

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Дендрогеохимия годовых колец сосны. (Горный Алтай) |

УДК 581.44:582.475:550.4(571.151)

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2Г41 | Бузанов Иван Владимирович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Рихванов Леонид Петрович | Д.Г.-М.Н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Вершкова Елена Михайловна | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кырмакова Ольга Сергеевна | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Азарова Светлана Валерьевна | К.Г.-М.Н. | | |

Томск – 2018 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Азарова С. В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|------------------------------|
| 2Г41 | Бузанову Ивану Владимировичу |

Тема работы:

| | |
|--|-------------------|
| Дендрогеохимия годовых колец сосны. (Горный Алтай) | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 15.03.18. №1768/С |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду; энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Публикации в периодической печати, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Годичные кольца деревьев как индикатор загрязнений 2. Методы исследования проб годичных колец 3. Физико-географический очерк территории 4. Поступление химических элементов в среду на основе результатов анализа 5. Социальная ответственность 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. |
| <p>Перечень графического материала</p> | <p>Карта расположения точек опробования, тренды накопления химических элементов в</p> |

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | годовых кольцах сосны по территориям |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | |
| Раздел | Консультант |
| Социальная ответственность | Кырмакова О. С. |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Вершкова Е. М. |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| Нет | |

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

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Рихванов Леонид Петрович | Д.Г.-М.Н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2Г41 | Бузанов Иван Владимирович | | |

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

Студенту:

| | |
|---------------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2Г41 | Бузанову Ивану Владимировичу |

| | | | |
|---------------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|
| Школа | ИШПР | Отделение школы (НОЦ) | Отделение геологии |
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | Экология и природопользование |

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

| | |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы» |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | Страховые взносы - 30%; Налог на добавочную стоимость (НДС) - 18% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Проведенная работа ресурсоэффективна |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Технико-экономическое обоснование. Линейный график выполнения работ |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Расчет затрат на проведение научного исследования |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|-----|
| Нет |
|-----|

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 09.04.2018 |
|---|------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Старший преподаватель | Вершкова Е. М. | | | 09.04.2018 |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 2Г41 | Бузанов Иван Владимирович | | 09.04.2018 |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|--------|------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2Г41 | Бузанову Ивану Владимировичу |

| | | | |
|---------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| Школа | ИШПР | Отделение школы (НОЦ) | Отделение геологии |
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | Экология и природопользование |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|---|
| <p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) | <p>Учебно-научная лаборатория Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры ГЭГХ ТПУ представляет собой помещение площадью 40 м². В помещении находится следующее оборудование: аналитические приборы, муфельная печь, лабораторный стол с вытяжным шкафом, инвентарный шкаф, компьютер. Освещение: естественное и искусственное.</p> |
| <p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p> | <p>Гигиенические нормативы, СанПиН</p> |

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"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) | <p>К вредным факторам относятся: повышенный уровень шума на рабочем месте, несоответствие нормам параметров микроклимата, повышенное содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень электромагнитного излучения. Низкий уровень света приводит к утомлению, апатии, близорукости. Слишком яркий приводит к ослеплению и перевозбуждению. Оценка и нормирование освещенности производится согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 и СНиП 23-05-95. Высокий уровень шума приводит к утомлению, нарушению слуха, снижению работоспособности. Основными нормативно-техническими документами в области шумового воздействия являются ГОСТ 12.1.050-86, ГОСТ 12.1.003-83 и ГН 2.2.4/2.1.8.562-96. Электромагнитное</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | <p>воздействие приводит к повышенной утомляемости, снижению качества выполнения рабочих операций, болям в области сердца, изменению кровяного давления и пульса. Предельно допустимые уровни ЭМИ радиочастот определяются, исходя из предположения, что воздействие имеет место в течение всего рабочего дня (ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03). Несоответствие микроклимата приводит к потоотделению, сужению сосудов пальцев рук и ног, кожи лица, изменению обмен веществ, перегреву/переохлаждению организма. Нормативными документами являются СанПиН 2.2.4.548-96 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</p> |
| <p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) | <p>К опасным факторам относятся: воздействие электрического тока (при работе с оборудованием, электросетью), пожароопасность. Рабочее помещение должно соответствовать требованиям электробезопасности согласно ГОСТ 12.1.019-79. Первая медицинская помощь заключается в устранении источника поражающего действия, проведении искусственного дыхания.</p> |
| <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. | <p>Воздействие на литосферу оказывается твердыми бытовыми отходами, образующимися в процессе работы: макулатура, отработанные лампы сети освещения, неисправные части компьютерной техники (при ремонте оборудования), упаковочные отходы. Воздействие на гидросферу незначительно.</p> <p>Природоохранные меры: сбор отработанных ламп, макулатуры, неисправные части компьютерной техники и отправка всего этого посреднику на повторную переработку.</p> |
| <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий | <p>Возможные ЧС могут возникнуть: пожар, землетрясение, сбой в работе оборудования. Наиболее возможной среди выше указанных чрезвычайной ситуацией является сбой в работе оборудования. Для предупреждения данной ЧС необходимо приобретать компьютерную технику и лабораторное оборудование у надежных производителей с гарантией качества и</p> |

| | |
|---|---|
| | ежегодно проводить чистку оборудования от пыли, проверку его технического состояния. Рабочее место должно быть оборудовано двумя компьютерами на случай поломки или временным сбоем в работе одного из них. Все рабочие материалы хранятся в двойной копии на отдельном носителе. При возникновении данной ЧС следует: предотвратить возникновение паники; оставить компьютерную технику в покое на некоторое время, не загружая ее дополнительными командами, при серьезном сбое обратиться к специалисту. |
| <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны | <p>При проведении исследований в научной лаборатории следует руководствоваться нормативно-правовыми документами, регламентирующими защиту населения и требования безопасности.</p> <p>При организации рабочей зоны следует руководствоваться принципом комфортности в расположении необходимого оборудования и техники. Расстояние между оборудованием должно быть достаточным для свободного прохода, провода компьютерной техники – аккуратно размещены, рабочие стол – удобен для работы.</p> |
| Перечень графического материала: | |
| <p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p> | <p>План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами</p> |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 10.04.2018 |
|---|------------|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------------|
| Ассистент | Кырмакова О. С. | | | 10.04.2018 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------------|
| 2Г41 | Бузанов Иван Владимирович | | 10.04.2018 |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 88 страниц машинописного текста, состоит из введения, 6 глав и заключения; работа проиллюстрирована 11 таблицами и 33 рисунками. Список литературы насчитывает 51 наименований.

Ключевые слова: дендрогеохимия, элементный состав, годовые кольца, сосна обыкновенная, уран, окружающая среда, Семипалатинский испытательный полигон, ленточный бор, село Новогорьевское, Алтайский край.

Объектом исследования является древесина сосны обыкновенной, отобранная в Барнаульском ленточном бору на территории Егорьевского района Алтайского края.

Цель работы – использовать метод дендрогеохимии для радиоэкологической оценки окружающей среды на примере территории Егорьевского района Алтайского края.

В процессе исследования проводились: подробный анализ литературы, посвященной дендрогеохимии годовых колец, выбраны методы исследования годовых колец, подробно изучена физико-географическая характеристика исследуемой территории. В качестве метода анализа были выбраны инструментальный нейтронный активационный и атомно-абсорбционный анализы.

В результате исследования была приведена интерпретация результатов исследования и сравнительная характеристика влияния ядерных испытаний полигона и иных факторов на окружающую среду.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Построены тренды накопления химических элементов по территориям, проведено сравнение концентрации элементов по территориям Егорьевского района Алтайского края и Семипалатинского испытательного полигона

Степень внедрения: предлагаемый проект мониторинга может быть принят к исполнению учеными в области дендрогеохимии для дальнейшего изучения состояния окружающей среды.

Область применения: охрана окружающей среды.

Экономическая эффективность / значимость работы: предлагаемый проект проводится в рамках программы изучения динамики накопления элементов в древесине деревьев и изучения влияния ядерных испытаний и иных факторов на окружающую среду

В будущем планируется проведение дополнительных исследований.

Оглавление

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 11 |
| 1. ГОДИЧНЫЕ КОЛЬЦА ДЕРЕВЬЕВ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ | 14 |
| 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ | 34 |
| 3. ФИЗИКО - ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ТЕРРИТОРИИ | 40 |
| 3.1. Особенности ленточного бора, как особого типа хвойных лесов. | 45 |
| 4. ПОСТУПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДУ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА | 47 |
| 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... | 64 |
| 5.1 Техническое задание и разработка технического плана | 64 |
| 5.2 Расчет затрат и времени по видам работ | 65 |
| 5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ | 66 |
| 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ..... | 70 |
| 6.1 Анализ вредных и опасных факторов | 70 |
| 6.2 Экологическая безопасность..... | 77 |
| 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 78 |
| 6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 79 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 82 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 83 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Алтай представляет собой территорию, ставшую объектом пристального изучения со стороны ученых. Он активно исследовался на предмет загрязнения окружающей среды и выявления возможных источников загрязнения. Ввиду относительно достаточной изученности горных регионов в выпускной квалифицированной работе была изучена равнинная область, находящиеся на западе от горных районов и располагающиеся на территории Алтайского края.

Алтайский край – регион, имеющий общую границу с Казахстаном и находящийся в близости от мест событий ядерного характера (особенно южные области). Это и добыча, и переработка урана и мирные ядерные взрывы, и военные ядерные испытания на Семипалатинском полигоне. При этом все эти факторы в той или иной мере оказывают влияние на биоту (в том числе и человека). Учитывая все это, стоит признать актуальными вопросы изучения радиоэкологической ситуации. При этом немаловажным вопросом является не только определение уровня накопления радионуклидов в природных объектах и выяснение характера их распределения на изучаемой территории, но и изучение динамики их накопления по времени. Исходя из этого, одним из приоритетных направлений исследований становится поиск новых методов и приемов, а главное – объектов-индикаторов поступления и накопления радионуклидов в окружающей среде.

Путем многолетних исследований (Tout R.E. et al., 1977; Hegemeyer, 2000; Рихванов и др., 1997, 2002, 2007; Архангельская, 2004) было установлено, что одним из лучших объектов для отслеживания многолетней динамики изменения геохимической обстановки природных сред являются годовые кольца деревьев, как структуры с относительной равномерностью образования и достаточно низкой скоростью миграции химических элементов внутри них.

Проводившиеся с 1949 по 1963 годы наземные и воздушные (в особенности) испытания ядерного оружия на Семипалатинском полигоне оказали огромное влияние на загрязнение радионуклидами природных объектов прилегающих территорий (почвы, воды) и оказали влияние на флору и фауну района. И, несомненно, при изучении радиогеохимической ситуации на данной территории следует обратить внимание на уникальнейший объект природной среды – Барнаульский ленточный бор, расположенный на Приобском плато, протянувшийся на 550 км от окрестностей Барнаула с северо-востока на юго-запад. Древесина (годовые кольца) основной лесообразующей породы (сосны обыкновенной) как нельзя лучше подходит для изучения динамики изменений геохимической обстановки на данной территории связанной с деятельностью СИЯП.

Целью работы являлось использование метода дендрогеохимии для радиоэкологической оценки окружающей среды на примере территории Егорьевского района Алтайского края.

В соответствии с этой целью были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить биогеохимические особенности деревьев с точки зрения их использования для оценки динамики поступления элементов в окружающую среду.
2. Изучить физические и методические основы отбора проб и пробоподготовки, аналитических методов исследования – инструментальной нейтронной активации.
3. Изучить физико-географическую характеристику территории Егорьевского района Алтайского края.
4. Оценить динамику накопления элементов в годовых кольцах деревьев на выбранных для обследования территориях с использованием нейтронно-активационного анализа, провести сравнение с известными данными по территории Семипалатинского испытательного полигона.

Объектом исследования являлась древесина сосны обыкновенной на территории Егорьевского района Алтайского края.

Предметом исследования являлся химический состав древесины сосны обыкновенной.

Апробация работы: результаты работы были опубликованы в статье и докладывались на XXII Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова в 2018 г. (г. Томск).

Автор искренне благодарен профессору, доктору геолого-минералогических наук Рихванову Леониду Петровичу за научное руководство, помощь в процессе подготовки ВКР и ценные советы. Также автор благодарит за помощь в исследованиях доцента, к.г.-м.н. Юсупова Д. В., старшего преподавателя, к.г.-м.н. Филимоненко Е. А., аспиранта Миронову Анастасию.

1. ГОДИЧНЫЕ КОЛЬЦА ДЕРЕВЬЕВ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ

При проведении ретроспективных исследований стратифицированные объекты представляют особый интерес. Данный термин понимается как последовательно образующиеся во времени регистрирующие структуры. Наиболее широко распространенным и классическим примером таких структур являются годовые кольца деревьев. Проанализировав химический и элементный состав годовых колец деревьев, можно попытаться восстановить историю различных изменений окружающей среды, в том числе и динамику радиогеохимической обстановки.

Годовые кольца деревьев представляют собой стратифицированные образования, которые образуются последовательно во времени и фиксируют внутри себя элементный состав окружающей среды и, тем самым, накапливают информацию о динамике состояния среды своего обитания в течение длительного времени (Tout R.E. et al., 1977; Hegemeyer, 2000; Шиятов и др., 2000; Ваганов и др., 2000) (рисунок 1.1). Исследование годовых колец особенно перспективно для решения задач восстановления истории антропогенного загрязнения окружающей среды, в том числе и радиоактивного.



Рисунок 1.1 - Годовые кольца на стволе сосны обыкновенной [8]

Среди древесных пород растений хвойные деревья являются наиболее чувствительными к радиационному воздействию (Козубов и др., 2002; Федотов и др., 2006; Гераськин и др., 2006) (рисунок 1.2), чем лиственные породы. Хвойные древесные растения представляют собой наиболее обширную группу голосеменных растений (семена не спрятаны в завязи и лежат открыто), широко распространенных в северном полушарии. Группа представлена такими родами и видами семейства Pinaceae, как кедр, лиственница, ель, сосна, пихта (Крамер и др., 1983). Хвойных деревьев отличает повышенная способность к первичному задерживанию радиоактивных выпадений из атмосферы и пониженная скорость очищения от частиц, выпадающих из атмосферы, по сравнению с лиственными породами деревьев. В свою очередь, лиственные породы гораздо более устойчивы к облучению, их кроны задерживают меньшее количество радиоактивных веществ, чем хвойные, с другой стороны, значительная часть радионуклидов, изначально сорбированных на листьях, во время осеннего листопада перемещается из кроны на лесную подстилку. Также, лиственные деревья длительный период в течение года лишены своего зеленого покрова, следовательно, радиоактивные частицы, выпадающие из атмосферы в это время вместе с осадками или иным способом, проникают сразу под полог леса. У хвойных деревьев «фильтр из хвои» может эффективно задерживать радионуклиды в периоде всего года (Алексахин, 1977; Пути миграции искусственных..., 1999; Щеглов, 1999, 2001; Козубов и др., 2002; Гераськин и др., 2006; Федотов и др., 2006).



Рисунок 1.2 - Хвойные породы деревьев [24]

Хвоя деревьев является наиболее часто используемым и надежным объектом химического и радиационного мониторинга окружающей среды уже на протяжении многих лет (Пискунов, 1985; Черненкова, 2002).

Подытожив, хвойные древесные растения имеют целый ряд полезных эколого-биологических особенностей и преимуществ (широкая экологическая амплитуда распространения, существование эффективно действующего в течение круглого года «фильтра» для радиоактивных частиц - хвои, длительное удерживание первично захваченных хвоей радионуклидов вследствие её многолетности, общая более высокая радиочувствительность), что делает их очень ценным объектом для различных исследований по изучению радиоактивной обстановки окружающей среды.

Данные о высокой радиоактивной чувствительности хвойных пород деревьев были получены еще в начале 60-х годов в Брукхейвенской лаборатории США (Sparrow, Woodwell, 1962). Близость радиоактивной чувствительности сосны ($LD_{50} \sim 5-16$ Гр) и человека, широкая распространенность, информативность, технологичность и чувствительность базирующихся на ней тест-систем выдвинули *Pinussylvestris* в число основных природных тест-объектов при проведении эколого-генетического мониторинга (Федотов и др., 2006).

Отмечая выше сказанное, годовые кольца древесных растений являются источником, способным регистрировать различные изменения окружающей среды, включая динамику радиоактивного загрязнения.

Большой вклад в изучение накопления радионуклидов древесными растениями внесли исследовательские работы 1950-60-х гг. советских ученых (А.П. Виноградовым, Д.П. Малюгой, С.М. Ткаlichem, В.В. Поликарпочкиным, А.И. Перельманом и др.) и зарубежных (В. Гольдшмитом, Н. Warreen, S. Thyssen, Н. Cannon, Хожем и др.) по разработке биогеохимических методов поиска рудных месторождений. В их исследованиях большое внимание уделялось разделу биогеохимии растений, касающемуся закономерностей накопления растениями элементов-индикаторов (урана и др.) рудных месторождений [6]. Активно изучал накопления в древесных растениях урана, а также некоторых других естественных радионуклидов (тория, радия) А.Л. Ковалевский (1965, 1966). Он рассматривал закономерности биологического поглощения данных радионуклидов древесными растениями, распределение их в разных частях деревьев, интенсивность поглощения радионуклидов разными видами древесных растений для районов Сибири [7]. Эти же вопросы в своих работах изучали Д.М. Гродзинский (1965) для растений, произрастающих на территории Украины, Е.М. Никифорова (1968, 1969, 1970) и Б.Я. Юфа (1970) – для территории Забайкалья, В.В. Ковальский и др. (1965, 1968) – для Иссык-Кульской котловины. Эти работы, а также исследования по изучению особенностей биогеохимических поисков урановых месторождений более позднего периода (Титаева, Таскаев, 1983; Uranium Biogeochemistry, 1985 и др.) внесли значительный вклад в исследование по изучению закономерностей поглощения и накопления урана древесными видами растений (Ковалевский А.Л., 1991).

На сегодняшний день существует не очень большое количество работ по изучению многолетней динамики радиоактивного загрязнения окружающей среды на основе изучения годовых колец деревьев

Щегловым А.И. и Цветновой О.Б. (1999, 2004) были исследованы сезонная и многолетняя динамика накопления основных радионуклидов чернобыльского выброса изотопов ^{137}Cs и ^{90}Sr в годичных кольцах березы и сосны в 30-километровой зоне ЧАЭС.

В ходе данных исследований установлено, что концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr изменяется в радиальном направлении (по годичным кольцам) и по высоте (от комля к вершине) стволовой части дерева. Как правило, загрязнение стволовой древесины в радиальном направлении (по годичным кольцам) изменяется следующим образом. В наибольшей степени радионуклидами загрязнена внешнее кольцо текущего года формирования, что, видимо, обусловлено интенсивно идущими здесь ростовыми процессами и поступлением радионуклидов с вертикальным потоком минеральных солей, мигрирующих по камбию ствола дерева. Подтверждением может служить то, что в каждом последующем году абсолютный максимум концентрации радионуклидов перемещается в новое формирующееся кольцо (рисунок 1.3), а также большая концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в этом кольце у комля, т.е. в той части, где наблюдается и максимальная удельная активность внутренней коры.

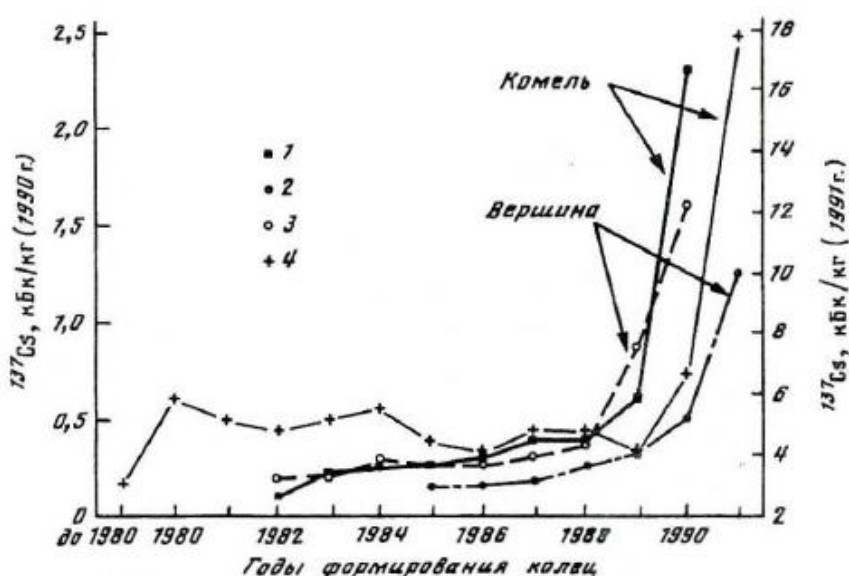


Рисунок 1.3 - Распределение Cs^{137} по годичным кольцам сосны по данным на 1990 г. (1, 2) и 1991 г. (3, 4) [27]

В то же время анализ радиального распределения показывает, что радионуклидами чернобыльского выброса загрязнены, хотя и в значительно меньшей степени, древесные кольца, которые сформировались в доаварийный период. Попадание туда радионуклидов происходит, по всей видимости, с акропетальным током минеральных солей (нисходящая ветвь биологической миграции), а также по смоляным ходам (у сосны) из-за существующего в радиальном направлении градиента концентрации элементов, в том числе и радионуклидов, в мигрирующих по стволу дерева растворах. Наиболее значимое нарастание концентрации ^{137}Cs и в особенности ^{90}Sr отмечается в кольцах, прилегающих к центральной (ядровой) части древесины ствола. Причем в комлевой части дерева это проявляется более отчетливо (рисунки 1.3, 1.4).

