2.4.1 Критерий Манна-Уитни

U-критерий Манна-Уитни – непараметрический статистический критерий, используемый для сравнения двух независимых выборок по уровню какого-либо признака, измеренного количественно.

Метод расчёта с помощью данного критерия определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами упорядоченных значений. При этом 1-м рядом (выборкой/группой) называется тот ряд данных, в котором значения, по предварительной оценке, выше, а 2-м рядом — тот, где они предположительно ниже.

U-критерий подходит для сравнения малых выборок: в каждой из выборок должно быть не менее 3 значений признака. Допускается, чтобы в одной выборке было 2 значения, но во второй тогда должно быть не менее пяти.

Для применения U-критерия Манна-Уитни нужно произвести следующие операции [16].

1. Составить единый ранжированный ряд из обеих сопоставляемых выборок, расставив их элементы по степени нарастания признака и приписав меньшему значению меньший ранг. Общее количество рангов получится равным:

$$N = n_1 + n_2, \quad (2.8)$$

где n_1 — количество элементов в первой выборке, а n_2 — количество элементов во второй выборке.

2. Разделить единый ранжированный ряд на два, состоящие соответственно из единиц первой и второй выборок. Подсчитать отдельно сумму рангов, пришедшихся на долю элементов первой выборки, и отдельно — на долю элементов второй выборки. Определить большую из двух ранговых сумм T_x соответствующую выборке с n_x элементами.

3. Определить значение U-критерия Манна — Уитни по формуле:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x. \quad (2.9)$$

4. По таблице для избранного уровня статистической значимости определить критическое значение критерия $U_{кр}$ для данных n_1 и n_2 . Расчетное (эмпирическое) значение критерия U отражает то, насколько велика зона совпадения между рядами. Соответственно, чем меньше значение U , тем более вероятно, что различия между уровнем признака в рассматриваемых выборках достоверны и существенны.

3 Проведение эксперимента

В данной работе проведена оценка влияния сезонных условий на аккумуляционные способности эпифитного мха *Pyloisia polyantha*. Изучены и сравнены концентрации химических элементов, полученных за «зимний» период с концентрациями химических элементов за «летний» период, полученными ранее [17, 18].

3.1 Пробоотбор, пробоподготовка и трансплантация мха

Отбор мха для исследований необходимо проводить с нейтральной территории в удалении от городских застроек и дорог. Таким образом начальные концентрации химических элементов в образцах мха будут максимально приближены к природным фоновым.

Пробоотбор производили 9 октября 2016 года в районе п. Киреевск на расстоянии 50 км от города Томска (рис. 3.1).

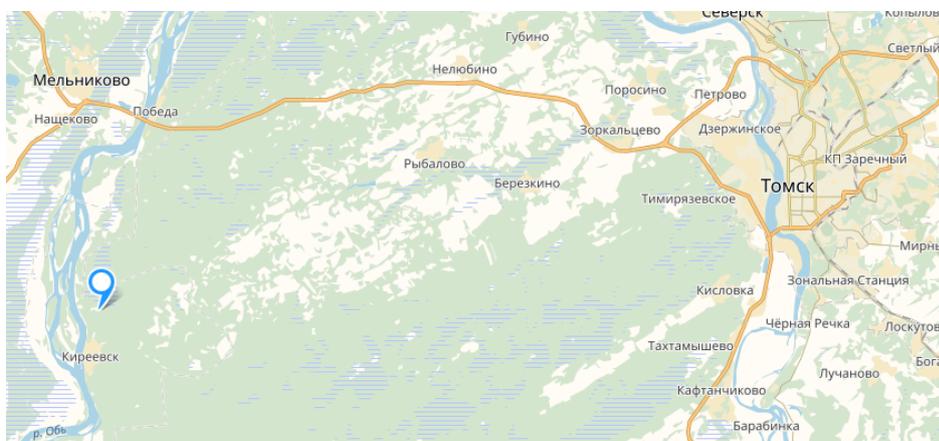


Рисунок 3.1 – Карта отбора образцов мха

Для трансплантации мхов на исследуемую территорию были изготовлены планшеты. В качестве материалов для изготовления планшетов были использованы: для основы – нейлоновая сетка с мелкой ячейкой 2 мм, для крепления – хлопчатобумажная нить. Нейлоновая сетка выбрана в качестве нейтрального материала, который не будет оказывать воздействия на мох при трансплантации, а мелкая ячейка создает естественные условия обитания мха,

что позволяет поддерживать его жизнеспособность. Из нейлоновой сетки были вырезаны прямоугольники размером примерно формата А4. На каждый такой прямоугольник были выложены в один слой не подвергнутые какой-либо обработке образцы мха. При этом из мха удалялись мелкие веточки и сухие участки мха. Мох прошивали крупными стежками хлопчатобумажных ниток. Несколько образцов мха в бумажных пакетах хранили в лаборатории для оценки фоновых значений. Затем планшеты прикрепляли к стволам деревьев (тополь, берёза) на высоте 1,5-2 м с помощью металлических скоб с 3-4 сторон ствола дерева (рис 3.2).



а)



б)

Рисунок 3.2 – а) готовый планшет со мхом; б) размещение планшета на стволе дерева

Планшеты со мхом были трансплантированы 16 октября 2016 года в двух районах г. Томска (рис 3.3): в Октябрьском районе 22 планшета (5 тополей и 6 берёз, по 2 планшета на каждое дерево) и в микрорайоне Каштак 10 планшетов (2 берёзы и 3 тополя, по 2 на каждое дерево). Образцы были сняты в период с 11 по 13 мая 2017 года. Время экспозиции данных образцов составило 30 недель.