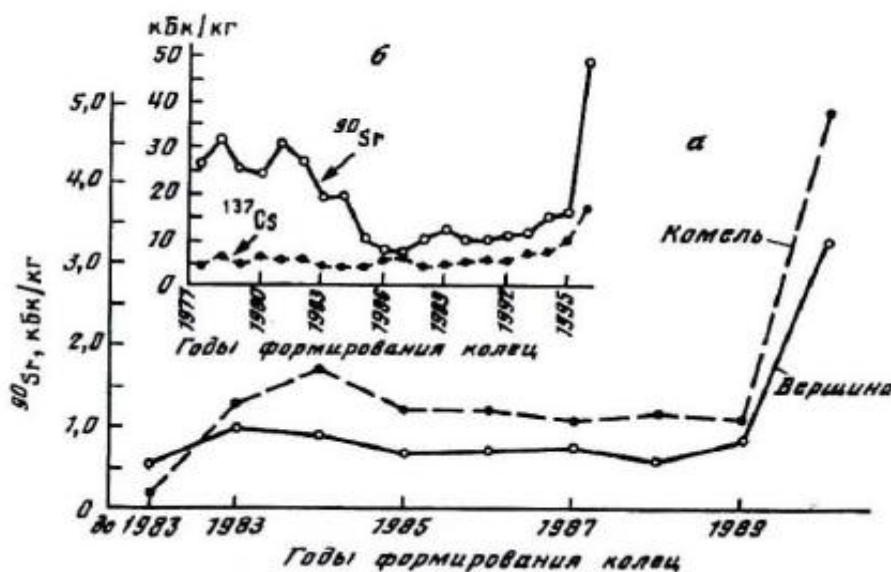


Рисунок 1.4 - Распределение Sr^{90} по годичным кольцам сосны по данным автора (а) и работе М. Бузынного (б) [27]

Особенности строения древесины оказывают влияние на характер радиального распределения радионуклидов в ней. У ядровых пород (дуб, сосна) различия в загрязнении ядровой и заболонной частей древесины более значимы. В особенности это проявляется у дуба. У других пород (береза,

ольха и др.) также наблюдается снижение концентрации ^{137}Cs в древесине доаварийного периода образования, но выражено слабее, чем у сосны и, в особенности, дуба

Анализ распределения радионуклидов по высоте ствола показывает, что концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в кольцах одного года формирования снижается от комля к вершине (рисунки 1.4, 1.5). Причем распределение ^{90}Sr характеризуется большим изменением градиента концентрации в этом направлении.

Вместе с тем, средневзвешенная концентрация ^{137}Cs в древесине в целом в различных частях ствола (вершина, комель) изменяется в обратном направлении, т.е. практически у всех пород окоренная древесина большее количество ^{137}Cs содержит в вершинной части и меньшее - в комлевой. Кратность этих различий зависит от изменения толщины по длине ствола, видовых особенностей строения древесины и долевого вклада годовых колец прироста 1986-1995 гг. в общую массу древесины (таблица 1.1), поскольку, как было показано, годовые кольца, сформированные до аварии, в особенности у ядровых пород, загрязнены меньше, чем образованные в послеаварийные годы. В этой связи оказывают влияние также некоторые видовые особенности ряда пород. Так, у ольхи черной, относящейся к безъядровым породам, загрязнение древесины по всей высоте ствола примерно одинаково, тогда как у ядровых (дуба и сосны) пород изменение наиболее отчетливо.

Изменение степени загрязнения коры внутренней по длине ствола, как правило, сходно с таковым в годичных кольцах древесины (рисунок 1.4). Большее содержание ^{137}Cs у различных пород отмечается в комлевой части и меньшее – в вершинной. Причиной таких различий пока не совсем ясны. Можно лишь сказать, что загрязнение коры внутренней определяется только корневым поступлением радионуклидов И, видимо, связано с особенностями вертикального передвижения веществ по растению, хотя в какой-то степени, оно может быть обусловлено и загрязнением наружных слоев коры.

Наибольшие различия в загрязнении коры внутренней в различных частях ствола отмечаются в гидроморфных ландшафтах, характеризующихся максимальной интенсивностью корневого поступления радионуклидов в растения (рисунок 1.5). Кратность этих различий зависит от изменения толщины по длине ствола, видовых особенностей строения древесины и долевого вклада годовых колец прироста 1986-1995 гг. в общую массу древесины, поскольку, как было показано, годовые кольца, сформированные до аварии, в особенности у ядровых пород, загрязнены меньше, чем образованные в послеаварийные годы. В этой связи оказывают влияние также некоторые видовые особенности ряда пород. Так, у ольхи черной, относящейся к безъядровым породам, загрязнение древесины по всей высоте ствола примерно одинаково, тогда как у ядровых (дуба и сосны) пород изменение наиболее отчетливо.



Рисунок 1.5 - Изменение содержания ^{137}Cs в структурных частях стволов деревьев, произрастающих в условиях автоморфных (А) и гидроморфных (Б) ландшафтов: 1- вершина; 2 - середина ствола; 3 –комель [27]

Изменение степени загрязнения коры внутренней по длине ствола, как правило, сходно с таковым в годичных кольцах древесины. Больше содержание ^{137}Cs у различных пород отмечается в комлевой части и меньшее

- в вершинной. Причины таких различий пока не совсем ясны. Можно лишь сказать, что загрязнение коры внутренней определяется только корневым поступлением радионуклидов и, видимо, связано с особенностями вертикального передвижения веществ по растению, хотя в какой-то степени, оно может быть обусловлено и загрязнением наружных слоев коры. Наибольшие различия в загрязнении коры внутренней в различных частях ствола отмечаются в гидроморфных ландшафтах, характеризующихся максимальной интенсивностью корневого поступления радионуклидов в растения (рисунок 1.5).

Неоднозначным изменением концентрации ^{137}Cs в различных частях ствола характеризуется и кора наружная (рисунок 1.5, таблица 1.1). У пород с относительно гладкой или чешуйчатой поверхностью коры (береза, сосна) большая концентрация ^{137}Cs отмечается в комлевой части и меньшая - в верхней части ствола. Это можно объяснить повышенной сорбционной способностью мощных омертвевших слоев коры (пробки) в нижней части ствола и дополнительным загрязнением радионуклидами за счет поступления их по стволу с кроновыми и стволовыми водами. У пород с трещиноватой и шероховатой поверхностью коры, видимо обладающей более высокой сорбционной способностью и сдерживающей вертикальную миграцию радионуклидов (дуб, ольха, липа), повышенное их накопление наблюдается в центральной части ствола.

Таблица 1.1 - Относительное содержание Cs^{137} в различных частях ствола основных лесообразующих пород (по данным на 1993 г.) [27]

| Древесные породы | Древесина | | | Кора внутренняя | | | Кора наружная | | |
|------------------|-----------|---|------|-----------------|---|------|---------------|---|------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Ель | 1,45 | 1 | 1 | 1,11 | 1 | 1,24 | 1,91 | 1 | 1,06 |
| Береза | 1,32 | 1 | 1,02 | 0,96 | 1 | 0,85 | 0,68 | 1 | 1,15 |
| Дуб | 1,37 | 1 | 0,91 | 0,83 | 1 | 1,1 | 1,08 | 1 | 0,58 |
| Осина | 1,35 | 1 | 0,56 | 1,22 | 1 | 1,12 | 0,4 | 1 | 0,35 |
| Ольха | 1,17 | 1 | 1,16 | 0,76 | 1 | 0,96 | 0,51 | 1 | 0,41 |

Примечание: 1 – вершина, 2 – комель, 3 – комель. За единицу принято содержание Cs^{137} в срединной части ствола соответствующих пород.

Буткус Д. и др. (2005) изучали распределение ^{137}Cs и ^{40}K в годовых кольцах сосны и березы, произрастающих в районе южной части Литвы, который был загрязнен после аварии на Чернобыльской АЭС.

Пробы дерева для данного исследования были взяты из различных мест произрастания двух берез (*Betula pendula*) и одной сосны (*Pinus sylvestris*), а именно: из 55-летней сосны, высота которой около 30 м, толщина - 0.4 м (1P), 52-летней березы высотой 23 м и 0.3 м в диаметре (1B) в южной части Литвы, приблизительно в 10 км к югу от Алитуса и 35-летней березы (2B) высотой 18 м и 0,3 м в диаметре из березовой рощи в западной Литве, в зоне Паюрис (Клайпедский район).

Для получения проб древесины деревья спиливали. Пробы сжигались в муфельной печи. Для вытяжки дыма использовался вентилятор VN-2 (напряжение 220 V, 50 Hz, мощность 144 - m^3/h , количество оборотов - 2200 об/мин.) Пробы сжигали при разной температуре: 450, 480, 510 и 540°C. Оптимальной температурой сжигания древесины была установлена температура в 480°C.

В сожженном и измельченном древесном угле с помощью полупроводникового Ge (Li) спектрометра измерены удельные активности ^{137}Cs и радионуклидов природного происхождения.

На рисунке 1.6 показано увеличение удельной активности ^{137}Cs в двух типах древесины. Возможно, увеличение удельной активности ^{137}Cs в древесине растущей сосны вызвано переходом радионуклидов в древесину из хвои и коры начиная с 1965 и 1986 гг., которые в данные годы были загрязнены после испытаний ядерного оружия и катастрофы на Чернобыльской АЭС, поскольку радионуклид ^{137}Cs подвижен в древесине

Через некоторое время ^{137}Cs был смыт с коры и хвои и, попав непосредственно из воздуха на поверхность земли, проник в глубь грунта и достиг корней дерева (1970-1985 и 1985-1995 гг.). Вместе с растворенными в воде питательными веществами он ассимилирован растением, что и обусловило значительное увеличение в нем удельной активности ^{137}Cs . На

основании результатов работы можно предположить, что через 20 лет ^{137}Cs в грунте суглинка может продвинуться на 14-15 см и достигнуть основной массы корней. Удельная активность ^{137}Cs в древесине березы (1В) в период 1965-1985 гг. увеличивалась от (3.5 ± 0.3) Бк/кг до (7.8 ± 0.6) Бк/кг.

Удельная активность ^{137}Cs в березе 2В, растущей на побережье, в несколько раз меньше, чем в исследованных деревьях, растущих в южной части Литвы. Различия как в распределении ^{137}Cs в древесине берез, так и в удельной активности могли быть обусловлены разными видами почв и разными климатическими условиями.

Из данных таблицы о распределении радионуклидов по высоте дерева видно, что ^{137}Cs в сосне 1Р эффективнее накапливается в верхней части ствола. В березах радионуклид ^{137}Cs больше накапливается в нижней части ствола.

В коре всех типов деревьев (1Р, 1В, 2В) ^{137}Cs накапливается в большей степени, чем в древесине. Неравномерно распределяется по высоте дерева и радионуклид ^{40}K . Соотношение удельной активности ^{137}Cs и ^{40}K в древесине приблизительно в 2 раза больше, чем в почве (за исключением слоя в 0-5 см), а удельная активность ^{137}Cs и ^{40}K в хвое и коре сосны приблизительно в 2 раза больше, чем в древесине.

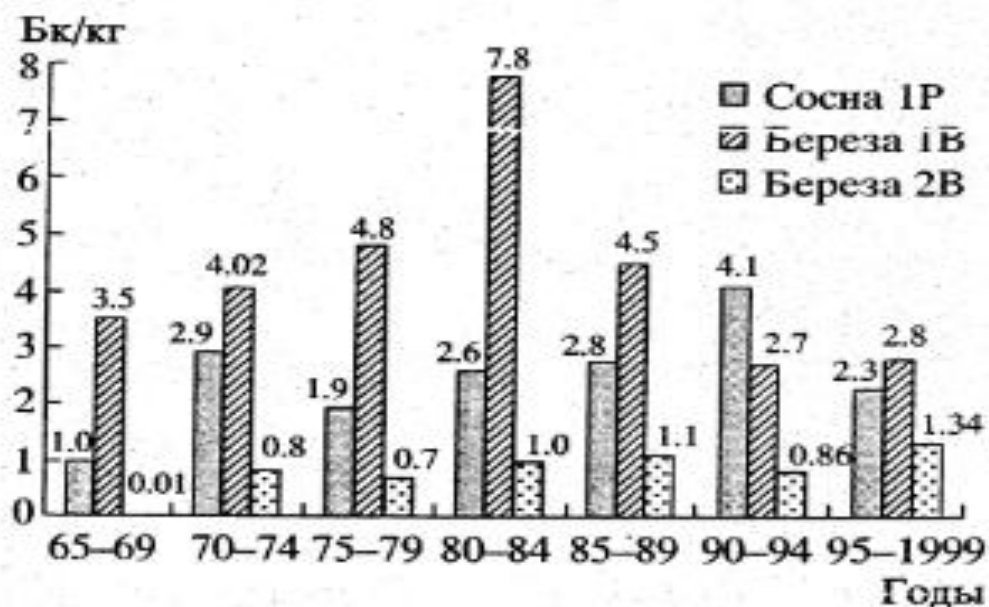


Рисунок 1.6 - Изменение удельной активности ^{137}Cs в древесинах IP, IB, 2B по годам [5]

В ходе исследования были сделаны следующие выводы:

1. В древесине сосны и березы выявляются две тенденции увеличения удельной активности ^{137}Cs . Первое увеличение ^{137}Cs в древесине растущего дерева возникает при проникновении радионуклида в древесину из хвои и коры во время наибольшей загрязненности воздуха, второе увеличение наблюдается после загрязнении почвы, когда изотопы проникают в дерево через его корни. (рисунок 1.7)

2. Коэффициенты поглощения ^{137}Cs в древесине сосны более чем в 2 раза больше, чем 40 К.

3. Удельная активность ^{137}Cs и ^{40}K в хвое и коре сосны приблизительно в 2 раза больше, чем в древесине. Это объясняется тем, что происходит не только перенос радионуклидов из почвы через корни, но и загрязнение непосредственно из воздуха.

И. Г. Берзина с использованием метода осколочной радиографии изучала распределение и формы проявления урана и трансурановых элементов в структурных частях деревьев, произрастающих территории

попавшей в зону радиоактивного заражения после аварии на Чернобыльской АЭС и урановых месторождений. (1993). В ходе исследования были получены следующие данные.

В растениях, которые произрастают поблизости от урановых месторождений, из делящихся элементов обнаруживается лишь уран. На рисунке 1.7 для примера показано распределение урана в листьях тополя и частях полыни, произраставших в непосредственной близости от уранового месторождения. По рисунку видно рассеянное распределение урана в зеленой массе листьев, проявление его с повышенными концентрациями, приуроченными к прожилкам и к выделениям ассимилята. Также, на поверхности листьев проявляются внешние, осевшие из окружающей атмосферы, урансодержащие пылевидные включения. Если уран отсутствует в почве и попадает на растение исключительно в виде пыли, то его распределение по поверхности листьев не повторяет их макроструктуру. На рисунке 1.7 в виде иллюстрации приведено распределение пыли, содержащей уран, на листе тополя, произрастающего на расстоянии около 20 км от месторождения урана.

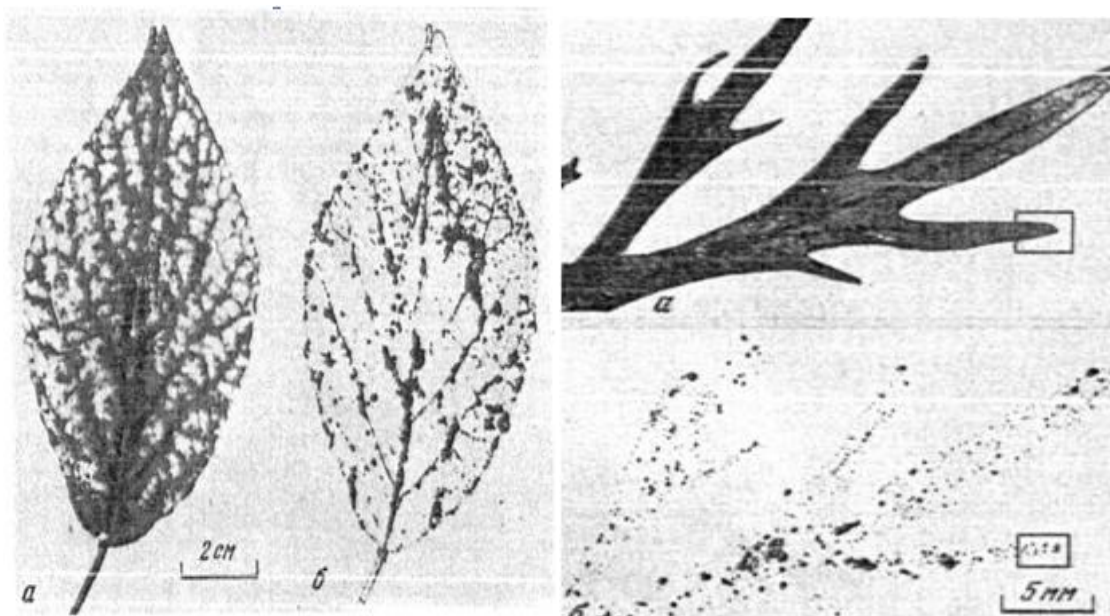


Рисунок 1.7 - Распределение урана произраставшего вблизи отвалов уранового месторождения: а) лист тополя; б) детектор [4]

Радиоактивная пыль, которая была обнаружена на растениях и в почве после аварии на Чернобыльской атомной электростанции, содержит в себе уран и плутоний, находящиеся в сплавленном состоянии с другими реакторными материалами или друг с другом. В растения, произрастающие в этом районе, ни уран, ни плутоний не проникают через корневую систему. "Горячие частицы", в которых находятся эти элементы, остаются в почве или поднимаются с ветром в воздух в виде пыли и попадают извне на растения или переносятся водными потоками. На листьях, в корнях растений и в почве делящиеся элементы проявляются в виде хаотично расположенных пылевидных частиц. На рисунке 1.8 показано характерное суммарное распределение урана и плутония в "горячих частицах", находящихся в почвах и на внешних поверхностях растений в районе Чернобыльской АЭС. На рисунке видны сплавленные с радиоактивной частью куски частичек, не содержащие радиоактивность.

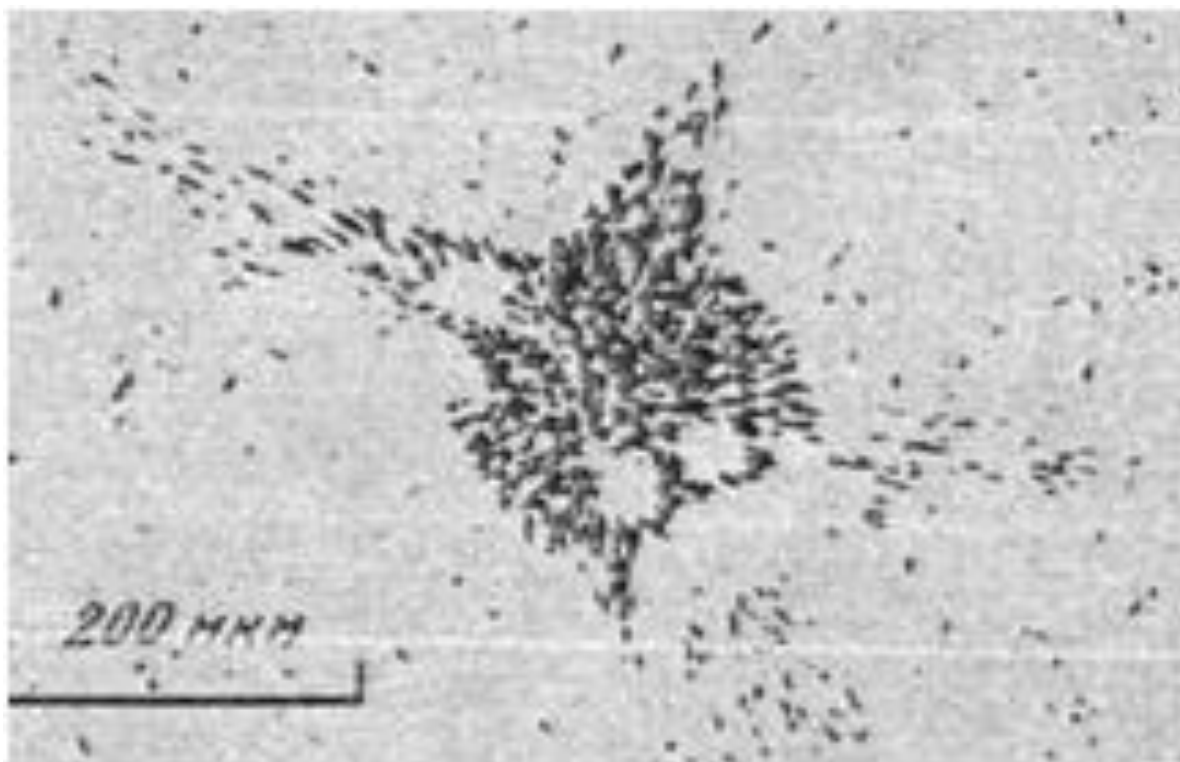


Рисунок 1.8 - Характерное распределение урана и плутония в «горячих частицах», находящихся в почвах и на поверхности растений Чернобыльской зоны [4]

Выявление пространственного распределения радиоактивных элементов в листьях растений, произраставших в Чернобыльской зоне, после аварии в 1986 и в 1991 гг. показало, что с течением времени происходит перераспределение радионуклидов, в частности цезия-137. Если после аварии на АЭС гамма-активные элементы были сосредоточены в пыли, осевшей на листьях растений, то в 1991 г. гамма-активные элементы попадают в растения через корневую систему по вышеописанной схеме биологических циклов. Идентификация радиоактивного излучения, проведенная с помощью свинцовых фильтров — экранов разной толщины, помещенных между исследуемым объектом и детектором из рентгеновской пленки, показала, что основным гамма-излучателем в 1991 г. является Cs^{137} .

Следует отметить, что в «послечернобыльский» период в рамках проблемы изучения трансурановых элементов в объектах окружающей среды (в т.ч. в древесных растениях) активно проводятся зарубежные научные исследования. Подробный обзор таких исследований приводится в коллективной работе зарубежных авторов «Пути миграции искусственных радионуклидов..., 1999». Следует отметить работы французских и японских специалистов (Garrec, Suzuki, Mahara, 1993, 1995), которые изучали содержание плутония в годичных кольцах деревьев Франции и Японии с использованием радиохимического метода анализа. В годичных кольцах ими зафиксированы глобальные выпадения $^{239}, ^{240}Pu$ во Франции и Японии, обусловленные испытанием ядерного оружия и аварией на Чернобыльской АЭС, а также локальные поступления, связанные с взрывом плутониевой бомбы в 1945 г. (Нагасаки, Япония)

В последние годы (с начала 2000 года) учеными России, Украины, Белоруссии и других зарубежных стран продолжается изучение вопросов оценки радиоактивного загрязнения окружающей среды, сформированного как после аварии на Чернобыльской АЭС, так и вследствие иных причин (испытания ядерного оружия в атмосфере и под землей, деятельность предприятий ядерно-топливного цикла и др.) на основе исследования

древесной растительности (Молчанова, Караваева, 2001; Козубов, Таскаев, 2002; Щеглов, Цветнова, 2004; Сапожников и др., 2001, 2005, Фесенко и др., 2001, 2003; и многие другие). К сожалению, большинство всех научно-исследовательских работ в этом направлении по-прежнему касается изучения лишь таких техногенных радионуклидов, как цезий и стронций.

Проблемой оценки загрязнения древесной растительности именно трансурановыми элементами и ураном, сопровождающим ядерно-топливный цикл, а также естественными радионуклидами (в т.ч. ураном), которые в результате деятельности человека перемещены из земных недр на поверхность в значительных количествах и формируют техногенно изменённый, обычно повышенный, радиационный фон занимаются лишь немногие исследователи (Позолотина, Собакин и др., 2000; Рихванов и др., 2002, 2004, 2005, 2006; Анисова, 2005, 2006; Buchmannetal., 2000; Duffa, 2001; Colemanetal., 2001; Thiryetal., 2005).

Рихвановым Л.П., Архангельской Т.А. Замятиной Ю.Л. и др. (1997, 2002, 2007) были проведены исследования по совокупному определению делящихся радионуклидов (^{235}U , ^{239}Pu и др.) в годичных кольцах деревьев Томской области, Красноярского края, Алтая, Чехии с применением метода радиографического анализа, в результате была получена картина многолетнего загрязнения данными радионуклидами для каждой территории.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие основные выводы:

- Отмечается общая тенденция повсеместного (глобального) загрязнения окружающей среды радионуклидами, которая обусловлена ядерными испытаниями в атмосфере. При взрывах ядерного оружия распыляется значительное количество неразделившихся урана и плутония, что ведет к еще большему поступлению радиоактивных изотопов в атмосферу.

- Установлено, что в период до первых испытаний ядерного оружия в 1945 г. первоначальный уровень накопления урана в данном районе составлял 0,06 мг/кг.

- С 1946 по 1960 гг. наблюдается повышение уровня накопления делящихся элементов в годичных кольцах дерева по сравнению с доядерным периодом. В это же время (с 1949 года) активно проводились воздушные и наземные ядерные испытания на Новоземельском и Семипалатинском полигонах. Среднее содержание делящихся элементов для данного временного интервала составляет 0,08 мг/кг.

- Максимальное накопление радионуклидов приходится на годичные кольца с 1961 по 1965 гг., что связано с двумя причинами. В этот период были запущены второй и третий ядерные реакторы ГХК и началось производство плутония. Осенью 1961 г. и во второй половине 1962 г. на полигоне Новая Земля были проведены испытания термоядерного оружия, более мощного, чем ядерное. Данные взрывы были сильнейшими за всю историю испытаний. Это также внесло свой вклад в накопление делящихся элементов в годичных кольцах этого периода.

- Сравнительно высоким накоплением радионуклидов характеризуется период с 1966 г. до середины 70-х годов. В то время, вероятно, прослеживалась роль испытаний оружия, которые проводились в Китае на полигоне Лобнор. Средняя плотность треков в данном периоде составляет 62 трека на мм'.

- С 1976 по 1980 гг. наблюдается снижение концентрации радиоактивных элементов. Возможным объяснением снижения содержания делящихся элементов в данный период является улучшение очистных систем на производстве ГХК. В результате поступление загрязняющих элементов в природную среду было значительно сокращено.

- Небольшое повышение концентрации радионуклидов отмечается в начале 80-х годов, после чего вновь наблюдается постепенное снижение

уровня накопления делящихся элементов. В нынешнее время оно равно 46 треков на мм^2 , что соответствует содержанию урана 0,06 мг/кг.

- Наблюдаемую динамику поступления урана возможно правильно объяснить только с привлечением информации о работе ГХК. Однако на сегодня такие данные отсутствуют в наличии.

- Тем не менее, нужно отметить, что полученная динамика распределения делящихся радионуклидов, по мнению ученых ТПУ, адекватно отражает основные вехи деятельности ГХК, и фиксирует как глобальное, так и локальное загрязнение окружающей среды делящимися элементами, которые поступают в результате эксплуатации реакторного и радиохимического производства ГХК.

Помимо радионуклидов, проводились также исследования на предмет обнаружения ртути в годовых кольцах деревьев. Так, Л.П. Рихванов и др., (1997) при изучении уровня накопления делящихся элементов в годовых кольцах деревьев в зоне влияния СХК методом осколочной (f) радиографии (Патент № 2265869) обнаружили присутствие в древесине ртути, которая накапливалась в определенные временные интервалы и отчетливо фиксировала направление основной «розы ветров» в районе предприятий ядерно-топливного цикла (ПЯТЦ) (рисунок 1.9).

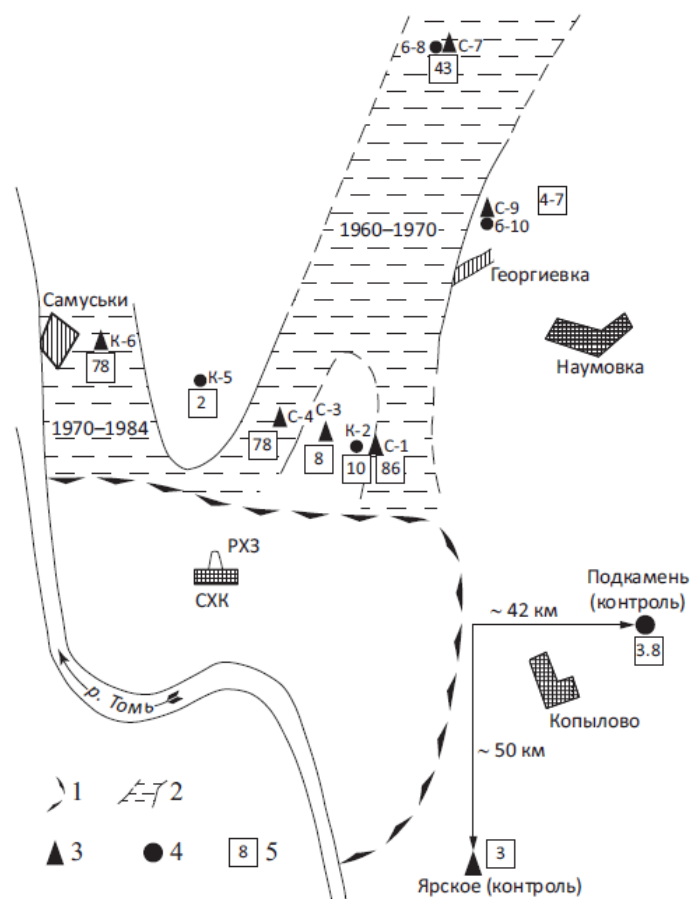


Рисунок 1.9 - Схематическая карта распределения ртути в годовых срезах деревьев (по изотопу Hg-203, образующимся из нерадиоактивной ртути) в районе СХК: 1 – территория СХК; 2 – аномальная зона содержания ртути в деревьях. Места отбора спилов деревьев и их видовой состав: 3 – сосна; 4 – береза; 5 – количество изотопа Hg-203 (имп/сек • кг). 1960–1970 – максимальная приуроченность ртути к годовым кольцам этого возраста (Рихванов Л.П., 1997)

В заключение, следует отметить, что, к настоящему времени, данных о накоплении урана и трансурановых элементов в структурных частях древесных растений, получено недостаточно. До сих пор очень слабо изучены пути поступления этих радионуклидов в древесные растения и вопросы, связанные с их миграцией и перераспределением в структуре дерева. Кроме того, сама структура древесины может меняться под воздействием внешних факторов. Например, Е.А. Ваганов провел

исследования лиственницы в районе падения Тунгусского метеорита в 2004. Результаты исследований показали четко зафиксированное изменение структуры древесины в строении годичных колец деревьев в момент прохождения взрывной волны от Тунгусского метеорита. До этого ученые ТПУ (Архангельская и др., 1998) исследовали методом инструментального нейтронно-активационного анализа годичные кольца на ряд химических элементов [2]. Анализ результатов показал максимальные накопления изученных элементов в древесных кольцах в 1907–1908 годах, то есть в период падения метеорита. Следовательно, внедрение посторонних объектов в окружающую среду и внешнее воздействие отражаются на составе древесины и фиксируется в годичных кольцах.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ

В современный период при дендрохронологических исследованиях для взятия проб древесины, особенно с живых деревьев, используются возрастные буры. При отборе кернов использовался возрастной бур фирмы "Haglof" ($l = 30$ см, $d=5$ мм) (рисунок 2.1) [48].



Рисунок 2.1 - Возрастной бур [48]

С их помощью высверливаются радиальные керны древесины диаметром 4-5 мм и длиной 10-50 см (рисунок 2.2). Керны отбираются по одному или сразу нескольким радиусам, ориентированным по отношению к странам света или по случайному направлению. Если длина бура или диаметр ствола дерева позволяет, оно просверливается насквозь и за один прием берется образец по двум противоположным радиусам. Высверленные керны помещаются в заранее подготовленные полиэтиленовые или бумажные контейнеры, в которых образцы удобно транспортировать, сушить и хранить до проведения работ.



Рисунок 2.2 - Отобранный керн древесины [48]

В точке пробоотбора было отобрано в 12 образцов древесины сосны обыкновенной в виде кернов. Данный способ пробоотбора существенно более удобен по сравнению со взятием спилов, так как не предполагает спиливания целого дерева (рисунок 2.3). Кроме этого, взятие кернов древесины потребует гораздо меньших затрат сил и времени по сравнению с взятием спилов. Кроме того, в отличие от спилов, они имеют небольшие габариты и вес. Все эти факторы дают возможность проводить сбор массового материала, что позволяет значительно расширить проводимые исследования по изучению накопления делящихся радионуклидов в древесных породах растений.



Рисунок 2.3 - Отбор образца древесины сосны с помощью возрастного бурава

После отбора кернов древесины осуществлялся ряд подготовительных операций для дальнейшей работы с ними. Пробы очищаются, взвешиваются, исследуются на стереомикроскопе со встроенной видеокамерой Leica EZ4D на предмет выявления возраста деревьев, изучении ширины колец и расстояния между ними. Далее пробы разделяются на интервалы и измельчаются (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 - Измельченная проба

Полученная навеска сухой массы упаковывается в конвертик из алюминиевой фольги марки А-995, выбор которой в качестве упаковочного материала обусловлен ее относительной чистотой, радиационной устойчивостью и доступностью (рисунок 2.5). В некоторых случаях содержания микропримесей в них приходится учитывать, что бы не внести заметных искажений в результаты анализа. Для этого вместе с исследуемыми пробами закладывают холостой опыт. Ввиду малого объема каждой пробы озоление не проводилось.



Рисунок 2.5 - Упакованные пробы

Для проверки предположения о фиксации древесной растительностью следов поступления экотоксикантов в окружающую среду Егорьевского района были проанализированы в ядерно-геохимической лаборатории МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ (г. Томск) методом инструментального нейтронно-активационного анализа на комплекс из 28 химических элементов образцы сухой массы годичных колец сосны обыкновенной.

Активационный анализ - метод определения качественного и количественного состава исследуемых объектов путем измерения радиоактивного излучения ядер, возбуждаемых в процессе индуцированных ядерных превращений. Для воздействия на ядра элементы облучают различными ядерными частицами и жесткими γ -квантами. Ядерные взаимодействия бомбардирующих частиц разных типов различаются по характеру и сложности протекающих процессов [15].

Возбужденные ядра, образовавшиеся при облучении, в течение короткого времени (10~18 - 10~12 сек) переходят в основное состояние, испуская при этом характеристическое ядерное излучение. Конечными продуктами в зависимости от исходных ядер и протекающих ядерных процессов могут быть как стабильные, так и радиоактивные ядра. Последние распадаются с соответствующим периодом полураспада и по определенной схеме распада.

Метод НАА берет свое начало в 1936 г., когда Хевиши и Леви, используя нейтроны Ra-Be-источника, определяли редкоземельные элементы. В 1938 г. НАА был впервые применен Сиборгом и Ливингудом для определения серы по реакции $^{32}\text{S}(n,p)^{32}\text{P}$ в биологическом образце — бумаге. Уже первые пионерские работы показали преимущества использования радиоактивности для решения аналитических задач, однако до появления ядерных реакторов с потоками нейтронов $10^{11} — 10^{13} \text{ см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ НАА оставался академическим методом и ограниченно применялся на практике. После Второй мировой войны, в 1948 г. Браун и Голдберг, используя нейтроны реактора, определили малые концентрации гадолиния и палладия в

метеоритах. С этого момента НАА на реакторных нейтронах стали интенсивно использоваться для анализа руд, минералов, биологических объектов и т. п., постепенно завоевывая одно из ведущих мест среди других аналитических методов.

В период 1950-1960 гг. определение следовых элементов с помощью активационного, как правило, сопровождалось радиохимическим разделением образцов после облучения (РНАА), связанным с ограниченными возможностями аппаратуры при измерении интерферирующих активностей. Появление в 1955 г. сцинтилляционных детекторов, а затем и многоканальных анализаторов на 100-512 каналов положило начало инструментальному методу нейтронного активационного анализа и придало импульс его широкому использованию для решения многих прикладных задач [15].

Следующий уровень развития метода связан с появлением в 1965 г. Ge(Li) полупроводниковых γ -детекторов с высокой разрешающей способностью и параллельно с этим более совершенных многоканальных (2048, 4096) анализаторов импульсов. Стал возможным многоэлементный ИНАА различных образцов при малых концентрациях определяемых элементов. Математические и статистические методы обработки спектрометрической информации и интерпретации аналитических результатов также внесли большой вклад в развитие НАА.

Пневматические системы транспортировки образцов в лабораториях НАА и реакторах позволили определять короткоживущие радионуклиды, так же создали предпосылки автоматизации процессов анализа. В связи с этим необходимо упомянуть циклический вариант метода (ЦНАА), который способствовал улучшению точности определения короткоживущих изотопов.

Начиная с 1970-х гг. прошлого столетия появился интерес к монохроматизации нейтронных потоков с помощью экранов и фильтров и использованию эпитепловых нейтронов для улучшения селективности НАА. В настоящее время эпитепловой нейтронный активационный анализ с

успехом применяется для определения особо малых концентраций следовых элементов в природных образцах.

Мощные реакторные потоки (10^{12} — 10^{14} см⁻²·с⁻¹), сочетание различных вариантов метода, использование современных полупроводниковых детекторов высокого разрешения (~ 2 кэВ), измерительной и вычислительной компьютерной техники, а также передовых компьютерных технологий в обработке и интерпретации данных определяют современный уровень НАА.

В 1980-х гг. специально для аналитических целей появились сертифицированные международные стандартные образцы и материалы сравнения. Контроль качества аналитических измерений позволил повысить точность, также свести к минимуму систематические ошибки. Стало возможно проводить межлабораторные сравнения результатов анализа, а также сравнивать данные, полученные различными аналитическими методами [15].



Рисунок 2.6 - Исследовательский реактор ИРТ-Т НИИЯФ при ТПУ [14]

Исследования по ИНАА были проведены на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИЯФ при ТПУ в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования отделения геологии Томского политехнического университета (рисунок 2.6). Погрешность определения составляет 5 - 15 %.

3. ФИЗИКО - ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ТЕРРИТОРИИ

Исследуемая территория располагается в Егорьевском районе, на юго-западе Алтайского края. Граничит с Волчихинским, Новичихинским, Рубцовском, Угловским районами [46]. Район образован в 1935 году, в него входят 19 населенных пунктов, объединенных в 8 сельских поселений. Административный центр района – село Новоегорьевское (рисунок 3.1).