В ранее проведенной работе мхи-трансплантаты размещались на двух территориях: мкр Каштак и Михайловская роща. В процессе проведения экспериментальных работ в Михайловской роще началась частичная вырубка деревьев. Поэтому был найден участок примерно с таким же рельефом местности (Октябрьский район) для проведения работ в зимний период.

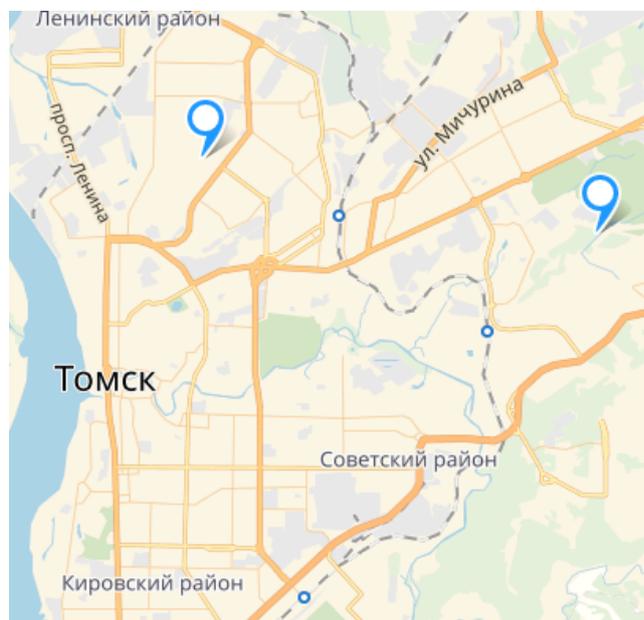


Рисунок 3.3 – Районы трансплантации планшетов, слева направо: мкр Каштак, Октябрьский район.

3.3 Подготовка образцов к нейтронно-активационному анализу

Полученные образцы далее подготавливают к НАА. Сначала образцы мха отделяли от основы, далее промывали дистиллированной водой в течение нескольких секунд для удаления крупных примесей и пыли, потом отделяли зеленую часть от дерновины для анализа.

Для определения уровня техногенного загрязнения атмосферы в качестве объекта анализа использовали верхнюю зелёную часть мха, что соответствует приросту за последний год.

Далее образцы мха высушивали при температуре 40 °С до постоянного веса для удаления остатков влаги, а затем путем перемешивания и тщательного перетирания в фарфоровых ступках подвергали процессу гомогенизации. После

гомогенизации из порошка каждой пробы прессовали гранулы в виде таблеток массой от 0,15 до 0,2 г и диаметром 1 см. Затем таблетки обертывали фольгой и маркировали. В итоге получилось 53 таблетки.



а)



б)

Рисунок 3.4 – а) спрессованная таблетка; б) таблетка, обёрнутая фольгой

Все пробы разделяли на несколько партий примерно по 28 штук. Каждую партию также упаковывали в отдельную алюминиевую фольгу вместе с эталонами. Подготовленные образцы помещали в алюминиевый пенал и облучали в потоке тепловых нейтронов плотностью $5,5 \cdot 10^{13}$ нейтрон/(см²·с) в течение 3-5 часов. После окончания облучения пробы выдерживали в течение 5-7 дней, что необходимо для спада активности Na^{24} и некоторых других короткоживущих изотопов [19]. Нейтронно-активационный анализ проводился в лаборатории исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ.

4 Анализ полученных результатов

В исследуемых образцах мха с помощью НАА были определены концентрации химических элементов: *As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, K, La, Lu, Mo, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Sm, Ta, Tb, Th, U, Yb, Zn*. Значения концентраций элементов приведены в приложении А.

Далее проведена статистическая обработка результатов измерений для выявления влияния сезонных условий на содержание химических элементов в мхах-трансплантатах. Для выявления зависимостей необходимо определить, концентрации каких химических элементов в образцах по окончании экспозиции были выше фоновых. Для оценки природного геохимического фона наиболее перспективным является подход, основанный на использовании статистических методов. Концентрации элементов, имеющих природное происхождение, а также обусловленные действием множества поверхностных и крупных удаленных источников, подчиняются нормальному или логнормальному распределению. В таком случае геохимический фон можно определить, как среднее значение $\pm 2\sigma$. В данной работе оценить природный геохимический фон с помощью статистических методов обработки результатов измерений содержания химических элементов во мхах не представляется возможным из-за малого количества параллельных проб. Поэтому при определении диапазона фоновых концентраций использован полученный ранее результат, в соответствии с которым среднеквадратичное отклонение для большинства изученных фоновых территорий составляет 25-30%, и, следовательно, фоновый диапазон можно установить в пределах 50% от средних значений концентраций элементов, измеренных в фоновых образцах с помощью НАА.

Для выявления зависимости аккумуляционных способностей мха от сезонных условий были сравнены концентрации элементов во мхах, экспозиция которых пришлась на летний период, с концентрациями элементов во мхах, экспозиция которых пришлась на зимний период. Статистическая обработка

результатов измерения концентраций элементов проведена соответственно: 1) для образцов, находившихся в мкр Каштаке за зимний и летний период; 2) для образцов, находившихся в Октябрьском районе за зимний период и в Михайловской роще за летний.

Таблица 4.1 – Эмпирические и критические значения критерия Манна-Уитни для химических элементов в образцах, находившихся в мкр Каштаке

Хим. элемент	Значение $U_{эмп}$	Значение $U_{кр}$	Сравнение с фоном
Cs	17	41	Значения концентрации элемента превысили фоновые значения в обеих выборках
Lu	23		
Th	22		
U	28		
Yb	17		
Eu	28	31	Значения концентрации элемента превысили фоновые значения только в одной из выборок
Sb	19	34	
Ba	0	41	
Ca	22		
Co	2		
Fe	19		
Hf	25		
Sm	17	12	
Nd	8		

Таблица 4.2 – Эмпирические и критические значения критерия Манна-Уитни для химических элементов в образцах, находившихся в Октябрьском районе и Михайловской роще

Хим. элемент	Значение $U_{\text{эмп}}$	Значение $U_{\text{кр}}$	Сравнение с фоном
Lu	26	94	Значения концентрации элемента превысили фоновые значения в обеих выборках
Th	2		
Sb	12		
Yb	33		
Cs	12	36	Значения концентрации элемента превысили фоновые значения только в одной из выборок
Ba	9	94	
Ca	64		
Co	0		
Fe	25		
Rb	13		
Sm	24		

Для статистической обработки использован U-критерий Манна-Уитни с уровнем значимости 5%. В таблицах 4.1-4.2 представлены результаты расчёта критерия Манна-Уитни для элементов, в выборках которых были обнаружены значительные различия и концентрации которых превысили фоновые хотя бы в одной из выборок.

Для выявления характера зависимости сравнивали элементы обеих выборок по их коэффициентам концентрации относительно регионального фона.

Коэффициент концентрации относительно регионального фона (K_K) – это показатель кратности превышения содержания загрязнителя в точке опробования над значениями регионального фона [20]:

$$K_K = C/C_{\phi}, \quad (4.1)$$

где C – среднее значение концентрации элемента в пробе,

C_{ϕ} – фоновое значение концентрации.

Значения K_K приведены в таблицах 4.3-4.4.

Таблица 4.3 – Значения K_K для химических элементов в образцах, находившихся в мкр Каштаке

Хим. элемент	Значение K_K за зимний период	Значение K_K за летний период
Cs	8,36	3,05
Lu	4,47	2,16
Th	2,8	1,67
U	4,13	2,2
Yb	5,27	1,89
Eu	4,23	3,94
Sb	2,62	1,39
Ba	1,54	0,6
Ca	0,93	0,72
Co	2,36	0,72
Fe	1,22	0,82
Hf	0,86	2,99
Sm	0,66	1,16
Nd	2,38	0,94

Таблица 4.4 – Значения K_K для химических элементов в образцах, находившихся в Октябрьском районе и Михайловской роще

Хим. элемент	Значение K_K за зимний период	Значение K_K за летний период
Lu	4,42	2,07
Th	3,46	1,23
Sb	5,61	1,27
Yb	3,62	1,83
Cs	6,47	2
Ba	1,26	0,63
Ca	1,02	0,74
Co	2,62	0,36
Fe	1	0,56
Rb	0,7	1,91
Sm	4,89	0,58

Сравнив значения K_K для 14 элементов (*Cs, Lu, Th, U, Yb, Eu, Sb, Ba, Ca, Co, Fe, Hf, Sm, Nd*) на Каштаке и 11 элементов (*Lu, Th, Sb, Yb, Cs, Ba, Ca, Co, Fe, Rb, Sm*) – в Октябрьском районе и Михайловской роще можно заметить, что значения концентраций в выборках за зимний период превышают значения концентраций практически всех рассмотренных химических элементов в выборках за летний период в 1,5-2,5 раза. Исключениями являются элементы *Hf, Sm* (мкр Каштак) и *Rb* (Михайловская роща) – их концентрации за летний период примерно в 2 раза превышают значения концентраций за зимний период. Данные значения могут быть связаны со специфической периодичной деятельностью промышленных предприятий, находящихся недалеко от районов экспозиции. Стоит также учитывать, что время экспозиции образцов мха в течение зимнего периода составило 30 недель, а во время летнего – 20 недель, что напрямую влияет на количественные значения концентраций элементов. С

учётом этого факта помимо прочего можно сделать вывод, что различия между выборками не являются значимыми настолько, чтобы демонстрировать явное влияние сезонности на концентрации химических элементов во мхах. Следовательно, влияние сезонных условий на аккумуляционные способности мхов-биомониторов крайне мало либо отсутствует совсем. Это означает, что исследования на содержание элементов в образцах можно проводить вне зависимости от времени года. Стоит также отметить, что климат г. Томска является резко-континентальным, значения температуры, давления и влажности атмосферного воздуха широко варьируются в зависимости от сезона, однако ни сильные заморозки, ни повышенная температура не оказали значительного влияния на образцы мха. Из этого можно сделать вывод, что мох сохраняет свою жизнеспособность и способность накопления различных химических элементов даже при относительно экстремальных условиях окружающей среды.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результаты исследования данной работы будут использованы в разработке метода активного биомониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжёлыми металлами.

Исходя из этого можно предположить, что основными потребителями результатов исследования будут являться природоохранные организации, научно-исследовательские институты и иные исследовательские группы, занимающиеся биологическим мониторингом и проблемами экологической отрасли.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка услуг

		Организация	
		Научно-исследовательские институты	Природоохранные организации
Область применения	Результаты научно-исследовательской работы		
	Разработка метода активного биомониторинга		

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Такой анализ помогает вносить кор-рективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) представлена в таблице 5.2.