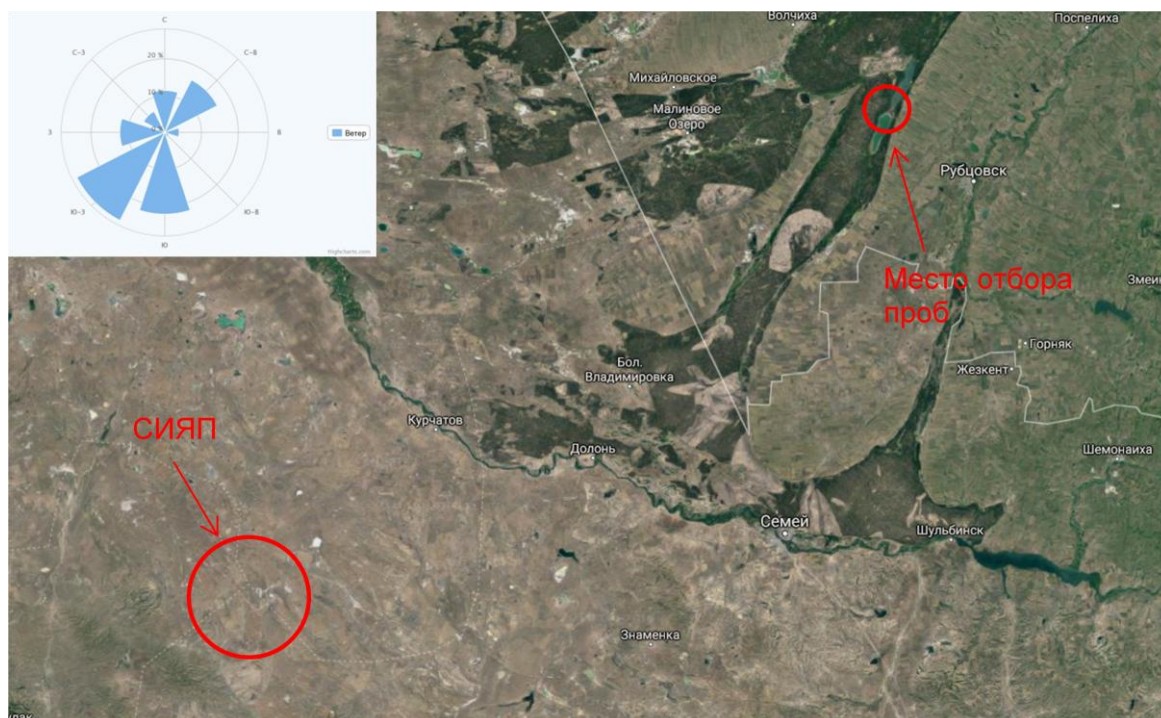


Рисунок 3.1 - Карта расположения точек опробования.

Область расположена на стыке двух структурных образований палеозоя: складчатого комплекса Западного (Рудного) Алтая и Западно-сибирской платформенной структуры (Кулундинская равнина), территориально относясь ко второй. Структурные комплексы сложены осадочными, метаморфическими, магматическими образованиями нижнего и верхнего палеозоя с преобладанием вулканогенно-осадочных пород (песчаниками, алевролитами, известняками, гравелитами, лавами, туфами андезитовых порфиритов, кислыми эффузивами и их туфами, реже - углистыми сланцами, кремнистыми песчаниками) [50].

Территория Егорьевского района принадлежит к области, аллювиальных равнин. Горных образований не имеется, ближайшие объекты - горные сооружения Рудного и Южного Алтая, Кулундинская и Приобская низменности [47].

Зональными для этого района являются боровые почвы. На низких поверхностях внутри ленточных боров развиты луговые глубоковскипающие почвы, а в аналогичных условиях безлесных территорий – каштановые и светло-каштановые почвы, иногда в комплексе с солонцами. Солонцы редки и занимают пониженное местоположение в рельефе и развиваются на тяжелых по механическому составу почвообразующих породах. Значительное распространение среди всех засоленных почв получили солонцы лугово-степные, степень засоления составляет 20 - 50 %. Для лесовыращивания они малопригодны. По механическому составу почвы песчаные, реже легкосуглинистые. По запасу питательных веществ эти почвы мало обеспечены, но все же являются достаточно пригодными для лесовыращивания [50].

Климат области резко-континентальный, умеренный с средним увлажнением, включает в себя степную климатическую зону. Континентальность климата смягчается ленточными борами и наличием большой водной массы.

Термический режим в основном определяется радиационными (солнечная радиация) факторами, а также влиянием циркуляции атмосферы, проявляющемся в сложном чередовании выноса холодных и теплых масс воздуха и взаимодействия их в различных сезонных барических условиях. Типичным является материковый режим температуры воздуха, который характеризуется большой контрастностью, значительной суточной и годовой амплитудой [46].

Средние месячные температуры воздуха, абсолютные максимум и минимум представлены на таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Средние значения, абсолютный минимум и максимум температуры воздуха (по данным ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД") [46]

| Показатель | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Абсолютный максимум, °С | 4,7 | 4,8 | 20,4 | 30,9 | 37,3 | 38,3 | 40,7 | 38,7 | 35 | 26,1 | 16,4 | 6,4 | 40,7 |
| Средняя температура, °С | -15,3 | -14,2 | -7,2 | 4,9 | 13,8 | 18,8 | 20,7 | 18,5 | 12,0 | 4,5 | -5,4 | -12,3 | 3,2 |
| Абсолютный минимум, °С | -46,3 | -44,7 | -38,4 | -28,2 | -7,4 | -1,6 | 3,4 | -1 | -7,1 | -19,5 | -42 | -48,7 | -48,7 |
| Норма осадков, мм | 14 | 14 | 14 | 22 | 34 | 39 | 56 | 36 | 27 | 26 | 26 | 18 | 326 |

Режим ветра носит преимущественно материковый характер и определяется, в основном, местными барико-циркуляционными условиями. В холодное время года режим ветра складывается под влиянием сибирского антициклона, обуславливающего устойчивую морозную погоду. Зимой, по многолетним данным, преобладают юго-западные (26,8 %) и южные ветры (22,2 %). Противоположные им по направлению ветры наблюдаются значительно реже (15 % северо-восточные, 12 % – юго-восточные, 4 % – северные). Зимние условия характеризуются большой повторяемостью антициклонов, поэтому довольно часто отмечаются штили. В летнее время режим ветра меняется, помимо южного и юго-западного немалую долю составляют ветры северо-восточной (27 %) части горизонта и отмечается повышенная повторяемость штилей. Ветровые условия весны и осени являются промежуточными между зимними и летними, что связано со сменой барических полей холодного и теплого полугодий. Май характеризуется тенденцией поворота преобладающих направлений ветра с юга на северо-восток. В июне-июле эта перестройка завершается уже полностью. В октябре летняя система ветров перестраивается на зимнюю, что обуславливается началом сезонного развития сибирского антициклона и резким ослаблением термической депрессии. Средние скорости ветра изменяются по сезонам года. Характер этих изменений можно проследить в годовом ходе среднемесячных скоростей ветра.

Годовой ход средних значений скорости ветра имеет максимум и минимум. Наибольшие в году средние месячные скорости ветра наблюдаются с декабря по февраль (5,5–6 м/с), наименьшие - в июле - августе (<3 м/с). Сильные ветры наблюдаются в основном зимой, а также в марте и октябре. В особо сильные штормовые дни максимальная скорость ветра достигает 25-30 м/с. Штили наблюдались редко, наибольшее количество штилей наблюдается в июле. При очень сильных и продолжительных ветрах возникают подъемы пыли и песка, их скорость достигает 20 м/с и более. Подъем почвенных частиц происходит быстрее на сухой неровной поверхности с бедной растительностью в условиях, характерных для засушливых и полузасушливых районов, а неровности поверхности почвы и разрушение почвенного покрова в результате выпаса животных, автомобильного движения и хозяйственной деятельности человека усиливают ветровой подъем пыли [46].

Изучаемая территория относится к числу районов, умеренно обеспеченных осадками. Объясняется это тем, что барико-циркуляционные особенности Евразии обуславливают поступление преимущественно арктического воздуха и воздуха умеренных широт континентального происхождения, бедных влагой. В летний период возможна засушливость возникающая за счет территории Казахстана. Частыми явлениями являются антициклоны, что является причиной редких аномальных температур летом и зимой (таблица 3.1).

Континентальные местные условия определяют неустойчивый характер выпадения осадков, колебания их из года в год значительно. Для Егорьевского района характерна та особенность, что в любом месяце года возможно полное отсутствие осадков или ничтожно малое их количество, а в отдельные годы месячные осадки бывают значительными.

Среднегодовое количество осадков составляет 326 мм. В засушливые годы выпадает менее 200 мм осадков, в влагоносные годы - около 450 мм. Распределение осадков по месяцам (максимальное, минимальное и среднее

количество) представлено на рисунке 3.2. Ввиду отсутствия данных по Егорьевскому району в качестве примера, отражающих примерное распределение осадков, взяты данные из открытых источников по Барнаулу в качестве ближайшего крупного города с известными данными.

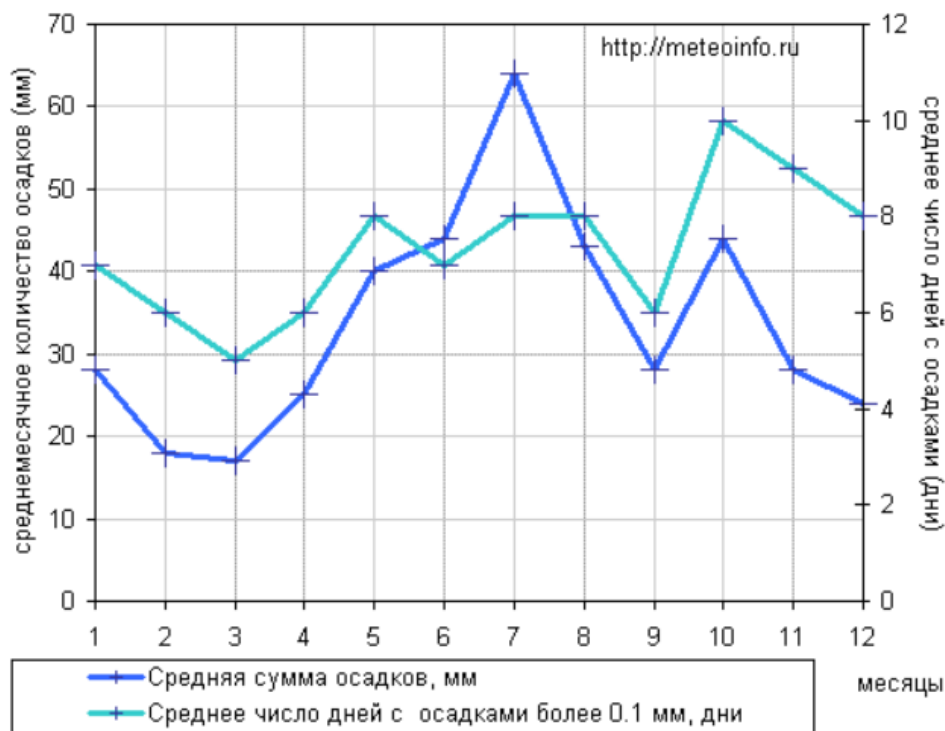


Рисунок 3.2 - Распределение осадков по месяцам в г. Барнаул [46]

В режиме осадков хорошо просматривается летний их максимум. Барико-циркуляционные условия теплого полугодия благоприятствуют значительному выпадению осадков с мая по август, когда выпадает от 50 до 60 % годовой суммы в виде ливневых дождей. Но осадки теплого полугодия сочетаются с высокими температурами, что снижает значение их как фактора увлажнения. В теплый период года при значительном возрастании испаряемости естественное увлажнение почвы недостаточно. В осенний период года, по сравнению с летними месяцами, количество осадков невелико. Но так как в эти месяцы происходит понижение температуры воздуха, значительно сокращающее испарение, то выпадающие осадки удовлетворительно увлажняют почв [46].

3.1. Особенности ленточного бора, как особого типа хвойных лесов.

Ленточные бора являются уникальным природным явлением на Земле, и происхождение их связано с последним, третьим оледенением. С общим потеплением климата и началом таянья громадных масс льда началось отступление ледника на север. Подпруженные ледником воды устремились по левым притокам Оби вспять, в сторону Иртыша. Они несли с собой массу песка, который откладывался в руслах рек. По мере отступления ледника на север перемещались водные потоки. Изначально воды текли по нынешней реке Барнаулке, позднее - по Касмале, а ещё позднее по Кулунде и Бурле. На местах этих водных потоков образовались мощные залежи песка, на которых стали произрастать сосновые бора в виде отдельных лент (рисунок 3.3) [49].

Участки леса, произрастающие на исследуемой территории, являются частью Барнаульской ленты длиной 550 километров и шириной около 8. Данная лента является самым протяженным ленточным бором Западной Сибири.

Массив ленточного бора на территории исследуемого района располагается около южной оконечности оз. Горькое-Перешеечное. На рисунке 3.3 представлено место соединения Барнаульского и Касмалинского боров, образуя Гатский бор, который является особо охраняемой природной территорией.



Рисунок 3.3 - Аэрокосмонимок панорамы ленточных боров [49]

Очень немногие древесные и кустарниковые породы способны расти в подобных климатических условиях - это, в первую очередь, сосны, ива шелюга, раkitник, акация (на территории Казахстана), у воды - береза. В ленточных борах сполна проявляются уникальные экологические свойства сосняков. Произрастая на сыпучих песках, сосновые насаждения не позволяют им передвигаться под действием ветра, они удерживают песок, который накаляется в жаркие летние дни иногда до 70 градусов [49].

Итак, сосна является господствующей древесной породой в ленточных борах, ею занято 82 процента площади, но участие в составе насаждений в различных частях лент оказывается различным. Так, в районе Барнаула в составе насаждений имеется 68 процентов сосны, у Волчихи - 85, а на крайнем юге края - у Топольного - почти - 97 процентов, тогда как у с. Новогорьевское, к которому приурочены пункты пробоотбора, насаждения сосны составляют 83 %.

4. ПОСТУПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДУ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

Возможное радиоактивное загрязнение территории Егорьевского района Алтайского края обусловлено проводимыми в Семипалатинском испытательном полигоне (СИП) ядерными испытаниями.

Точки пробоотбора были привязаны к населенному пункту Новогорьевское. Данное место пробоотбора обусловлено тем, что оно расположено вдоль оси выпадения радиоактивных осадков от испытания 29 августа 1949 г. когда при неблагоприятных метеорологических условиях был осуществлен первый ядерный взрыв. Сильный ветер обусловил быстрое перемещение радиоактивного облака в северо-восточном направлении. Это обстоятельство привело к формированию радиоактивного следа на земной поверхности на расстоянии до 300 км от эпицентра взрыва. Ось следа прошла на расстоянии 1,5 км от северной окраины с. Долонь (в котором на тот момент проживало более тысячи человек) и с. Мостик, расстояние между которыми равно 12 км. Затем эта ось уходит дальше на северо-восток, в сторону Алтайского края, наиболее сильно пострадавшей территории, прилегающей к российско-казахстанской границе (рисунок 4.1).

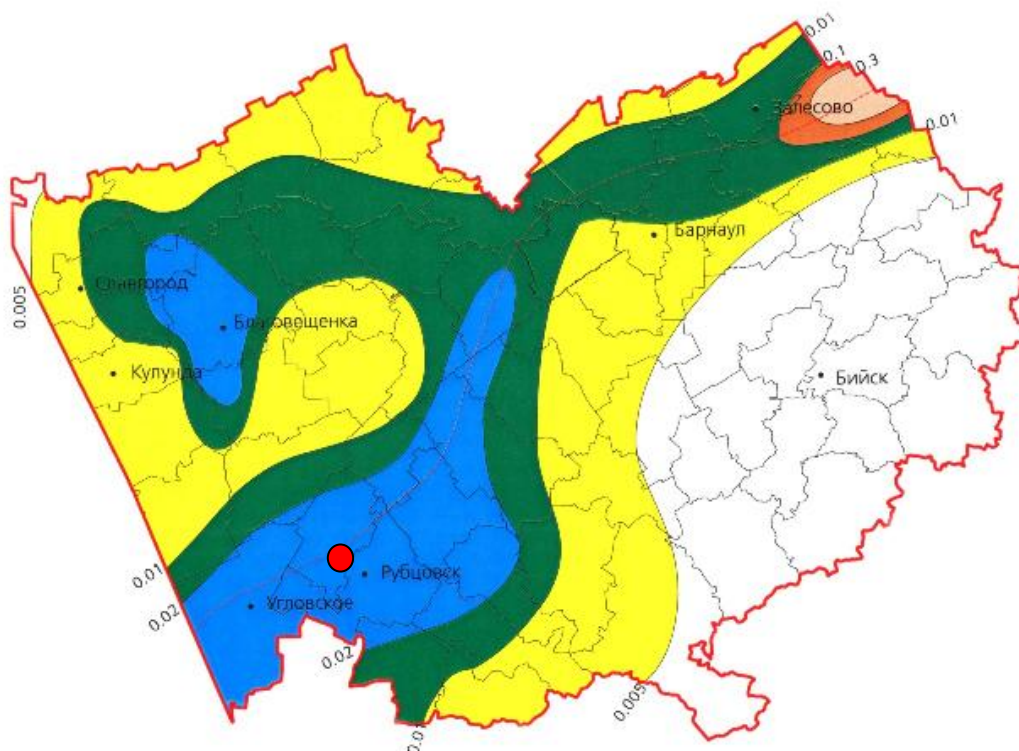


Рисунок 4.1 - Карта-схема радиоактивного следа от ядерного взрыва 7 августа 1962 года (Алтайский край). Изолиниями показано доза облучения, Зв [51]

Из кернов дерева были отобраны суммарно 14 проб: по 7 на северную и южную сторону, включающих годовые кольца приблизительно десятилетних периодов. Озоление древесины не проводилось. Далее навеска каждой из пробы упаковывалась в пакетик из алюминиевой фольги, постоянное изучение состава которой показало химическую инертность, стойкость к высоким температурам и радиоактивному излучению, а так же отсутствие в составе данного материала U и Th в тех количествах, которые могли быть зафиксированы используемым методом и внести погрешность в результат измерения.

Облучение проб проводилось на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИ ЯФ при Томском политехническом университете. Облучение осуществлялось в одном и том же вертикальном канале тепловыми нейтронами с интегральной дозой $(2-8) \times 10^{17}$ н/см². В качестве измерительной

аппаратуры использовался Ge(Li)-детектор с объемом чувствительной области 50 см³ и разрешением 2,9 кэВ по линии 1332,5 кэВ ⁶⁰Со, амплитудного анализатора АМА-01ф с блоком преобразователя амплитуды БПА-01ф, предусилителя ПУ-Г-1К2, спектрометрического усилителя БУИ-3К и блоками напряжения БНВ-31 и БНН-151.

Анализ данных ИНАА был многокомпонентным и разнонаправленным процессом, каждое из направлений которого было направлено на оценку того или иного аспекта накопления и распределения изучаемых элементов в древесине хвойных деревьев, с целью построения общей характеристики геохимии региона и связи происходящих в ней изменений с различными факторами.

В данную работу были включены результаты ИНАА для проб древесины, отобранных близ населенного пункта с. Новоегорьевское. Факторами, определившими данный выбор являются расположение этого села вдоль оси следа радиоактивных выпадений от ядерных испытаний в СИП, а так же то, что керны древесины отобранные именно в этих точках отличались высокой четкостью и шириной годичных колец, однако ввиду малой пробы были взяты отрезки в 9-10 лет.

Накопление и обработка аналитических данных проводилась в электронных таблицах Excel.

Для удобства и наглядности оценки накопления химических элементов годичными кольцами сосны полученные результаты анализа можно разделить на 3 группы по временным периодам.

1. Доядерный период (1938 - 1948 гг.), характеризующийся постепенным нарастанием степени вмешательства человека в изменения происходящие в окружающей среде, начиная от времен индустриализации и заканчивая первым проведенным на территории СССР испытанием ядерного оружия

2. Период испытаний (1949 - 1963 гг.) – эпоха «варварского» вмешательства человека в геохимические и экологические процессы без

оглядки на последствия. В этот период шли наиболее интенсивные испытания ядерного оружия, не только на Семипалатинском полигоне, но и на острове Новая земля и т.д. Открывались предприятия тяжелой промышленности и ядерно-топливного цикла.

3. Постядерный период (1964 - н.в.). Для данного периода характерно постепенное «выравнивание» и стабилизация изменений происходящих в окружающей среде, но вместе с тем, возникновением новых факторов, оказывающих на нее влияние. Хотя нужно отметить, что термин «постядерный» не совсем корректен для обозначения данного временного отрезка, поскольку до 1989 г. на Семипалатинском полигоне проводились испытания ядерного оружия, но так как они были исключительно подземными, то и такого фатального влияния на изменение радиозэкологической обстановки на изучаемой территории не оказали. Однако с 1964 года начались ядерные испытания в полигоне Лобнор на западе Китая. Воздушные испытания длились до 1980 года, окончательно полигон прекратил работу в 1996 году. Можно также отметить рост добычи полезных ископаемых на территории Алтайского края. В частности, в относительной близости от исследуемой территории располагаются Рубцовское и Змеиногорское месторождение полиметаллов.