В качестве конкурентных решений были выбраны различные методы для оценки загрязнения атмосферного воздуха: инструментальный метод мониторинга (К1) и метод пассивного биомониторинга (К2).

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Ф	Б _{К1}	Б _{К2}	К _Ф	К _{К1}	К _{К2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство использования метода	0,15	4	3	2	0,6	0,45	0,3
2. Влияние атмосферных условий на эксперимент	0,075	4	2	4	0,3	0,15	0,3
3. Достоверность полученных результатов	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
4. Безопасность проведения эксперимента	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
5. Время экспозиции	0,1	4	2	5	0,4	0,2	0,5
6. Простота проведения эксперимента	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
7. Наличие дорогостоящего оборудования	0,125	5	2	5	0,625	0,25	0,625
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность метода	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
2. Стоимость материалов	0,1	4	2	5	0,4	0,2	0,5
3. Финансирование научной разработки	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
Итого	1	43	31	40	0,4375	0,31	0,3875

Можно сделать вывод, что основные конкурентные преимущества представляемой в данной работе разработки заключается в высокой функциональности, неприхотливости, низкой стоимости, удобстве и простоте эксплуатации. Разрабатываемая методика способна составить реальную конкуренцию на рынке.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные

стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество и точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

SWOT-анализ исследовательского проекта в рамках данной работы представлен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта</p> <p>С1. Доступность и экономичность необходимых для эксперимента материалов.</p> <p>С2. Относительная простота обработки результатов.</p> <p>С3. Оптимальное соотношение простоты и эффективности методики.</p> <p>С4. Доступность исходных материалов и образцов для эксперимента.</p>	<p>Слабые стороны проекта</p> <p>Сл1. Необходимо большое количество образцов для оптимальной точности результата.</p> <p>Сл2. Необходимость в использовании НАА и спектрометрии для получения и обработки результатов.</p> <p>Сл3. Многоэтапность и монотонность пробоподготовки.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Использование результатов исследования для оценки загрязнения атмосферного воздуха.</p> <p>В2. Сотрудничество с заинтересованными организациями.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»</p> <p>1. Доступность исходных материалов и широкая распространённость образцов мха позволит увеличить спрос на методику.</p> <p>2. Эффективность метода дает возможность установить сотрудничество с рядом новых организаций.</p> <p>3. Низкая себестоимость эксперимента.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»</p> <p>1. Многоэтапность пробоподготовки образцов и необходимость большого количества образцов приводит к низкой оперативности метода.</p> <p>2. Возможные проблемы на местах проведения НАА и спектрометрии приведут к проблемам в получении и обработке результатов. Необходимо заранее создавать договорённости с сотрудничающей организацией.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Конкуренция.</p> <p>У2. Отсутствие финансирования.</p> <p>У3. Возникновение проблем во время проведения эксперимента в силу вандализма или условий среды.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»</p> <p>1. Экологичность и простота технологии дает преимущество перед конкурентами.</p> <p>2. Эффективность метода делает его привлекательным для получения финансирования.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»</p> <p>1. Риск возникновения непредвиденных обстоятельств, которые могут сорвать эксперимент. Необходимо тщательно следить за протеканием эксперимента.</p>

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научного исследования была сформирована рабочая группа, в состав которой вошли научный сотрудник (руководитель) и инженеры (студенты).

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок этапов и работ при выполнении бакалаврской работы приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания для НИР	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Разработка общей методики проведения исследований	Руководитель
	3	Выбор направления исследования	Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ литературных источников	Инженер
	6	Проведение эксперимента	Инженер
	7	Проведение практического расчёта	Инженер
	8	Обработка полученных данных	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Инженер
	10	Оформление расчетов	Инженер
	11	Составление пояснительной записки	Инженер
	12	Подготовка к защите темы	Инженер

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min.i} + 2t_{max.i}}{5} \quad (5.2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел. –дн.;

$t_{min.i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел. –дн.;

$t_{max.i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел. –дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (5.3)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы чел. –дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \text{ кал. дн.} \quad (5.4)$$

где T_{ki} , кал. дн. – продолжительность выполнения i -й работы;

T_{pi} , раб. дн. – продолжительность выполнения i -й работы;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (5.5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году ($T_{\text{вых}} = 52$);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году ($T_{\text{пр}} = 14$).

Расчетная величина продолжительности работ T_{ki} была округлена до целых чисел.

Расчетные данные сведены в таблице 5.5, на основании которой был построен календарный план-график.

Таблица 5.5 – Временные показатели проведения научного исследования

i	Исполнитель	$t_{min i}$, чел.- дн.	$t_{max i}$, чел.- дн.	$t_{ож i}$, чел.- дн.	$Ч_i$, чел.	$T_{p i}$, раб.дн	T_k , кал.дн.
1	Руководитель	1	1	1	1	1	1
2	Руководитель	1	3	1,8	1	2	2
3	Руководитель	2	5	3,2	1	2	2
4	Руководитель Студент	2	5	3,2	2	3	5
5	Студент	7	14	9,8	1	8	10
6	Студент	334	340	11,6	1	338	338
7	Студент	5	10	7	1	5	5
8	Студент	4	8	5,6	1	5	5
9	Руководитель Студент	2	4	2,8	2	2	2
10	Студент	3	7	4,6	1	5	5
11	Студент	4	7	5,2	1	5	5
12	Студент	3	6	4,2	1	3	3
Итого		368	410	384,8	-	379	383

На основе таблицы 5.5 строится календарный план-график. График строится разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. Календарный план-график выполнения данной дипломной работы представлен в таблице 5.6.

- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

5.2.4.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi}, \quad (5.6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 5.7 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Нейлоновая сеть	м	2	106	212
Нитки	шт	1	35	35
Иглы швейные	шт	1	50	50
Итого				297

Материальные затраты составили 297 рублей.

5.2.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИОКР, включает в себя основную заработную плату работников (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (5.7)$$

где $З_{осн}$, руб – основная заработная плата;

$З_{доп}$, руб – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (5.8)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (5.9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
– выходные дни;	52	52
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени:		
– отпуск;	48	48
– невыходы по болезни	–	–
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (5.10)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 5.10 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р.раб.}}$ дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23100	0,3	0,5	1,3	54054	2240	10	22400
Студент	9893	-	0,5	1,3	19291	799	374	298826
Итого $Z_{\text{осн}}$								321226

5.2.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.11)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году вводится пониженная ставка – 27,1% .

Величина отчислений руководителя во внебюджетные фонды составляет:

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot 22400 = 6070 \text{ руб.}$$

Величина отчислений студента во внебюджетные фонды составляет:

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot 298826 = 80981 \text{ руб.}$$

Итого сумма отчислений составила: $6070 + 80981 = 87051 \text{ руб.}$

5.2.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. В данном исследовании необходимо рассчитать затраты на электроэнергию.

В работе использовались спектрометр и ПЭВМ. Потребляемая мощность спектрометра 0,5 кВт/ч, время работы 42 ч. Потребляемая мощность ПЭВМ составляет 0,5 кВт/ч, время работы 816 ч. Стоимость 1 кВт/час – составляет 5,8 руб.

Таким образом, накладные расходы составляют:

$$Z_{\text{накл}} = C \cdot k_{\text{нр}} = (0,5 \cdot 42 + 0,5 \cdot 816) \cdot 5,8 = 2488 \text{ руб.}$$

где C – расходы на электроэнергию;

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, 16%.

5.2.4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИИ	297
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	321226
3. Отчисления во внебюджетные фонды	87051
4. Накладные расходы	2488
5. Бюджет затрат НИИ	411062

5.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности исследования представлен в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Безопасность	0,1	5
2. Удобство в эксплуатации	0,2	4
3. Помехоустойчивость	0,15	3
4. Экономичность	0,2	5
5. Надежность	0,2	4
6. Материалоемкость	0,15	4
ИТОГО	1	-

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 = 4,15.$$

Так как в данном случае в наличии имеется лишь один вариант решения задачи, то, следовательно, он и предполагается лучшим.

6 Социальная ответственность

В современных условиях одним из основных направлений коренного улучшения всей профилактической работы по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повсеместное внедрение комплексной системы управления охраной труда, то есть путем объединения разрозненных мероприятий в единую систему целенаправленных действий на всех уровнях и стадиях производственного процесса.

Охрана труда – это система законодательных, социально-экономических, организационных, технологических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда [21].

Правила по охране труда и техники безопасности вводятся в целях предупреждения несчастных случаев, обеспечения безопасных условий труда работающих и являются обязательными для исполнения рабочими, руководителями, инженерно-техническими работниками.

Опасным производственным фактором, согласно [22], называется такой производственный фактор, воздействие которого в определенных условиях приводят к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием опасных и вредных факторов, которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические, психофизиологические. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	ФАКТОРЫ ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа на ПЭВМ	—	Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность
	Воздействие радиации (ВЧ,УВЧ,СВЧ и так далее)	—	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»
	—	Пожарная безопасность	Пожаро- и взрывобезопасность промышленных объектов. ГОСТ Р12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность.
Проведение гамма-спектрометрии в рамках нейтронно-активационного анализа	Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне	—	Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СП 2.6.1.2523-09.

На студента, работа которого связана с моделированием на компьютере, воздействуют следующие факторы:

– физические: температура и влажность воздуха; шум; статическое электричество; электромагнитное поле низкой частоты; освещённость; наличие излучения;

– психофизиологические.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы,

делятся на: физические перегрузки (статические, динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

6.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния при работе на ПЭВМ

6.2.1 Организационные мероприятия

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

Проверка знаний правил техники безопасности проводится квалификационной комиссией после обучения на рабочем месте. Проверяемому, присваивается соответствующая его знаниям и опыту работы квалификационная группа по технике безопасности и выдается специальная удостоверение.

Лица, обслуживающие электроустановки не должны иметь увечий и болезней, мешающих производственной работе. Состояние здоровья устанавливается медицинским освидетельствованием.

6.2.2 Технические мероприятия

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще должно располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства, как показано на рисунке 6.1.

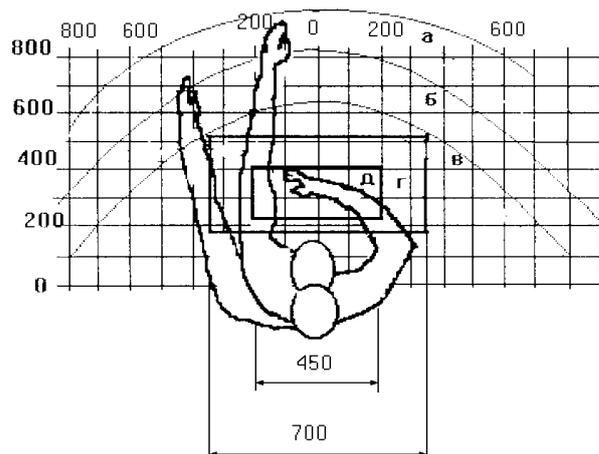


Рисунок 6.1 – зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости: а – зона максимальной досягаемости рук; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук:

- дисплей: размещается в зоне а (в центре);
- клавиатура: в зоне г/д;
- системный блок: размещается в зоне б (слева);
- принтер: находится в зоне а (справа);
- литература и документация, необходимая при работе размещается в зоне легкой досягаемости ладони – в (слева);
- литература, не используемая постоянно размещается в выдвижных ящиках стола.