За данные для сравнения было принято содержание химических элементов в древесине сосны на территории СИП в селах Долонь, Мостик, Черемушка, так как эти территории наиболее пострадали от ядерных испытаний.

Исходя из данного принципа «ранжирования» проб, определенным образом систематизировались так же и результаты полученные при анализе их методом ИНАА, что позволило придать наглядность сходствам и различиям радионуклидного состава древесины сосен, произрастающих на исследуемой и сравниваемой территории. Нужно отметить, что здесь и далее пункты пробоотбора расположены в соответствии со своим удалением от границ СЯП, начиная с самого приближенного к ним (с. Черемушка).

В первую очередь, следовало понять, насколько сильно различается химический состав образцов древесины в зависимости от точки где они были отобраны. Для этого были построены графики содержания каждого из химических элементов по всем периодам, сначала отдельно для Егорьевского района, затем сравнительные с территорией СИП. В процессе этого выяснилось, что каждый из населенных пунктов характеризуется своими особенностями химического состава древесины в определенный период (табл. 4.1).

Таблица 4.1 - Разделение спектра элементов в период испытаний на СИП

| Пункт пробоотбора | Элементы со значимым изменением содержания в годовых кольцах сосны относительно эпохи испытаний на СЯП | |
|-------------------|--|--------------------------------|
| | С тенденцией к максимуму | С тенденцией к минимуму |
| С. Черемушка | Zn, Sr, Fe, Sb, Ag, Ca, Ce, Ta, Ba, Cs, Au, Nd, As, Lu | Co |
| С. Мостик | As, Tb | Ba, Ca, Nd, Sm, Th, Ce, Hf, Au |
| С. Долонь | Br, Co, As, Rb, Ta | Zn, Fe, Nd, La, Th |
| С. Новогорьевское | Sm, As, Th, La, Hf, Br, Cr, Sb, Na, Zn, U | Ta |

При рассмотрении данных, представленных в данной таблице можно проследить четкую тенденцию к зависимости уровня накопления экотоксикантов в объектах окружающей среды сравниваемых территорий на расстоянии от границ СИП до точки пробоотбора. Большая часть спектра исследуемых элементов имеет тенденцию к максимальному накоплению относительно периода ядерных испытаний в древесине сосен, произрастающих в районе с. Черемушка. Вероятнее всего, это объясняется тем, что именно в окрестностях данного населенного пункта происходило выпадение наиболее тяжелых фракций из газо-пылевого облака, сформировавшегося при ядерном взрыве. Это подтверждается тем, что большинство из данных элементов имеют скорее естественную природу

происхождения (из почв), нежели образуются при реакции ядерного синтеза, тогда как те элементы, максимум которых замечен в пробах из с. Долонь имеют радиоактивные изотопы и вероятнее всего являются поллютантами образовавшимися при проведении ядерных испытаний. Например Co^{60} . Но тем не менее, находятся их значения на уровне фоновых показателей и могут служить только лишь индикаторами изменения геохимической обстановки в регионе. Так же, уже на этом этапе можно высказать предположение о том, что территория вблизи с. Черемушка изначально отличается широтой спектра присутствующих в природных средах элементов, что может так же объясняться тем, что она расположена в русле р. Иртыш, а значит, интенсивность миграции химических элементов здесь существенно возрастает, по сравнению с остальными точками пробоотбора. Что касается с. Новогорьевское, то здесь четко видно максимальную тенденцию тория и урана, максимально накапливающихся в ядерный период. Наличие хрома в рассматриваемый период, вероятно, связано с промышленностью, хорошо развитой в то время в г. Рубцовск. Натрий же является макрокомпонентом, входящим в состав живых организмов, его больше нежели территории СИП ввиду более богатой экосистемы.

В первую очередь, на мой взгляд, следовало оценить динамику накопления в окружающей среде тех химических элементов, радиоактивные изотопы которых образуются при ядерных реакциях и являются основными загрязняющими компонентами (Sm, La, Cs, U, Eu) и сравнить их с показателями территории СИП. И первым из таких элементов стал цезий, чей радиоактивный изотоп Cs^{137} активно мигрирует в системе «почва-древесина» и имеет продуктом своего распада Ba, являющийся клеточным ядом. Для удобства отображения тренды накопления цезия и смария совмещены на двух графике для всех сравниваемых территорий. (рисунки 4.3, 4.4).

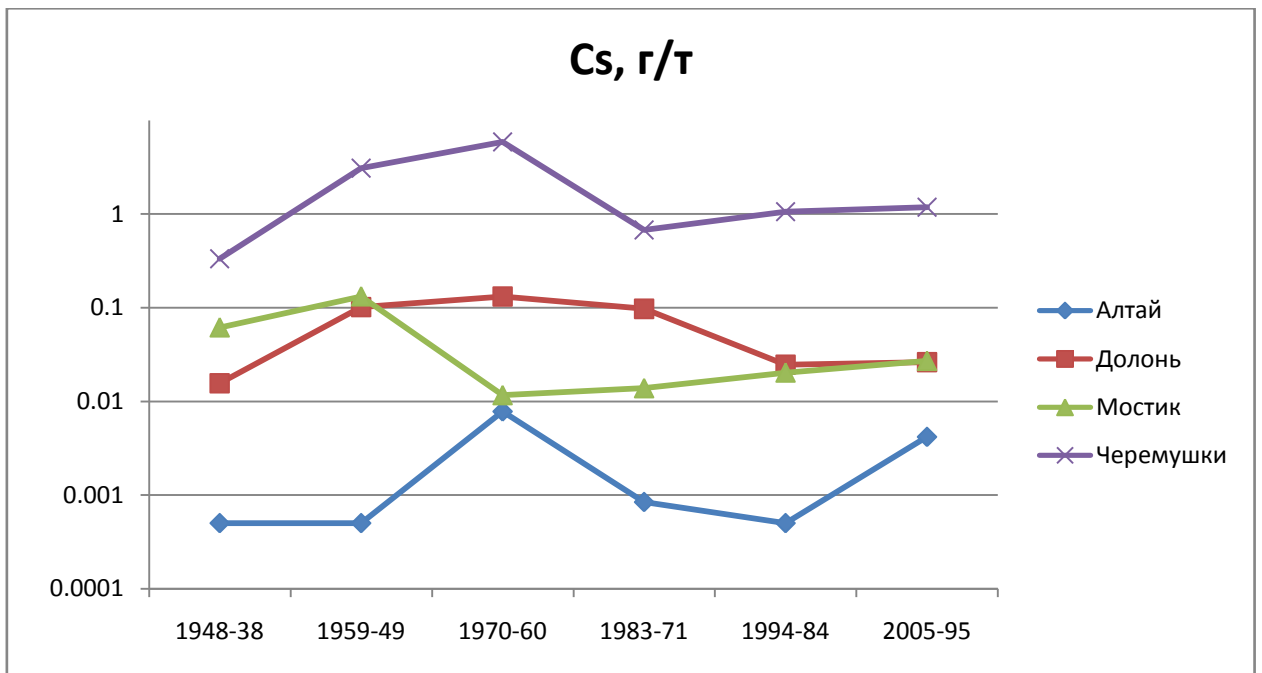


Рисунок 4.3 - Тренды накопления Cs в годичных кольцах сосны по территориям

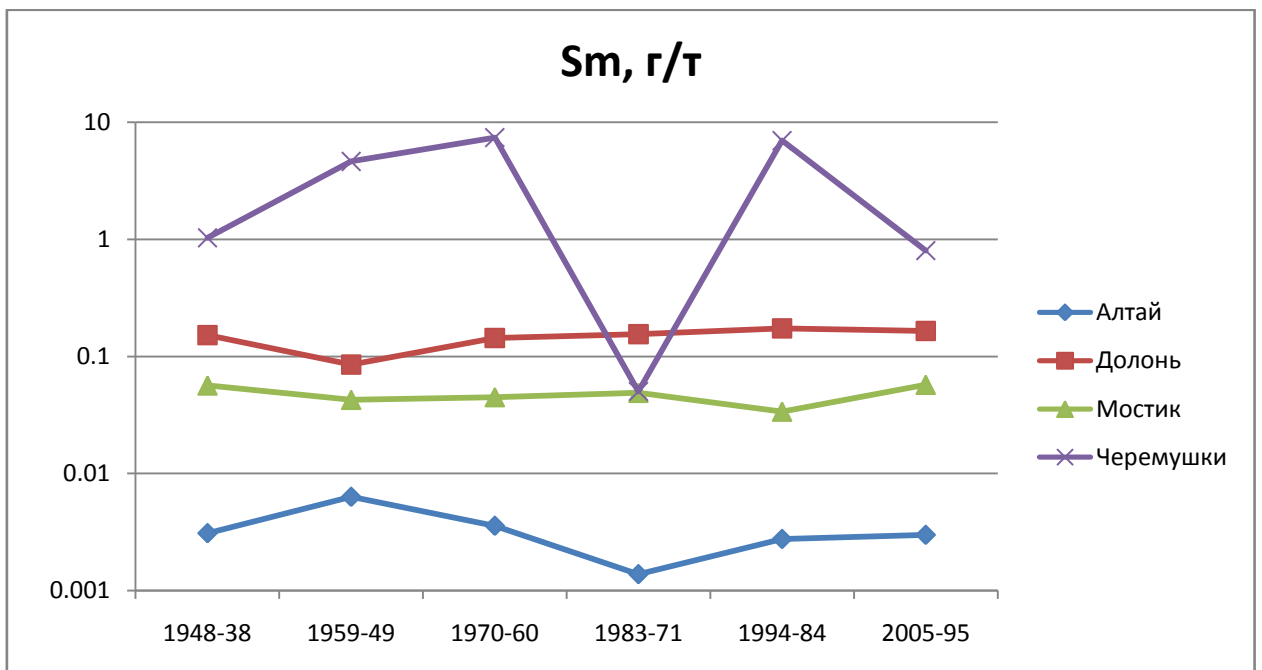


Рисунок 4.4 - Тренды накопления Sm в годичных кольцах сосны по территориям

Рассмотрев данные графики можно сделать вывод о непосредственном влиянии испытаний ядерного оружия на содержание Cs годичных кольцах сосны, т.к. максимальные его значения по всем объектам

сравнения ложатся во временные интервалы между началом деятельности полигона и прекращением испытаний на земле и в воздухе в 1963 г. По Sm тенденции накопления весьма неоднородны. Так, на территории Алтайского края максимальные значения приурочены к ядерным испытаниям, что логично. Тенденции в населенных пунктах Долонь и Мостик относительно выдержаны, в то время как в Черемушке она более дифференциальна, достигая своего высоких значений и в период 1984-1994 гг. Также стоит отметить максимальные значения по обоим элементам близ с. Черемушка, тогда как минимальные значения наблюдаются близ с. Новогорьевское.

Следующие элементы, анализ которых был проведен в данной работе, принадлежат к группе редкоземельных элементов (La, Ce, Eu) (рисунки 4.5, 4.6, 4.7).

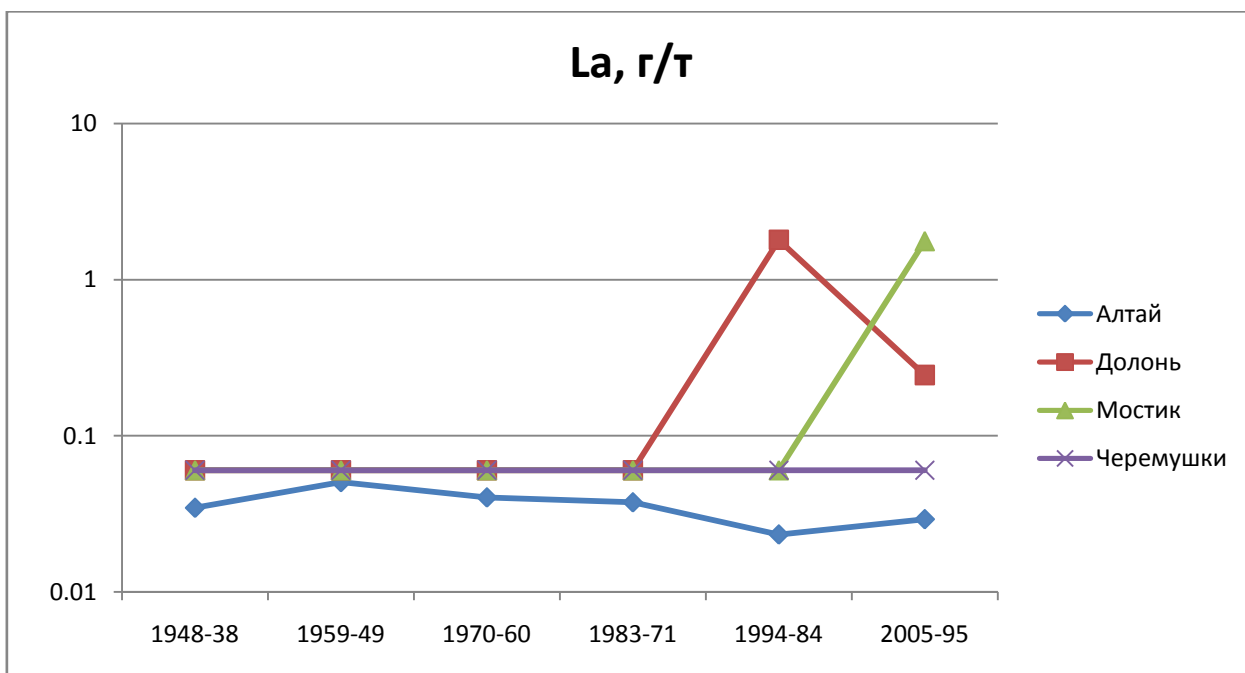


Рисунок 4.5 - Изменение содержания La в годичных кольцах деревьев по объектам сравнения.

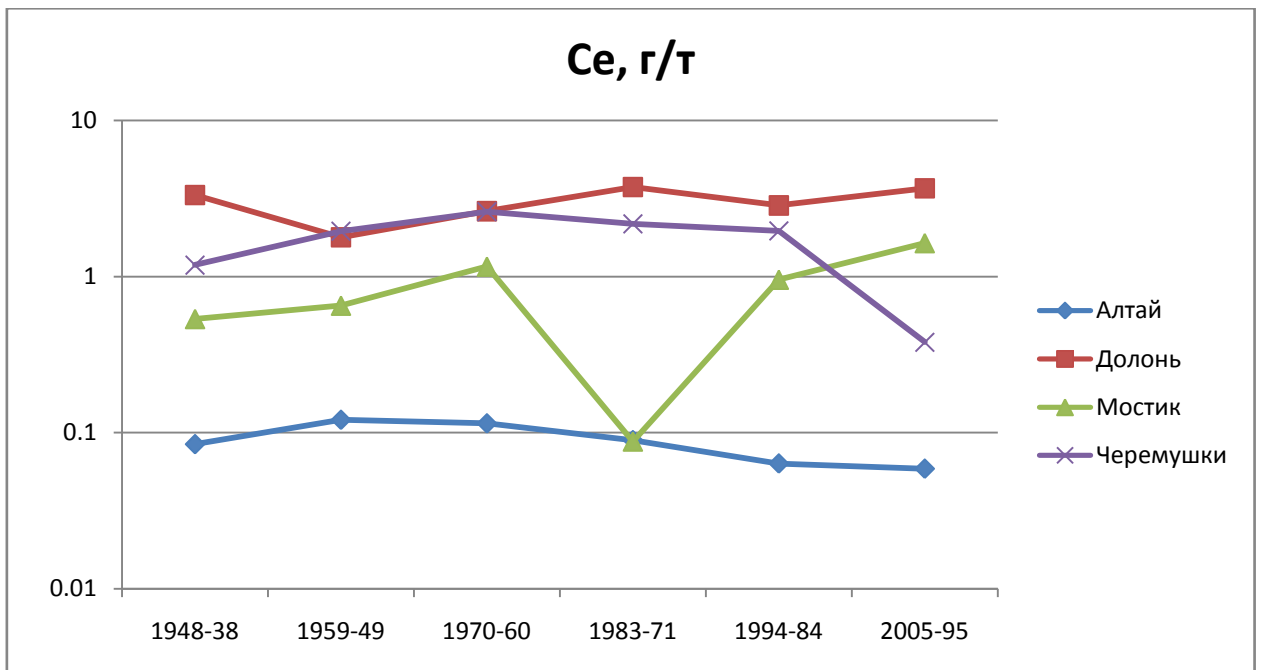


Рисунок 4.6 - Изменение содержания Се в годичных кольцах деревьев по объектам сравнения.

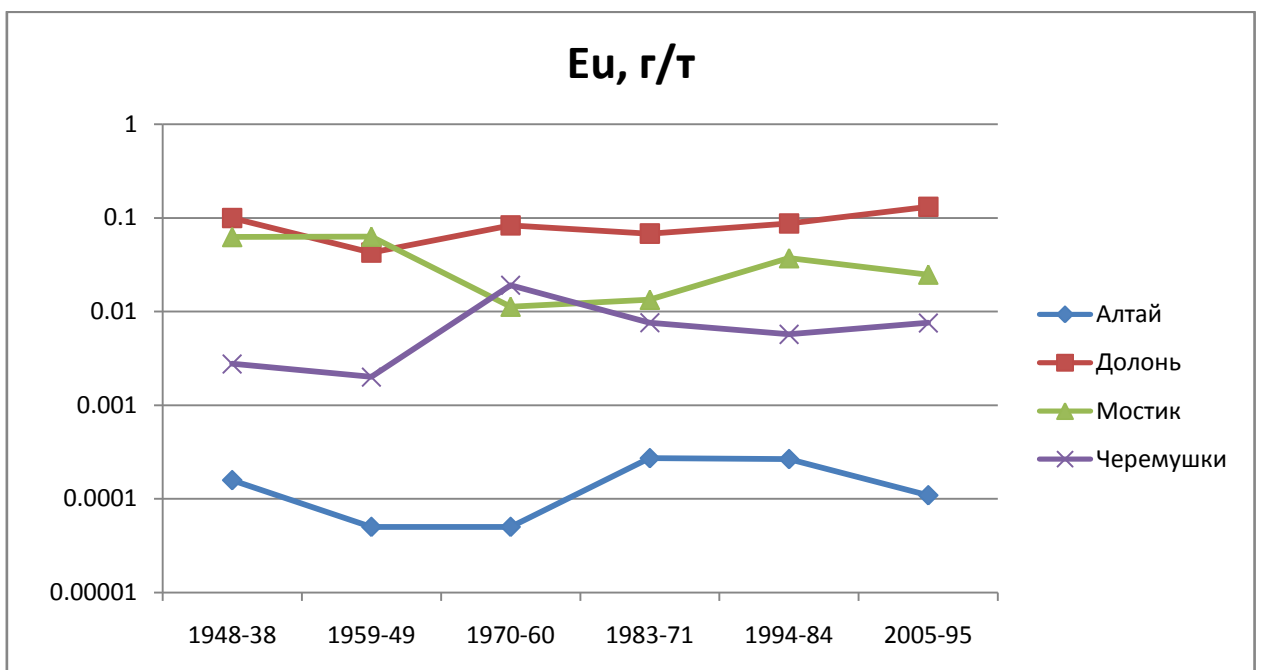


Рисунок 4.7 - Изменение содержания Eu в годичных кольцах деревьев по объектам сравнения.

В отобранных пробах содержание La находится на низком уровне, достигая максимума в период ядерных испытаний. Однако на территории СИП в ядерный период содержание La находилось ниже предела

обнаружения. Это может говорить о том, что высокого уровня загрязнения сравниваемых регионов La в период испытаний ядерного оружия не произошло. Так же на территории СИП не наблюдается четкой зависимости содержания Eu и Ce от проводимых испытаний, в то время как в Алтайском крае максимум пришелся как раз на время испытаний, в то же время оставаясь невысоким. Судя по всему куда более высоким уровнем влияния на содержание редкоземельных элементов в окружающей среде играет возросший уровень промышленного производства в регионе приходящийся на конец XX в., откуда и начинается четкая тенденция к возрастанию содержания данных элементов в древесине. Можно заметить, что на территории Алтайского края тенденция возрастания почти незаметна или имеет место снижение содержания, что, вероятно, связано с упадком промышленности после распада СССР.

Конечно, было бы грубейшей ошибкой при анализе данного спектра элементов не отследить динамику поступления в окружающую среду такого элемента как уран. Был составлен тренд поступления данного элемента в окружающую среду (рисунок 4.8).

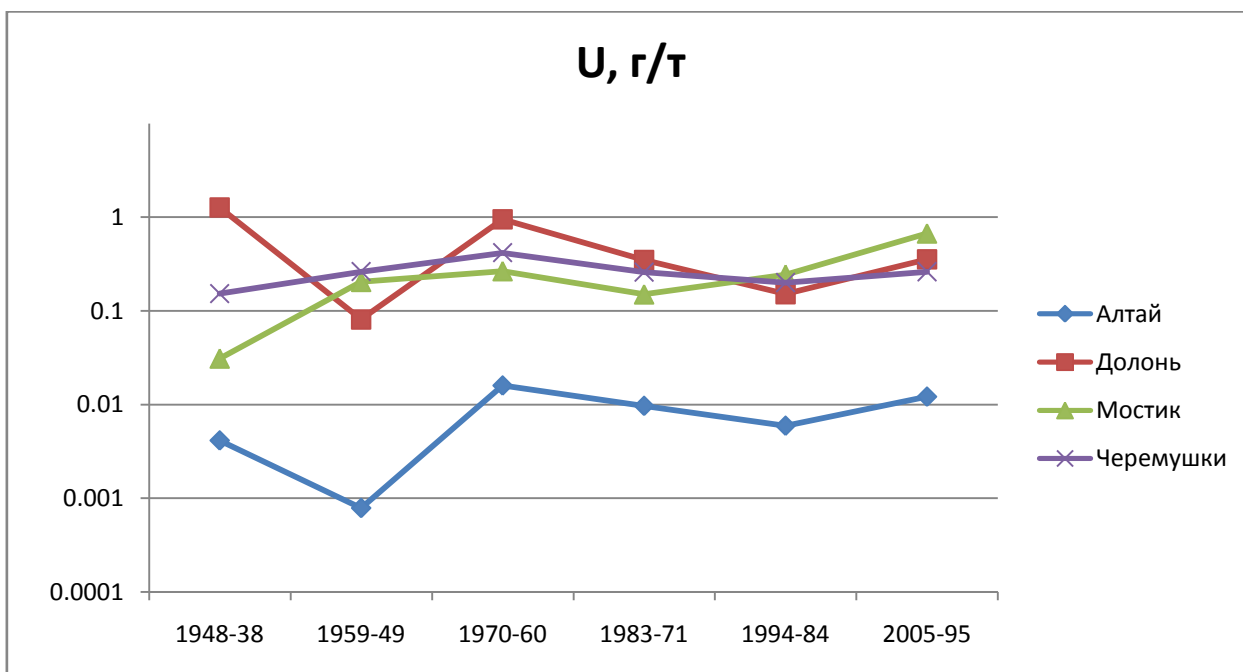


Рисунок 4.8 - Изменение содержания U в годичных кольцах деревьев по объектам сравнения.

Исходя из данного графика, можно сделать вывод о том, что ядерные испытания хоть и являлись немаловажным фактором в формировании поступления и распределения урана в объектах природной среды, но все же основополагающая роль на них не легла. Об этом свидетельствует крайняя неоднородность в распределении участков максимума на графиках. Данные по окрестностям с. Мостик вообще не попадают под данную тенденцию, что слабообъяснимо. Также стоит отметить схожесть спектров поселений Долонь и Новогорьевское. В любом случае, содержание урана в Алтайском крае значительно ниже таковых на территории СИП. При этом стоит учитывать еще тот фактор, что немаловажную роль в миграции урана в окружающей среде играют такие биосферные процессы, как лесные пожары. Ленточный бор на всем его протяжении довольно часто подвергается воздействию пожаров, хотя близ с. Новогорьевское подобных явлений не наблюдалось.

При рассмотрении геохимической ситуации в данном регионе следует так же учитывать то, что влияние на нее могут оказывать не только испытания, проводимые на СЯП, но и выбросы предприятий промышленности и добыча полиметаллических руд на Рубцовском и Змеиногорском месторождении. Для данного направления анализа был избран комплекс элементов, которые в той или иной мере присутствуют при отработке данных месторождений.

Для оценки был проанализирован ряд полиметаллов (Zn, Ag, Au). Тренды их развития расположены в графиках на рисунках 4.9, 4.10, 4.11.

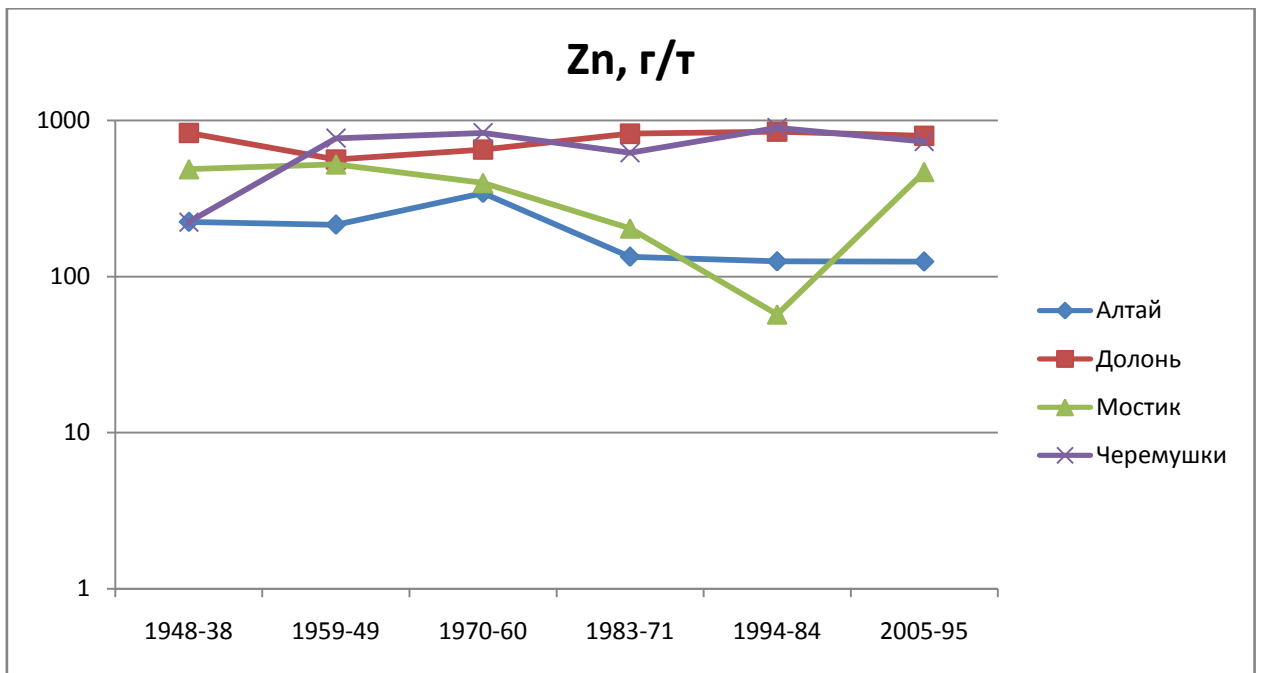


Рисунок 4.9 - Различия в динамике накопления Zn в годичных кольцах сосны.

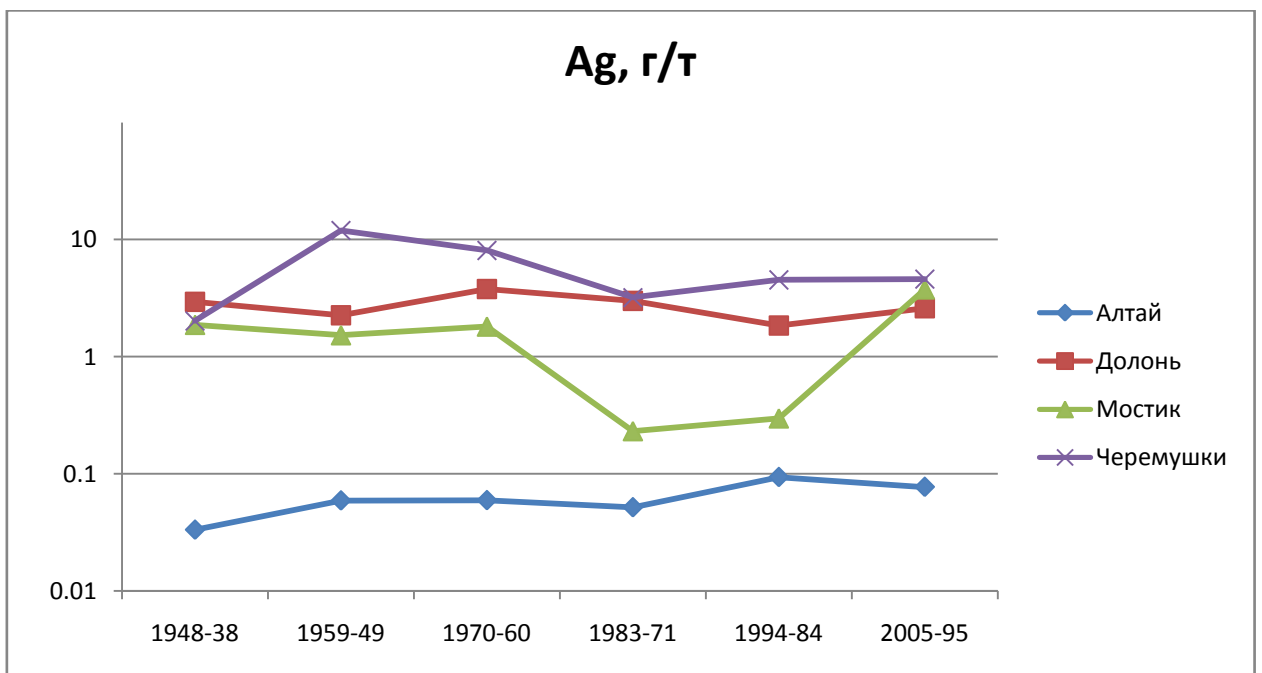


Рисунок 4.10 - Различия в динамике накопления Ag в годичных кольцах сосны.

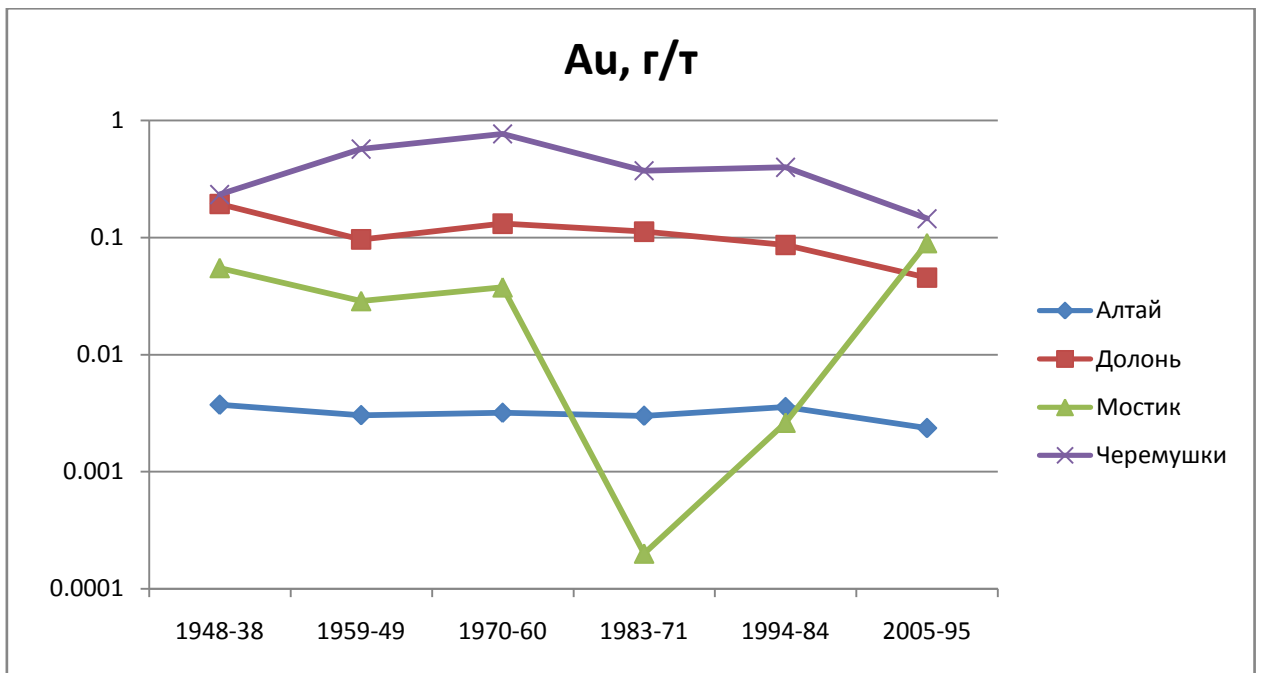


Рисунок 4.11 - Различия в динамике накопления Au в годичных кольцах сосны.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать несколько выводов:

- Характер накопления полиметаллов в древесине сосен существенно различается как по годичным кольцам, так и в зависимости от объекта. Наиболее высокими коэффициентами накопления характеризуются пробы, приуроченные к с. Черемушка и Долонь. А значит по линиям тренда построенного именно для этих территорий можно обозначить периоды наиболее интенсивного их поступления в окружающую среду.

- Пробы с территории Алтайского края, несмотря на наличие эксплуатируемых месторождений, характеризуется менее интенсивным накоплением полиметаллов, нежели территория СИП, концентрации элементов значительно ниже. Тенденция накопления выдержанная, без резких скачков. Пик поступления серебра и золота, исходя из результатов, пришелся в 1990-е годы. Максимум накопления цинка пришелся в 1960-е годы.

- Эпоха ядерных испытаний, начавшаяся в 1949 г. так же повлияла на динамику накопления полиметаллов в окружающей среде на всех сравниваемых территориях, вызвав ее рост. Хотя вероятнее всего данная тенденция вызвана другими факторами, в том числе и выходом на производственные мощности заводов, эвакуированных в Усть-Каменогорск и в Алтайский край. В с. Мостик, что характерно, наблюдаются резкие скачки в тенденции накопления полиметаллов.

В целом же динамика поступления полиметаллов в окружающую среду исследуемого региона практически не изменилась с начала эксплуатации месторождений полиметаллов, что говорит о незначительном влиянии на экологию региона.

Важным показателем состояния окружающей среды являются геохимические отношения. По ним можно судить о геохимической специализации региона, оценить наличие радиоактивного загрязнения на территории. Для подобного анализа были составлены тренды изменения отношений Th/U, Br/U, La/Ce (рисунки 4.12, 4.13, 4.14).

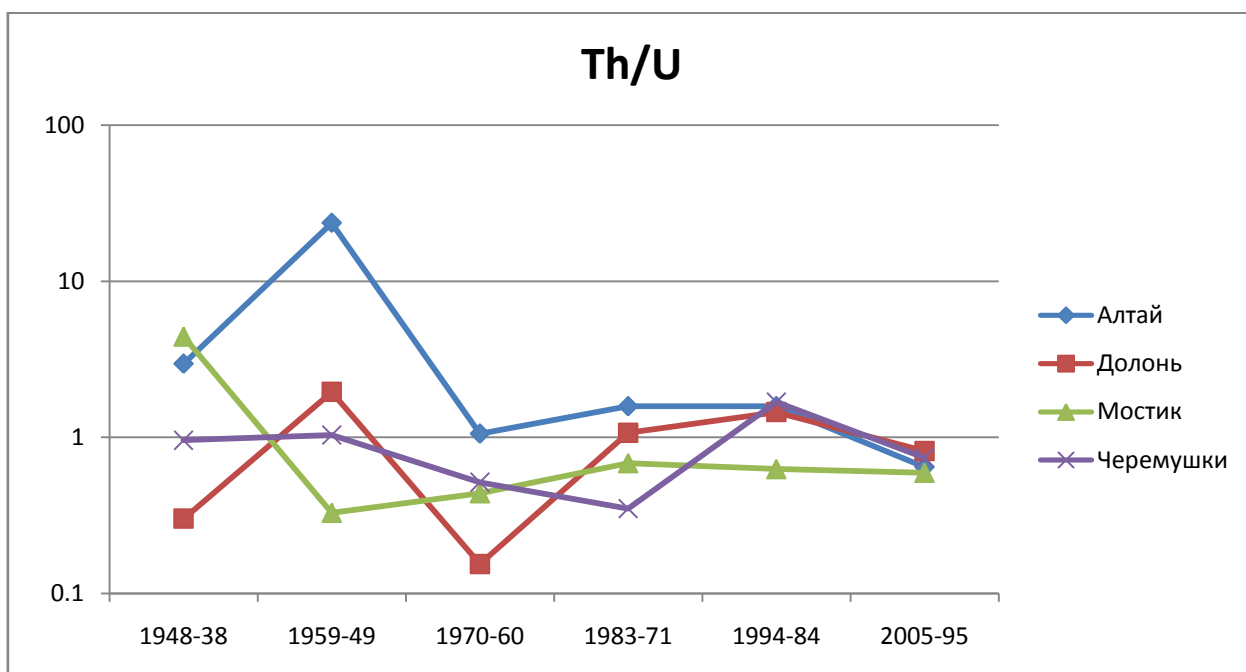


Рисунок 4.12 - Диаграмма сравнения отношения Th/U в годичных кольцах сосны.

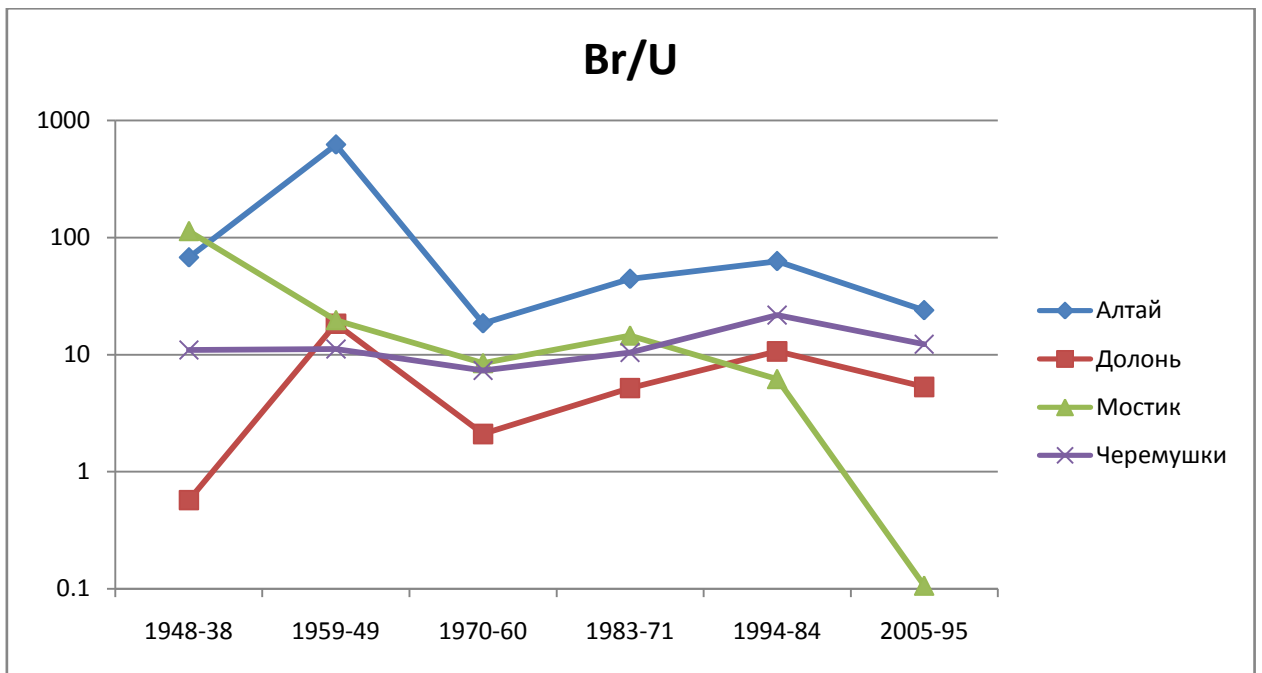


Рисунок 4.13 - Диаграмма сравнения отношения Br/U в годичных кольцах сосны.