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования.

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не

менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420 – 550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с заглублённым передним краем.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500 – 600 мм. Согласно нормам, угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30°. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень контрастности и яркости изображения на экране.

Должна предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от 10 до 20 градусов относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края. Нормальным положением клавиатуры является её размещение на уровне локтя оператора с углом наклона к горизонтальной плоскости 15°. Более удобно работать с клавишами, имеющими вогнутую поверхность, четырёхугольную форму с закруглёнными углами. Конструкция клавиши должна обеспечивать оператору ощущение щелчка. Цвет клавиш должен контрастировать с цветом панели.

При однообразной умственной работе, требующей значительного нервного напряжения и большого сосредоточения, рекомендуется выбирать неяркие, малоконтрастные цветочные оттенки, которые не рассеивают внимание (малонасыщенные оттенки холодного зеленого или голубого цветов). При работе, требующей интенсивной умственной или физической

напряженности, рекомендуются оттенки тёплых тонов, которые возбуждают активность человека.

6.3 Условия безопасной работы

Основные параметры, характеризующие условия труда – это микроклимат, шум, вибрация, электромагнитное поле, излучение, освещённость.

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с [23] и приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	23–25	40–60	0,1
Тёплый	23–25	40	0,1

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещение должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека – не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

Система отопления должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. Параметры микроклимата в используемой лаборатории регулируются системой

центрального отопления, и имеют следующие значения: влажность – 40%, скорость движения воздуха – 0,1 м/с, температура летом – 20 – 25 °С, зимой – 13 – 15 °С. В лаборатории осуществляется естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери. Основным недостатком такой вентиляции в том, что приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания.

Шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникать извне. При выполнении работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Экран и системные блоки производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видео-кабеля. Согласно [23] напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна быть не более:

- 25 В/м в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц;
- 2,5 В/м в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

- 250 нТл в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц;
- 25 нТл в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц.

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

- увеличение расстояния от источника (экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя);
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

При работе с компьютером источником ионизирующего излучения является дисплей. Под влиянием ионизирующего излучения в организме может

происходить нарушение нормальной свертываемости крови, увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение иммунитета и др. Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50 мкР/час. По нормам [23] конструкция ЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана не более 100 мкР/час.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света.

6.4 Радиационная безопасность

Основная цель радиационной безопасности – охрана здоровья людей от вредного воздействия ионизирующих излучений путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности.

6.4.1 Общие положения

Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить торможение функции кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др. Необходимо применять защитные меры, которые должны предотвращать радиоактивное загрязнение воздуха, поверхности рабочих помещений, кожи и одежды персонала.

Существуют допустимые уровни доз, которые может получить человек при работе с источниками ионизирующего излучения. Уровни разделяются в соответствии с категорией по нормам радиационной безопасности.

Персонал (группа А) – лица, работающие с техногенными источниками, ионизирующими излучением, или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б). Население – все лица, включая персонал вне работы. Пределы допустимых доз для персонала группы А и населения приведены в

табл. 6.3. Пределы доз и допустимые уровни для персонала группы Б равны 1/4 от группы А. Студенты относятся к группе Б.

Таблица 6.3 – Пределы допустимых доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год: в хрусталике в коже	150 мЗв 500 мЗв	15 мЗв 50 мЗв
В кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Значения проектной мощности эквивалентной дозы для стандартной продолжительности пребывания в помещениях и на территориях персонала и населения приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Мощность эквивалентной дозы, используемой при проектировании защиты

Категория облучаемых лиц		Назначение помещения	Продолжительность облучения, ч/год	Проектируемая мощность дозы, мкЗв/ч
Персонал	Гр. А	Постоянное пребывание	700	6
		Временное пребывание	850	12
	Гр. Б	Помещение организации и С.З.З., где нах-ся персонал гр. Б.	2000	1,2
Население		Любое другое помещение и территория	8800	0,06

6.4.2 Работа с радиоактивными веществами

Материалы, подвергнутые облучению при нейтронно-активационном анализе в исследовательском ядерном реакторе, представляют собой открытые

источники излучения. Радионуклиды как потенциальные источники внутреннего облучения разделяются по степени радиационной опасности на четыре группы в зависимости от минимально значимой активности:

- группа А – радионуклиды с минимально значимой активностью 10^3 Бк;
- группа Б – радионуклиды с минимально значимой активностью 10^4 и 10^5 Бк;
- группа В – радионуклиды с минимально значимой активностью 10^6 и 10^7 Бк;
- группа Г – радионуклиды с минимально значимой активностью 10^8 Бк и более.

Принадлежность радионуклида к группе радиационной опасности устанавливается в соответствии с приложением П-4 НРБ-99 [24]. Короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 24 ч, не приведенные в этом приложении, относятся к группе Г. Все работы с использованием открытых источников излучения разделяются на три класса. Класс работ устанавливается по таблице 6.5 в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида и его активности на рабочем месте, при условии, что удельная активность превышает значение, приведенное в приложении П-4 НРБ-99.