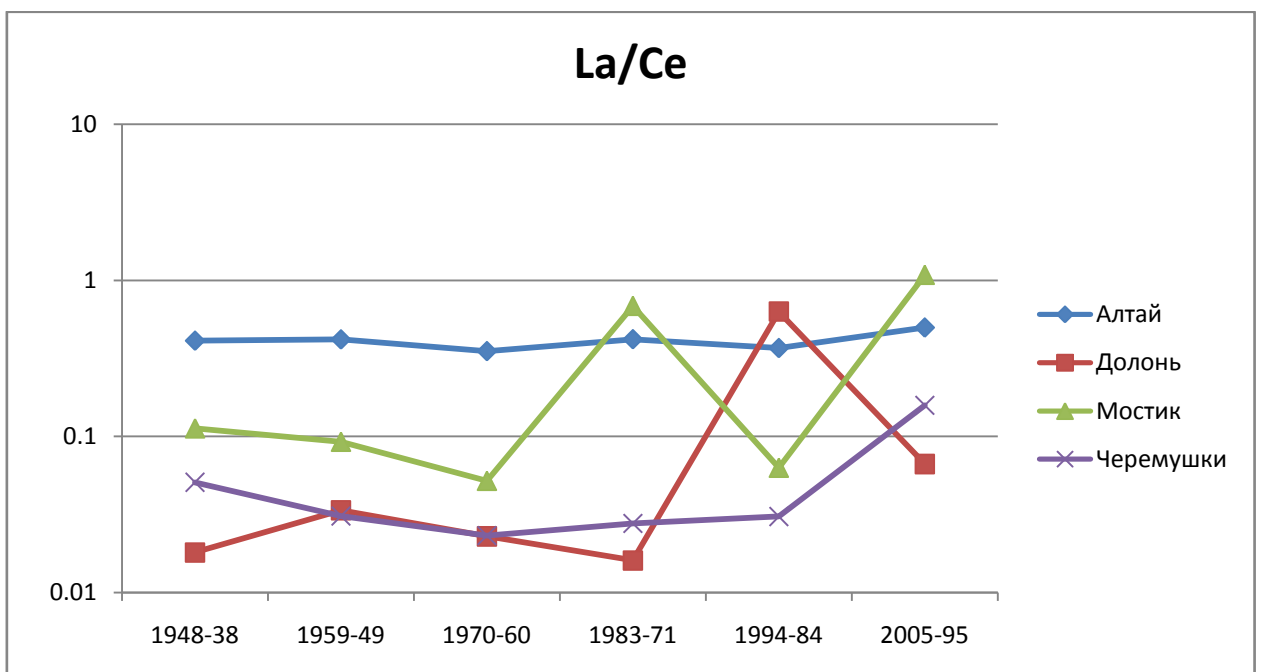


Рисунок 4.14 - Диаграмма сравнения отношения La/Ce в годичных кольцах сосны.

Проанализировав результаты, можно сделать вывод:

Территория СИП имеет отчетливо видную урановую природу (рис. 4.11), что показывает значительную радиационную нагрузку на окружающую

среду. Отметим схожий спектр с. Новогорьевское и с. Долонь по Th/U и Br/U. При этом территория Алтайского края наименее загрязненная радионуклидами по сравнению с территорией СИП. По рисунку 4.13 видно природу брома всех сравниваемых территорий, однако район с. Долонь имеет природу, наиболее близкую к урану. Из рисунка 4.14 следует, что деревья накапливали Се активной, нежели La. Спектр с. Новогорьевское по данному отношению относительно выдержанный, в то время как на территории СИП более дифференцированный, что свидетельствует о постоянной смене интенсивности накопления данных элементов.

Помимо ИНАА, с пробами исследуемого региона проводился атомно-абсорбционный анализ (ААС) на определение содержания ртути. ААС проводилась на анализаторе ртути «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+». Использование анализатора ртути позволяет проводить прямое определение содержания ртути. Он предназначен для прямого анализа твердых и жидких проб любого состава, в том числе имеющих сложную матрицу. Пределы обнаружения ртути низки (уровень единиц – нг/г), что позволяет проводить контроль как природных, так и технологических объектов, сырья, пищевых продуктов и отходов на соответствие санитарно-гигиеническим и технологическим нормативам. Пробоподготовка аналогична ИНАА, за исключением того, что полученная сухая навеска сразу помещается в дозатор и отправляется в атомизатор приставки, где проходит процесс пиролиза. По результатам анализа был построен график изменения содержания ртути в сухой массе годовых колец по периодам (рисунок 4.15). Ввиду отсутствия данных по району СИП сравнение не проводилось.

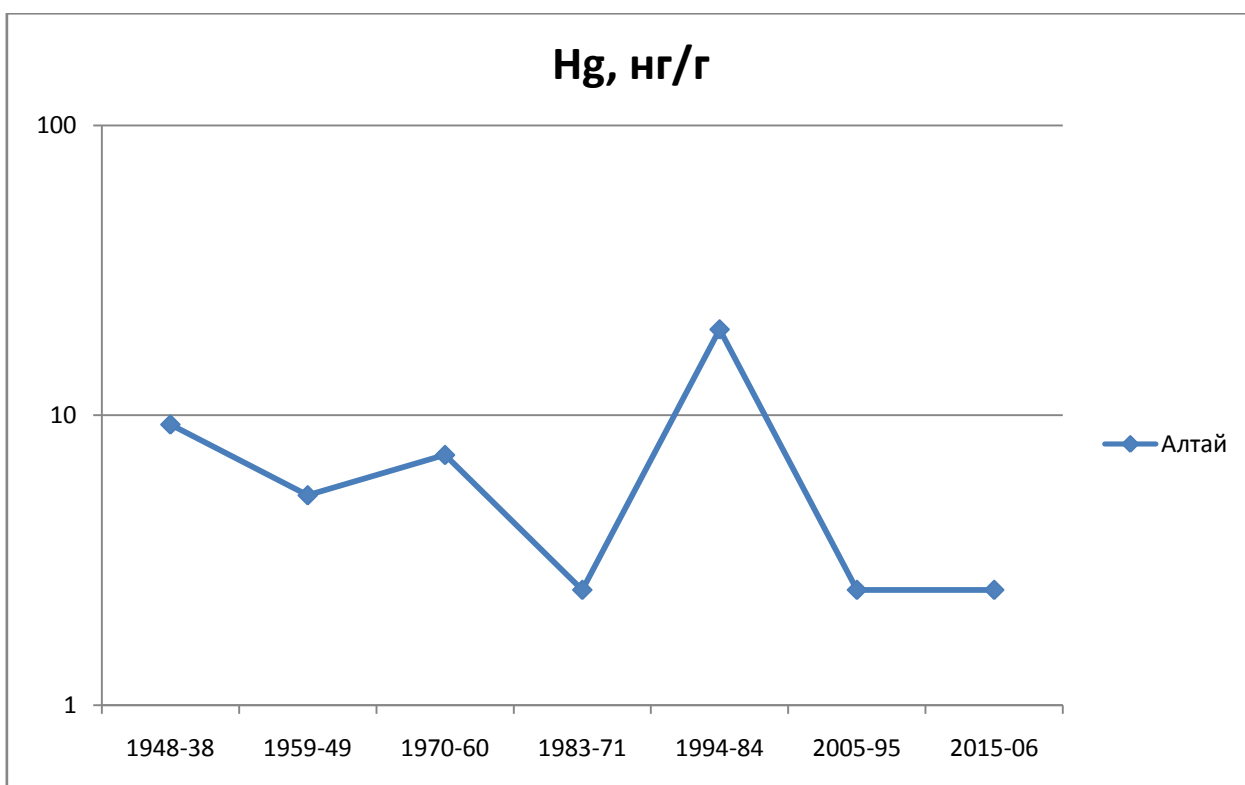


Рисунок 4.15 - Тренд накопления Hg в годичных кольцах сосны на территории Егорьевского района.

Исходя из графика, отметим периодичную интенсивность накопления ртути в деревьях, следовательно, её поступление в окружающую среду было соответствующим. Как видно, в интервал 1984-1994 гг. происходит резкий скачок в накоплении элемента. Повышение концентрации в данный период труднообъяснимо. Возможно, это связано с аварией 1990 года, произошедшей на Ульбинском металлургическом заводе в Усть-Каменогорске. Тогда произошел взрыв завода по производству бериллия, и прилегающая к городу территория подверглась массовому загрязнению компонентами и химическими веществами. Кроме того, в Республике Алтай работало Акташское горнометаллургическое предприятие по производству металлической ртути, однако роза ветров (рисунок 3.1) исключает возможность привноса элемента на исследуемую территорию.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Техническое задание и разработка технического плана

В 5-ой главе выпускной квалификационной работы приводится технико-экономическое обоснование проведения работ по заданной теме. Цель главы: определить и проанализировать трудовые и денежные затраты, направленные на реализацию данной научно-исследовательской работы.

В качестве объектов исследования на территории Егорьевского района выбрана древесина сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

Работа выполнена под руководством профессора Рихванова Л. П.

Таблица 5.1 - Технический план

| № | Виды работ | Объем | | Условия производства работ | Вид оборудования |
|---|---|----------|--------|--|---|
| | | Ед. изм. | Кол-во | | |
| 1 | Эколого - геохимические работы биогеохимическим методом | проба | 14 | Отбор керны деревьев осуществлялся на территории Егорьевского района | Возрастной бурав, ручка, пакет, блокнот |
| 2 | Проведение маршрута | км | 0,06 | Проведение маршрута и сбор материала | |
| 3 | Камеральные работы | проба | 14 | Ручная работа, компьютерная обработка материала | ПК |

Календарный план отражает отдельные этапы и виды планируемых работ (проектирование, полевые, камеральные, лабораторные и другие работы, общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в планируемом году).

Полевые работы. Во время полевого периода производился отбор проб керны дерева: августа 2015 г.

Лабораторные работы включали сушку, очищение проб, их измельчение. Элементный анализ производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории отделения геологии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического

университета. Также пробы изучались в учебно – научной лаборатории электронно – оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением стереомикроскопа со встроенной видеокамерой Leica EZ4D. Также использовался атомно-абсорбционный метод.

Камеральные работы заключаются в подготовке проб к анализам, интерпретации результатов и обработке полученных материалов. Вся полученная информация представляется в виде отчета в соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого-геохимическим исследованиям. Период данного типа работ составил с сентября 2017 г. по апрель 2018 г.

5.2 Расчет затрат и времени по видам работ

Расчет затрат времени определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы».

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N = Q * H_{BP} * K, \quad (1)$$

где N - затраты времени,

Q - объем работ,

H_{BP} - норма времени,

K - коэффициент за ненормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Затраты времени по видам планируемых работ

| № | Вид работ | Объем | | Норма времени по ССН | Коэф-ты | Табл. по ССН | Итого времени на объем |
|---|---|----------|--------|----------------------|---------|-----------------------|------------------------|
| | | Ед. изм. | Кол-во | | | | |
| 1 | Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом | проба | 14 | 0,0946 | 1 | ССН, вып. 2, табл. 41 | 1,3244 |

Продолжение таблицы 5.2

| | | | | | | | |
|-------|---|------|------|--------|---|-----------------------|--------|
| 2 | Проведение маршрута | км | 0,06 | 4,833 | 1 | ССН, вып. 2, табл. 42 | 0,29 |
| 3 | Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ) | проб | 14 | 0,0276 | 1 | ССН, вып. 2, табл.59 | 0,3864 |
| 4 | Камеральная работа обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ) | проб | 14 | 0,0401 | 1 | ССН, вып. 2, табл. 61 | 0,5614 |
| Итого | | | | | | | 2,5622 |

Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Затраты времени по сотрудникам

| № | Вид работ | Т | Геозолог | Рабочий |
|-------|---|--------|----------|---------|
| 1 | Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом | 2,6488 | 1,3244 | 1,3244 |
| 2 | Проведение маршрута | 0,58 | 0,29 | 0,29 |
| 3 | Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ) | 0,3864 | 0,3864 | - |
| 4 | Камеральная работа обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ) | 0,5614 | 0,5614 | - |
| Итого | | 4,1766 | 2,5622 | 1,6144 |

5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Нормы расхода материалов определяются согласно ССН, вып. 2 «Геозологические работы». Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Расход материалов на проведение исследований

| Наименование и характеристика изделия | Единица | Количество | Цена | Сумма |
|---------------------------------------|---------|------------|------|-------|
| Блокнот малого размера | шт | 1 | 50 | 50 |
| Карандаш простой | шт | 1 | 15 | 15 |
| Ручка шариковая (без стержня) | шт | 1 | 30 | 30 |
| Стержень для ручки шариковой | шт | 1 | 10 | 10 |

Продолжение таблицы 5.4

| | | | | |
|--------------------------|----|-----|------|-----|
| Пакеты с замком Zip-lock | шт | 100 | 0,76 | 76 |
| Резинка ученическая | шт | 1 | 10 | 10 |
| Итого | | | | 191 |

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Так формируется фонд оплаты труда. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 5.5.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * T * K, \quad (2)$$

где ЗП - заработная плата,

T - отработано дней (дни, часы),

Окл - оклад (руб.),

K - коэффициент районный.

$$ДЗП = ЗП * 7,9\%, \quad (3)$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\Phi ЗП = ЗП + ДЗП, \quad (4)$$

где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

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

Таблица 5.5 – Расчет оплаты труда

| Статьи расходов | | Един. измер. | Затраты труда | Дневная ставка | Сумма осн. расходов |
|---------------------------|-------|--------------|---------------|----------------|---------------------|
| Основная заработная плата | | | | | |
| Геозолог | 1 | чел-см | 2,5622 | 1000 | 2562,2 |
| Рабочий | 1 | чел-см | 1,6144 | 482 | 778,14 |
| Итого | 2 | | 4,1766 | | 3340,34 |
| Дополнительная зарплата | 7,9 % | | | | 263,89 |

Продолжение таблицы 5.5

| | | | | | |
|--------------------------------|-----|--|--|--|---------|
| Итого | | | | | 3604,23 |
| Итого: с р.к= | 1,3 | | | | 4685,5 |
| Страховые взносы | 30% | | | | 1405,65 |
| Итого основных расходов | | | | | 6091,15 |

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Расчет амортизационных отчислений

| Наименование объекта основных фондов | Количество | Балансовая стоимость, руб. | Годовая норма амортизации, % | Время полезного использования в разработке % | Сумма амортизации за год, руб. |
|--------------------------------------|------------|----------------------------|------------------------------|--|--------------------------------|
| Персональный компьютер | 1 | 40000 | 10 | 15 | 600 |
| Итого | | | | | 600 |

Элементный анализ производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Затраты на подрядные работы

| № | Метод анализа | Кол-во проб | Стоимость, руб. | Итого |
|---|---|-------------|-----------------|-------|
| 1 | Инструментальный нейтронно-активационный анализ | 14 | 2000 | 28000 |

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этой документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Общий расчет сметной стоимости работ

| № | | Ед. изм | Кол-во | Единичная расценка | Полная сметная стоимость, руб |
|---|----------------------------|---------|--------|--------------------|-------------------------------|
| Основные расходы | | | | | |
| 1 | Материальные затраты | | | 191 | |
| 2 | Затраты на оплату труда | | | 6091,15 | |
| 3 | Амортизационные отчисления | | | 600 | |
| Итого основных расходов | | | | 6882,15 | |
| Накладные расходы | | % | 10 | от ОР | 688,22 |
| Итого основных и накладных расходов (ОР+НР): | | | | | 7570,37 |
| Плановые накопления | | % | 15 | от (ОР+НР) | 1135,55 |
| Подрядные работы | | | | | 28000 |
| Резерв | | % | 3 | от ОР | 206,47 |
| Итого сметная стоимость | | | | | 36912,39 |
| НДС | | % | 18 | | 6644,23 |
| Итого с учетом НДС: | | | | | 43556,62 |

Таким образом, стоимость работ по оценке экологического состояния территории Егорьевского района по элементному составу древесины сосны составила 43556,62 рублей с учетом НДС.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Подготовка проб для дальнейших анализов осуществлялась в учебно-научной лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры ГЭГХ ТПУ.

В данной главе рассмотрены основные вредные и опасные факторы, негативно влияющие на здоровье сотрудника лаборатории ил угрожающие его жизни. Приведены основные моменты воздействия деятельности сотрудника лаборатории на окружающую среду. Описаны чрезвычайные ситуации (ЧС), которые могут возникнуть в лаборатории. Указаны меры предупреждения ЧС. Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

6.1 Анализ вредных и опасных факторов

Учебная лаборатория представляет собой помещение площадью 40 м². В помещении находится следующее оборудование: аналитические приборы, муфельная печь, лабораторный стол с вытяжным шкафом, инвентарный шкаф, компьютер. Освещение: естественное и искусственное.

К вредным факторам (согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ) относятся: повышенный уровень шума на рабочем месте, несоответствие нормам параметров микроклимата, повышенное содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень электромагнитного излучения. При пробоподготовке не использовались химические реактивы, поэтому, воздействие вредных веществ в воздухе не рассматривалось.

1. Естественное и искусственное освещение

Недостаточное освещение рабочего места вызывают затруднение длительной работы, повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Очень низкие уровни освещенности способствуют появлению апатии, сонливости, а в некоторых случаях развивают чувство тревоги. Слишком яркий свет слепит, понижает зрительные функции, перевозбуждает

нервную систему, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения.

Оценку и нормирование освещенности производят согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» и СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

Помещения, где постоянно пребывает человек, должны иметь естественное освещение. Для общего и местного искусственного освещения следует использовать источники света с цветовой коррелированной температурой от 2400°К до 6800°К (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03). Предпочтение отдается светодиодным лампам, которые обеспечивают общую освещенность, корректировку освещенности осуществляют локальным освещением.

Необходимый уровень освещенности нормируется в соответствии со СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от точности выполняемых работ, световых свойств рабочей поверхности, системы освещения».

Для работы на персональном компьютере разработаны специальные подходы к нормированию освещенности: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». К гигиеническим требованиям, которые отражают качество производственного освещения, относятся:

- 1) равномерное распределение яркостей в поле зрения и ограничение теней;
- 2) ограничение прямой и отраженной блескости;
- 3) ограничение или устранение колебаний светового потока.

Нормируют естественное освещение при помощи коэффициента естественной освещенности (КЕО), который (СП 23-102-2003) рассчитывается по формуле:

$$E_n = 0,01e_p * E_{кр}, \quad (5)$$

где e_p - расчетный коэффициент естественной освещенности;

$E_{кр}$ - критическая наружная освещенность.

Минимальный коэффициент в зависимости от точности работы при верхнем и комбинированном освещении нормируется в пределах от 10 до 2, а при одном боковом освещении – от 3,5 до 0,5.

2. Шум на рабочем месте

Шум негативно влияет на весь организм человека. Средние шумы (менее 80 дБА (децибел акустический)) не вызывают потери слуха, однако оказывают неблагоприятное утомляющее влияние. Нормирование шума должно предотвратить нарушение слуха и снижение работоспособности и производительности труда работающего персонала. В зависимости от временных характеристик шум бывает постоянный и непостоянный (импульсный, прерывистый, колеблющийся).

К источникам шума в научно-исследовательской лаборатории можно отнести: работающие приборы и оборудование, вентиляционные установки, вытяжную систему, шум городского транспорта.

Основными нормативно-техническими документами в области шумового воздействия являются ГОСТ ISO 9612-2016 "Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах", ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и ГН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Защита от шума обеспечивается разработкой особой шумобезопасной техники, использованием средств и методов коллективной защиты, включая строительно-акустических, использованием средств индивидуальной защиты. В первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. По отношению к источнику возбуждения шума коллективные средства защиты подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его

возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта. Средства индивидуальной защиты применяются в случае, если не удастся обеспечить обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте другими способами. Они включают в себя такие средства, как противошумные вкладыши (беруши), наушники, специальные костюмы (ГОСТ 12.1.003-83).

3. Электромагнитное излучение

Длительное воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса.

Основным источником электромагнитного излучения в лаборатории является устройство ПЭВМ. ПЭВМ излучает свет в оптическом диапазоне, помимо этого является потенциальным источником электромагнитного излучения в диапазоне радиочастот, сверхнизких частот, ионизирующего излучения и электростатических полей.

Возле монитора могут образовываться электромагнитные поля радиочастот (5-10 МГц), которые создаются системой модуляции электронного луча. Самая высокая напряженность их электростатического поля фиксируется на расстоянии 10-15 см от боковых, верхних и задних поверхностей дисплея. У экрана и клавиатуры на расстоянии 30-70 см, месте расположения оператора, эти значения не превышают 1 В/м (Девисилов, 2006)

Вблизи компьютера обнаруживают также импульсные магнитные поля сверхнизкой (50-100Гц) и низкой (15-53 кГц) частот, которые создаются системой вертикальной и горизонтальной развертки электролуча. Самые высокие значения составляющих электромагнитных полей фиксируют на расстоянии 10-15 см от боковых, верхних и задних поверхностей дисплея и а меньшей степени перед экраном.