Таблица 6.5 – Класс работ с открытыми источниками излучения

Класс работ	Суммарная активность на рабочем месте, приведенная к группе А, Бк
1 класс	Более 10^8
2 класс	От 10^5 до 10^8
3 класс	От 10^3 до 10^5

Работы, проводимые в рамках исследовательской работы, относятся к 3 классу.

Классом работ определяются требования к размещению и оборудованию помещений, в которых проводятся работы с открытыми источниками

излучения. Комплекс мероприятий по радиационной безопасности при работе с открытыми источниками излучения должен обеспечивать защиту персонала от внутреннего и внешнего облучения, ограничивать загрязнение воздуха и поверхностей рабочих помещений, кожных покровов и одежды персонала, а также объектов окружающей среды – воздуха, почвы, растительности и др. как при нормальной эксплуатации, так и при проведении работ по ликвидации последствий радиационной аварии. Ограничение поступления радионуклидов в рабочие помещения и окружающую среду должно обеспечиваться использованием системы статических (оборудование, стены и перекрытия помещений) и динамических (вентиляция и газоочистка) барьеров. Во всех организациях, в которых проводится работа с открытыми источниками излучения, помещения для каждого класса работ следует сосредоточить в одном месте. В тех случаях, когда в организации ведутся работы по всем трем классам, помещения должны быть разделены в соответствии с классом проводимых в них работ. Работы с открытыми источниками излучения с активностью ниже значений, приведенных в приложении П-4 НРБ-99, разрешается проводить в производственных помещениях, к которым не предъявляются дополнительные требования по радиационной безопасности.

Работы III класса должны проводиться в отдельных помещениях, соответствующих требованиям, предъявляемым к химическим лабораториям. В составе этих помещений предусматривается устройство приточно-вытяжной вентиляции и душевой. Работы, связанные с возможностью радиоактивного загрязнения воздуха (операции с порошками, упаривание растворов, работа с эманлирующими и летучими веществами и др.), должны проводиться в вытяжных шкафах.

При работе с радиоактивными веществами в открытом виде необходимо использовать средства индивидуальной защиты. Средствами индивидуальной защиты принято называть спецодежду (халаты, чепчики), обувь (бахилы, сменная обувь), различные приборы и приспособления (респираторы, противогазы, пневмокостюмы), применяемые индивидуально и

обеспечивающие защиту работающего с радиоактивными веществами от попадания радиоактивных веществ в органы дыхания, пищеварения и на кожу. Выбор средств индивидуальной защиты определяют условиями работы и радиационной обстановкой, характером и объемом выполняемых работ, уровнем загрязнения воздуха и рабочих поверхностей.

В системе мероприятий по охране здоровья лиц, работающих с источниками ионизирующих излучений, предусмотрено систематическое проведение дозиметрического и радиометрического контроля с целью измерения индивидуальной дозы и определения загрязнения радий-активными веществами оборудования, мебели, одежды, и др. Данные дозиметрического контроля должны регистрироваться в журнале. Радиоактивные отбросы собирают в специальные контейнеры и вывозят в места, предназначенные для их обезвреживания.

6.5 Электробезопасность

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75 %), высокой температуры (более 35 °С) [24], наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования.

Оператор ЭВМ работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами. Существует опасность поражения электрическим током в следующих случаях:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ЭВМ);

- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;

- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности электроустановок:

- отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы;

- вывешивание плакатов, указывающих место работы, заземление корпусов всех установок через нулевой провод;

- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;

- недоступность токоведущих частей аппаратуры (заключение в корпуса электропоражающих элементов, заключение в корпус токоведущих частей).

6.6 Пожарная и взрывная безопасность

В зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Так как помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгорающими веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий.

Возможные причины загорания:

- неисправность токоведущих частей установок;

- работа с открытой электроаппаратурой;

- короткие замыкания в блоке питания;

- несоблюдение правил пожарной безопасности;

- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.

Мероприятия по пожарной профилактике подразделяются на: организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации [25].

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

К режимным мероприятиям относятся, установление правил организации работ, и соблюдение противопожарных мер. Для предупреждения возникновения пожара от коротких замыканий, перегрузок и т. д. необходимо соблюдение следующих правил пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорюемых или трудно сгораемых материалов;
- правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева оборудования);
- правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения — предупреждение самовозгорания веществ, ограничение огневых работ);
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;

- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

- сообщить руководству (дежурному);
- позвонить в аварийную службу или МЧС – тел. 112;
- принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

Заключение

В работе проведено исследование влияния сезонных условий на аккумуляционные способности мхов-трансплантатов. С этой целью был выполнен ряд задач:

- 1) Обзор литературы по методам обеспечения жизнедеятельности мхов и по сезонной изменчивости накопления химических элементов во мхах при активном биомониторинге.
- 2) Пробоотбор мха с фоновой территории и изготовление планшетов.
- 3) Трансплантация планшетов на исследуемую территорию
- 4) Пробоподготовка образцов мха к нейтронно-активационному анализу (НАА).
- 5) Анализ результатов измерений.
- 6) Выработка рекомендаций по размещению эпифитных мхов в зависимости от сезонных условий.

При анализе результатов исследования сделаны следующие выводы:

- 1) Сезонные условия не оказывают значительного влияния на аккумуляционные способности эпифитных мхов-биомониторов – что позволяет проводить биомониторинговые исследования вне зависимости от времени года.
- 2) Содержание химических элементов в образцах мха возрастает пропорционально времени экспозиции. Значения концентраций практически всех рассмотренных элементов (за исключением *Hf*, *Sm* и *Rb*) в выборках за зимний период, время экспозиции которых составило 30 недель, в 1,5-2,5 раза превышали значения концентраций в выборках за летний период, время экспозиции которых составило 20 недель.

Список использованной литературы

1. Биологический контроль состояния окружающей среды / Ю.С. Григорьев [и др.] – Красноярск : Изд-во ИПК СФУ, 2008. 117 с.
2. Мицык Е.П., Хватова Ю.С., Дунаев А.М. Методика оценки воздействия тяжёлых металлов на особо охраняемые территории с помощью биомониторинга // Труды второй международной научно-практической конференции молодых ученых «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование», 25-28 апреля 2013 года : сборник статей. – М.: ООО «Буки Веди», 2013. 480 с.
3. Al-Radady A.S., Davies B.E., French M.J. A new design of moss bag to monitor metal deposition both indoors and outdoors // Science of the total environment. 1993. V. 133, №. 3. p. 275-283.
4. Active moss biomonitoring of trace elements with *Sphagnum girgensohnii* moss bags in relation to atmospheric bulk deposition in Belgrade, Serbia / Aničić M. [et al.] // Environmental Pollution. 2009. V. 157, №. 2. p. 673-679.
5. Active biomonitoring with wet and dry moss: a case study in an urban area / Aničić M. [et al.] // Environmental chemistry letters. 2008. V. 7, №. 1. p. 55-60.
6. Berg, T., Steinnes, E. Use of mosses (*Hylocomium splendens* and *Pleurozium schreberii*) as biomonitors of heavy metal deposition: from relative to absolute deposition values. // Environmental Pollution 98 (I). 1997. p. 61-71.
7. Active moss biomonitoring applied to an industrial site in Romania: relative accumulation of 36 elements in moss-bags / Culicov O.A. [et al.] // Environmental monitoring and assessment. 2005. V. 108, №. 1-3. p. 229-240.
8. Analyses of platinum group elements in mosses as indicators of road traffic emissions in Austria / Zechmeister H.G. [et al.] // Atmospheric Environment. 2006. V. 40, №. 40. p. 7720-7732.
9. Markert B., Weckert V. Time-and-site integrated long-term biomonitoring of chemical elements by means of mosses // Toxicological & Environmental Chemistry. 1993. V. 40, №. 1-4. p. 43-56.

10. Do moss bags containing devitalized *Sphagnum denticulatum* reflect heavy metal concentrations in bulk deposition? / Ares A. [et al.] // *Ecological indicators*. 2015. V. 50. p. 90-98.
11. Кузнецов Р.А. Активационный анализ. М.: Атомиздат. 1974. 344 с.
12. Бекман И.Н. Ядерная физика. М. : МГУ. 2010. 511 с.
13. Алиев Р.А., Сапожников Ю.А., Калмыков С.Н. Гамма-спектрометрический анализ. Методическое руководство к курсу "Основы радиохимии и радиоэкологии" // М. : Химический факультет МГУ. 2004. С. 1-31.
14. Твэлов Ю. Нейтронный активационный анализ на исследовательских реакторах // *Атомная энергия за рубежом*. М., 2002. №6. С. 11-14.
15. Назаров Н.Г. Метрология. Основные понятия и математические модели: Учеб. пособие для вузов. М. : Высш. шк. 2002. 348 с.
16. Корнеев А. А., Кричевец А. Н. Условия применимости критериев Стьюдента и Манна-Уитни // *Психологический журнал*. 2011. Т. 32, №. 1. С. 97-110.
17. Сергеева Н.Д. Изучение содержания химических элементов в зависимости от высоты размещения эпифитного мха : бакалаврская работа / Н.Д. Сергеева ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра прикладной физики (№12) (ПФ) ; науч. рук. Н.С. Рогова. – Томск, 2017.
18. Султаналиева Л.А. Изучение влияния условий размещения на содержание химических элементов в эпифитном мхе : бакалаврская работа / Л.А. Султаналиева ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра прикладной физики (№12) (ПФ) ; науч. рук. Н.К. Рыжакова. – Томск, 2017.
19. Рогова Н.С. Разработка метода экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами : диссертация на

соискание ученой степени кандидата технических наук : спец. 05.11.13 / Н.С. Рогова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра прикладной физики (№ 12) (ПФ) ; науч. рук. А.П. Потылицын. – Томск, 2013. 141 с.

20. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Ревич Б.А. [и др.] // М. : ИМГРЭ. 1982. Т. 112.

21. Кукин П.П., Лапин В.Л. Безопасность технологических процессов и производств: учеб. пособие. М., Высшая школа. 1999. С.318.

22. Об основах охраны труда в Российской Федерации: Федеральный закон от 17 июля 1999 № 181 – ФЗ // Российская газ. 1999.24.07. С.4.

23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы» [Текст]. – Взамен СанПиН 2.2.2.542-96; введ. 2003-06-30. М : Российская газета, 2003. С.3.

24. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность [Текст]. – Введ. 1983-01-07. М. : Издательство стандартов. 1988. С.2.

25. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст]. – Взамен СНиП 2.01.02-85; введ. 1998-01-01. М. : Госстрой России, ГУП ЦПП. 1999. С.6.