Оценка воздействия ЭМИ радиочастот на человека согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 осуществляется по следующим параметрам:

1. По энергетической экспозиции. Определяют интенсивностью ЭМИ радиочастот и временем его воздействия на человека. Используется для лиц, работа и обучение которых связаны с необходимостью нахождения в зонах влияния источников ЭМИ радиочастот.

2. По значениям интенсивности ЭМИ радиочастот. Используется для лиц, работа и обучение которых не связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ радиочастот.

Предельно допустимые уровни ЭМИ радиочастот определяются, исходя из предположения, что воздействие имеет место в течение всего рабочего дня (рабочей смены) (ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Для защиты от внешнего облучения, возникающего при работе с персональным компьютером и дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см; также применяют экранирование.

4. Микроклимат лаборатории

Микроклимат помещений определяется сочетанием температуры с относительной влажностью, скоростью движения воздуха, температурой окружающих поверхностей и интенсивностью их теплового излучения.

Работы в условиях высокой температуры сопровождаются интенсивным потоотделением, приводящим к обезвоживанию организма, увеличению частоты дыхания. При воздействии на человеческий организм отрицательных температур происходит сужение сосудов пальцев рук и ног,

кожи лица, изменение обмена веществ. Влажность воздуха значительно влияет на терморегуляцию организма. Высокая относительная влажность в сочетании с высокой температурой воздуха способствует перегреванию организма. При низких температурах высокая относительная влажность увеличивает потери тепла организма в результате интенсивного поглощения водяными парами энергии излучения человека. Это приводит к переохлаждению организма. При низкой влажности происходит пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей (Белов, 2001).

Показателями, которые характеризуют микроклимат в производственных помещениях, являются (согласно СанПиН 2.2.4.548-96): температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма (согласно СанПиН 2.2.4.548-96). Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте должны соответствовать величинам, приведенным в разделе 5 СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы».

Согласно вышеуказанным нормам в холодный период года температура воздуха на рабочих местах производственных помещений должна находиться в пределах от 16-18°C до 22-14°C для высокоэнергозатратных и низкоэнергозатратных работ (Приложение 1 СанПиН 2.2.4.548-96), соответственно. Для теплого периода года температура, соответственно, должна находиться в рамках 18-20°C – 23-25°C. Работа проектировщика геоэкологического мониторинга относится к категории низкоэнергозатратных. Оптимальная относительная влажность – 40-60%. Скорость движения воздуха не должна превышать 0,2-0,3 м/с.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»

и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должна проводиться ежедневная, влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ. Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.

На лаборанта во время его работы в лаборатории, помимо вредных факторов, могут оказывать влияние следующие опасные факторы: воздействие электрического тока (при работе с оборудованием, электросетью), пожароопасность.

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям электробезопасности согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Согласно ПНД Ф 12.13.1-03. «Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях», в целях предотвращения электротравматизма запрещается: работать на неисправном компьютере и с электрической техникой, перегружать электросеть, загромождать подходы к компьютерной технике.

Электробезопасность должна обеспечиваться техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями (Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009). Ток, проходя через организм, вызывает нарушение деятельности центральной нервной системы, органов кровообращения, дыхания. Степень этих нарушений и тяжесть поражения зависят от различных факторов: напряжения и силы тока, продолжительности его действия на организм, величины сопротивления ему тканей организма, физического и психического состояния человека.

Если поражения электрическим током не удалось избежать, то пострадавшему оказывается первая медицинская помощь: устранение источника поражающего действия, проведение искусственного дыхания. Необходимо выключить источник тока или перерезать провод (кабель) либо

оттащить пострадавшего от источника тока. При оттаскивании пострадавшего от кабеля, проводов следует брать за его одежду (если она сухая), а не за тело, которое в это время является проводником электричества. Меры по оказанию первой помощи зависят от характера нарушения функций организма. Общий перечень действий: устранить источник тока, уложить пострадавшего на носилки (или другу ровную поверхность), освободить от стесняющей одежды, обеспечить приток свежего воздуха, провести искусственное дыхание и массаж сердца, тепло укрыть. Во избежание возникновения пожара, рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83. В помещении на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудника в случае возникновения пожара. Курить разрешается только в отведенном и оборудованном для этой цели месте. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию и воду во всех помещениях. Должен проводиться пожарный инструктаж каждого нового сотрудника. Каждый работник должен знать план эвакуации в случае возникновения пожара и основные правила пожарной безопасности.

Если возникновения пожара не удалось избежать, следует провести эвакуацию сотрудника согласно плану эвакуации, вызвать пожарную службу (телефон 01). При небольшом пожаре следует попытаться потушить его самостоятельно, используя огнетушители и песок.

6.2 Экологическая безопасность

Деятельность сотрудника лаборатории оказывает косвенное воздействие на окружающую среду. Происходит воздействие на гидросферу (сброс канализационных стоков) и литосферу (утилизация твердых бытовых отходов). Воздействие на гидросферу охарактеризовать сложно: сток незначителен и отводится в общую систему канализации. Воздействие на литосферу оказывается твердыми бытовыми отходами, образующимися в процессе работы: макулатура, отработанные лампы сети освещения,

неисправные части компьютерной техники (при ремонте оборудования), упаковочные отходы.

В качестве природоохранных мер производится сбор отработанных ламп, макулатуры, неисправные части компьютерной техники и отправка всего этого посреднику на повторную переработку.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) (согласно ФЗ от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера») – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) во время проведения лабораторных работ мала. Среди наиболее возможных ЧС могут возникнуть: пожар, землетрясение, сбой в работе оборудования.

Наиболее возможной среди выше указанных чрезвычайной ситуацией является сбой в работе оборудования. При работе в лаборатории использовались: электронный микроскоп, электронными весы, а также ПЭВМ.

Для предупреждения данной ЧС необходимо приобретать компьютерную технику и лабораторное оборудование у надежных производителей с гарантией качества. Кроме того ежегодно следует проводить чистку оборудования от пыли, проверку его технического состояния. Рабочее место должно быть оборудовано двумя компьютерами на случай поломки или временным сбоем в работе одного из них. Все рабочие материалы хранятся в двойной копии на отдельном носителе.

Среди мер по повышению устойчивости рабочего места к сбою в работе оборудования планируются: снабжение компьютерной техники

блоками бесперебойного питания и фильтрами сетевого напряжения, чистка компьютерной техники от пыли, проводить автоматическое сохранение электронных документов, выбор оптимального режима работы на компьютере (не более 10 часов). При возникновении сбоя в работе оборудования следует: предотвратить возникновение паники; оставить компьютерную технику в покое на некоторое время, не загружая ее дополнительными командами, при серьезном сбое обратиться к специалисту.

Часть работы проводится на стереомикроскопе со встроенной видеокамерой Leica EZ4D. При возникновении аварийных ситуаций выполнять следующие указания [44]:

1) Во всех случаях обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений, появления гари, немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации руководителю.

2) Не приступать к работе до устранения неисправностей.

3) При получении травм или внезапном заболевании немедленно известить своего руководителя, организовать первую доврачебную помощь или вызвать скорую медицинскую помощь.

4) В случае возникновения пожара отключить микроскопы от электросети, вызвать пожарную охрану и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При проведении исследований в научной лаборатории следует руководствоваться нормативно-правовыми документами: ФЗ, ГОСТ и СанПиН, регламентирующими защиту населения от воздействий, безопасность труда и гигиенические нормы.

При организации рабочей зоны следует руководствоваться принципом комфортности в расположении необходимого оборудования и техники. Расстояние между оборудованием должно быть достаточным для свободного

прохода, провода компьютерной техники – аккуратно размещены, рабочие стол – удобен для работы.

В качестве примера приведем расчет освещения рабочей зоны. Параметры производственного освещения подбираются с учетом характеристик того или иного производственного процесса и с учетом принятых правил и норм. При планировании освещения руководствуются СНиП 23-05-95 «Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение». Было выбрано оптимальное для работы в лаборатории значение освещенности 500 Лк.

Расчёт освещения рабочей зоны проводился согласно методике предложенной в учебно-методическом материале (УММ) кафедры ЭБЖ, ИНК, ТПУ – в практикуме по безопасности жизнедеятельности.

Характеристики помещения: длина $A = 8$ м, ширина $B = 5$ м, высота $H = 2,5$ м. Высота рабочей поверхности $h_{рп} = 0,8$ м. Требуемая освещенность $E = 500$ Лк. Коэффициент отражения стен (свежепобеленных, с окнами без штор) $R_c = 50$ %, потолка (свежепобеленного) $R_n = 70$ %. Коэффициент запаса для помещения с малым выделением пыли $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$ (значения взяты из таблиц из УММ).

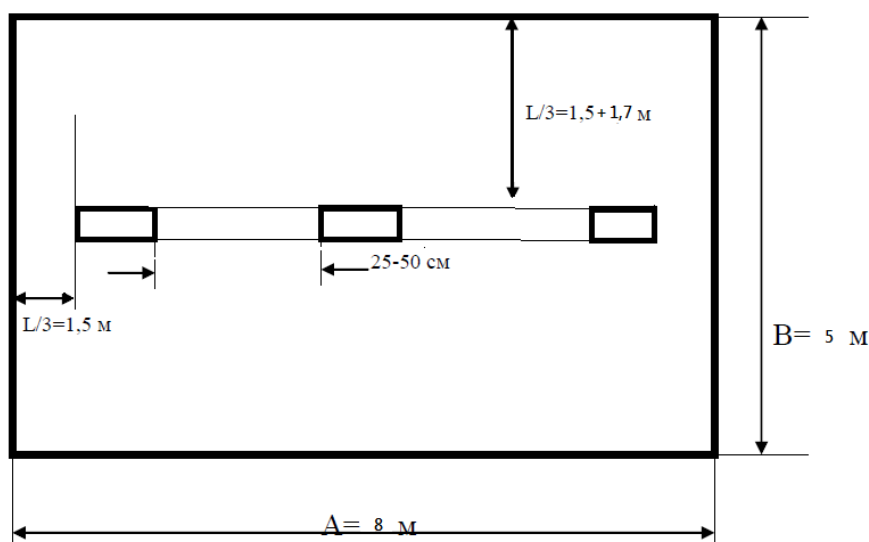


Рисунок 6.1 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

1. Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД (подходит для нормальных помещений), $\lambda = 1,4$. Приняв h_c (расстояние светильников от перекрытия) = 0,5 м (значения взяты из таблиц из УММ), получаем расчётную высоту (высоту светильника над рабочей зоной) $h = H - h_c - h_{\text{рп}} = 2,5 - 0,5 - 0,8 = 1,2$ м. Находим расстояние между соседними светильниками: $L = \lambda * h = 1,4 * 1,2 = 1,7$ м. Оптимальное расстояние ряда от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3 = 1,5$ м.

Размещаем светильники в один ряд (так, как помещение небольшое). В ряду можно установить 3 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (*Рисунок*). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 6$.

2. Находим индекс помещения

$$i = S / h(A + B), \quad (6)$$

$$i = 40 / [1,2(8 + 5)] = 2,5.$$

По таблице (УММ) определяем коэффициент использования светового потока, который показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность: $n = 0,61$.

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N * \eta}, \quad (7)$$

$$\Phi = \frac{300 * 40 * 1,5 * 1,1}{2 * 0,61} = 1623 \text{ Лм}$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки: $P = 6 * 40 = 240$ Вт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогу работы можно сделать следующие выводы:

Алтайский край - наиболее пострадавший российский регион, влияние ядерных испытаний на Семипалатинском ядерном полигоне отразилось не только на окружающую среду, но и на здоровье населения. Так, регион входит в число лидеров по проявлению онкологических заболеваний по всей России.

По результатам нейтронно-активационного анализа было установлено, что имеют место несколько периодов поступления самых разнообразных химических элементов в окружающую среду, связанные со временем воздушных и наземных ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне.

Наиболее яркую зависимость от периода проведения испытаний ядерного оружия демонстрируют такие элементы как La, U, Ce, Sm, Cs, вторая же группа, состоящая из полиметаллов, более зависима от периода индустриализации региона.

По сравнению с территорией СИП, Алтайский край гораздо менее подвергся воздействию вследствие ядерных испытаний в полигоне. Это связано с большим расстоянием от источника загрязнения, тяжелые фракции веществ не долетали до исследуемого региона.

Дендрогеохимический метод индикации позволяет оценивать динамику элементного состава природных сред, но при этом следует учитывать особенности переноса и миграции элементов по годичным кольцам дерева.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексахин Р.М. Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах / Р.М. Алексахин, Л.А. Нарышкин.– М.: Наука, 1977.– 144 с.
2. Архангельская Т.А. Геохимические особенности годовичных колец деревьев из зоны падения Тунгусского метеорита / В.Д. Несветайло, Л.П. Рихванов // Тезисы докладов юбилейной научной конференции «90 лет Тунгусской проблемы».– Красноярск, 1998.– С.9.
3. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для бакалавров / С. В. Белов. — 1-е изд. — Москва: Юрайт, 2001.
4. Берзина И.Г. Характерные методические ошибки, возникающие при радиографических исследованиях / И.Г. Берзина, Э.Б. Гусев // Авторадиографический метод в научных исследованиях.– М.: Наука, 1990.– 196 с.
5. Буткус Д. Распределение ^{137}Cs и ^{40}K в некоторых почвах и годовичных кольцах деревьев Литвы / Д. Буткус, Р. Бейнаравичюс // Геохимия, 2005.– №2.– С.227–231.
6. Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии. – №12. – Москва, 1998. – С. 56
7. Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии. – Спецвыпуск. – Москва, 1996. – С. 10.
8. Ваганов Е.А. Рост и структура годовичных колец хвойных / Е.А. Ваганов, А.В. Шашкин.– Новосибирск: Наука, 2000.– 232 с.
9. Гераськин С.А. Воздействие аварийного выброса чернобыльской АЭС на биоту / С.А. Гераськин, С.В. Фесенко, Р.М. Алексахин // Радиационная биология. Радиоэкология, 2006.– Т.46.– №2.– С.178–188.
10. Дендрорадиография как метод ретроспективной оценки радиоэкологической ситуации / Л.П. Рихванов, Т.А. Архангельская, Ю.Л.

Замятина; Томский политехнический университет.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.– 145 с.

11. Замятина Ю.Л. Изучение урана и трансураниевых элементов в древесных растениях (краткий обзор существующих работ) / Ю.Л. Замятина // Проблемы геологии и освоения недр: Сборник научных трудов XI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 9–13 апреля 2007 г.– Томск: Изд-во ТПУ, 2007.– С.575–577.

12. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений / А.Л. Ковалевский.– Новосибирск: Наука, 1991.– 294 с.

13. Козубов Г.М. Радиобиологические исследования хвойных в районе Чернобыльской катастрофы (1986–2001 гг.) / Г.М. Козубов, А.И. Таскаев.– М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2002.– 272 с.

14. Крамер П.Д. Физиология древесных растений / П.Д. Крамер, Т.Т. Козловский.– М.: Лесная промышленность, 1983.– 464 с.

15. Нейтронно-активационной определение редкоземельных элементов, тория и скандия в горных породах, рудах и минералах. Инструкция №210-ЯФ. – М.: ВИМС, 1985. – 60 с.

16. Пискунов Л.И. Оптимизированный радиационный мониторинг окружающей среды / Л.И. Пискунов.– Свердловск, 1985.– 59 с.

17. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиоэкология после Чернобыля: Перевод с английского / Под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона.– М.: Мир, 1999.– 512 с.

18. Рихванов Л.П. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев / Л.П. Рихванов, Т.А. Архангельская, В.Д. Несветайло // Геохимия, 2002.– №11.– С.1238–1245.

19. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии.– Томск, изд-во ТПУ, 1997.– 384 с.

20. Рихванов Л.П. Способ оценки радиозэкологического загрязнения окружающей среды / Рихванов Л.П., Архангельская Т.А. // Патент на изобретение с приоритетом от 13.05.2004, № 2265869.

21. Рихванов Л.П., Архангельская Т.А., Робертус Ю.В. Оценка выпадения делящихся радионуклидов на территории республики Алтай методом осколочной радиографии годовых колец деревьев // Тяжёлые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Сб. докл. II Междунар. научно-практ. конф. – Семипалатинск, 2002. – С. 496–501.

22. Робертус Ю.В. Дендрогеохимическая индикация трансграничных переносов экотоксикантов на территорию Алтая / Ю. В. Робертус, Л. П. Рихванов, Р. В. Любимов // Известия Томского политехнического университета / Томский политехнический университет (ТПУ). — 2010. — Т. 317, № 1: Науки о Земле. — С. 173-177

23. Федотов И.С. Радиационно-генетические последствия облучения популяции сосны обыкновенной в зоне аварии на ЧАЭС / И.С. Федотов, В.А. Кальченко, Е.В. Иголина, А.В. Рубанович // Радиационная биология. Радиозэкология, 2006.– Т.46.– №3.– С.268–278.

24. Черненькова Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение / Т.В. Черненькова.– М.: Наука, 2002.– 191 с.

25. Шиятов С.Г. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов и др.– Красноярск: КрасГУ, 2000.– 80 с.

26. Шуктомова И.И., Таскаев А.И., Титаева Н.А. Ионообменное выделение изотопов урана и тория из почвенных и растительных образцов // Радиохимия, 1983. – Т. 25, вып. 4. – С. 547-550.

27. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС.– М.: Наука, 1999.– 268 с.

28. Щеглов А.И. Роль лесных экосистем при радиоактивном загрязнении / А.И. Щеглов, Цветнова О.Б. // Природа, 2001.– №4.– С.3–23.

29. Hagemeyer J. Trace metals in tree rings: what do they tell us? / J. Hagemeyer // Trace elements – their distribution and effects in the environment – Elsevier Science, 2000.– P.375–385.

30. Kudo A.T. Effectiveness of tree rings for recording Pu history at Nagasaki, Japan / Kudo A., T. Suzuki, D.C. Santry, Y. Mahara, S. Miyahara and J.P. // J. Environ. Radioact., 1993, 21.– P.55–63.

31. Sparrow A.H., Woodwell G.M. 1962. Prediction on the sensitivity of plants to chronic gamma irradiation // Radiat. Bot. Vol.2. No1. P.9 – 26.

Нормативно-методические документы

32. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности. 2015 - 15 стр.

33. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. 2014 - 35 стр.

34. ГОСТ 12.1.019-2009. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. 2009 - 25 стр.

35. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. 1984 - 5 стр.

36. ГОСТ ISO 9612-2016 "Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах". 2016 - 16 стр.

37. Девисилов В. А. Охрана труда: учебник. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. — 448 с.: ил. — (Профессиональное образование).

38. ПНД Ф 12.13.1-03. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях. 2003 - 14 стр.

39. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. 2003 - 23 стр.

40. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. 2003 - 48 стр.

41. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. 1997 – 132 с

42. СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий. 2003 - 87 стр.

43. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. 2011 - 38 стр.

44. Указ ректора Мокрецова Л. А. "Инструкция № 77 по охране труда при работе на стереоскопическом и поляризационном микроскопах" от 28.10.2015 № 16 // ФГБОУ ВПО «АГАО». 2015 г.

45. ФЗ от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

Интернет-ресурсы

46. Гидрометцентр России [Электронный ресурс] - URL: http://meteoinfo.ru/?option=com_content&view=article&id=1675 (дата обращения: 08.05.2018).

47. Егорьевский район [Электронный ресурс] - URL: <http://www.altairegion22.ru/territory/regions/egor> (дата обращения: 10.05.2018).

48. Использование возрастных буравов [Электронный ресурс] - URL: <http://lesniku.kz/wp-content/uploads/2014/12/Бурав-Naglof-инструкция-pdf-442-KB.pdf> (дата обращения: 10.05.2018).

49. Ленточные боры [Электронный ресурс] - URL: <http://altay.rcfh.ru/userfiles/files/Lent%20bory.pdf> (дата обращения: 08.05.2018).

50. Паспорт региона: Алтайский край [Электронный ресурс] - URL: <http://eng.marketcenter.ru/content/file.asp?r=20323> (дата обращения: 10.05.2018).

51. Радиационная безопасность населения Российской Федерации
[Электронный ресурс] -
URL: http://rb.mchs.gov.ru/mchs/radiation_accidents/Nuclear_tests_Semipalatinsk_polygon/item/1328 (дата обращения: 08.05.2018).